

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

Bakalářská práce

**POUŽITÍ OBOHACENÝCH NAUPLÍ
ARTEMIE PRO ODKRM LAREV RYB**

Autor: Ondřej Bartoš

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

Konzultant bakalářské práce: Mgr. Peter Podhorec, Ph.D.

Studijní program a obor: Zootechnika, Rybářství

Forma studia: Prezenční

Ročník: 4.

České Budějovice, 2018

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 (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, 11. 5. 2018

.....

Ondřej Bartoš

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu práce Prof. Ing. Janu Kouřilovi, Ph.D. za odborné vedení při řešení bakalářské práce. Dále patří poděkování Mgr. Peteru Podhorcovi, Ph.D. za konzultace v průběhu zpracování bakalářské práce. Také chci poděkovat Fakultě rybářství a Ochrany vod, že mi umožnila studovat v tak příjemném a přátelském prostředí.

V neposlední řadě chci poděkovat též rodině a přátelům za morální podporu během studia a psaní bakalářské práce.

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta rybářství a ochrany vod

Akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ondřej BARTOŠ**

Osobní číslo: **V14B000P**

Studijní program: **B4103 Zootechnika**

Studijní obor: **Rybářství**

Název tématu: **Použití obohacených nauplií artémie pro odkrm larev ryb**

Zadávací katedra: **Ústav akvakultury a ochrany vod**

Zásady pro vypracování:

Cílem práce je zpracování literární rešerše o použití nauplií žábřonožky (r. *Artemia*) obohacených různými přípravky s obsahem polynasycených mastných kyselin, vitamínů a jiných látek na přežití a růst plůdku různých druhů. Uvedený způsob výživy se osvědčil u některých druhů ryb náročných na masový odchov v podmínkách intenzivní akvakultury (některé mořské druhy ryb, jeseteři, okounovitě, keříčkovec červenolemý a další druhy ryb).

Metodický postup práce bude spočívat ve zpracování podrobné literární rešerše zaměřené na použití obohacených živých krmiv pro odchov plůdku ryb při použití experimentálních i komerčně produkovaných prostředků s využitím vědecké literatury i komerčních materiálů výrobců těchto prostředků.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby (do 10 stran)**

Rozsah pracovní zprávy: **30 - 50 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury: **viz příloha**

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

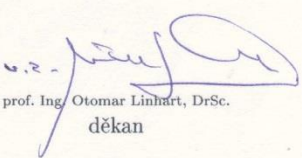
Ústav akvakultury a ochrany vod

Konzultant bakalářské práce: **Mgr. Peter Podhorec, Ph.D.**


Ústav akvakultury a ochrany vod

Datum zadání bakalářské práce: **20. prosince 2016**

Termín odevzdání bakalářské práce: **5. května 2017**

6.2. 
prof. Ing. Otomar Linhart, DrSc.
děkan

L.Š.


Ing. Jan Mráz, Ph.D.
ředitel

Ve Vodňanech dne 1. února 2017

Příloha zadání bakalářské práce

Seznam odborné literatury:

- Conceicao, L.E.C., Yúfera, M., Makridis, P. Morais, S., Dinis, M.T., 2010. Live feeds for early stages of fish rearing. *Aquaculture Research*, 41: 613-640.
- Hafezieh, M., 2016. Effects of ICES30/4-enriched *Artemia urmiana* nauplii on growth, survival, salinity tolerance and fatty acid composition of *Acipenser persicus* larvae. *Iran. J. Fish. Sci.* 15(1): 183-193
- Hafezieh, M., Kamarudin, M.S., Saad, C.R.B., Sattar, M.K.A., Agh, N., Valinassab, T., Sharifian, M., Hosseinpour, H., 2010. Effects of enriched *Artemia urmiana* with HUFA on growth, survival, and fatty acids composition of the Persian sturgeon larvae (*Acipenser persicus*). *Iran. J. Fish. Sci.* 9(1): 61-72
- Han, K., Geurden, I., Sorgeloos, P., 2000. Enrichment strategies for *Artemia* using emulsions providing different levels of n-3 highly unsaturated fatty acids. *Aquaculture* 13, 335-347.
- Chepurkina, M.A., Kouril, J., Prusinska, M., Gilyeva, E.A., 2014. The efficiency of use of enriched *Artemia* nauplii from different populations for feeding larvae valuable fish. In: Pishchenko, E.V., Barsukova, M.A., Moruzi, I.V. (red.): Proc. of 3-rd International Conf. Current Status of Aquatic Resources, State Agrarian University of Novosibirsk, 9.-11.12.2014, Novosibirsk, s. 223-227.
- Chepurkina, M.A., Novikava, K., Kouřil, J., 2014. Wykorzystanie metody bioenkapsulacji naupoliów solowca (*Artemia*) w żywieniu larw ryb w warunkach kontrolowanego środowiska (Studium przeglądowe). In: Proc. Abstr. konf. Inżynieria akwakultury, UWM, Olsztyn 2.-4.12.2014. 1 s.
- Jankových, A., Chepurkina, M.A., Kouřil, J., 2014. Vliv použití obohacených nauplií žábřonožky (*Artemia franciscana*) k odkrmu raného plůdku na přežití a růst candáta obecného (*Sander lucioperca*). In: Kouřil, J., Podhorec, P., Dvořáková, Z. (red.): Sb. abstraktů 14. Česká rybářská a ichthyologická konference, FROV JU Vodňany a ČZS Rybářská a ichthyologická sekce, Vodňany, 1.-3. 10.2014, s. 50.
- Jalali, M. A., Hosseini, S. A., Imanpour, M. R., 2008. Effect of vitamin E and highly unsaturated fatty acid-enriched *Artemia urmiana* on growth performance, survival and stress resistance of beluga (*Huso huso*) larvae. *Aquaculture Research*, 39: 1286-1291.
- Kamaszewski, M., Wojcik, M., Ostaszewska, T., Kasprzak, R., Kolman, R., Prusinska, M., 2014. The effect of essential fatty acid (EFA) enrichment of *Artemia* sp. nauplii on the enzymatic activity of Atlantic sturgeon (*Acipenser oxyrinchus* Mitchell, 1815) larvae - preliminary study. *Journal of Applied Ichthyology* 30(6): 1256-1258.
- Kouba, A., Hamáčková, J., Kozák, P., 2009. Dekapsulace, líhnutí a odkrm žábřonožek rodu *Artemia*. Edice metodik, č.94, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích FROV, Vodňany, 36 s.

Merchie, G., Lavens, P., Verreth, J., Ollevier, F., Nelis, H., De Leenheer, A., Storch, V., Sorgeloos, P., 1997. The effect of supplemented ascorbic acid in enriched live food for *Clarias gariepinus* larvae at startfeeding. *Aquaculture* 151:245-258.

Noori, F., Takami, G.A., Van Speybroeck, M., Van Stappen, G., Shiri-Harzevili, A.-R., Sorgeloos, P., 2011. Feeding *Acipenser persicus* and *Huso huso* larvae with *Artemia urmiana* nauplii enriched with highly unsaturated fatty acids and vitamin C: effect on growth, survival and fatty acid profile. *Journal of Applied Ichthyology* 27(2):781-786.

Sorgeloos, P., Dhert, P., Candreva, P., 2001. Use of the brine shrimp, *Artemia* spp., in marine fish larviculture. *Aquaculture*, 200: 147-159.

Obsah

Úvod	10
1 Literární přehled.....	11
1.1 Žábronožka solná (<i>Artemia salina</i>)	11
1.1.1 Taxonomické zařazení	11
1.1.2 Objevení <i>Artemia salina</i>	11
1.1.3 Taxonomie	11
1.1.4 Rozšíření	12
1.1.5 Biotop.....	12
1.1.6 Morfologie	13
1.1.7 Reprodukce	15
1.2 Využití artemie v akvakultuře.....	16
1.2.1 Historie.....	16
1.3 Využívané formy artemie v akvakultuře.....	17
1.3.1 Metoda dekapulace	17
1.3.1.1 Hydratace	17
1.3.1.2 Dekapsulace	18
1.3.1.3 Propláchnutí	18
1.3.1.4 Dezaktivace	18
1.3.2 Uchování dekapulovaných cyst	19
1.3.3 Možnosti využití dekapulovaných cyst	19
1.3.4 Líhnuté artemie	19
1.3.4.1 Proces líhnutí nauplií.....	19
1.3.4.2 Postup líhnutí	20
1.3.4.3 Uchování nauplií	20
1.3.4.4 Výživové složení artemie.....	20
1.4 Bioenkapsulace metanauplií artemie.....	22
1.4.1 Metodický postup bioenkapsulace metanauplií	23
1.4.2 Vybrané komerční bioenkapsulační přípravky	23
1.4.2.1 Selco.....	23
1.4.2.2 AlgaMac-3050.....	24
1.4.2.3 Red Pepper	24
1.5 Experimenty s obohacenou artemií.....	25
1.5.1 Pstruh duhový (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) (Walbaum, 1792)	25

1.5.2	Candát obecný (<i>Sander lucioperca</i>) (Linnaeus, 1758)	26
1.5.3	Jeseter perský (<i>Acipenser persicus</i>) (Borodin, 1897).....	27
1.5.4	Vyza velká (<i>Huso huso</i>) (Linnaeus, 1758).....	30
1.5.5	Mahsír cejlonský (<i>Tor Khudree</i>) (Sykes, 1839).....	31
1.5.6	<i>Acanthopagrus latus</i> (Houttuyn, 1782)	32
1.5.7	Kanic tečkovaný (<i>Cromileptes altivelis</i>) (Valenciennes, 1828).....	34
1.5.8	Koníček mořský (<i>Hippocampus abdominalis</i>) (Lesson, 1827).....	35
Závěr		37
Přehled použité literatury		38
Seznam zkratek		44
Seznam tabulek		45
Seznam obrázků		47
Abstrakt		48
Abstract		49

Úvod

Artemia salina, současník dinosaurů, se vyskytuje na naší planetě přes 100 mil. let. Obývá slaná jezera a přímořské laguny. V rámci zvýšení množství odlovovaných cyst se introdukovaly i do odsolovacích nádrží. V jejich biotopu se nevyskytují skoro žádné přirození nepřátelé, a proto bývají většinou jedinými obyvateli svého habitatu.

Důležitost tohoto organismu v odkrmování raných stádií ryb je známa až poslední desetiletí. Postupným vývojem se zefektivnily metody použití artemie například dekapsulace cyst, o které je teoretická znalost ze 40. let 19. století (Slifer, 1945), ale do širšího povědomí se dostala až v 80. letech 19. století (Bruggeman a kol., 1980).

Od nepaměti je úsilím všech chovatelů o dosažení co nejlepších výsledků v odchovu ryb, ať už se jedná o rychlost růstu nebo přežití. Avšak nutriční složení samotné artemie není příliš hodnotné. Její přínos se může zvýšit obohacováním nauplií artemie o další nutrienty. Postup bioenkapsulace artemií o další živiny je znám přes 30 let (Léger a kol., 1987). K obohacování jsou používána různá komerční bioenkapsulační média (Selco, Red Pepper) nebo i přírodní zdroje (Spirulina, řasy, různé oleje).

Snahou je zvýšit obsah mastných kyselin, aminokyselin, vitamínů, ale i zlepšení poměru proteinů. To vše může ovlivnit růst a přežití larválních stádií ryb.

Cílem práce je vytvořit přehled o krmném druhu *Artemia salina* a využití nauplií artemie obohacených o různé druhy nutrientů v odchovu larválních stádií ryb s důrazem na jejich růstové vlastnosti a přežití. Dalším sledovaným ukazatelem je i obsah mastných kyselin a dalších látek.

Využity budou experimenty s různými druhy sladkovodních a mořských ryb, při kterých se odkrmovala raná stádia bioenkapsulovanými artemiemi. V tomto literárním přehledu se objevují pokusy se pstruhem duhovým, candátem obecným, jeseterem perským, vyzou velkou, mahsirem cejlonským, *Acanthopagrus latus*, kanicem tečkovaným a koníčkem mořským.

1 Literární přehled

1.1 Žábřonožka solná (*Artemia salina*)

1.1.1 Taxonomické zařazení

Tab. 1: Taxonomické zařazení Žábřonožky solné (*Artemia salina*) (Linnaeus, 1758).

Říše	<i>Animalia</i> (živočichové)
Kmen	<i>Arthropoda</i> (členovci)
Podkmen	<i>Crustacea</i> (korýši)
Třída	<i>Branchiopoda</i> (lupenonožci)
Řád	<i>Anostraca</i> (žábřonožky)
Čeleď	<i>Artemiidae</i> (žábřonožkovití)
Rod	<i>Artemia</i> (žábřonožka)

1.1.2 Objevení *Artemia salina*

Artemia salina (Linnaeus 1758) byl druh korýše, který se vyskytoval v dnes již neexistujícím jezeře Livingston ve Velké Británii a byl poprvé popsán roku 1755 Schlässem, později i Carlem von Linné v knize *Systema Naturae* roku 1758. Tento druh je v dnešní době již vyhynulý, avšak někteří vědci stále užívají původní pojmenování i pro ostatní druhy artemií (Baas-Becking, 1931).

1.1.3 Taxonomie

Rod *Artemia* je soubor příbuzných druhů a superdruhů, které jsou definovány na základě reprodukční izolace. Dříve byla druhová jména taxonomy přiřazována podle rozdílné stavby těla nebo dle výskytu populací v různých koncentracích soli či různých teplotách. Později se upustilo od pojmenovávání jednotlivých druhů a všechny druhy se uváděly pod souhrnným označením *Artemia salina* (Van Stappen, 1996).

Nyní známe jeden výhradně se partenogeneticky rozmnožující druh *Artemia parthenogenetica* s různou ploidní úrovní (2n, 3n, 4n a 5n). Dále osm pohlavně se reprodukcujících druhů, které jsou izolovány na základě zoogeografického kritéria, mezi které patří *Artemia franciscana*, *Artemia persimilis*, *Artemia monica*, *Artemia salina* (vyhynulá), *Artemia urmiana*, *Artemia sinica*, *Artemia sp.* (vyskytující se v Kazachstánu)

a *Artemia tibetiana* (Abatzopulos a kol., 1998; Eimanifar a kol., 2006; Triantaphyllidis a kol., 1997, 1998).

1.1.4 Rozšíření

Populace artemií obývají kolem 500 slaných jezer, přímořské laguny a oblasti využívané k těžbě soli (odpařovací nádrže), kde byly cysty cíleně introdukovány člověkem z důvodu zvýšení produkce těchto živočichů. Tyto oblasti se nachází v tropickém, subtropickém a mírném pásu v pobřežních mořských oblastech, ale i ve vnitrozemí. Nachází se v širokém spektru klimatických podmínek od humidních oblastí až po aridní (Van Stappen a kol., 2001). Popsány byly i v tibetských jezerech ve výškách kolem 4 500 m.n.m. (Xin a kol., 1994). Rozšíření artemie není rovnoměrné, tzn. ne v každém hyper-salinním životním prostředí se vyskytuje (Van Stappen, 1996). Neobývají však oceány, pravděpodobně z důvodu hojného výskytu predátorů (Banister, 1985).

1.1.5 Biotop

Artemie je pozoruhodně odolný živočich. Je schopna přežít ve velmi nehostinných podmínkách. V životním prostředí artemií je výrazně nízká druhová pestrost, a tudíž se zde nenacházejí žádní predátoři a potravní konkurenti. Je to způsobeno koncentrací soli, která je v biotopu artemie obvykle vyšší než $70 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$, při které již predátoři nejsou schopni přežít. Výsledkem vyšší salinity než $250 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ je úhyn artemie v důsledku fyziologického stresu a zvýšené toxicitě vody (Van Stappen, 1996).

Biotopy, v nichž se artemie vyskytuje, se dají rozdělit na dva typy: thalassohaliní a anthalassohaliní jezera.

Thalassohaliní jezera vznikají odparem mořské vody s vysokým obsahem NaCl a jsou často umístěna v blízkosti pobřeží. V ojedinělých případech jsou známa i vnitrozemská jezera, například Velké Solné jezero v Utahu.

Anthalassohaliní jezera jsou výhradně vnitrozemská s rozdílným iontovým složením oproti mořské vodě. Rozdělují se na sulfátové vody (Chaplinovo jezero v Saskačevanu, Kanada), vody s vyšším obsahem karbonových sloučenin (jezero Mono v Kalifornii, USA) a vody bohaté na draslík (několik jezer v Nebrasce, USA).

Rozdílné jsou také velikosti biotopů artemie. Vyskytuje se v rozlehlých jezerech, například v jezeře Urmia v Íránu, které přesahuje plochu $6\,000 \text{ km}^2$, nebo i ve velmi

malých jezerech, jako například Slané jezero v Egyptě s velikostí několika stovek m² (Sorgeloos, 1980).

Vlivem rozdílných geografických výskytů populací artemie se dokázala přizpůsobit široké škále teplot (6–35 °C), ale také rozdílným hodnotám salinity a iontového složení vody (Van Stappen, 1996).

1.1.6 Morfologie

Artemie je primitivní živočich s článkovaným tělem, jehož celková délka se pohybuje mezi 8–10 mm u dospělého samečka a mezi 10–12 mm pro dospělou samičku. Artemie nepřesahuje šířku 4 mm, do této šířky byly započteny i nožky, a to ani u jednoho pohlaví. Tělo je rozděleno na hlavu, hrud' a zadeček (Cassel, 1937). Artemie může dosáhnout velikosti až 15 mm, ale závisí to na životním prostředí, v němž se vyskytuje. Má protáhlé tělo rozdělené na minimálně 20 článků. Dospělí jedinci mohou být bílí, růžoví, zelení nebo průhlední (Najarian, 1976).

Tělo artemie je pokryto chitinovou kutikulou, která není silná a na kterou jsou upnuty svaly. Kutikula u larev a dospělých artemií je rozdílná, což je s velkou pravděpodobností způsobeno odlišnými způsoby její syntézy (Freeman, 1989).

Hlava artemie je tvořena ze šesti segmentů a je nejspecializovanější částí celého jejího těla. Segmenty obsahují nervovou a smyslovou tkáň, část trávicího systému a exkrementní orgány. V prostomální oblasti se nevyskytují žádná tykadla. Ta jsou připojena k první metamerní části. Tykadla mají velmi flexibilní stěny, které jsou schopny ohybu ve všech směrech, a jsou válcovitá. Každé z tykadel je inervováno dvěma nervy, alespoň jeden z nich vede ze špičky tykadla do gangliových buněk. Ve druhém segmentu hlavy se rovněž vyskytuje pár tykadel, která se velmi liší u samců a samic. Samičí tykadla jsou méně mohutná, samčí jsou naopak velmi výrazná a slouží k přichycení samičky při kopulaci (Tyson, 1980). Třetí segment je výrazný. Můžeme na něm vidět pár kusadel, kdy každé z nich je vybaveno zuby, které slouží k mechanickému zpracování potravy získávanou filtrací vody. Čtvrtý segment je spojen s pátým segmentem a nese primární horní čelist. Na pátém segmentu je umístěna sekundární horní čelist (Criel a Macrae, 2002).

Hrud' se skládá z jedenácti článků. Na břišní straně každého z těchto článků najdeme pár listovitých nožek (phylopod), které slouží k pohybu, výživě, dýchání a rovněž k regulaci osmotického tlaku. Končetiny jsou nejmenší u prvního a jedenáctého segmentu, velikost těchto plovacích nožek se směrem ke střední části hrudi zvětšuje,

a proto tyto phylopody vytváří kolem těla malý oblouk. Každá z těchto končetin nese brvy, které dále nesou štětinky o délce přibližně 3 μm a stávají se tak velmi účinné při filtrování potravy, a trny, jež značně zvětšují funkční oblast phylopod a tím usnadňují plavání jedince (Criel, 2002).

Zadeček artemie je složen z osmi segmentů, z nichž ani jeden nese končetiny. Články mají tvar prstence a nesou pohlavní orgány (Criel, 2002). Reprodukční systém samce je tvořen párem varlat trubicovitého tvaru obsahujícím zárodečné a somatické buňky, přídavné žlázy a párový penis. Samičí reprodukční orgány jsou tvořeny dvěma vaječníky a vejcovody, které vedou do jednoho vaječného vaku (Cassel, 1937). Osmý článek pravděpodobně vznikl sloučením dvou segmentů v jeden jediný, který je dlouhý a zakončený přívěsky ve tvaru vidlic (Criel, 2002).

Zažívací systém se histologicky dělí do tří oblastí a je tvořen trávicí trubicí, jež je volně uložená v hemolymfě krevního řečiště (Schrehard, 1987). Histologické rozdíly mezi těmito oblastmi zažívacího systému jsou embryonálního původu (Benesch, 1969). Ve střední části střeva je povrch buněk ohraničený mikrokly, ty jsou pokryté vláknitou látkou mukopolysacharidového charakteru (Kikuchi, 1972).

Charakteristickým znakem všech korýšů je otevřený oběhový systém, což platí i pro artemie. Srdce je jednoduchá podélná trubice uložená dorzálně k zažívacímu traktu (Criel, 2002).

U dospělých jedinců dochází k vylučování pravděpodobně přes maxilární žlázy, jež vyčnívají po obou stranách těla za kusadly. Žlázy, které jsou umístěny na tykadlech, se na vylučování podílí pouze u nižších vývojových stadií a postupem času dojde k jejich zakrnění (Warren, 1938).

Nervová soustava artemií je vytvořena mozkovým gangliem a množstvím párových ganglií. Ty se nachází v tělních člancích (Benesch, 1969). Protocerebrum přijímá signály z obou typů očí i z frontálních orgánů. Protocebrum je od deuterocebra zřetelně odděleno. Deuterocebrum je tvořeno propojenými ganglii prvního páru tykadél (Hanström, 1928). V blízkosti mozkového ganglia nalezneme ganglion druhého páru tykadél inervující senzory (Cassel, 1937).

Artemie mají pár složených očí na stopkách, kdy je každé složené oko tvořeno přibližně 300 jednoduchými očky (omatydií). Složené oči jsou rovněž pokryty kutikulární vrstvou (Hanström, 1931).

U nauplií je jediným zrakovým orgánem středové oko, které je rovněž kryto kutikulou. Epidermis si zachovává svou vnitřní strukturu až do dospělosti, nicméně se nepatrně zvětšuje napříč různými vývojovými stádii (Warren, 1930).

1.1.7 Reprodukce

Artemie se reprodukuje dvěma způsoby, a to pohlavně nebo partenogeneticky dle podmínek prostředí, ve kterém se vyskytují (Rodriguez-Alvarez a kol., 2006). Při optimálních podmínkách prostředí pro rozmnožování se líhnou z vajíček přímo živé plovoucí larvy. Tyto larvy se označují jako nauplia a samice artemie je schopna jich vyprodukovat během jednoho reprodukčního cyklu 50 až 250 ks (Criel a Macrae, 2002). U dospělých samic dochází k fázi ovulace přibližně jednou za 140 hodin (Metali, 1970). Larvy vylíhnuté z cyst jsou stavbou těla totožné s larvami líhnoucími se přímo z vajíčka (Liang, 1999). Během nepříznivých podmínek se vývoj vajíčka inhibuje ve stádiu glastruly a samice produkují cysty. Cysty jsou volně unášeny na hladině a větrem se dostávají na břeh, kde vysychají. V této fázi jsou biologicky neaktivní a zastavují svůj vývoj neboli vstupují do diapauzy (Lavens a kol., 1986).

Cysty zůstávají v suchém stavu, dokud znovu nepřijdou do kontaktu s vodou, a v kombinaci s ideálními podmínkami (teplota, nasycenost kyslíkem, osvětlení, zvýšená hodnota pH a další faktory) se zaktivuje jejich metabolismus (Lavens a Sorgeloos, 1987). Asi po 15. až 20. hodinách inkubace ochranné vrstvy vajíčka praskají a objevuje se embryo uzavřené v průhledné membráně. Během této doby se dokončuje vývoj embrya označovaného jako tzv. “umbrella”. Po protržení vnějšího obalu membrány dochází k vylíhnutí naupliové larvy. Právě vylíhlá nauplia pouze spotřebovávají žloutkové zásoby, což jim propůjčuje oranžové zbarvení. Nepřijímají další potravu, jelikož jejich trávicí trakt není plně vyvinut. Při pozorování nauplia pod mikroskopem je dobře viditelné červené naupliové oko, tykadélka, tykadla a kusadla (Kouba a kol., 2009). Po uplynutí 8–12 hodin vývoje se nauplia ocitnou ve 2. fázi larválního vývoje tzv. metanauplia. Trávicí ústrojí je již plně vyvinuté a mohou začít přijímat potravu pomocí filtrace např. fytoplankton, bakterie nebo detrit o velikosti 1 až 50 μm (Van Stappen, 1996). Nauplia postupně dospívají a po absolvování různých vývojových stádií, kdy dochází až k 15. svlékáním, se z nich po 8 dnech stávají dospělci. Samci dorůstají menších rozměrů než samice, ale nejsou přítomni ve všech populacích. V takovém případě dochází k partenogenetickému rozmnožování (Adámková, 1999).

1.2 Využití artemie v akvakultuře

1.2.1 Historie

Využívání artemie ke krmení ryb bylo poprvé uvedeno ve 30. letech minulého století. Znamenalo to velký pokrok v rozkrmování raných stádií různých druhů ryb a larválních stádií koryšů, kterým byla podávána především čerstvě vylíhlá nauplia artemií (Seale, 1933). Ve 40. letech byla veškerá produkce cyst artemií koncentrována na přírodních solných jezerech a prodávány byly na místních trzích. 50. léta byla symbolem průmyslového odlovu cyst artemií na Velkém Solném jezeře v Utahu a v San Franciském zálivu v Kalifornii. V těchto letech se cena cyst i dalších produktů artemií pohybovala na velmi nízkých hodnotách.

Cena artemií začala rapidně narůstat až v 70. letech z důvodu nižších odlovů z Velkého Solného jezera a také zvyšující se poptávky chovatelů (Léger a kol., 1986). V roce 1976 proběhla mezinárodní konference FAO (organizace OSN pro výživu a zemědělství) v japonském Kyotu, kde byla probírána situace týkající se vyčerpání zásob cyst artemií v původních oblastech odlovů a následného zvyšování cen produktů. Výsledkem diskuse bylo ubezpečení, že se jedná pouze o dočasnou potíž, která se může vyřešit efektivnějšími metodami odlovů a výroby spolu s podporou produkce artemií v rozvojových zemích (Sorgeloos, 1979).

V 80. letech došlo k výraznému zlepšení situace způsobeném zejména objevy nových jezer (Austrálie, Argentina, Kolumbie, Kanada, Francie a Čína) a novou produkcí v zemích s cíleným chovem artemie (Thajsko, Brazílie) (Léger a Sorgeloos, 1984). Cenu artemie ovlivňuje také několik faktorů, jako například složení aminokyselin nebo obsah mastných kyselin. Obecně nejvyšší kvalita je produkována z vnitrozemských jezer (Velké Solné jezero v Utahu), avšak odlovek z těchto oblastí nedokáže dostatečně uspokojit poptávku trhu (Van Stappen, 1996). V 90. letech se jako odpověď na nedostatečnou výživovou hodnotu především pro mořské druhy ryb začal vyvíjet postup obohacení artemií, tzv. bioenkapsulace (Sorgeloos a kol., 1998).

1.3 Využívané formy artemie v akvakultuře

Jednou z možností, jak artemie využít v rozkrmu ryb nebo korýšů, jsou dekapulované cysty. Při procesu dekapulace se odstraní chorion embrya, díky čemuž se stává cysta lehce stravitelnou a může být podávána jako krmivo. Aby dekapulace úspěšně proběhla, používá se krátkodobá expozice hydratovaných cyst v roztoku silného oxidačního činidla, nejčastěji chlornanu sodného. Tato metoda je známá od 40. let minulého století (Slifer, 1945). Mezi výhody použití dekapulovaných cyst lze zařadit především jejich zoohygienickou nezávadnost (Bruggeman a kol., 1980) a snadnou skladovatelnost. Tento proces je i levnější a nevyžaduje tolik práce jako líhnutí artemií. Eventuálně se dají opětovně odlíhnout s vyšší líhivostí než je u cyst (Van Stappen, 1996).

Výživová hodnota není procesem dekapulace změněna (Riberio a Jones, 1998). Nevýhodou je nepohyblivost, a tudíž pro mnoho ryb může být méně atraktivní především v raných fázích vývoje (Hamáčková a kol., 2008). Při odkrmu je nejpříhodnější použití čerstvě dekapulovaných cyst nebo i usušených cyst, které umožňují delší skladování a zároveň ve vodě déle klesají na dno, čímž zvyšují atraktivitu pro larvy ryb (Pector a kol., 1994).

1.3.1 Metoda dekapulace

Skládá se z několika kroků – hydratace, dekapulace, propláchnutí, deaktivace chlóru (Delbos a Schwarz, 2009). Dále jsou k vlastní dekapulaci potřeba pomůcky – inkubační láhev, provzdušňovací zařízení, váhy, odměrný válec, sítko a v neposlední řadě chemická činidla. Chemická činidla jsou rozlišena na chemikálie pro vlastní dekapulaci, mezi která patří Savo original (4,7 - 5% roztok NaClO ve zředěném roztoku NaOH) nebo krystalický hydroxid sodný. Druhým rozdělením jsou chemikálie pro dezaktivaci, kam patří kyselina chlorovodíková, kdy se používá 0,1 M roztok nebo 0,1% roztok thiosíranu sodného ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) (Kouba a kol., 2009).

1.3.1.1 Hydratace

Hydratují se suché cysty ve vodě o teplotě 20–25 °C po dobu 1 h při maximální hustotě 100 g cyst na 1 litr. V průběhu hydratace se cysty udržují v suspenzi aerací. Po hodině se cysty scedí sítkem a propláchnou vodou (Kouba a kol., 2009).

1.3.1.2 Dekapsulace

Cysty se obrátí v sítku nad sedimentační válec a obezřetně se vypláchnou roztokem Sava s hydroxidem. Důležité je předem vložit roztok Sava s hydroxidem do mrazáku nebo do lednice, aby se při dekapulaci co nejvíce snížila reakční teplota, protože při překročení 40 °C může dojít ke snížení kvality cyst. Po dobu dekapulace, jejíž délka trvání je v rozmezí 5–15 min (ideálně však 10 min), se cysty udržují v suspenzi aerací. Dekapsulované cysty by měly mít po tomto kroku oranžovou, někdy až jasně žlutou barvu. Cysty by měly být následně scezeny sítkem (Kouba a kol., 2009).

1.3.1.3 Propláchnutí

Cysty se důkladně proplachují pitnou vodou do doby, než vymizí zápach chloru obvykle 3–10 min (Kouba a kol., 2009).

1.3.1.4 Dezaktivace

Zbytků chloru, které mohly ulpět na dekapulovaných cystách, se lze zbavit ponořením sítko s vajíčky do roztoku 0,1 M HCl nebo 0,1% Na₂S₂O₃ zhruba na 1 min. Poté se vajíčka znovu vypláchnou vodou a spodní část sítko se otře, aby došlo k redukci přebytečné vody (Hamáčková, 1999)

1.3.2 Uchování dekapsulovaných cyst

Krátkodobě je možno uchovat dekapsulované cysty v chladničce při teplotě 0-4 °C (Adámková, 1999). Dlouhodobě je lze uchovat až po dehydrataci v saturovaném roztoku chloritanu sodného. Cysty se po dobu 3–4 hodin provzdušňují v tomto roztoku při pokojové teplotě. Následně jsou i s roztokem uchovány při teplotě -4 °C nebo nižší. Takto ošetřené cysty je vhodné spotřebovat do 8 měsíců (Sorgeloos a kol., 1977).

Kouba a kol. (2009) uvádí dlouhodobé skladování dekapsulovaných cyst díky dehydratování v 33 % roztoku NaCl při množství 1 g cyst na 10 ml roztoku. Dehydratace probíhá 24 hodin, během níž jsou cysty provzdušňovány. Po skončení dehydratace se roztok vymění a společně s cystami umístí do chladničky při teplotě 4 °C. Lze je takto skladovat několik měsíců.

1.3.3 Možnosti využití dekapsulovaných cyst

Mohou se rovnou zkrmit bezprostředně po dekapsulaci, velikost cyst je asi poloviční oproti čerstvě vylíhnutým naupliím (Kouba a kol., 2009). Mohou být také nasazeny k líhnutí, protože membrány chránící zárodek nejsou procesem dekapsulace poškozeny (Spotte a Anderson, 1988). Energetický obsah takto vylíhnutých nauplií je vyšší v porovnání s nauplii vylíhlymi z nedekapsulovaných cyst (Kouba a kol., 2009).

1.3.4 Líhnuté artemie

1.3.4.1 Proces líhnutí nauplií

Líhnutí nauplií a následné zkrmování chovanými druhy ryb nebo korýšů je nejčastější metoda využití artemií v akvakultuře (Dhont a Sorgeloos, 2002). Vylíhnutí nauplií trvá 24 hodin. Jde o velmi bezpečné krmivo prosté od nemocí. Výživová hodnota je vysoká a nauplia jsou navíc atraktivním krmivem pro ryby díky svému pohybu (Léger a kol., 1987). Ve sladké vodě se pohybují několik hodin (Merchie, 1996), ve výjimečných případech až 12 hodin (Celada a kol., 2008).

K samotnému líhnutí jsou zapotřebí tyto pomůcky: inkubační láhev, akvárium, akvaristické topítko, čerpadlo, provzdušňovací pomůcky, sedimentační láhev, digitální váhy, sítko, chemická činidla (NaCl a NaHCO₃) (Kouba a kol., 2009).

1.3.4.2 Postup líhnutí

Inkubační lahve se naplní ze 4/5 jejich celkového objemu vodou a po celou dobu líhnutí se voda silně provzdušňuje. Teplota vody by se měla držet mezi 25–28 °C. Do vody se přidá 20–25 g kuchyňské soli na 1 litr vody. V průběhu inkubace je nutné udržovat pH na 8–8,5 (použití jedlé sody 1 g na 1 litr). Do takto připraveného inkubačního roztoku se umístí suché cysty v hustotě 2 g·l⁻¹. V případě nasazení hydratovaných dekapsulovaných cyst může být hustota až 5 g·l⁻¹. V důsledku vyšších hustot může dojít k pění inkubačního roztoku. Nutné je také osvětlit hladinu inkubačních lahví 2000 lux. Ve výše uvedeném prostředí se cysty inkubují 24 hodin. Po uplynutí této doby se slijí celý objem do nádoby s kónickým dnem a nechá se 5 minut odstát. Nevylíhlé cysty sedimentují na dně, nad nimi se udržuje vrstva vylíhnutých nauplií a na hladině plavou prázdné skořápky. Vylíhnutá nauplia se odsají a následně scedí do sítka ponořeného v nádobce. Doba mezi sedimentací a jejich scezením by neměla překročit 10 min, poté hrozí poškození nauplií. V případě, že nauplia budou určena k dalšímu odchovu, propláchnou se ve vodě stejné teploty, jakou měla v inkubační lahvi (Kouba a kol., 2009).

1.3.4.3 Uchování nauplií

Uchovávat nauplie je možno dvěma způsoby – krátkodobě a dlouhodobě. Při krátkodobém skladování se nauplie skladují v chladném prostředí, čímž dojde k zabránění ztráty výživové hodnoty nauplií. Nauplia se umístí do solného roztoku o koncentraci soli nejméně 35 g·l⁻¹ a teplotě vody 2–4 °C. K tomuto účelu je vhodné použít nádobu s kónickým dnem a musí docházet k provzdušňování, aby nedocházelo k sedimentaci nauplií. Po 24 hodinách uchování cyst by měla být ztráta živin i mortalita nižší než 5 % (Kouba a kol., 2009).

Při dlouhodobém skladování se doporučuje šokově zmrazit nauplia při teplotě -196°C. Tím dojde ke snížení ztrát výživových hodnot nauplií (Flüchter, 1980).

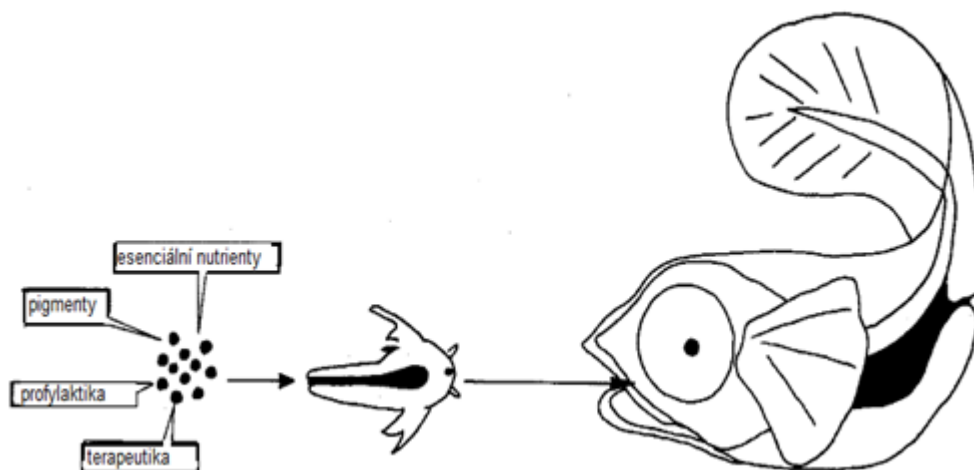
1.3.4.4 Výživové složení artemie

Obsah proteinů se u čerstvě vylíhlých nauplií pohybuje kolem 44–61 %, obsah lipidů 14–23 %, podíl sacharidů mezi 10–19 % a obsah popeloviny 5–14 %. U dospělců se obsah proteinů pohybuje v rozmezí 51–62 %, obsah lipidů 7–18 %, obsah sacharidů 8–16 % a obsah popeloviny 11–23 %. Nutriční složení je ovlivněno lokalitou výskytu i životním stádiem artemie (Léger a kol., 1986). Evjemo a kol. (2001) se zabývali nutričním složením čerstvě vylíhlých nauplií artemie. Podíl mastných kyselin tvořil 68 % z

celkového obsahu tuků. Z toho tvořily 34 % n-3 mastné kyseliny bez podílu EPA (kyselina eikosapentaenová) a DHA (kyselina dokosahexaenová). Obsah proteinů měl hodnotu 38 % z celkové biomasy. Po 12 hodinách se obsah proteinů snížil na 31 %. Dominantními aminokyselinami byly glutamin (14 %), kyselina asparagová (9 %), alanin (8,3 %), lysin (11,5 %), leucin (8 %) a arginin (8,2 %). Z důvodu nízkého obsahu n-3 nenasycených mastných kyselin byly vytvořeny postupy obohacení (bioenkapsulace) metanauplií artemie ale i dalších krmných organismů (Han a kol., 2000).

1.4 Bioenkapsulace metanauplií artemie

Tento proces je definován jako začlenění požadované látky do krmného organismu s cílem výživy koncového organismu a zlepšení jeho nutričních vlastností. Dochází k tomu několika způsoby: příjem částic ústy, fagocytózou, pinocytózou nebo endocytózou (Gelabert, 2001). Je využívána neselektivní filtrace artemie při příjmu potravy (Sorgeloos a kol., 2001).



Obr. 1: Schématické znázornění využití metanauplií artemie v procesu bioenkapsulace k přenosu terapeutik, pigmentů, esenciálních nutrientů a profylaktik do těla ryb. (Převzato z Léger a kol. 1987).

Nejčastěji je používáno obohacování metanauplií o polynenasycené mastné kyseliny, hlavně o EPA a DHA (Han a kol., 2000). Je prokázána přeměna části přijaté DHA na EPA, čímž jsou metanauplia výživově méně hodnotná (Han a kol., 2001). Avšak i tímto způsobem obohacené artemie snižují mortalitu a zlepšují růst různých druhů odchovávaných ryb (Hamre a Harboe, 2008).

Dalšími látkami, kterými se obohacují metanauplia jsou vitamíny, především vitamín C (kyselina askorbová) a vitamín E. Podíl vitamínu C se může navýšit pomocí předkládání některých řas, avšak koncentrace vitamínu C je rozdílná mezi jednotlivými druhy (Merchie a kol., 1995). Předkládáním vybraných druhů řas jsou artemie obohaceny nejen o vitamíny, ale i o polynenasycené mastné kyseliny, pigmenty nebo polysacharidy (Vismara a kol., 2003).

Pomocí metanauplií lze aplikovat koncovým organismům i některá léčiva, zejména různé sulfonamidy a antibiotika (Gapasin a kol., 1996; Touraki a kol., 1999). Léčiva jsou přidávána do bioenkapsulačního média a poté předkládána metanaupliím. Výsledná

koncentrace léčebné látky je však ovlivněna kvalitou artemií, chemickou formou předkládaného léčiva a parametry užitého roztoku (Kouba a kol., 2009).

Z důvodu vzniku rezistentních kmenů bakterií z nadužívání antibiotik se začaly vyvíjet postupy zesilující imunitu a obranyschopnost chovaných živočichů (Dhert a kol., 1997). Dochází k využití různých profylaktických technik, při kterých jsou uplatňována prebiotika a probiotika. Prebiotika jsou nestravitelné nebo málo stravitelné součásti krmiva, které napomáhají růstu nebo aktivitě střevní mikroflóry a zlepšují tak zdravotní stav živočicha (Daniels a kol., 2007). Probiotika se skládají z živých organismů nebo i odumřelých částí mikrobiálních buněk přidávaných do krmiva. Kladně ovlivňují zdravotní stav živočicha zlepšením rovnováhy střevní mikroflóry (Gatesoupe, 2005). Zatím se používá bioenkapsulace probiotik pro odkrm larev ryb a korýšů, kdy jsou metanauplia vystavena suspenzi vybraných druhů bakterií po dobu několika minut (Makridis a kol., 2000, 2001). Využívání probiotik není v současnosti příliš rozšířené z důvodu rozporupných výsledků při experimentech a je potřeba se nadále věnovat výzkumu v této oblasti (Tinh a kol., 2008).

1.4.1 Metodický postup bioenkapsulace metanauplií

Po 6–8 hodinách od vylíhnutí se nauplia svlečou do dalšího vývojového stádia metanauplia. V této době začíná artemie přijímat potravu a může se přidat bioenkapsulační přípravek v množství $0,3 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$. Takto zůstanou metanauplia v inkubační lahvi po dobu 24 hodin za stálého osvětlení, aerace a teploty vody 25–28 °C. 2–3 hodiny před ukončením procesu aplikujeme ještě jednu dávku použitého bioenkapsulačního přípravku ve stejném množství. Po 24 hodinách se z obohacených metanauplií vypláchnou bioenkapsulační preparát a poté jsou artemie připraveny ke zkrmení (Kouba a kol., 2009).

1.4.2 Vybrané komerční bioenkapsulační přípravky

1.4.2.1 Selco

Je znám jako jeden z nejčastějších prostředků pro obohacování artemií a dalších krmných organismů. Vyvinut byl v roce 1980 v Belgii. Je vyráběno několik druhů: Easy SELCO, Super SELCO, DC DHA SELCO. Obecně obsahují výrobky vyšší koncentrace HUFA ($200 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ suché váhy). Dále vitamín E ($3\ 600 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), vitamín C ($800 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), vitamín D3, vitamín A, obsah tuků min. 67 %, sušiny max. 2 % (Artemia International LLC, 2018).

1.4.2.2 AlgaMac-3050

Je americký produkt vyrobený především ze zelených řas. Obsahuje velké množství DHA (43,27 %) a DPA (17,04 %), ale i dalších mastných kyselin a aminokyselin. Je velmi bohatý na vitamíny A, B12, C, D, E, thiamin, ribofalvin atd. Obsah proteinů je 17,6 %, tuků 56,2 %, sacharidů 15,9 %, sušiny 8,2 % (Aquafauna Bio-Marine, Inc., 2016).

1.4.2.3 Red Pepper

Belgický produkt vytvořený z řas, rybího oleje, oleje kyseliny arachidonové a vody. Přípravek je zaměřen především na vitamíny, může se pochlubit vysokým obsahem vitamínu C, ale i vitamínu A, D3 a E. Dále obsahuje 65 mg·g⁻¹ n-3 HUFA, 55 mg·g⁻¹ DHA a 5 mg·g⁻¹ EPA. Obsah proteinů je však pouze 6,5 %, lipidů 14,0 %, a sušiny 3 % (Bernaqua, 2018).

1.5 Experimenty s obohacenou artemií

1.5.1 Pstruh duhový (*Oncorhynchus mykiss*) (Walbaum, 1792)

Akbary a kol. (2011) uskutečnili pokus s odkrmem pstruha duhového, kterému byla předkládána obohacená nauplia artemie o esenciální mastné kyseliny (EFA) a vitamín C. Na testovaných larvách ryb byl zkoumán růst, přežití a odolnost na vyšší teplotu vody. Byly vytvořeny 4 skupiny, kdy 1. skupina byla krmena komerčním startérovým krmivem, 2. skupina čerstvě vylíhnutými neobohacenými artemiemi, 3. skupina artemiemi obohacenými o vysoce nenasycené mastné kyseliny (HUFA) a vitamín C a 4. skupina kombinací - 10 % HUFA, vitamín C a startérové krmivo. Larvy o průměrné hmotnosti 120,34 mg byly takto krmeny po dobu 1 týdne (6 dávek denně), poté byly všechny skupiny krmeny stejným komerčním krmivem další 3 týdny. Po prvním týdnu experimentu byl statisticky analyzován růst ryb. Po skončení pokusu byly analyzovány i další zkoumané vlastnosti. Už po prvotní analýze růstu za první týden byly vidět rozdíly mezi jednotlivými skupinami ($p < 0,05$). Nejvyšší růst vykazovala skupina č. 3. Statistické analýzy dat po ukončení pokusu prokázaly nejlepší vlastnosti v růstu, přežití nebo odolnosti na vysokou teplotu vody u pozorované skupiny č. 3 ($p < 0,05$).

Tab. 2: Hmotnost a přežití u larev pstruha duhového v závislosti na době (8 a 29 dnů) a druhu krmení. Odolnost vůči vyšší teplotě ($>24\text{ °C}$) po ukončení pokusu (29 dnů) ($p < 0,05$). (Převzato a upraveno dle Akbary a kol., 2011).

Pozorované sk.	Čas (den)	Hmotnost (mg)	Přežití (%)	Odolnost ($> 24\text{ °C}$) (%)
sk.1	8	180,1 ± 7,6	86 ± 3,51	-
sk.2	8	202,76 ± 8,3	96 ± 1,15	-
sk.3	8	219,4 ± 20,5	98 ± 1,15	-
sk.4	8	210,7 ± 19,1	93 ± 1,52	-
sk.1	29	568,3 ± 20,7	67 ± 1	66 ± 1
sk.2	29	560,63 ± 27,3	84 ± 2	85 ± 1
sk.3	29	657,5 ± 57,9	96 ± 1	99,33 ± 1.5
sk.4	29	596,5 ± 39,2	88 ± 2,08	84 ± 1

1.5.2 Candát obecný (*Sander lucioperca*) (Linnaeus, 1758)

Pokus s plůdkem candáta obecného krmeného obohacenými naupliemi artemie zpracoval Jankových (2014) ve své Diplomové práci: Délkový a hmotnostní růst raného plůdku candáta obecného krmeného obohacenými naupliemi žábřonožky v experimentálních podmínkách.

V experimentu byly použity 3 různé bioenkapsulační přípravky: 1. sk. SELCO, 2. sk. 18 (n-3) (kyselina α -linolenová), 3. sk. 18 (n-3) + vitamín C, 4. sk. kontrola bez obohacené artemie. Pokus s obohacenými metanaupliemi probíhal 8 dnů ve třech opakováních po 1. fázi odkrmu, která trvala 22 dnů. Nejlepších výsledků v přežití ryb a průměrné celkové délky těla ryb bylo dosaženo díky přípravku SELCO viz Tabulka č. 3. Skupina, která byla krmena obohacenou artemií o vitamín C a kyselinu α – linolenovou, dosáhla nejvyšší průměrné kusové hmotnosti a také nejvyššího zastoupení jedinců přijímajících startérovou směs (8 %).

Tab. 3: Porovnání celkové délky těla, průměrné kusové hmotnosti a přežití na konci experimentu. Zobrazen průměr ze tří opakování. (Převzato a upraveno dle Jankových, 2014).

Parametry	Kontrola	SELCO	18(n-3)	18(n-3)+vit. C
celková délka těla (mm)	27,37	30,13	28,06	29,43
směrodatná odchylka (mm)	1,32	2,47	1	1,7
průměrná kusová hmotnost (mg)	216,9	249,96	250,56	306,16
směrodatná odchylka (mg)	39,96	42,66	47,46	64,27
přežití (%)	14,66	28,67*	27,88	19
směrodatná odchylka (%)	5,20	12,73	7,64	15,62

Pozn.: * Výsledek počítán ze dvou opakování v důsledku úniku ryb z jedné z nádrží.

Experiment prokázal, že přežití bylo signifikantně ovlivněno obohacením potravy candáta mastnými kyselinami, což vedlo ke dvojnásobnému přežití v porovnání s kontrolní skupinou. Autor doporučuje předkládání obohacených artemií, jako prostředek ke zvýšení efektivity odchovu raných stádií ryb. Nevýhodou byla velikost obohacené artemie, kterou larvy nebyly schopné pozřít během prvních týdnů experimentu. Tento problém by mohl být vyřešen podáním velikostně menšího obohaceného organismu, například vířníka, a následně po určité době přejít na obohacená metanauplia artemie (Jankových, 2014).

1.5.3 Jeseter perský (*Acipenser persicus*) (Borodin, 1897)

Účinky dokosaheptaenové kyseliny (DHA) na růst a přežití plůdku jesetera perského zkoumal Hafezieh a kol. (2009). Byly využity 4 komerční bioenkapsulační média – ICES30/4, jeseteří ovariální olej (SOO), olej z tresčích jater (CLO) a lněný olej (LO). Výsledný obsah DHA v obohacených artemiích se pohyboval od 0,00 do 5,99 mg·g⁻¹ a obsah kyseliny eikosapentaenové (EPA) byl v rozmezí 0,69 - 4,97 mg·g⁻¹ viz Tabulka č. 4.

Tab. 4: Průměrný obsah DHA a EPA v jednotlivých variantách obohacených artemiích. (Převzato a upraveno dle Hafezieh a kol., 2009).

Parametry	Kontrola	ICES30/4	SOO	CLO	LO
DHA (mg·g ⁻¹)	0,00	5,99 ± 0,06	0,69 ± 0,05	0,70 ± 0,09	0,00
EPA (mg·g ⁻¹)	0,82 ± 0,11	4,97 ± 0,26	1,71 ± 0,12	2,55 ± 0,06	0,69 ± 0,05

Plůdek byl krměn obohacenou artemií od 3. dne do 20. dne. Na konci experimentu byla celková délka a mokrá váha signifikantně rozdílná mezi jednotlivými variantami ($p < 0,05$) avšak suchá váha nikoliv ($p > 0,05$). Nicméně larvy krmené přípravkem LO měli signifikantně vyšší suchou hmotnost než larvy odkrmené ICES30/4 a SOO. Přežití larev bylo průkazně vyšší u přípravku SOO ($93,3 \pm 1,6\%$) než u ICES30/4 a SOO ($p < 0,05$), ale u CLO prokázán rozdíl nebyl ($p > 0,05$). Poměr složení DHA/EPA byl prokazatelně nejvyšší u přípravku ICES30/4. Experiment prokázal pozitivní stimulaci krmením obohacenými artemiemi o DHA na přežití a růst larev. Vše je shrnuto v Tabulce č. 5.

Tab. 5: Průměrná délka těla, suchá váha, přežití, obsah DHA, EPA a jejich poměr v larvách jesetera perského po 20. dnu odkrmu obohacenými artemiemi různými prostředky. (Převzato a upraveno dle Hafezieh a kol., 2009).

Parametry	Kontrola	ICES30/4	SOO	CLO	LO
délka těla (mm)	40,3 ± 2,1	41,3 ± 2,1	41,6 ± 1,0	39,9 ± 0,9	40,2 ± 1,1
suchá váha (mg)	29,3 ± 4,3	30,5 ± 6,9	30,9 ± 4,2	28,0 ± 1,9	31,5 ± 4,6
přežití (%)	87,9 ± 2,3	88,0 ± 0,4	93,3 ± 1,6	91,7 ± 0,8	87,2 ± 0,2
DHA (mg·g ⁻¹)	2,30 ± 0,17	2,75 ± 0,08	1,44 ± 0,24	2,28 ± 0,18	1,48 ± 0,10
EPA (mg·g ⁻¹)	2,97 ± 0,12	2,46 ± 0,09	1,87 ± 0,21	2,90 ± 0,13	2,17 ± 0,15
DHA/EPA	0,77	1,11	0,77	0,78	0,68

Hafezieh a kol. (2016) se zabýval účinkem odkrmu jesetera perského obohacenou artemií o komerční přípravek ICES30/4 na růst, přežití, toleranci salinity a složením mastných kyselin. Tato emluze obsahuje především vysoce nenasycené mastné kyseliny (HUFA). Byly vytvořeny 3 varianty, kdy 1. sk. artemií nebyla obohacena a sloužila jako kontrola, 2. sk. artemií byla vystavena výše uvedenému přípravku 12 hodin a 3. skupina byla obohacována 24 hodin. Odkrm ryb začal 8 dní po jejich vykulení, experiment probíhal 20 dnů. Plůdek byl rozdělen do 12 skupin po 250 ks s počáteční průměrnou hmotností $46,80 \pm 3,03$ mg a délkou těla $21,2 \pm 0,04$ mm.

Obsah HUFA u ryb krmených nebohacenou artemií byl $3,20 \pm 0,30$ mg·g⁻¹. U ryb krmených obohacenou artemií (24 hod.) byl obsah HUFA $5,98 \pm 0,43$ mg·g⁻¹. Nejvyššího přežití se dosáhlo u ryb krmených obohacenu artemií (24 hod.). Při zkoušce přežití v salinitě o koncentraci soli 0,6 % bylo pozorováno nejvyšší přežití u ryb, kterým se zkrmlila obohacená artemie (24 hod.). Vše je shrnuto v Tabulce č. 6.

Tab. 6: Porovnání obsahu polynenasycených mastných kyselin, vysoce nasycených mastných kyselin ($p < 0,05$), koncovou průměrnou délkou těla, koncové průměrné váhy a přežití ($p < 0,05$) v závislosti na předkládaném krmivu. (Převzato a upraveno dle Hafezieh, 2016).

parametry	neobohacená artemie	obohacená artemie (12 h)	obohacená artemie (24 h)
obsah PUFA ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	22,86	21,38	18,98
obsah n-3 HUFA ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	3,20	4,73	5,98
koncová průměrná délka těla (mm) (ns)	$40,30 \pm 2,10$	$42,28 \pm 1,34$	$41,13 \pm 0,16$
koncová průměrná váha (mg) (ns)	$535,2 \pm 10,8$	$580,19 \pm 10,0$	$565,24 \pm 13,8$
přežití (%)	$80,90 \pm 2,31$	$88,83 \pm 0,73$	$91,53 \pm 0,31$

(ns) = není signifikantní ($p > 0,05$)

1.5.4 Vyza velká (*Huso huso*) (Linnaeus, 1758)

Jalali a kol. (2008) provedli experiment s odchovem vyzy velké. Pokus probíhal 44 dnů s obohacenou artemií o vitamín E a HUFA a její dopad na růst, přežití a odolnost vůči stresu u larev vyzy velké. Byly použity tři bioenkapsulační přípravky a jedna skupina byla kontrolní. Jako bioenkapsulační médium byl použit olej z tresčích jater s obsahem 18 % EPA a 12 % DHA, dále byl přidán alfa-tokoferol acetát jako zdroj vitamínu E a tuků. 1. skupina byla krmena artemií obohacenou o emulzi složenou z 20 % HUFA a 80 % z výše uvedeného média. 2. skupina byla krmena obohacenou artemií, které byl předložen roztok s 50 % HUFA a 50 % výše uvedeným médiem. 3. skupina konzumovala artemie obohacené pouze o HUFA a 4. skupina byla kontrolní, krmená neobohacenými artemiemi. 5 dnů od prvního příjmu potravy začal pokus s artemiemi, kterými byly ryby krmeny po dobu 7 dnů. Po ukončení zkrmování artemiemi byly larvy krmeny hrotnatkami (*Daphnia*) až do 40. dne pokusu. Následně byly larvy vystaveny stresu - 4 dny v 0,6% salinitě, 2 dny v 1,2% salinitě a 2 dny ve vodě o teplotě 33 °C.

Veškeré růstové ukazatele prokazatelně dosahovaly nejlepších výsledků u larev krmených obohacenou artemií, jak je vidět i v níže uvedené Tabulce č. 7. Nejvyšší hodnotu růstu byly pozorovány u skupiny č. 1 ($p < 0,05$), avšak přežití nebylo signifikantně rozdílné mezi skupinami. Užití vitamínu E a HUFA signifikantně zvýšilo odolnost ryb vůči 1,2% salinitě, nejnižší odolnost byla u kontrolní skupiny. Odolnost vůči pobytu v 0,6% salinitě a 33 °C vodě nebyla mezi skupinami prokazatelně jiná.

Tab. 7: Porovnání průměrné délky těla, váhy a přežití v závislosti na složení bioenkapsulačního média ($p < 0,05$). (Převzato a upraveno dle Jalali a kol., 2008).

Parametry	Kontrola	1. skupina	2. skupina	3. skupina
počáteční průměrná délka (cm)	2,2 ± 0,1	2,2 ± 0,1	2,2 ± 0,1	2,1 ± 0,1
konečná průměrná délka (cm)	8,9 ± 0,07	10 ± 0,2	9,3 ± 0,1	9,2 ± 0,05
počáteční váha (mg)	71 ± 5	70 ± 6	69 ± 6	68 ± 6
konečná váha (g)	2,8 ± 0,2	4,2 ± 0,5	3,6 ± 0,3	3,2 ± 0,3
přežití (%)	81 ± 8	84 ± 7	83 ± 8	82 ± 7

1.5.5 Mahsír cejlonský (*Tor Khudree*) (Sykes, 1839)

Tato ryba vyskytující se v řekách a jezerech v Indii a na Srí Lance dorůstá přes metr délky a vážit může až 45 kg. Je využívána v místní akvakultuře, ve volné přírodě však klesá přirozená populace a z toho diodu byla zařazena do seznamu IUCN ohrožených druhů.

Singh a kol. (2012) se snažili zjistit účinky různé výživové strategie pro lepší růst a přežití raných stádií ryb z důvodu efektivního odchovu. V rámci pokusu byly použity různé druhy krmiva – živé, inertní, obohacené o olej z tresčích jater (COL) a jejich kombinace. Olej z tresčích jater posloužil jako zdroj esenciálních mastných kyselin a byla jím obohacena živá i neživá potrava. Experiment spočíval ve vytvoření 4 variant označených jako T – T0 (inertní krmivo bez obohacení), T1 (inertní potrava s obohacením o COL), T2 (inertní potrava s obohacením o COL a neobohacené artemie) a T3 (neobohacená neživá potrava a obohacená artemie). Obohacená artemie byla vystavena emulzi s obsahem vody, COL, vaječného žloutku, želatiny a vitamínu E. Pokus probíhal po dobu 60 dnů.

Po ukončení pokusu bylo zjištěno, že skupina T3 prokázala nejlepší vlastnosti v růstu a přežití ($p < 0,05$). Dále byl prokázán vliv obohacených složek potravy na složení mastných kyselin, především ve změnách složení EPA a DHA, viz Tabulka č. 8. Studie prokázala zlepšení růstu a přežití pomocí obohaceného krmiva, což může v budoucnu snížit nároky na množství krmiva během odchovu a zároveň zefektivnit celý chov.

Tab. 8: Srovnání specifické rychlosti růstu (SGR), průměrného denního přírůstku (ADG), konverze krmiva (FCR), obsahu EPA a DHA po 60 dnech odchovu dle jednotlivých pozorovaných skupin. (Převzato a upraveno dle Singh a kol., 2012).

parametry	T0	T1	T2	T3
SGR	1,45 ± 0,005	1,73 ± 0,003	1,80 ± 0,003	2,28 ± 0,003
ADG (mg·den ⁻¹)	9,55 ± 0,003	12,05 ± 0,030	16,13 ± 0,003	22,21 ± 0,003
FCR	2,71 ± 0,003	1,95 ± 0,003	1,95 ± 0,003	1,61 ± 0,003
EPA (mg·g ⁻¹)	4,01 ± 0,00	4,45 ± 0,20	4,40 ± 0,01	6,50 ± 0,05
DHA (mg·g ⁻¹)	3,21 ± 0,00	3,55 ± 0,02	4,15 ± 0,01	5,40 ± 0,06

1.5.6 *Acanthopagrus latus* (Houttuyn, 1782)

Tento druh nemá český název. Vyskytuje se v pobřežních vodách a lagunách v Indickém oceánu a na západní hranici Tichého oceánu, vyskytuje se i v Perském zálivu. Dospělci se drží při pobřeží a larvy těchto ryb obývají ústí řek. *A. latus* se v posledních letech skloňuje jako vhodný druh pro využití v akvakultuře na jižním pobřeží Íránu. Rozvoj druhu v komerční sféře je ovlivněn nedostatkem juvenilních ryb. Proto byl uskutečněn výzkum za účelem zjištění vlivu obohacené artemie o vitaminy C a E a o HUFA (olej z tresčích jater – COL) na růst, přežití a odolnost plůdku *A. latus* (Adloo a kol., 2012).

Bylo vytvořeno 8 variant s obohacením o HUFA, vitamin C a E a jejich kombinace a jedna kontrolní varianta ve 3 opakováních viz Tabulka č. 8. Krmení obohacenou artemií začalo 17. den po vylíhnutí a skončilo 23. den po vylíhnutí. Následně byly larvy krmeny potravou bez přidání různých obohacovacích komponentů až do 36. dne po vylíhnutí. Poté byly ryby vystaveny teplotnímu (15 °C) a osmotickému stresu (salinita 0,05 - 0,1 %) po dobu jedné hodiny. Následně byly provedeny analýzy.

Tab. 9: 9 různých variant obohacených artemií o COL (olej z tresčích jater s obsahem HUFA), vitamín C a E. (Převzato a upraveno dle Adloo a kol., 2012).

Varianty	Podíl vit. C (%)	Podíl vit. E (%)	
HUFA	-	-	+ COL
C1	5	-	+ COL
C2	10	-	+ COL
C3	15	-	+ COL
E1	-	5	+ COL
E2	-	10-	+ COL
CE1	2,5	2,5	+ COL
CE2	5	5	+ COL
kontrola	-	-	-

Rozdíl mezi jednotlivými variantami v růstu ryb nebyl prokázán ($p > 0,05$). Přežití před obohacováním artemií nebylo signifikantně rozdílné mezi variantami, avšak po začátku krmení obohacenou artemií byla mortalita signifikantně nižší u skupin krmených obohacenou artemií než kontroly ($p < 0,05$). Odolnost vůči nižší teplotě se výrazně nelišila ($p > 0,05$), avšak skupina C3 prokázala nejlepší odolnost.

Tab. 10: Porovnání specifické rychlosti růstu po 36 dnech (SGR) a odolnosti vůči teplotnímu stresu 15 °C (TS). (Převzato a upraveno dle Adloo a kol., 2012).

Parametr	C1	C2	C3	E1	E2	CE1	CE2	HUFA	kontrola
SGR	6,61 ± 0,76	6,4 ± 0,72	7,16 ± 1,04	6,73 ± 0,7	6,93 ± 0,95	6 ± 0,6	7,16 ± 1,1	6,63 ± 1,18	7,23 ± 0,68
TS	0,33 ± 0,5	1 ± 1,73	0	0,66 ± 1,15	1 ± 1,73	2,33 ± 2,08	0,66 ± 1,15	0,66 ± 0,57	1 ± 1,73

1.5.7 Kanice tečkovaný (*Cromileptes altivelis*) (Valenciennes, 1828)

Účinek krmení obohacenými vířníky a artemiemi o taurin (kyselina 2-aminoethansulfonová) na růst a přežití byl zkoumán Ridwanem a kol. (2017) u larev kanice tečkovaného. Vířníci a artemie byli obohaceni o komerční taurinový doplněk v koncentracích – T-0 ($0\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$), T-1 ($1\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$), T-2 ($2\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$), T-3 ($3\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Odkrm larev začal 2 dny po vykulení nejdříve obohacenými vířníky a to do 20. dne po vylíhnutí. Bioenkapsulované artemie začaly být zkrmovány od 14. dne do 60. dne. Poté byla analyzována získaná data, která jsou shrnuta v Tabulce č. 11 a Tabulce č. 12.

Tab. 11: Obsah taurinu ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ suché váhy) v jednotlivých organismech (vířník a artemie na počátku experimentu, larvy kanice tečkovaného po 60 dnech experimentu) v různých variantách experimentu. (Převzato a upraveno dle Ridwan a kol., 2017).

Skupiny	Vířník	Artemie	Larvy ryb (60 dnů)
T-0	$0,120 \pm 0,006$	$7,088 \pm 0,390$	$12,928 \pm 0,714$
T-1	$2,747 \pm 0,146$	$11,782 \pm 0,509$	$16,533 \pm 0,895$
T-2	$8,413 \pm 0,413$	$22,783 \pm 1,237$	$15,877 \pm 0,815$
T-3	$8,534 \pm 0,436$	$29,903 \pm 1,704$	$16,388 \pm 0,959$

Růst larev byl signifikantně vyšší ve variantách T-1 a T-2 než v kontrole T-0. Přežití larev bylo průkazně vyšší u variant T-1, T-2 a T-3 než ve variantě T-0. Skupina T-1 měla prokazatelně nejlepší výsledky v růstu i přežití ve srovnání s ostatními pozorovanými skupinami ($p < 0,05$). Výsledky experimentu dokázaly, že použití obohacených vířníků a artemií o taurin mělo pozitivní vliv na růst a přežití larev kanice tečkovaného.

Tab. 12: Porovnání počáteční délky těla, koncové délky těla (po 60 dnech) a přežití v závislosti na různých variantách experimentu. (Převzato a upraveno dle Ridwan a kol., 2017).

Varianty	Počáteční délka těla (mm)	Koncová délka těla (mm)	Přežití (%)
T-0	$2,319 \pm 0,015$	$22,324 \pm 0,666$	$0,773 \pm 0,040$
T-1	$2,340 \pm 0,058$	$26,755 \pm 0,439$	$7,630 \pm 1,020$
T-2	$2,340 \pm 0,006$	$23,581 \pm 0,310$	$4,183 \pm 0,150$
T-3	$2,378 \pm 0,039$	$23,320 \pm 0,541$	$3,927 \pm 1,220$

1.5.8 Koniček mořský (*Hippocampus abdominalis*) (Lesson, 1827)

Mořští koničci patří k oblíbeným chovaným druhům v mořských akváriích. Woods (2003) zkoumal, který komerční bioenkapsulační přípravek je nejvhodnější pro použití k obohacení artemií a následného odkrmu juvenilního konička mořského. Hlavním zájmem byly ukazatele růstu, přežití a obsah mastných kyselin.

V experimentu byly použity 3 komerční bioenkapsulační přípravky: Super Selco, DHA Protein Selco a Algamac-3050. Jako kontrola byla použita artemie krmena z 90 % krmivem pro artemie (EPABSF) a z 10 % spirulinou (vláknitá sinice). Pokus probíhal 3 měsíce.

Po ukončení pokusu byly pozorovány signifikantní rozdíly v délce těla mezi sledovanými skupinami, kdy juvenilové odkrmeni DHA Protein Selco a Algamac-3050 byli delší než juvenilové ve skupině Super Selco, avšak ne výrazně větší než ryby ve skupině EPABSF. To samé platilo i v porovnání mokré váhy mezi jednotlivými variantami viz Tabulka č. 13. Přežití ve všech pozorovaných skupinách bylo 100 %, takže nebyl zaznamenán žádný efekt v různých variantách obohacování.

Tab. 13: Porovnání délky těla, mokré váhy a specifické rychlosti růst (SGR) v závislosti na různých variantách experimentu ($p < 0,05$). (Převzato a upraveno dle Woods, 2003).

Varianty	Délka těla (mm)	Mokrá váha (g)	SGR (%)
Super Selco	99,2 ± 1,5	2,2 ± 0,1	0,4 ± 0,02
DHA Protein Selco	105,4 ± 1,5	2,96 ± 0,1	0,47 ± 0,01
Algamac-3050	107,4 ± 1,2	2,98 ± 0,12	0,45 ± 0,02
EPABSF/spirulina	103,3 ± 1,6	2,8 ± 0,14	0,42 ± 0,01

V kompozici mastných kyselin poskytla analýza artemií zjištění, že nejvyšší procento kyseliny dokosahexaenové (DHA) a polynenasycených mastných kyselin (PUFA) obsahovaly skupiny Super Selco a Algamac-305. Varianta se Super Selco navíc obsahovala nejvyšší procento kyseliny eikosapentaenové (EPA) viz Tabulka č. 14.

Tab. 14: Procentuální složení vybraných mastných kyselin u jednotlivých variant experimentu ($p < 0,05$). (Převzato a upraveno dle Woods, 2003).

Varianty	DHA (%)	EPA (%)	PUFA (%)
Super Selco	8,21 ± 1,06	17,81 ± 1,37	44,23 ± 1,99
DHA Protein Selco	3,84 ± 1,17	10,01 ± 0,9	33,62 ± 0,53
Algamac-3050	12,82 ± 1,24	10,56 ± 1,41	41,04 ± 0,5
EPABSF/spirulina	1,68 ± 1,03	5,4 ± 1,58	34,02 ± 0,55

Výsledkem experimentu je zjištění, že všechny tři komerční produkty sloužící k obohacování artemií vedou k výborným výsledkům v růstu a přežití ryb. Nicméně ani přípravek, který není cíleně určen k obohacování artemií, nezaostával v pozitivních výsledcích.

Závěr

V posledních letech je kladen vyšší důraz na efektivitu odchovů ryb v kontrolovaných podmínkách. Jedním důvodem je ochrana diversity ryb, kdy je snaha o zabránění vymizení některých druhů z volné přírody vzhledem ke snižování počtu vhodných biotopů. Další důvod je ryze antropogenní. Představuje zvyšování poptávky po rybím masu, což je příčinou exponenciálního růstu počtu obyvatel Země. Zvyšující se zájem o rybí maso je též podpořen zjištěními, že obsahuje velké množství zdravých látek zlepšujících zdravotní stav člověka. V neposlední řadě je i komerční aspekt, který usiluje o snížení nákladů a zvyšování produkce ryb.

Jedním z organismů, které mohou pomoci k efektivnímu odchovu ryb je právě artemie. Díky způsobu výživy artemie (neselektivní filtrátor), je možné koncovým organismům (larvální stádia ryb) předložit nutrienty, které by v suchém krmivu nedokázali tak efektivně přijmout. Už jen z důvodu větší atraktivity pohyblivých nauplií artemie. Tímto způsobem se dokáže zvýšit nejen růst a přežití raných stádií ryb, ale dochází i ke zlepšení a větší rozmanitosti obsahu mastných kyselin, vitamínů nebo aminokyselin. Což prokázaly experimenty uvedené v kapitole 1.5. Uvedený výběr pokusů demonstroval pozitivní vliv obohacených artemií, které byly zkrmovány larválními stádii ryb.

Díky kombinaci několika faktorů spolu s použitím obohacených artemií v akvakultuře, by bylo možné zabránit problémům uvedeným v prvním odstavci nebo alespoň snížit jejich dopady.

Jednou z nevýhod obohacené artemie je její velikost (0,5 – 0,6mm) při předkládání čerstvě vylíhnutým larvám některých druhů ryb, které při vykulení mají menší rozměry. To může mít za následek nemožnost požití artemie larvami. Může se tomu předejít využitím jiných krmných organismů (vířníků), kteří nedosahují takové velikosti ani po obohacení. Další nevýhodou je i vyšší pořizovací cena cyst artemií (1500 – 3000,- Kč dle kvality) a bioenkapsulačních médií.

I přesto výhody dalece převažují nevýhody a určitě se v budoucnosti bude více využívat obohacených nauplií artemie.

Přehled použité literatury

- Abatzopoulos, T., Zheng, B., Sorgeloos, P., 1998. *Artemia tibetiana*: preliminary characterization of a new *Artemia* species found in Tibet (People's Republic of China). International Study on Artemia LIX. International Journal of Salt Lake Research 7, 41-44
- Adámková, I., 1999. Postup dekapsulace trvalých vajíček artémie a jejich použití v akvakultuře. Edice Metodik (Technologická řada), FROV JU, Vodňany, č. 58, 10 s
- Adloo, M. N., Matinfar, A., Sourinezhad, I., 2012. Effects of Feeding Enriched *Artemia Fransiscana* with HUFA, Vitamin C and E on Growth Performance, Survival and Stress Resistance of Yellowfin Seabream Larvae. Journal of Aquaculture Research and Development 3:157
- Akbary, P., Hosseini, S. A., Imanpoor, M. R., 2011. Enrichment of *Artemia* nauplii with essential fatty acids and vitamin C: effect on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae performance. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 10(4): 557-569
- Aquafauna Bio-Marine, Inc., 2016. ALGA-MAC-3050 [online]. Poslední aktualizace 18.2.2016 [cit. 2018-04-30]. Dostupné z: <http://www.aquafauna.com/Diets-AlgaMac-3050.htm>
- Artemia International LLC, 2018. Technical information shrimp larval and enrichment feeds [online]. Fairview, USA [cit. 2018-04-30]. Dostupné z: <http://www.artemia-international.com/default.asp?contentID=582#selco>.
- Baas-Becking, L. G. M., 1931. Historical notes on salt and salt-manufacture. The Scientific Monthly. 32 (5), 434–446.
- Banister, K., 1985. Encyclopedia of Aquatic Life. New York: Facts on File, Inc..
- Benesch, R., 1969 Zur Ontogenie und Morphologie von *Artemia salina* L., Zoologische Jahrbucher Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere 86, 307–458
- Bernaqua, 2018. Red Pepper [online]. Olen, Belgie [cit. 2018-04-30]. Dostupné z: <https://www.bernaqua.com/redpepper/>.
- Bruggeman, E., Sorgeloos, P., and Vanhaecke, P., 1980. Improvement in the decaptulation technique of *Artemia* cyst, in The Brine Shrimp *Artemia*, Vol. 3, Persoone, G., Sorgeloos, P., Roels, O., and Jaspers, E., Eds., Universa Press, Wetteren, Belgium, 216.
- Cassel, J. D., 1937. The morphology of *Artemia salina* (Linnaeus), M. A. Thesis, Stanford University, California, USA,
- Celada, J. D., Aguilera, A., Carral, J. M., Sáez-Royuela, M., Melendre, P. M., 2008. Rearing tench (*Tinca tinca* L.) larvae on live feed (*Artemia*) and on two transition schedules from live to dry diets. Journal of Applied Ichthyology 24, 595 – 600.

- 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, pp. 39-128.
- Daniels, C., Boothroyd, D., Davies, S., Pryor, R., Wells, C., 2007. Developing and understanding the use of pre-biotics in homarid lobster culture. *Aquaculture Health International* 8, 32 – 35.
- Delbos, B. C., Schwarz, M. H., 2009. *Artemia* culture for intensive finfish and crustacean larviculture. *Virginia Cooperative Extension* 600 – 106, 6s.
- Dhert, P., Lim, L. C., Candreva, P., Van Duffel, H., Sorgeloos, P., 1997. Possible applications of modern fish larviculture technology to ornamental fish production. *Aquarium Sciences and Conversation* 1, 119 – 128.
- Dhont, J., Sorgeloos, P., 2002. Applications of *Artemia*. In: Basic and Applied Biology, Abatzopoulos, T. J., Beardmore, J. A., Clegg, J. S., Sorgeloos, P. (Eds.), *Artemia: Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers* 251 – 277.
- Eimanifar, A., Rezvani, S., Carapetian, J., 2006. Genetic differentiation of *Artemia urmiana* from various ecological populations of Urmia Lake assessed by PCR amplified RFLP analysis. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 333, 275 – 285.
- Flüchter, J., 1980. Review of the present knowledge of rearing whitefish (*Coregonidae*) larvae. *Aquaculture* 19, 191-208
- Freeman, J. A., 1989. The integument of *Artemia* during early development. Převzato z: MacRae, T. H., Bagshaw, J. C., Warner, A. H.(eds.): *Biochemistry and cell biology of Artemia*, CRC Press, Boca Raton, Florida, 264 s.
- Gatesoupe, F. J., 2005. Probiotics and prebiotics for fish culture, at the parting of the ways. *Aqua Feeds: Formulation and Beyond* 2, 3 – 5.
- Gelabert, R.F., 2001. *Artemia* bioencapsulation 1. Effect of particle sizes on the filtering behavior of *Artemia franciscana*. *J. Crust. Biol.* 21, 435-442.
- Hafezieh M, Mohd Salah Kamarudin S., Saad, C. R. B., Sattar, M. K. A., Agh, N., Valinassab, T., Sharifian, M., Hosseinpour, H. 2009. Effects of enriched *Artemia urmiana* with HUFA on growth, survival, and fatty acids composition of the Persian sturgeon larvae (*Acipenser persicus*). *Iran. J. Fish. Sci.* 9(1): 61-72
- Hafezieh, M., 2016. Effects of ICES30/4-enriched *Artemia urmiana* nauplii on growth, survival, salinity tolerance and fatty acid composition of *Acipenser persicus* larvae. *Iran. J. Fish. Sci.* 15(1):183-193
- Hamáčková, J., Kozák, P., Kouba, A., Lepič, P., 2008. Sledování růstu larev podoustve říční (*Vimba vimba*) při krmení naupliemi a dekapulovanými vajíčky *Artemia salina*. *Bulletin VÚRH Vodňany* 3, 65 – 69.

- Hamre, K., Harboe, T., 2008. *Artemia* enriched with high n-3 HUFA may give a large improvement in performance of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) larvae. *Aquaculture* 277, 239 – 243.
- Han, K., Geurden, I., Sorgeloos, P., 2000. Enrichment strategies for *Artemia* using emulsions providing different levels of n-3 highly unsaturated fatty acids. *Aquaculture* 13, 335-347.
- Han, K., Geurden, I., Sorgeloos, P., 2001. Fatty acid changes in enriched and subsequently starved *Artemia franciscana* nauplii enriched with different essential fatty acids. *Aquaculture* 199, 93–105.
- Hanström, B., 2002. Neue Untersuchungen über Sinnesorgane und Nervensystems der Crustaceen, *Zeitschrift für Morphologie und 84 Ökologie der Tiere* 23, 1931, 80-236. Převzato z: Abatzopoulos Th. J., Beardmore J. A., Clegg J. S., Sorgeloos P. (eds.): *Artemia* basic and applied biology, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, 286 s.
- Jalali, M. A., Hosseini, S. A., Imanpour, M. R., 2008. Effect of vitamin E and highly unsaturated fatty acid-enriched *Artemia urmiana* on growth performance, survival and stress resistance of Beluga (*Huso huso*) larvae. *Aquac. Res.* 39(12). 1286 – 1291.
- Jankových, A., Chepurkina, M. A., Kouřil, J., 2014. Vliv použití obohacených nauplií žábřonožky (*Artemia franciscana*) k odkrmu raného plůdku na přežití a růst candáta obecného (*Sander lucioperca*). In: Kouřil, J., Podhorec, P., Dvořáková, Z. (red.): Sb. abstraktů 14. Česká rybářská a ichtyologická konference, FROV JU Vodňany a ČZS Rybářská a ichtyologická sekce, Vodňany, 1.–3. 10. 2014, s. 50.
- Kikuchi, S., 1972. The fine structure of the alimentary canal of the brine shrimp, *Artemia salina*: the midgut. *Annual report of Iwate Medical University, School of Liberal Arts and Science* 7, 15 – 47.
- Kouba, A., Hamáčková, J., Kozák, P., 2009. Dekapsulace, líhnutí a odkrm žábřonožek rodu *Artemia*. *Edice Metodik (technologická řada), VÚRH JU Vodňany*, č. 94, 35 s.
- Lavens, P., Tackert, W., Sorgeloos, P., 1986. International study on *Artemia*. XLI. Influence of culture conditions and specific diapause deactivation methods on the hatchability of *Artemia* cysts produced in a standard culture system. *Marine Ecology Progress Series* 31, 197 – 203.
- Lavens, P., Sorgeloos, P., 1987. The cryprobiotic state of *Artemia* cysts, its diapause deactivation and hatching: a review. Převzato z: Sorgeloos, P., Bengtson, D. A., Decler, W., Jaspers, E. (eds.), 1987. *Artemia* research and its applications, Vol. 3, Universa Press, Wetteren, Belgium, s. 27-63.
- Léger, P., Sorgeloos, P., 1984. International study on *Artemia*. XXIX. Nutritional evaluation of *Artemia* nauplii from different geographical origin for the marine crustacean *Mysidopsis bahia*. *Marine Ecology Progress Series* 15, 307 – 309.

- 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, 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, pp. 357-372.
- Liang, P., MacRae, T. H., 1999. The synthesis of a small heat shock/ α -crystallin protein in *Artemia* and its relationship to stress tolerance during development, *Developmental Biology* 207, s. 445-456.
- Makridis, P., Fjellheim, J. A., Skjermo, J., Vadstein, O., 2000. Control of the bacterial flora of *Brachionus plicatilis* and *Artemia franciscana* by incubation in bacterial suspensions. *Aquaculture* 185, 207 – 218.
- Makridis, P., Bergh, O., Skjermo, J., Vadstein, O., 2001. Addition of bacteria bioencapsulated in *Artemia metanauplii* to a rearing system for halibut larvae. *Aquaculture International* 9, 225 – 235.
- Metalli, P., Ballardini, E., 1970. Radiobiology of *Artemia*: radiation effects and ploidy, *Current Topics in Radiation Research Quarterly* 7, 181 – 240.
- Merchie, G., Lavens, P., Dhert, P., Dehasque, M., Nelis, H., De Leenheer, A., Sorgeloos, P., 1995. Variation of ascorbic acid content in different live food organisms. *Aquaculture* 134, 325 – 337.
- 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, pp. 79-106
- Najarian, H., 1976. *Sex lives of Animals Without Backbones*. New York: Charles Scribner's Sons.
- Pector, R., Tackerc, W., Abelin, P., Ollecier, F., Sorgeloos, P., 1994. A comparative study on the use of different preparations of decapsulated *Artemia* cysts as food for rearing African catfish (*Clarias gariepinus*) larvae. *Journal of the World Aquaculture Society* 25, 366 – 370.
- Riberio, F. A. L. T., Jones, D. A., 1998. The potential of dried, low-hatch, decapsulated *Artemia* cysts for feeding prawn post-larvae. *Aquaculture International* 6, 421 – 440.
- Ridwan, M., Natsir, N., Haryati, Dody, D. T., 2017. Effect of Dietary Taurine Enrichment Levels on Growth Performance, Survival and Metamorphosis of Humpback Grouper *Cromileptes altivelis*. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research* 34, No 2, 209-221
- Seale, A., 1933. The brine shrimp (*Artemia*) as a satisfactory live food for fishes. *Transactions of the American Fisheries Society* 63, 129 – 130.

- Schrehardt, A., 1987. Ultrastructural investigations of the filter-feeding apparatus and the alimentary canal of *Artemia*. Převzato z Sorgeloos, P., Bengston, D. A., Declair, W., Jaspers, E. (eds.): *Artemia Research and its Applications*, Vol. 1, Universa Press, Wetteren, Belgium, 33 – 52.
- Singh, S. K., Mishra, U., Roy, S. D., Chadha, N. K., Venkateshwarlu, G., 2012. Effect of Feeding Enriched Formulated Diet and Live Feed on Growth, Survival and Fatty Acid Profil of Deccan Mahseer, *Tor Khudree* (Sykes) First Feeding Fry. *Journal of Aquaculture Research and Development*, 3 – 4.
- Slifer, E. H., 1945. Removing the shell from living grasshopper eggs. *Science* 102, 282.
- Sorgeloos, P., 1979. The brine shrimp *Artemia salina*: a bottleneck in mariculture? In: *Advances in Aquaculture: papers presented at the FAO Technical Conference on Aquaculture*, Pillay, T.V.R., Dill, Wm.A. (Eds.), FAO Technical Conference on Aquaculture, Kyoto, Japan, 26 May. 2 June 1976, 321 – 324.
- Sorgeloos, P., 1980. The use of the brine shrimp *Artemia* in aquaculture. *The Brine Shrimp Artemia*, Vol. 3
- Sorgeloos, P., Coutteau, P., Dhert, P., Merchie, G., Lavens, P., 1998. Use of brine shrimp *Artemia* spp. in larval crustacean nutrition: a review. *Reviews in Fisheries Science* 6, 55- 68.
- Sorgeloos, P., Dhert, P., Candreva, P., 2001. Use of brine shrimp, *Artemia* spp. in marine fish larviculture. *Aquaculture* 200, 147-159.
- Spotte, S., Anderson, G., 1988. Chemical decapsulation of resting cyst of the anostracans *Artemia franciscana* and *Streptocephalus seali* as revealed by scanning electron microscopy. *Journal of Crustacean Biology* 8, 221 – 231.
- Tinh, N. T. N., Dierckens, K., Sorgeloos, P., Boisser, P., 2008. A review of the functionality of probiotics in the larviculture food chain. *Marine Biotechnology* 10, 1 – 12.
- Triantaphyllidis, G. V., Criel, G. R. J., Abatzopoulos, T. J., Thomas, K. M., Peleman, J., Beardmore, J. A., Sorgeloos, P., 1997. International Study on *Artemia*. LVII. Morphological and molecular characters suggest conspecificity of all bisexual European and North African *Artemia* populations. *Marine Biology* 129, 477 – 487.
- Triantaphyllidis, G. V., Abatzopoulos, T. J., Sorgeloos, P., 1998. Review of the biogeography of the genus *Artemia* (Crustacea, Anostraca). *Journal of Biogeography* 25, 213 – 226.
- Tyson, G. E., 1980. Fine structure of the type 2 antennular sensillum of the brine shrimp, *Artemia salina*. *American zoologist* 20, s. 816
- Van Stappen, G., 1996. *Artemia*. Introduction, biology and ecology of *Artemia*. 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.

- Van Stappen, G., Fayazi, G., Sorgeloos, P., 2001. International study on Artemia LXIII. Field study of the *Artemia urmiana* (Günther, 1890) population in Lake Urmiah, Iran. *Hydrobiologia* 466, 133 – 143.
- Vismara, R., Vestri, S., Kusmic, C., Basanti, L., Gualtieri, P., 2003. Natural vitamin E enrichment of *Artemia salina* fed freshwater and marine microalgae. *Journal of Applied Phycology* 15, 75 – 80.
- Warren, H.S., 1930 The central nervous system of the adult *Artemia*, *Transactions of the American Microscopical Society* 49, 189 – 209. Převzato z: Abatzopoulos Th. J., Beardmore J. A., Clegg J. S., Sorgeloos P. (eds.), 2002. *Artemia basic and applied biology*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, 286 s.
- Warren, H. S., 1938. The segmental excretory glands of *Artemia salina*, L., var. *Principalis* Simon, the brine shrimp, *Journal of Morphology* 62, 263 – 289.
- Woods, C. M. C., 2003. Effects of varying Artemia enrichment on growth and survival of juvenile seahorses, *Hippocampus abdominalis*, *Aquaculture* 220, 537 – 548.
- Xin, N., Sun, J., Zhang, B., Triantaphyllidis, G. V., Van Stappen, G., Sorgeloos, P., 1994. International study on Artemia. LI. New survey of Artemia resources in the People's Republic of China. *International Journal of Salt Lake Research* 3, 105 – 112.

Seznam zkratek

ADG	– průměrný denní přírůstek
CLO	– olej z tresčích jater
DHA	– kyselina dokosahexaenová
DPA	– kyselina dokosapentaenová
EFA	– esenciální mastná kyselina
EPA	– kyselina eikosapentaenová
FAO	– organizace OSN pro výživu a zemědělství
FCR	– konverze krmiva
HCl	– kyselina chlorovodíková
HUFA	– vysoce nenasycená mastná kyselina
IUCN	– Mezinárodní svaz ochrany přírody
LO	– lněný olej
Na ₂ S ₂ O ₃	– thiosíran sodný
NaCl	– chlorid sodný
NaClO	– Chlornan sodný
NaHCO ₃	– Hydrogenuhličitan sodný
NaOH	– hydroxid sodný.
PUFA	– polynenasycené mastné kyseliny
SGR	– specifická rychlost růstu
SOO	– jeseť ováriální olej

Seznam tabulek

Tab. 1: Taxonomické zařazení Žábronožky solné (<i>Artemia salina</i>) (Linnaeus, 1758)	8
Tab. 2: Hmotnost a přežití u larev pstruha duhového v závislosti na době (8 a 29 dnů) a druhu krmení. Odolnost vůči vyšší teplotě (>24 °C) po ukončení pokusu (29 dnů) (p <0,05). (Převzato a upraveno dle Akbary a kol., 2011)	22
Tab. 3: Porovnání celkové délky těla, průměrné kusové hmotnosti a přežití na konci experimentu. Zobrazen průměr ze tří opakování. (Převzato a upraveno dle Jankových, 2014)..	23
Tab. 4: Průměrný obsah DHA a EPA v jednotlivých variantách obohacených artemiích. (Převzato a upraveno dle Hafezieh a kol., 2009).....	24
Tab. 5: Průměrná délka těla, suchá váha, přežití, obsah DHA, EPA a jejich poměr v larvách jesetera perského po 20. dnu odkrmu obohacenými artemiemi různými prostředky. (Převzato a upraveno dle Hafezieh a kol., 2009).....	25
Tab. 6: Porovnání obsahu polynenasycených mastných kyselin, vysoce nasycených mastných kyselin (p <0,05), koncovou průměrnou délkou těla, koncové průměrné váhy a přežití (p <0,05) v závislosti na předkládaném krmivu. (Převzato a upraveno dle Hafezieh, 2016).....	26
Tab. 7: Porovnání průměrné délky těla, váhy a přežití v závislosti na složení bioenkapsulačního média (p <0,05). (Převzato a upraveno dle Jalali a kol., 2008).....	27
Tab. 8: Srovnání specifické rychlosti růstu (SGR), průměrného denního přírůstku (ADG), konverze krmiva (FCR), obsahu EPA a DHA po 60 dnech odchovu dle jednotlivých pozorovaných skupin. (Převzato a upraveno dle Singh a kol., 2012).....	28
Tab. 9: 9 různých variant obohacených artemií o COL (olej z tresčích jater s obsahem HUFA), vitamín C a E. (Převzato a upraveno dle Adloo a kol., 2012).....	29
Tab. 10: Porovnání specifické rychlosti růstu po 36 dnech (SGR) a odolnosti vůči teplotnímu stresu 15 °C (TS). (Převzato a upraveno dle Adloo a kol., 2012).....	30
Tab. 11: Obsah taurinu (g·kg ⁻¹ suché váhy) v jednotlivých organismech (vířník a artemie na počátku experimentu, larvy kanice tečkovaného po 60 dnech experimentu) v různých variantách experimentu. (Převzato a upraveno dle Ridwan a kol., 2017).....	31
Tab. 12: Porovnání počáteční délky těla, koncové délky těla (po 60 dnech) a přežití v závislosti na různých variantách experimentu. (Převzato a upraveno dle Ridwan a kol., 2017).....	31

Tab. 13: Porovnání délky těla, mokré váhy a specifické rychlosti růst (SGR) v závislosti na různých variantách experimentu ($p < 0,05$). (Převzato a upraveno dle Woods, 2003).....	32
Tab. 14: Procentuální složení vybraných mastných kyselin u jednotlivých variant experimentu ($p < 0,05$). (Převzato a upraveno dle Woods, 2003).....	33

Seznam obrázků

Obr. 1: Schématické znázornění využití metanauplií artémie v procesu bioenkapsulace k přenosu terapeutik, pigmentů, esenciálních nutrientů a profylaktik do těla ryb. (Převzato z Léger a kol. 1987).....19

Abstrakt

POUŽITÍ OBOHACENÝCH NAUPLÍ ARTEMIE PRO ODKRM LAREV RYB

Cílem práce bylo vytvořit souhrnný literární přehled o chovu a využití obohacené artemie (*Artemia salina*). První část práce byla věnována historickému vývoji využívání artemie, nárokům na biotop nebo i podrobnému popisu její morfologie. Dále se zabývala využitím různých vývojových stádií artemie v odkrmování larválních stádií ryb. Důležitou částí byl popis bioenkapsulace artemie a uvedení některých komerčních bioenkapsulačních přípravků (Selco, AlgaMac-3050).

Studie se zabývala vybranými experimenty zaměřenými především na růst a přežití ryb krmených artemií. Byly vybrány tyto druhy ryb: *Oncorhynchus mykiss*, *Sander lucioperca*, *Acipenser persicus*, *Huso huso*, *Tor khudree*, *Acanthopagrus latus* *Cromileptes altivelis* a *Hippocampus abdominalis*.

Většina použitých bioenkapsulačních přípravků měla za cíl zvýšit koncentraci vysoce nenasycených mastných kyselin (HUFA) a zvýšit podíl vitamínů. U *Huso huso* byla velikost na konci pokusu o polovinu vyšší ($4,2\text{g} \pm 0,5\text{g}$) oproti rybám krmených neobohacenou artemií ($2,8\text{g} \pm 0,2\text{g}$). Podobné výsledky byly zaznamenány i u *Oncorhynchus mykiss*, kdy pozorovaná skupina obohacená o směs 10 % HUFA a vitamínu C měla hmotnost $657,5\text{mg} \pm 57,9\text{mg}$ a přežití $96 \% \pm 1 \%$. Kontrola dosáhla velikosti $568,3\text{mg} \pm 20,7\text{mg}$ a přežití $67 \% \pm 1 \%$.

Celkově lze konstatovat, že krmení larválních stádií ryb obohacenou artemií o různé nutrienty má pozitivní vliv na jejich růst a přežití.

Klíčová slova: bioenkapsulace, bioenkapsulační přípravky, *Artemia salina*, HUFA, vitamin C

Abstract

THE USE OF ENRICHED *ARTEMIA* NAUPLII FOR FEEDING LARVAL STAGES OF FISH

The aim of study was to create review about breeding and use of enriched *Artemia salina*. Firstly, the historical development of use of *Artemia salina* was described, as well as its demands on biotop and its morphology. Secondly, the feeding larval stages of fish with different developmental stages of *Artemia salina* was concerned. Especially the description of bioencapsulation of *Artemia salina* as well as the description of several commercial bioencapsulational agents were included (Selco, AlgaMac-3050).

Some experiments focused on the growth and survival of some fish species which were feeded with *Artemia salina* were concerned in this study. These fish species were involved: *Oncorhynchus mykiss*, *Sander lucioperca*, *Acipenser persicus*, *Huso huso*, *Tor khudree*, *Acanthopagrus latus* *Cromileptes altivelis* a *Hippocampus abdominalis*.

The majority of bioencapsulational agents involved in the experiments were supposed to result in increase in the concentration of highly unsaturated fatty acids (HUFA) and in increase in the content of vitamins. The size of *Huso huso* that was feeded with enriched *Artemia salina* was a half higher ($4,2\text{g} \pm 0,5\text{g}$) in comparison with the size of fish species feeded with unmodified *Artemia salina* ($2,8\text{g} \pm 0,2\text{g}$). The similar results occurred in the case of *Oncorhynchus mykiss*. The observed group of *Oncorhynchus mykiss* which was enriched with the mixture 10 % HUFA and vitamin C was of the weight $657,5\text{mg} \pm 57,9\text{mg}$ and the survival ratio $96 \% \pm 1 \%$. The control gained the weight $568,3\text{mg} \pm 20,7\text{mg}$ and survival ratio $67 \% \pm 1 \%$.

As a result of this study it is obvious that feeding larval phases of fish with the enriched *Artemia salina* has a positive effect on their growth and survival.

Key words: bioencapsulation, bioencapsulational agents, *Artemia salina*, HUFA, vitamin C