

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

Odkrm plůdku lína obecného (*Tinca tinca*)
s využitím obohacených nauplií
žábronožek (r.*Artemia*)

Bakalářská práce

Autor: Dominik Boňko

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: čtvrtý

České Budějovice 2017

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

Chtěl bych poděkovat především vedoucímu práce prof. Ing. Janu Kouřilovi, Ph.D. a konzultantce práce MSc. Katsiaryně Novikavě za velkou trpělivost a odbornou pomoc. Ing. Pavlovi Šablaturovi a Ing. Michalu Gučíkovi děkuji za sestavení systému a pomoc při počítání ryb.

Ing. Markétě Prokešové, Ph.D., Ing. Romanu Šebestovi, MSc. Tatyň Vanině, Ing. Janu Matouškovi, Ing. Radku Gebauerovi, MSc. Sarvenaz Khalili, Ing. Davidu Hlaváčovi, Ph.D. děkuji za pomoc při počítání ryb.

V poslední řadě i mé rodině, která mě po celou dobu finančně podporovala.

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Dominik BOŇKO**
Osobní číslo: **V13B035P**
Studijní program: **B4103 Zootechnika**
Studijní obor: **Rybářství**
Název tématu: **Odkrm plůdku lína obecného (*Tinca tinca*) s využitím obohacených nauplií žábřonožek (r. *Artemia*)**
Zadávající katedra: **Ústav akvakultury a ochrany vod**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je experimentálně ověřit vliv použití nauplií žábřonožky (r. *Artemia*) obohacených polynasyčenými mastnými kyselinami na přežití a růst plůdku lína obecného v kontrolovaných podmínkách prostředí. Uvedený způsob výživy se osvědčil u některých druhů ryb náročných na masový odchov v kontrolovaných podmínkách prostředí (některé mořské druhy ryb, jeseťeří, okounovité).

Metodický postup práce bude spočívat ve zpracování literární rešerše zaměřené jednak na použití obohacených živých krmiv pro odchov plůdku ryb, jednak na současný stav technologie odchovu raného plůdku lína.

Vlastní experimentální část bakalářské práce představuje uskutečnění experimentu s odchovem plůdku v laboratorních podmínkách v průtočných akváriích (součást recirkulačního systému). Experiment bude zahrnovat 2 - 3 různé varianty krmení obohacenými živými naupliemi žábřonožek (lišící se délkou podávání obohacené potravy, příp. jiným faktorem) a kontrolní variantu (krměnou neobohacenými naupliemi žábřonožek), vždy ve 3 opakováních. Po rozkrmění naupliemi žábřonožky bude proveden převod na dekapulovanou vajíčka žábřonožek nebo startérovou krmnou směs. Krmění bude prováděno v několikahodinových intervalech v předem určených dávkách s ohledem na aktuální biomasu odchovávaného plůdku. Teplota vody bude udržována na optimálních hodnotách pro tento druh ryby. V průběhu odchovu bude v rámci možností evidován (odhadován) úhyn. Předpokládaná délka odchovu je 30 dnů. V průběhu odchovu bude provedeno šetrné přelovení plůdku (při němž budou odebrány vzorky pro stanovení mokré hmotnosti, délkových a kondičních ukazatelů a provedeny případné úpravy koncentrace obsádek). Za jednotlivá dílčí období odchovu i celkově budou statisticky vyhodnoceny parametry: přežití, délkový a hmotnostní růst (vč. variability), výskyt kanibalů, výskyt deformovaných jedinců, krmný koeficient a testována průkaznost dosažených rozdílů.

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

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

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

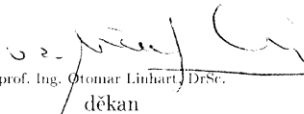
- Conceicao, L.E.C., Yúfera, M., Makridis, P., Morais, S., Dinis, M.T. 2010. Live feeds for early stages of fish rearing. *Aquaculture Research*, 41: 613-640.
- Han, K., Geurden, I., Sorgeloos, P., 2000. Enrichment strategies for *Artemia* using emulsions providing different levels of n-3 highly unsaturated fatty acids. *Aquaculture* 13, 335-347.
- Chepurkina, M.A., Kouřil, 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 (Ruská federace), 9.-11.12.2014, Novosibirsk, s. 223-227.
- 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.
- Kouba, A., Hamáčková, J., Kozák, P., 2009. Dekapsulace, líhnutí a odkrm žábřonožek rodu *Artemia*. Edice metodik, č. 94, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Fakulta rybářství a ochrany vod, Vodňany. 36 s.
- Sorgeloos, P., Dhert, P., Candreva, P., 2001. Use of the brine shrimp, *Artemia* spp., in marine fish larviculture. *Aquaculture*, 200: 147-159.

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


Konzultant bakalářské práce: **MSc. Katsiaryna Novikava**
Ústav akvakultury a ochrany vod

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

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


prof. Ing. Otomar Linhart, DrSc.
děkan

L.S.


Ing. Jan Mráz, Ph.D.
ředitel

Ve Vodňanech dne 1. února 2017

Obsah

1	ÚVOD	8
2	LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
2.1	Lín obecný	10
2.1.1	Taxonomické zařazení.....	10
2.1.2	Morfologie	10
2.1.3	Geografické rozšíření	12
2.1.4	Reprodukce	12
2.1.5	Potrava, růst a nutriční požadavky	15
2.1.6	Technologie odchovu	16
2.1.7	Podmínky prostředí	18
2.2	Rod Žábronožka.....	20
2.2.1	Taxonomické zařazení.....	20
2.2.2	Charakteristika	20
2.2.3	Geografické rozšíření a životní prostředí	20
2.2.4	Reprodukce	21
2.2.5	Životní cyklus	21
2.2.6	Nutriční hodnoty	22
2.2.7	Historie použití k odkrmu plůdku ryb	23
2.2.8	Inkubace	24
2.2.9	Dekapsulace	25
2.2.10	Obohacování žábronožky	26
2.2.11	Uchování živé žábronožky	26
2.2.12	Krmení ryb.....	27
3	METODIKA A MATERIÁL.....	28
3.1	Původ generačních ryb a plůdku	28
3.2	Technické zázemí.....	28
3.3	Nasazení plůdku	29
3.4	Příprava žábronožky.....	29
3.5	Obohacování (bioenkapsulace)	30
3.6	Krmení.....	30
3.7	Fyzikálně-chemické vlastnosti vody	32

3.7.1	Teplota vody	32
3.7.2	pH.....	32
3.7.3	Dusičnany, dusitany a amoniak	33
3.8	Čištění nádrží a výměna vody.....	33
3.9	Vzorkování plůdku	34
3.9.1	Hmotnost	34
3.9.2	Délka	34
3.9.3	Prosté přežití	35
3.9.4	Rychlost hmotnostního růstu	35
3.9.5	Rychlost délkového růstu	35
4	VÝSLEDKY	36
4.1	Hmotnost plůdku.....	36
4.2	Délka plůdku.....	37
4.3	Přežití plůdku	39
4.4	Biomasa	40
4.5	Rychlost růstu	42
4.6	Problémy během odchovu	43
5	DISKUZE	44
6	ZÁVĚR.....	49
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	50
8	ABSTRAKT	58
9	ABSTRACT	59

1 ÚVOD

Cílem práce bylo experimentálně ověřit vliv použití nauplií žábronožky (*r. Artemia*) obohacených polynasyčenými masnými kyselinami k odkrmu raného plůdku v podmínkách intenzivního chovu s cílem zvýšení přežití. Z ryb chovaných v České republice byl vybrán lín obecný (*Tinca tinca*). Lín má velmi nízké nároky na obsah kyslíku ve vodě, proto je možné ho chovat i na takových lokalitách, kde jiné druhy ryb chovat nelze (Dyk, 1956). V České republice je lín významnou doplňkovou rybou. Je chován i jako násadová ryba do volných stojatých i tekoucích vod (Kubů a Kouřil, 1985). Lín je ryba vhodná pro gastronomii. Mezi gurmány je oblíbený díky vysoké kvalitě a výborné chuti masa (Baruš a Oliva, 1995).

První záznamy o chovu lína na našem území jsou z 16. století. Větší oblibě se ale začal těšit až od 17. století, kdy se začal chovat s kaprem pro zvýšení produkce rybníků a rozšíření rybí obsádky (Kubů a Kouřil, 1985). Z celkové produkce ryb se produkce lína pohybuje na úrovni 1 %. České rybníkářství se čím dál více orientuje spíše na produkci kapra a proto postupně až do roku 2010 klesala produkce lína.

Podle Ministerstva zemědělství ČR se od roku 1998 snižovala produkce lína od 342 t (1998) do 215 t (2010). Současná produkce lína se podle Ministerstva zemědělství ČR pohybuje na úrovni 275-300 t. Podle statistik FAO (Organizace pro výživu a zemědělství) z roku 2010 činí evropská produkce lína 1 270 - 1 630 t během let 2000-2010. Výlov línů z volných vod v ČR dosahoval roku 2016 celkově 19656,5 kg (13 789,7 kg ČRS, údaj dostupný na www.rybsvaz.cz; 5 866,8 kg MRS, osobní sdělení od Ing. Pavla Procházky).

Dodnes se většinou chová v polykulturní obsádce s kaprem. Lín je však při velkých obsádkách kapra značně znevýhodněn. Lín je oproti kaprovi mnohem menší a míň žravý. Také je poměrně plachý a lehce se nechá vytlačit z krmného místa. V konkurenci většího a početnějšího kapra nemá takové přírůstky, jaké by se očekávaly (Reiser a kol., 1983; Pokorný, 1983). Kompetice s plůdkem kapra způsobuje velké ztráty během zimování (Reiser a kol., 1983). Lín je zároveň náchylnější na přítomnost některých parazitů jako například na chlopků (*r. Ergasilus*, *Sinergasilus*) (Navrátil a kol., 2000; Svobodová, 2007).

Plůdek lína má v podmínkách volných vod velmi malé přežití (běžně 1-2 %). V dobrých podmínkách je přežití plůdku na úrovni kolem 40 %. Hlavními důvody jsou malá velikost plůdku a pozdní termín výtěru (květen až červenec), kdy je většina ostatních ryb vytřena (Kubů a Kouřil, 1985). Malý plůdek lína se tak stává snadnou kořistí tohoto ročního plůdku dravých ryb (candát, okoun, štika), ale stává se kořistí i velkých druhů dravého zooplanktonu (řádu *Cyclopoida*). Dalším důvodem malého přežití plůdku je jeho malá žravost a malá velikost úst. Přirozené potraviny musí být velké množství, aby byl plůdek schopný správně a efektivně růst. Zároveň musí mít přirozená potrava správnou velikost, aby ji byl plůdek schopný pozřít.

V současnosti probíhají pokusy, které mají vést ke zvýšení produkce zdravého a odolného plůdku. Nejcitlivější je plůdek v larválním období. Plůdek je velmi citlivý na změny chemismusu vody (Pokorný, 1976). Po vstřebání žlutkového váčku musí plůdek aktivně vyhledávat potravu. V tomto období jsou velmi důležité pro správný vývoj plůdku nutriční hodnoty přijímané potraviny. Nutriční hodnoty potraviny ovlivňuje její výživa (Gelabert, 2001).

V intenzivním chovu se osvědčila naupliová stádia žábřonožky. Nauplia lze pomocí správné výživy obohacovat o mastné kyseliny, minerální látky a vitamíny. Tyto látky napomáhají správnému vývoji trávicího ústrojí plůdku. Krmení živou potravou je ale na druhou stranu časově náročné a finančně nákladné (Gelabert, 2001; Léger a kol., 1986).

V chovech lze na místo živé potraviny použít krmné směsi. Avšak krmení krmnou směsí nemusí být vždy nejlepší způsob. Během krmení se do vody mohou vyluhovat důležité nutriční látky (Mareš a kol., 2005). Plůdek může mít také problém krmné směsi přijímat. Zvláště pokud se jedná o ryby vyhledávající potravu výhradně ve vodním sloupci.

Úspěšný a efektivní odchov zdravého plůdku zajišťuje produkci silné násady v následujícím chovu (Hamre a kol., 2012).

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Lín obecný



Obr. 1 Lín obecný. In: Chytej.cz

2.1.1 Taxonomické zařazení

Tab. 1 Taxonomické zařazení lína obecného (*Tinca tinca*)

Třída	Ryby (Osteichthyes)
Nadřád	Kostnatí (Teleostei)
Řád	Máloostní (Cypriniformes)
Podřád	Kaprovci (Cyprinoidei)
Čeleď	Kaprovití (Cyprinidae)
Rod	Lín (<i>Tinca</i>)
Druh	Lín obecný (<i>Tinca tinca</i>)

2.1.2 Morfologie

Lín obecný (*Tinca tinca*, Linnaeus 1759) patří mezi původní ryby české ichtyofauny. Ve volných vodách se líni dorůstají průměrně 1-6 kg váhy, výjimečně i 7 kg (Berg, 1948-1949; Kubů a Kouřil, 1985). Lín má poměrně krátké, vysoké a oválné tělo. Ústa jsou spodního postavení a jsou mírně vysunovatelná. Má dva vousky nacházející se na horním pysku. Oko je malé, ale velmi nápadně zbarvené do červena. Oční zornice je obklopena zlatým pruhem (Cuvier, 1817).



Obr. 2 Lín obecný-detail hlavy a zbarvení oka. In: Chytej.cz

Lín má šupiny cykloidního typu a na rozdíl od ostatních kaprovitých jsou velmi drobné. Šupiny jsou hluboce vnořené do škály a celý povrch těla je potažen silnou, rosolovitou pokožkou (Oliva, 1963). Kůže lína produkuje velké množství ochranného slizu. Všechny ploutve má zaoblené. Má homocerní ocasní ploutev, mírně vykrojenou a výrazně zaoblenou (Cuvier, 1817; Baruš a Oliva, 1995).

Lín má jednořadé požerákové zuby kyjovitého tvaru. Povrch korunek je mírně vyduť a vybíhá do háčku (Heckel a Kner, 1858).

Meristické znaky lína jsou uvedeny v Tab. 2.

Zbarvení lína se mění podle životního prostředí, ale opakují se vždy olivově zelené, namodralé a žluté barvy (Obr. 1). Zbarvení je na hřbetě temnější, na bocích světlejší, přecházející na břicho ve žlutou až bílou barvu. Z některých typů rybníků jsou líni nápadně zlatožlutí, pysky a okolí tlamy bývají žlutočervené (Šimek, 1959). Obecně platí, že čím zarostlejší rybník, tím je lín zelenější. Lín se vyskytuje kromě olivově zeleného zbarvení i v dalších barevných variantách (modré, zlaté a alampické zbarvení). Líni s tímto typem zbarvením jsou chováni převážně pro okrasné účely (Flajšhans a Kvasnička, 1997).

Tab. 2 Meristické znaky lína obecného (Baruš a Oliva, 1995):

	Hřbetní	Prsní	Břišní	Řitní	Ocasní
Ploutevní vzorec	III-IV	I	II	III-IV	-
	6-9	15-17	8-9	5-8	19
Počet šupin v postranní čáře				87-120	
Počet žaberních tyčinek na 1.žaberním oblouku				12-19	
Vzorec požerákových zubů				4-5,5-4	

2.1.3 Geografické rozšíření

Lín má široký areál rozšíření zahrnující především Evropu a Západní Asii. V Evropě se nevyskytuje jen v severní části Skandinávie, v Ladožském a Oněžském jezeře, v Dalmacii a na Krymu. Rozšířen je na Kavkaze a ve středních tocích řek Ob a Jenisej. Žije i v mírně slaných vodách Baltu (Heckel a Kner, 1858; Baruš a Oliva, 1995). Rozšířen je také v Číně, kam byl úspěšně introdukován (Wang a kol., 2005).

V České republice obývá rybníky, slepá ramena řek, údolní nádrže a jiné stojaté vody bohaté na vodní rostliny s mírně bahnitým dnem. Můžeme se s ním setkat i ve středních a dolních tocích řek, kde vyhledává klidnější zarostlé úseky (Hanel, 2001). Intenzivně je chován v rybnících především v Jižních Čechách a na Jižní Moravě.

2.1.4 Reprodukce

Lín je fytofilní druh vytírající se na vodní rostliny. Vytírá se ve dvou až třech dávkách tzv. porcovým výtěrem. Ryby se vytírají v malých skupinkách (Reiser a kol., 1983; Pekař, 1965).

Tření probíhá od května do července v závislosti na teplotě vody. Ideální teplota vody pro výtěr je 18-20 °C (Kubů a Kouřil, 1985). Rozmnožování je také závislé na dobrém zimování ryb a na kvalitě pohlavních produktů.

Pohlaví lína lze bezpečně určit během celého roku, především díky nápadným rozdílům v délce břišních ploutví. Mlčáků, v polovině druhého roku života, dochází k zesílení břišních ploutví. Jsou výrazně dlouhé, široké a mají lopatkovitý tvar. Po přitisknutí tělu překrývají břišní ploutve řitní otvor. U jikernaček jsou břišní ploutve

podstatně kratší (Čítek a kol., 1998). V období tření se objevuje u mlíčáků na hlavě a hřbetě třecí vyrážka (Heckel a Kner, 1858).



Obr. 3 Lín obecný-pohlavní dimorfismus. Vlevo je mlíčák a vpravo je jikernačka. In: Chytej.cz

Mlíčáci bývají pohlavně zralí ve druhém až třetím roce života, jikernačky pohlavně dozrávají o rok později (Kubů a Kouřil, 1985). Pokud líni nemají ideální podmínky pro růst, mohou pohlavně dospívat až v pátém roce života (Pekař, 1965). Jikernačka klade až 300 tisíc jiker, z nichž se za 4-8 dní kulí plůdek (Dubský, 1998). Reprodukční charakteristika je uvedena v Tab. 3.

Tab. 3 Reprodukční charakteristika lína obecného podle Dubského (1998)

Doba výtěru	Květen až Červenec
Optimální teplota vody	18 - 20 °C
Výtěr	Fytofilní, porcový
Relativní plodnost jikernačky	100 - 200 tisíc kusů jiker.kg ⁻¹
Vlastnosti jiker	Středně bobtnavé, silně lepivé
Velikost jiker před nabobtnáním	0,7 - 1 mm
Velikost jiker po nabobtnání	1 - 1,3 mm
Inkubační doba	60 - 65 °D
Velikost plůdku po vykulení	4 mm
Přechod na exogenní výživu od vykulení	6. - 8. den

Ve 20. století se reprodukce lína obecného prováděla přirozeným výtěrem v monokultuře nebo polykulturní obsádce s kaprem. Později byla popsána metoda s prepouštěním plůdku v kaskádovité soustavě rybníků, kdy se rychlený plůdek přepustí do níž položeného rybníka a oddělí se tak od generačních ryb. Pro zajištění dostatku násady se lín choval v monokulturní zhuštěné obsádce, která se příkrmovala granulovanou krmnou směsí. Touto metodou se dalo dosáhnout přírůstku přes 600 kg·ha⁻¹ (Pokorný, 1976).

První pokusy o umělý výtěr ovulujících jikernaček probíhaly ve třicátých letech 20. století v Německu. První pokusy v laboratorních i provozních podmínkách s použitím kapří hypofýzy prováděl na přelomu 60. a 70. let Pokorný, oplozené jikry byly uměle inkubovány a vykulený plůdek vysazen a odchován v rybníčních podmínkách (Kouřil a kol., 1986). Od 80. let proběhl nespočet úspěšných pokusů s hormonální indukcí ovulace pomocí GnRH a GnRH analogů především ve VÚRH Vodňany (Kouřil a kol., 1990; Kouřil a Hamáčková, 1996; Kouřil, 2001), včetně jejich masového zavedení do praxe (Kubů a Kouřil, 1985; Kouřil a kol., 2003).

V současnosti se v ČR využívá k hormonální indukcii ovulace především jednorázová aplikace maďarského přípravku Ovopel, případně preparátů na bázi GnRHa (Supergestran aj.), které se jednoznačně ukázaly jako účinnější, než původně používaná kapří hypofýza, podávaná ať již jednorázově nebo ve dvou dílčích dávkách (Kouřil a kol., 2006). Umělý výtěr je již plně zvládnut včetně metod úspěšného odlepkování jiker (Linhart a kol., 2000; Kouřil a Podhorec, 2011).

Byla ověřena metoda tzv. triploidizace lína obecného. Triploidní jedinci mají 3 sady chromozomů v somatických buňkách. Tito jedinci mají redukovaný vývoj gonád. Pro produkční chov jsou triploidní líni výhodnější především výrazně vyšší intenzitou růstu oproti diploidním jedincům (Flajšhans a kol., 1993). Dosahují až dvojnásobných přírůstků oproti diploidním jedincům. Triploidizace může probíhat jak přirozeně tak i uměle (tzv. indukovaně) (Flajšhans, 2008). Nejpoužívanější metodou indukce triploidie u lína obecného je chladovým šokem. Oplozené a odlepkované jikry jsou na 35 minut ponořené do vody o teplotě 2 °C. Tímto způsobem lze získat až 100 % triploidní potomstvo (Flajšhans a Linhart, 2000).

2.1.5 Potrava, růst a nutriční požadavky

Lín je všežravec, který není příliš vybíravý (Šusta, 1884). Preferuje drobnější organismy na dně rybníků, především má v oblibě larvy hmyzu, červy, korýše a podobně (Pekař a Krupauer, 1969). Vyhledává s oblibou i měkkýše (*Bythia tentaculata*). Pokud se ve vodním prostředí nachází dostatek měkkýšů, tak mají líni velké přírůstky (Bauch, 1955; Dyk a kol., 1956). Lín je jednou z typických stanovištních ryb, které až na výjimky nepodnikají žádné velké migrace (Vostradovský, 1968). Zdržuje se v místech, kde má dostatek úkrytů a hojnost potravy.

Plůdek línů vyhledává po přechodu na exogenní výživu fytoplankton, nejjemnější vířníky (*Rotatoria*), potom malé perloočky (*Cladocera*) a klanonožce (*Copepoda*). Dále se živí hrubým zooplanktonem (čeled' *Cyklopidae*) a larvami pakomárů (*Chironomidae*) (Kubů a Kouřil, 1985; Baruš a Oliva, 1995). Dospělí líni se živí vodním bentosem. Součástí potravy bývají i vodní rostliny. Lín je ohledně výběru potravy velmi přizpůsobivý. Dokáže se přizpůsobit dostupné potravě rychleji než kapr. Proto je to vhodná ryba do polykulturní obsádky s převahou kapra. Lín je díky svému tvaru těla schopný se obratně pohybovat a hledat potravu mezi vodními rostlinami a v mělké vodě (Čítek, 1998). Jeho růst je oproti jiným hospodářským rybám velmi pomalý. Tržní velikosti dosahuje obvykle až ve čtvrtém roce života (Dubský a kol., 2003).

Hmotnost plůdku lína se po vstřebání žlutkového vácku pohybuje kolem 0,5 mg (hmotnost plůdku kapra je třikrát větší). Právě nízká hmotnost a malá velikost plůdku komplikuje počáteční odchov v kontrolovaných podmínkách. Na počátku exogenní výživy je pro lína nezbytně nutná přirozená potrava. Plůdek lína nemá plně vyvinuté střevo. Střevo je velmi tenké, nezahnuté a krátké. Na začátku exogenní výživy má střevo minimální enzymatickou aktivitou. Jelikož se jedná o kaprovitou rybu bez žaludku, musí přijímat trávicí enzymy obsažené v přirozené potravě. Za začátku vývoje tyto enzymy nahradí enzymatickou funkci střeva. Zároveň je živá potrava zdrojem důležitých vysoce stravitelných proteinů. (Peňáz a kol., 1982). Pokud má plůdek dostatek potravy, jeho velikost se ve věku dvou týdnů pohybuje okolo 12 mm a hmotnost 10-20 mg. Plůdek ve věku tří týdnů může dosahovat hmotnosti 20-120 mg za dobrých potravních podmínek. Největší přírůstky má plůdek při odkrmu živou

potravou. Nejběžnější potravou používanou na odkrm plůdku v kontrolovaných podmínkách jsou naupliová stádia žábřonožky (rod *Artemia*) (Mareš a kol., 2005; Kubů a Kouřil, 1985).

Velikost plůdku lina na konci prvního vegetačního období v přirozených podmínkách bývá většinou 40-100 mm a jeho hmotnost se pohybuje v rozmezí 0,5-5 g. V ideálních podmínkách může mít plůdek po jednom vegetačním období hmotnost až 30 g. Růst lina je velmi variabilní a úzce závisí na kvalitě prostředí a potravy. Od druhého až třetího roku života jsou rozdíly v růstu mlíčáků a jikernaček i důvodu vytváření pohlavních produktů (Pokorný, 1975). Růst lina v jednotlivých letech života je uveden v Tab. 4.

Tab. 4 Průměrný růst lina v rybnících podle Dubského (2003)

Věk	Kusová hmotnost (g)
L1	2-20
L2	50-150
L3	150-250
L4	200-400

Byla provedena řada studií o nutričních požadavcích lina, avšak v dnešní době není dokončena kompletní startérová krmná směs pro rozkrmování a následný chov lina v kontrolovaných podmínkách (Cileček, 2012).

Limitujícím faktorem pro růst lina je vysoký obsah živočišných bílkovin, protože lín není na rozdíl od kapra schopný trávit neupravené sacharidy obsažené v obilovinách. Obsah neupravených sacharidů by neměl být vyšší než 30 %. Rybník musí mít vysokou přirozenou produkci, aby byl schopný línovi poskytnout dostatek potravy k růstu. Přikrmování obilovinami není vhodné (Jirásek a kol., 2005).

2.1.6 Technologie odchovu

Lín byl původně chován společně s kaprem již od počátků rybníkářství. Už v 18. století byl nejdůležitější doplňkovou rybou při chovu kapra (Baruš a Oliva, 1995). Jeho hodnota byla mírně podceňována až do poloviny 19. století.

Šusta (1884) ve svém díle o „Výživě kapra a jeho družiny rybníční“ uvádí, že by se měla uvážít plemenitba lína jako hodnotné ryby ve společném chovu s kaprem.

V zahraničí je lín v rybnících chován také hlavně v Polsku a Německu, ale taky v menší míře ve Španělsku, v Itálii a v Maďarsku (Steffens, 1995). Mimo Evropu je lín úspěšně chován v Číně (Wang a kol., 2005).

Odchov lína je většinou realizován v rybnících v polykulturní obsádce společně s kaprem. Plůdek je častěji chován v monokultuře. Úspěšný odchov plůdku je nejdůležitější v celém chovu (Pokorný a Kouřil, 1983; Macháček a kol., 1984). Velmi výhodný je intenzivní odchov plůdku s použitím suchých startérových směsí, avšak plůdek v prvních dnech není schopen využívat složité bílkovinné struktury (Jirásek a Mareš, 2001a,b). Kromě nutričních požadavků krmných suchých směsí je nutné optimalizovat podmínky prostředí (Jirásek a kol., 2004). Světelný režim by měl být minimálně 16 hodin světla a 8 hodin tmy. Pokud to podmínky pokusu dovolí, lze svítit i 24 hodin denně při intenzivním krmení (Wolnicki a kol., 2003). Podobně jako u kapra se v kontrolovaných podmínkách doporučuje počáteční hustota obsádky lína 50 – 150 ks·l⁻¹ (Cileček, 2012).

Odchov plůdku v kontrolovaných podmínkách je proto během prvních 7-10 dnů limitovaný podáváním živé potravy (Kouřil a kol., 1986; Mareš a kol., 2005). V kontrolovaných podmínkách se nejčastěji používají naupliová stádia žábřonožky (*r.Artemia*). Po počátečním rozkrmení živou potravou se plůdek převádí na suché krmivo metodou co-feedingu. V praxi je nutné, aby převod na suché krmivo probíhal až po kompletním dokončení stavby vnitřních orgánů plůdku. Nejlepšími výsledky se prezentují krmiva určená pro odkrm raných stádií mořských ryb (Mareš a kol., 2005). Krmiva pro lososovité ryby pro tyto účely nejsou příliš vhodná z důvodu vysokého obsahu tuku (12-16 %) (Cileček, 2012).

Cileček (2007, 2009) a Tkáč (2009, 2011) používali k odchovu raného plůdku lína nádrže o objemu vody 5 a 9 litrů. Tkáč používal neprůtočné nádrže se vzduchováním a Cileček používal průtočné nádrže. Hustotu nasazeného plůdku volili 50 ks·l⁻¹. Teplota vody v experimentálních nádržích byla během pokusu 24-28 °C. Jako ideální denní režim se oběma autorům osvědčil režim 16 hodin světla a 8 hodin tmy. Tkáč (2009,2011) a Cileček (2012) rozkrmovali plůdek nauplii 2 dny. Co-feeding trval 6 dní, kdy se postupně po šestinách snižovala dávka nauplií ve prospěch suché krmné

směsi. Cileček (2007) rozkrmoval plůdek nauplii 3 až 6 dní. Následoval co-feeding na krmnou směs. Co-feeding probíhal 3 až 6 dní. Od 9. dne odkrmu byl plůdek převeden na suchou krmnou směs.

Garcia a kol. (2011) a Celada a kol. (2013) používali na odkrm raného plůdku lína také nauplia žábronožky. Oba pokusy trvaly shodně 30 dní. Odkrm probíhal v nádržích o objemu vody 25 litrů. Hustota plůdku byla $20 \text{ ks}\cdot\text{l}^{-1}$. Teplota vody byla 24-25 °C. U jiných skupin používali dekapsulované cysty (nižší a vyšší líhivosti) na krmení namísto startérové krmné směsi. Prvních 7 dní odchovu (rozkrmení) používali nauplia žábronožky. Po rozkrmení následoval co-feeding na dekapsulované cysty a od 10. dne byl plůdek krmen jen cystami.

Množství živé potravy podávané během prvního týdne krmení přesahuje 100 % hmotnosti biomasy nasazených ryb. Ryby jsou krmeny i více než 16 hodin denně v pravidelných dvou až tří hodinových intervalech. Doporučuje se mírný průtok vody a nízký vodní sloupec. Během prvních týdnů se dá předpokládat přežití plůdku až 95-98 % (Cileček, 2012). Rozkrmený dvoutýdenní plůdek je určen k vysazení do přirozeného prostředí nebo k dalšímu chovu v kontrolovaných podmínkách. Správně rozkrmený a nasazený plůdek může mít v přirozeném prostředí na konci prvního vegetačního období přežití i více než 40 % (Kubů a Kouřil, 1985).

V České republice je lín tradičně chovanou rybou a proto byly koncem minulého století izolovány různé linie. Linie byly pojmenovány podle místa původu a místa intenzivního chovu těchto linií či zbarvení. Tyto linie jsou dodnes udržovány. Proto jsou chovány různé linie zpravidla pojmenované podle původu (Vodňanská, Hlubocká, Mariánskolázeňská, Velkomeziříčská, Tábořská, Kožak 92, Zlatá, Modrá, Maďarská, Rumunská, Koenigswarthská) nebo jejich kříženci. Linie jsou od sebe odlišené geneticky a mají různé parametry užitkovosti (Kvasnička a Pokorný 1984; Kohlmann a kol. 2010).

2.1.7 Podmínky prostředí

Teplota vody patří mezi nejdůležitější vlastnost vody ovlivňující chov ryb. Ovlivňuje především aktivitu ryb a tím i přijímání potravy a intenzitu trávení a metabolismu. Lína obecného řadíme k našim teplomilným druhům, jeho teplotní optimum spadá do intervalu 19-26 °C. Optimální teplota vody je buď shodná

a nebo o něco vyšší než u kapra. Pro odchov plůdku lína je doporučená teplota 19-25 °C. Pro chov násady a tržních ryb je vhodná teplota v rozmezí 20-26 °C (Peňáz a kol., 1989; Kouřil a kol., 2008). Teplota nižší než 16 °C a vyšší než 29 °C není pro chov lína vhodná (Peňáz a kol., 1983). Při dlouhodobém působení extrémních teplot přestávají ryby úplně přijímat potravu (Baruš a Oliva, 1995). Prudké změny teploty vody způsobují teplotní šok. Pokud mají ryby plný trávicí trakt potravy, hrozí autointoxikace amoniakem. Dospělé ryby snáší větší teplotní rozdíly než plůdek. Pro plůdek je letální prudká změna teploty o pouhé 2 °C (Pokorný a kol., 1992).

Lín je považován za jeden z nejodolnějších druhů na území ČR vůči nedostatku rozpuštěného kyslíku ve vodě (Čítek, 1998). Dostatečná koncentrace kyslíku pro chov lína o 17 % nižší než u kapra. Koncentrace kyslíku ve vodě je ve srovnání s kaprem označena koeficientem 0,83 (odpovídá hodnotě 5,4 mg·l⁻¹). Dlouhodobě není pro chov vhodné, aby koncentrace kyslíku klesla pod 3 mg·l⁻¹. Pro chov lína se doporučuje udržovat stálé nasycení vody kyslíkem nad 70 % (Svobodová a kol., 1993). V zimním období je lín schopen bez následků přežít koncentraci kyslíku 0,3-0,5 mg·l⁻¹. V teplém letním období je schopný přežít koncentraci kyslíku 1,5 mg·l⁻¹ (Čítek, 1998).

Ideální rozmezí hodnoty pH je 7-8. Lín snáší široké rozmezí pH 5-10. Při překročení mezních hodnot dochází k úhynu (Hamáčková a kol., 1996; Hamáčková a kol., 1998). Velmi dobře snáší i kyselá voda z oblasti rašelinišť. Pokud se ve vodě zhorší podmínky, tak lín hyne obvykle později než kapr (Dyk a kol., 1956).

2.2 Rod Žábřonožka

2.2.1 Taxonomické zařazení

Tab. 5 Taxonomické zařazení rodu žábřonožka (*Artemia*)

Říše	Živočichové (Animalia)
Kmen	Členovci (Arthropoda)
Třída	Lupenonožci (Branchiopoda)
Řád	Žábřonožky (Anostraca)
Čeleď	Žábřonožkovití (Artemiidae)
Rod	Žábřonožka (<i>Artemia</i>)

2.2.2 Charakteristika

Žábřonožku solnou (*Artemia salina*, Linnaeus 1758) poprvé popsal v roce 1755 Schläöser, který ji našel ve slaném jezeře Lymington ve Velké Británii. Poté se objevila i v knize Carla Linného *Systema Naturae* z roku 1758 (Baas-Becking, 1931).

Žábřonožky jsou drobní korýši obývající slanou vodu (Sorgeloos a kol., 1977). V dospělosti mají žábřonožky velikost 10-15 mm (Léger a kol., 1987). Velmi efektivně filtrují živou potravu do velikosti 40 µm. Jejich potravou jsou drobné organismy jako například řasy, rozsivky, detrit a prvoci. Jejich přirozená potrava se nejčastěji skládá z nevláknitých řas, rozsivek, detritu, prvoků, bakterií a dalších mikroorganismů (Sorgeloos a kol., 1977).

2.2.3 Geografické rozšíření a životní prostředí

Populace různých druhů žábřonožek se vyskytují v tropickém, subtropickém ale i v mírném pásu v přírodních slaných jezerech. Na světě je přibližně 500 jezer s výskytem žábřonožek. Výskyt různých druhů je dán odlišnými nároky na teplotu vody, salinitu a složení vody. Teplota vody se může pohybovat podle druhu v rozmezí 6-35 °C (Van Stappen, 1996).

Žábřonožka disponuje velkou odolností vůči slané vodě a dokáže přežít i v úplném nasycení vody solí (Hartman a kol., 1998). V přirozeném prostředí slaných

jezer, kde žijí žábronožky, je nízká druhová diverzita a velmi malý predační tlak z důvodu vysoké salinity vody. Žábronožka zde má minimum potravních konkurentů. Salinita vody s přirozeným výskytem žábronožky dosahuje až $70 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ a žábronožka dokáže krátkodobě přežít i salinitu $250 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$. V důsledku vysoké salinity prostředí vytváří žábronožka často monokultury. Salinita vody je nejdůležitější faktor ovlivňující výskyt žábronožky (Van Stappen, 1996).

Žábronožky se často vyskytují v jezerech vznikajících odpařováním mořské vody (thalassohaliní jezera). Tyto jezera jsou typické v pobřežních oblastech. Voda v nich je velmi podobná mořské vodě (Van Stappen, 1996).

2.2.4 Reprodukce

Způsob rozmnožování je závislý na podmínkách prostředí. Při příznivých podmínkách se rozmnožují bisexuálně. Po naklazení vajíček se z nich okamžitě líhnou larvy. Tento způsob rozmnožování se nazývá vejcoživorodé neboli ovoviviparní. Za jeden reprodukční cyklus samice vyprodukuje 50-250 nauplií. Za nepříznivých podmínek se žábronožky rozmnožují partenogeneticky. Při partenogenezi se vývoj vajíčka zastavuje ve stádiu gastruly a vytváří se trvalé vajíčka tzv. cysty. Vajíčka jsou metabolicky neaktivní a aktivují se až za příznivých podmínek. Jsou nakladena do vody, kterou jsou vynášena na břehy jezer (Hartman a kol., 1998; Criel a Macrae, 2002). V přirozených podmínkách se cysty aktivují kladnými podněty z prostředí. Mezi podněty může patřit například déšť, změna teploty nebo změna délky slunečního svitu (Sorgeloos a kol., 1991).

Trvalá vajíčka jsou chráněna vnějším obalem, který je složen ze tří částí: kortikální, alveolární a kutikulární vrstvy. Kortikální a alveolární vrstva tvoří chorion zárodku. Tyto vrstvy jsou tvořeny lipoproteiny. Vrstvy jsou také prostoupeny chitinem a hematinem, což způsobuje hnědé zbarvení vajíčka. Chorion chrání vajíčko proti mechanickému poškození a UV záření. Následuje vnější kutikulární membrána, embryonální kutikula a vnitřní kutikulární membrána (Kouba a kol., 2009).

2.2.5 Životní cyklus

Životní cyklus probíhá přes několik stádií (tzv. naupliové stádia). Žábronožky po vylíhnutí nepřijímají potravu, protože vstřebávají žlutkový váček (lecitotrofní výživa). Vylíhnuté nauplia mají dobře patrné červené naupliové oko, tykadélka se senzorickou

funkcí a tykadla sloužící k pohybu a filtraci potravy. Po vstřebání žloutkového váčku probíhá první svlékání (instar). Ideální teplota pro růst je mezi 25-30 °C (Sorgeloos a kol., 1977; Vos, 1979).

Velikost žábřonožky v prvním a druhém instaru se pohybuje mezi 428-517 µm. (Léger a kol., 1987). Po vstřebání žloutkového váčku jsou žábřonožky schopné přijímat potravu. Období od začátku exogenní výživy do dospělosti se označuje jako metanaupliové stádium. Žábřonožky ve stádium metanauplia jsou staré 2-5 dní (II.-V. instar). V tomto období musí žábřonožky vyhledávat potravu. Většina nauplií ale nepřežije z důvodu vyhladovění (Bengtson a kol., 1991). Čerstvě vylíhlá nauplia a metanauplia se nejčastěji používají v akvakultuře jako živá potrava pro korýše a raná stádia ryb (Merchie, 1996). Žábřonožka prochází asi patnácti instary než se z ní stane dospělý jedinec, který je schopný se rozmnožovat (Sorgeloos a kol., 1977). Dospělé žábřonožky mají velikost 10-12 mm (Van Stappen, 1996). Na některých lokalitách mohou dorůst až 20 mm (Vos, 1979).

Od desátého instaru jsme schopni pozorovat pohlavní dimorfismus. Samice mají dělohu, ve které se nacházejí vajíčka nebo cysty. U samic dochází také k redukci tykadel. Samci mají párový penis (Van Stappen, 1996). Dospělci jsou chováni v intenzivních chovech nebo odchyťováni ve volných vodách, kde se přirozeně vyskytují (Bengtson a kol., 1991).

2.2.6 Nutriční hodnoty

Léger a kol. (1986) zjistili, že poměr základních nutričních látek se u čerstvě vylíhlé žábřonožky může výrazně lišit. Obsah proteinů se může pohybovat mezi 37-71 % podle životního prostředí, kvality vajíček, inkubační doby a druhu žábřonožky. Velkého rozpětí dosahuje také obsah lipidů a to mezi 12-30 %. Obsah karbohydrátů se pohybuje mezi 11-23 % a obsah popelovin mezi 4-21 %.

Neobohacená nauplia žábřonožky (6 hodin po vylíhnutí) obsahují 56,3 % PUFA. N-3 mastné kyseliny tvoří 48,6 % a n-6 mastné kyseliny tvoří 6,9 % (Mc Evoy a kol., 1997).

Evjemo a kol. (2001) studovali obsah lipidů a proteinů u čerstvě vylíhnuté žábřonožky. Zjištěný obsah lipidů se rovnal $145 \pm 4,6 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny. Obsah mastných kyselin byl $99 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny, což je 68 % z celkového obsahu lipidů. N-3 mastné

kyseliny tvořily 34 %. Testy prokázaly že žábřonožky neobsahují DHA. Obsah EPA byl $3,9 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny. Obsah proteinu tvořil 38%, konkrétně $380 \pm 11,2 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny.

Han a kol. (2000) zjistili, že obsah EPA je u čerstvě vylíhnutých žábřonožek $8,8 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny, obsah DHA je $0,1 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny a obsah n-3 mastných kyselin $10,4 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny.

Žábřonožka solná obsahuje přibližně 50-56 % bílkovin, 12-23 % tuku a 4-17 % sacharidů (Kouba a kol., 2009).

2.2.7 Historie použití k odkrmu plůdku ryb

Použití nauplií žábřonožky by se dalo označit jako jeden z milníků moderního chovu ryb. Počátky krmení ryb živými naupliemi žábřonožky jsou známé ze 30. let 20. století (Seale, 1933). Postupem času začal stoupat význam žábřonožky. Ve 40. letech byly cysty žábřonožek odlovovány především ve vnitrozemských jezerech a dodávány na místní trh. Průmyslový odlov cyst se začal provozovat ve Velkém Solném jezeře v Utahu a v San Franciském zálivu v Kalifornii v průběhu 50. let. V té době byla cena žábřonožky ve srovnání s dnešní dobou velmi nízká. Během 60. a 70. let 19. století se využití žábřonožky rozšířilo do celého světa a dále stoupal její význam. I když žábřonožka není pro většinu chovaných ryb přirozenou potravou, začala se těšit čím dál větší oblibě u chovatelů. Největší výhodou je její jednoduchá inkubace. Další výhodou je vysoká trvanlivost trvalých vajíček, která je při správném skladování v řádu let. Další výhodou je její poměrně krátká inkubační doba, která činí přibližně 24 hodin od vložení trvalých vajíček do líhňoucího roztoku (Sorgeloos a kol., 1998).

V 70. letech 20. století byla poptávka po žábřonožce velká a tak začala stoupat i produkce. Hledala se nové naleziště, které se od sebe lišila především různým množstvím žábřonožek. Vzhledem k vysoké poptávce začala stoupat i cena žábřonožky (Léger a kol., 1986). V této době se začaly žábřonožky dělit i na různé kvalitativní třídy. Za nejkvalitnější se považují žábřonožky ze solných vnitrozemských jezer (například Velké Solné jezero v Utahu). Podíl na růst ceny žábřonožek z jezer mělo i vliv, že tato jezera nebyla schopna vyprodukovat dostatečné množství žábřonožky. Žábřonožky z různých míst se od sebe liší obsahem výživových látek (proteiny, mastné kyseliny), které jsou velmi důležité pro efektivní chov ryb (Van Stappen, 1996).

V 80. letech se na světový trh začali dostávat žábřonožky odlovené v přírodních podmínkách z různých částí světa jako například Argentina, Kolumbie, Austrálie, Čína a Francie. V Brazílii a Thajsku produkovali cysty z cíleného chovu. Kvalita těchto produktů však byla velmi nevyrovnaná dokonce i v rámci jedné lokality. Kvalita vajíček je velmi ovlivněna prostředím (Léger a Sorgeloos, 1984).

Postupem času se zjistilo, že žábřonožka nemá dostatečné složení nutričních látek pro chov převážně mořských druhů ryb. V reakci na to se začalo v 90. letech 20. století pracovat na nové metodě tzv. bioenkapsulaci žábřonožek. Tato metoda spočívá v obohacování žábřonožky o výživové látky, které jsou jí předkládány v potravě. Po pozření látek je žábřonožka bohatší o nutriční látky a vhodnější pro rozkrmení plůdku (Sorgeloos a kol., 1998).

2.2.8 Inkubace

Inkubace žábřonožky z trvalých dekapsulovaných vajíček je technického hlediska poměrně jednoduchá. Právě jednoduchý postup inkubace z ní činí velmi vhodné krmivo pro počáteční rozkrmení ryb a jako krmivo pro kraby, ústřice a humry (Léger a kol., 1986).

Dodržení základních parametrů vody je základ pro úspěšnou inkubaci žábřonožky. Teplota vody se doporučuje v rozmezí 25-28 °C. Obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě by neměl klesnout pod 4 mg·l⁻¹. Voda musí mít salinitu 15-35 ‰, čehož se dosáhne přidáním kuchyňské soli. Pro správné líhnutí a vývoj nauplií je důležité také pH vody, které by mělo být 8,0. Pro úpravu pH lze použít jedlou sodu. V inkubačních nádobách či nádržích je důležité mít intenzivní vzduchování. Vzduchování v kónické nádrži zajistí, že se vajíčka nebudou usazovat na dně. V nádrži by neměly vznikat "hluchá" místa s nahromaděnými vajíčky. V poslední řadě je potřeba mít stabilní osvětlení nádob. Dostačující osvětlení je přibližně 2000 luxů (Sorgeloos a kol., 1991; Kouba a kol., 2009). Líhnutí nauplií trvá přibližně 24 hodin. Poté lze bezpečně separovat nauplia od vaječných obalů (Conceicao a kol., 2010)

Před začátkem krmení ryb je vhodné si otestovat několik parametrů ohledně líhnutí žábřonožky. Jedná se především o líhivost, které se udává v procentech úspěšně vylíhlých žábřonožek z vajíček. Líhivost bývá většinou 20-90 %. Další důležitý parametr je efektivita líhnutí, který uvádí počet vylíhlých nauplií z určité hmotnosti vajíček (většinou z 1 gramu). Průměrná efektivita líhnutí z 1 gramu vajíček je přibližně

100tis.- 300tis. kusů nauplií. Dalším parametrem, který je třeba ověřit je čas od začátku líhnutí (t_0) a čas při kterém se vykulí 90 % nauplií (t_{90}). Začátek líhnutí bývá 13-20 hodin od nasazení vajíček do roztoku. 90 % nauplií se vylíhne 20-32 hodin od nasazení. Všechny uvedené parametry se liší v závislosti na druhu inkubované žábřonožky a na parametrech vody (teplota, salinita, pH) (Bengtson a kol., 1991).

2.2.9 Dekapsulace

S velkou oblibou se používá metoda tzv. dekapulace žábřonožky. Při dekapulaci jsou vajíčka vystavena silnému oxidačnímu činidlu, čímž je odstraněn tvrdý lipoproteinový obal (chorion) vajíčka. Jako oxidační činidlo se používá chlornan sodný, který je obsažen například v Savu. Takto upravené vajíčko je předkládáno jako potrava (Kouba a kol., 2009). Dekapulovaná vajíčka jsou svou velikostí vhodná pro krmení drobného plůdku ryb bez nutnosti inkubace. Jejich velikost se pohybuje okolo 200-250 μm (Adámková, 1999). Velkou výhodou je, že během dekapulace nauplius žábřonožky neztrácí energii, kterou by vynaložil k proražení tvrdé vnější vrstvy vajíčka. Dekapulovaná vajíčka mají o 30-57 % vyšší energetickou hodnotu než vylíhnutá nauplia (Sorgeloos a kol., 1977; Adámková, 1999; Kouba a kol., 2009). Pro dekapulaci lze použít i vajíčka s nižší tržní hodnotou, která mají nízkou líhivost. Odhaduje se, že tato vajíčka tvoří až 50 % světové produkce (Léger a kol., 1986). Vajíčka jsou během dekapulace působením dezinfekčního silného oxidačního činidla zbavena patogenů, které by se mohly zanést do nádrží. Dekapulovaná vajíčka lze na krátkou dobu skladovat v chladničce při teplotě 0-4 °C (Adámková, 1999). Pro zvýšení trvanlivosti se používá sušení při nízké teplotě 35-40 °C po dobu 6-24 hodin. Při sušení při vyšších teplotách dochází k denaturaci bílkovin. Tato úprava téměř nezmění nutriční hodnoty vajíčka (Harzevili a kol., 2003). Vajíčka jsou inertní (nepohyblivá), proto nejsou příliš atraktivní potrava. Mají přibližně o 30 % vyšší hmotnost než vylíhnutý nauplius. Proto jsou vhodná pro raná stádia ryb vyhledávající potravu na dně. Méně vhodné jsou pro ryby preferující živou potravu (Hamáčková a kol., 2008).

2.2.10 Obohacování žábronožky

Čerstvě vylíhlá nauplia žábronožky jsou považována za velmi dobré krmivo pro raná stádia ryb. Nauplie však obsahují velmi málo některých nutričních látek, které jsou důležité pro správný vývoj plůdku ryb. Jedná se především o velmi malé množství n-3 nenasycených mastných kyselin. Především se jedná o esenciální kyselinu eikosapentaenovou (EPA; 20:5) a kyselinu dokosahexanovou (DHA; 22:6) (Han a kol., 2000). Metoda bioenkapsulace neboli obohacování žábronožky spočívá v dodání potřebných nutričních látek potravou. Je to proces kdy se do živé potravy inkorporuje nutriční látka prostřednictvím potravy a dochází ke změně poměrů nutričních látek v organismu. Žábronožky látky přijímají orálně, pinocytózou, fagocytózou nebo endocytózou (Gelabert, 2001).

Čerstvě vylíhlá nauplia žábronožky jsou po dobu asi 6-8 hodin vyživovány žloutkovým včáčkem (Sorgeloos a kol., 1977). Obohacování lze uplatnit až u metanauplií, která aktivně přijímají potravu. Žábronožka je neselektivní filtrátor, čehož se využívá při obohacování různými bioenkapsulačními médii. Mezi bioenkapsulační média patří hlavně krmení jednobuněčnými řasami (rod *Chlorella*, *Cryptocodium*, *Schizochytrium*) (Vismara a kol., 2003) nebo probiotickými kvasinkami (Patra a Mohamed, 2003). Dále lze použít liposomy (Monroig a kol., 2006), různé emulze olejů s vysokým obsahem esenciálních mastných kyselin (Léger a kol., 1987), lipidové kapénky (Langdon a kol., 2008) nebo probiotické bakterie (Gomez-Gil a kol., 1998).

Sorgeloos a kol. (2001) zkoumali účinnost různých bioenkapsulačních médií. Nejlépe se osvědčily emulze olejů s vysokým obsahem HUFA. Existuje několik firem, které se zabývají jejich výrobou např. firma SELCO. Jejich přípravky na obohacování žábronožky obsahují kromě zmíněných olejů i další nutriční látky jako například vitamíny a karotenoidy. Přípravky jsou dodávány ve formě koncentrovaného roztoku. Pro obohacení je nutné je naředit vodou, při čemž vytvoří mikroglomeruly (Léger a kol., 1986).

2.2.11 Uchování živé žábronožky

Čerstvě vylíhlá nauplia žábronožky lze uchovávat při teplotě vody 10 °C. Při této teplotě u nauplií dochází k výraznému zpomalení metabolismu a také ke znemožnění přechodu do stádia metanauplie. Nedochozí zde k výrazným

energetickým ztrátám (nejvýše 5 %). V nádobách na přechování nauplií musí být zavedeno vzduchování, abychom zajistili minimální obsah kyslíku ve vodě $4 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Při konstantní teplotě $10 \text{ }^\circ\text{C}$ a dostatečném vzduchování je životnost nauplií minimálně 24 hodin (Merchie, 1996).

2.2.12 Krmení ryb

Před krmením bychom se měli ujistit, že jsou nauplia dostatečně velká, aby je plůdek pozřel. Pokud jsou příliš velká, musí se zvolit menší velikost. Nevýhodou krmení plůdku je omezená životaschopnost nauplií žábřonožky ve sladké vodě. Nauplia jsou schopna se pohybovat ve sladké vodě 30-60 minut. Poté hynou a padají na dno nádrže. Na dně už nejsou pro ryby tak atraktivní. Proto je nutné krmit v častých intervalech (ideálně 2-3 hodinové intervaly) (Merchie, 1996).

3 METODIKA A MATERIÁL

3.1 Původ generačních ryb a plůdku

V pokusu jsme použili plůdek lína obecného. Generační ryby pocházely z Rybářství Hluboká nad Vltavou a byly vytřeny 18.6.2015 v Genetickém rybářském centru Výzkumného ústavu rybářského a hydrobiologického ve Vodňanech (který je součástí FROV JU). Plůdek se začal kulit 22.6.2016. Ve stádiu váčkového plůdku byl převezen na místo pokusu, který se uskutečnil v Českých Budějovicích.

3.2 Technické zázemí

Pokus probíhal od 29.6.2015 do 11.8.2015 v budově Fakulty rybářství a ochrany vod na Husově třídě v Českých Budějovicích. Vlastní experimentální část práce byla uskutečněna v laboratorních podmínkách v osmnácti průtočných nádržích o objemu 87 litrů ve tvaru kvádrů (objem vody 50 litrů). Nádrže byly součástí recirkulačního systému (Obr. 4). Systém byl složen ze tří pater. Vrchní patro tvořila nádrž naplněná filtračními médii. Spodní nádrž sloužila k zásobě vody, která se čerpadlem přečerpávala do vrchní nádrže. Prostřední část systému tvořily experimentální nádrže. Na straně přítoku a zároveň i odtoku vody byl odtok od prostoru pro ryby oddělen plastovými rámečky z uhelony (velikost ok 0,4 mm). Bylo nutné použít co možná nejjemnější uhelon s ohledem na malou velikost plůdku. Kraje rámečků byly ještě utěsněny tmelem, aby nedocházelo k úniku plůdku z nádrží. Velikost ok se během pokusu neměnila. V každé nádrži byl vzduchovací kamínek napojený na rozvod vzduchu. Nastavený průtok zbezpečoval výměnu vody v nádržích jednou za dvě hodiny.



Obr. 4 Experimentální nádrže na odchov plůdku lína v Českých Budějovicích

3.3 Nasazení plůdku

Váčkový plůdek lína byl nasazen 28.6.2015 do nádrží v množství 2 000 kusů plůdku na nádrž. Hustota plůdku byla $50 \text{ ks}\cdot\text{l}^{-1}$. Celkově bylo do systému nasazeno 36 000 kusů plůdku. Plůdek byl počítán ručně pomocí bílých plastových lžiček, na kterých byl drobný plůdek dobře viditelný. Průměrná celková délka plůdku při nasazení byla $4,2 \pm 0,2 \text{ mm}$, průměrná hmotnost byla $0,51 \pm 0,1 \text{ mg}$.

3.4 Příprava žábřonožky

Inkubace žábřonožky probíhala ve zvláštním akváriu o objemu vody 60 litrů a teplotou vody $28 \text{ }^\circ\text{C}$ v aparátech vyrobených z kónických plastových PET láhví. Láhve měly různé objemy v rozmezí 1,5l až 4l. Pro správnou inkubaci žábřonožky byl připraven inkubační solný roztok. Rostok se připravil smícháním vody, $30 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ soli a $0,5 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ sody. Do každého litru roztoku na líhnutí bylo přidáno 2,5 g vajíček žábřonožky. Na vážení soli, sody a vajíček byla využita digitální váha KERN-440-35A s přesností vážení na setinu gramu. Během líhnutí bylo nutné, aby se vajíčka neusazovala na dně. Proto se na dně nacházel vzduchovací kamínek napojený na rozvod vzduchu, který vajíčka promíchával. Zároveň díky kónickému tvaru láhve nevznikaly "hluchá" místa s nahromaděnými vajíčky. Vzduchování zároveň zabezpečovalo dostatek kyslíku pro žábřonožku. Každý den byla založena nová žábřonožka. Její líhnutí trvalo 20 až 24 hodin. Velikost nauplií žábřonožky byla zvolena co možná nejmenší s ohledem na malou velikost plůdku. Průměr vajíček byl $\pm 230 \text{ }\mu\text{m}$. Distributor vajíček byla firma Ocean nutrition se sídlem v Belgii. Velikost nauplií po vykulení byla $430 \text{ }\mu\text{m}$. Líhivost nauplií byla experimentálně stanovena na 89 %. Čerstvá nauplia na krmení byla uchovávána v akváriu s vodou o objemu 60 cm^3 a teplotě $10 \text{ }^\circ\text{C}$.

3.5 Obohacování (bioenkapsulace)

Obohacování bylo provedeno speciálními přípravky od firmy Selco s názvy Selco DHA a Selco Spresso. Výrobce přípravku Selco DHA uvádí, že obsahuje 32,5 % vlhkosti (voda), 66 % tuku, 0,5 % popelovin, 0,5 % hrubé vlákniny a 0,2 % fosforu. Obsah vitamínu A byl $1\,500\,000\text{ IU}\cdot\text{kg}^{-1}$, vitamínu D3 $150\,000\text{ IU}\cdot\text{kg}^{-1}$, vitamínu E $3600\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ a vitamínu C $800\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Obsahoval také antioxidanty Ethoxyquin a BHA (β -hydroxy kyseliny) a obsah Omega 3 vysoce nenasycených mastných kyselin HUFA byl minimálně $200\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$. Přípravek Selco Spresso pak podle výrobce obsahoval 58 % vlhkosti, 2 % bílkovin, 32 % tuků, 2 % popelovin a 0,5 % fosforu. Dále obsahoval vitamín A v množství $110\,000\text{ IU}\cdot\text{kg}^{-1}$, vitamín D3 v množství $10\,000\text{ IU}\cdot\text{kg}^{-1}$, vitamín E $5400\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ a vitamín C $8000\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Přípravek obsahoval také antioxidanty Ethoxyquin a Propylgallát. Obsah Omega 3 vysoce nenasycených mastných kyselin HUFA byl minimálně $150\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$. Poměr DHA/EPA byl 9/1.

Obohacování by mělo pozměnit a vylepšit nutriční hodnoty nauplií žábřonožky. Při obohacování jsme postupovali podle doporučeného postupu. Vylíhlá nauplia jsme zkoncentrovali a spočítali počet kusů v 0,1ml. Nauplia byla počítána pomocí mikroskopu a velmi jemné plastové mřížky. Na mřížku jsme rovnoměrně rozprostřeli nauplia a přesně spočítali počet kusů. Nauplia jsme poté zvážili na váze, abychom mohli určit denní krmnou dávku. Do obohacovacích roztoků jsme dávkovali Selco DHA $0,6\text{ ml}\cdot\text{l}^{-1}$ a Selco Spresso $1\text{ ml}\cdot\text{l}^{-1}$. Na jeden litr obohacovacího roztoku jsme přidali 300 000 nauplií. Obohacování trvalo 18-24h. U Selco DHA probíhalo obohacování nauplií 24 hodin. U Selco Spresso probíhalo obohacování 18-22 hodin. Aby měla žábřonožka dostatek kyslíku, v každé láhvi byl vzduchovací kamínek. Poté jsme žábřonožku několikrát propláchli čistou vodou, umístili do nádrže se studenou vodou a pak byla připravena na krmení. Teplota vody v uchovávací nádrži byla udržována na úrovni $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3.6 Krmení

V pokusu byly použity tři varianty krmení. První variantou bylo krmení neobohacenými naupliemi (kontrolní skupina). Další dvě skupiny byly krmeny obohacenými naupliemi žábřonožky. Zvolili jsme dva různé termíny převodu na suché krmivo (po 7 a 21 dnech krmení žábřonožkou). Dohromady tedy bylo šest skupin.

Každá skupina plůdku byla odchovávána ve třech opakováních (nádržích).

Na konci pokusu byly všechny ryby převedeny na suché krmivo. Přehledné rozdělení skupin je uvedeno v Tab. 6.

Tab. 6 Schéma rozdělení a označení skupin larev lína

Krmení	Doba krmení žábřonožkou	Označení skupiny
Neobohacená žábřonožka	7 dní	K 1
Neobohacená žábřonožka	21 dní	K 3
Žábřonožka obohacená přípravkem Selco DHA	7 dní	DHA 1
Žábřonožka obohacená přípravkem Selco DHA	21 dní	DHA 3
Žábřonožka obohacená přípravkem Selco Spresso	7 dní	SPR 1
Žábřonožka obohacená přípravkem Selco Spresso	21 dní	SPR 3

Po rozkrmění naupliemi žábřonožky byl proveden co-feeding. Polovina ryb byla na suché krmivo převedena v prvním týdnu a u druhá polovina ryb ve třetím týdnu. Co-feeding probíhal 4 dny. Během nich jsme postupně snižovali množství žábřonožky a zvyšovali množství suchého krmiva. Jako startérovou směs byla zvolena krmná směs Inicio Plus GR pro plůdek od firmy Biomar o velikosti částic 0,4 mm. Směs obsahovala 63 % proteinů, 11 % tuku, 7,3 % uhlovdanů, 0,2 % vlákniny a 2 % fosforu. Krmná směs byla ještě rozmělněna v hmoždíři na co nejmenší velikost. Od 25. dne krmení byla použita na krmení všech ryb jen suchá startérová krmná směs.

Plůdek byl krmen v dvouhodinových intervalech devětkrát denně (8.00-24.00). Denní dávce tvořila 100 % aktuální biomasy odchovávaného plůdku v každé nádrži při krmení naupliemi žábřonožky. Po přechodu na suché krmivo se krmná dávka snížila na 50 % celkové biomasy.

3.7 Fyzikálně-chemické vlastnosti vody

Cílem bylo s ohledem na požadavky plůdku udržet minimální teplotu vody 25 °C. Každý den v 8.00 a 22.00 bylo provedeno kontrolní měření teploty, pH vody a obsahu kyslíku včetně nasycení vody kyslíkem pomocí oxymetru Hach HQ40d. Dvakrát týdně byl měřen obsah amoniaku, dusičnanů a dusitanů ve vodě.

3.7.1 Teplota vody

Teplota vody byla měřena oxymetrem vždy v 8.00 a v 22.00. Vzhledem k rozdílným teplotám byla stanovena průměrnou teplotu během pokusu. Různé ranní a večerní hodnoty ovlivnila velmi vysoká teplota vně objektu, ve kterém probíhal pokus. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v Tab. 7.

Tab. 7 Naměřené hodnoty teploty vody

Ranní měření	°C
Průměrná teplota	25,6
Minimální teplota	25,0
Maximální teplota	27,2
Večerní měření	°C
Průměrná teplota	26,0
Minimální teplota	25,0
Maximální teplota	27,8

3.7.2 pH

Hodnoty pH byly měřeny pomocí oxymetru dvakrát denně společně s teplotou. Během pokusu jsme nemuseli nijak upravovat pH, protože jsme každý den měnili v systému vodu. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v Tab. 8.

Tab. 8 Naměřené hodnoty pH

Průměrná hodnota pH	8,03
Minimální hodnota pH	7,75
Maximální hodnota pH	8,37

3.7.3 Dusičnany, dusitany a amoniak

Hodnoty byly stanoveny dvakrát týdně v laboratoři. Stanovené hodnoty jsou uvedeny v Tab. 9.

Tab. 9 Stanovené hodnoty dusičnanů, dusitanů a amoniaku ve vodě v mg·l⁻¹

	NO ₃	NO ₂	NH ₄
Průměrná hodnota	12,3	0,4	0,11
Minimální hodnota	2,9	0,3	0,05
Maximální hodnota	18,4	0,9	0,56

3.8 Čištění nádrží a výměna vody

Každé den bylo vyměněno přibližně 10 % vody v recirkulačním systému. Na doplnění vody byla použita vodovodní voda přefiltrovaná přes uhlíkový filtr. Každý den jsme odkalovali usazovací nádrž, odsávali exkrementy a nespotřebované krmivo z nádrží. Podle potřeby se čistily rámečky z uhelnu. Po odkalování jsme do systému dopouštěli vodu.

3.9 Vzorkování plůdku

Během pokusu byl každý týden odebrán z nádrží daný počet kusů plůdku na fotografování a vážení. Během prvních dvou týdnů byly odebrány pouze vzorky plůdku, ale počet kusů jsme nepočítali. Důvodem byla malá velikost plůdku a obava z mechanického poškození během počítání. Počet ryb v nádržích byl odhadnut vedoucím práce. Poté bylo každý týden provedeno kontrolní vážení a fotografování plůdku. Počítání plůdku bylo provedeno v každé nádrži zvlášť.

První týden (7. den odkrmu) bylo odebráno 20 kusů plůdku z každé nádrže. Po dobu dalších čtyř týdnů (14., 21., 28., a 35. den odkrmu) bylo odebráno 10 kusů plůdku. Na konci pokusu (42. den odkrmu) jsme odebrali z každé nádrže 30 kusů plůdku. Odebrané ryby byly usmrceny v silném roztoku hřebíčkového oleje.

3.9.1 Hmotnost

Na vážení byla použita váha Ohaus Explorer EX224M s přesností vážení na tisícinu gramu.

K výpočtu průměrné hmotnosti byl použit vzorec:

$$\bar{w} = \frac{w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n}{n} [mg]$$

w - hmotnost plůdku

n - počet kusů plůdku

3.9.2 Délka

Na pozorování a fotografování byl použit mikroskop Olympus SZX16 s fotoaparátem. Fotografie s měřítkem byly použity na měření plůdku pomocí programu Image J (vývoj programu probíhal ve společnosti National Institutes of Health).

Byla měřena celková délka plůdku. K výpočtu průměrných délek byl použit vzorec:

$$\bar{l} = \frac{l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n}{n} [mm]$$

l - celková délka plůdku

n - počet kusů plůdku

3.9.3 Přežití plůdku

Pro výpočet přežití byly použita data z počítání plůdku. Přežití bylo vyjádřeno v procentech. Na výpočet byl použit vzorec:

$$P = \frac{N_p}{N_n} \cdot 100 [\%]$$

N_n - nasazený počet kusů plůdku

N_p - přeživší počet kusů plůdku v den počítání

3.9.4 Rychlost hmotnostního růstu

Rychlost růstu plůdku byla vyjádřena pomocí koeficientu SWGR (specifická rychlost hmotnostního růstu).

K výpočtu SWGR byl použit vzorec:

$$SWGR = \frac{\ln w_t - \ln w_0}{t} \cdot 100 [\% \cdot d^{-1}]$$

w_t - aktuální průměrná hmotnost plůdku

w_0 - průměrná hmotnost plůdku na začátku pokusu

t - aktuální počet dní odkrmu

3.9.5 Rychlost délkového růstu

Rychlost délkového růstu plůdku byla vyjádřena pomocí koeficientu SLGR (specifická rychlost délkového růstu).

K výpočtu SLGR byl použit vzorec:

$$SLGR = \frac{\ln l_t - \ln l_0}{t} \cdot 100 [\% \cdot d^{-1}]$$

l_t - aktuální průměrná délka plůdku

l_0 - průměrná délka plůdku na začátku pokusu

t - aktuální počet dní odkrmu

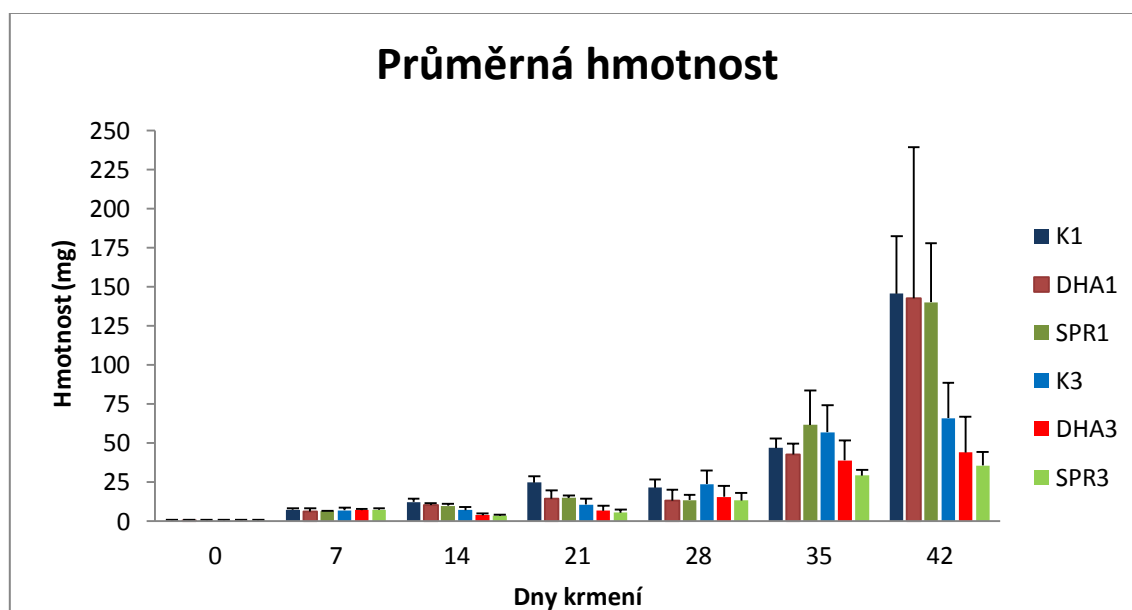
Získané statistiky byly zpracovány pomocí programu Microsoft Excel a Statistica 12 (autor StatSoft CR s.r.o.).

4 VÝSLEDKY

4.1 Hmotnost plůdku

Průměrná hmotnost plůdku kontrolní skupiny K1 krmené první týden neobohacenými nauplii a následně startérovým krmivem dosáhla na konci pokusu (42. den odkrmu) $145,59 \pm 36,91$ mg. Při krmení plůdku obohacenými nauplii v průběhu prvního týdne to bylo u skupiny DHA1 $142,5 \pm 96,57$ mg a u skupiny SPR1 $140,12 \pm 37,7$ mg.

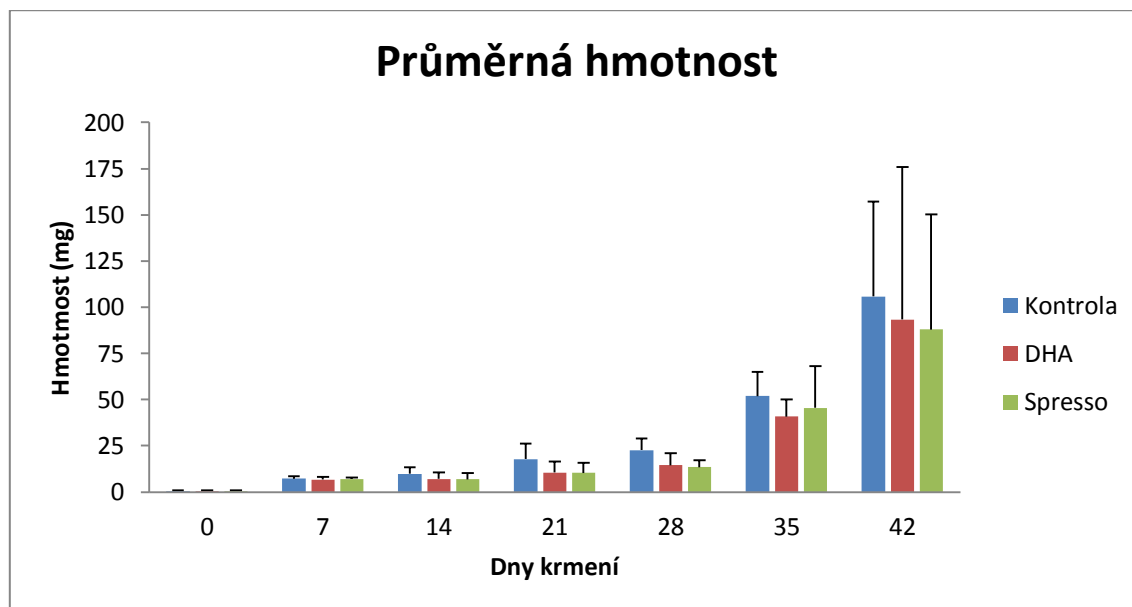
U druhé kontrolní skupin K3, kde probíhalo krmení neobohacenými nauplii po dobu prvních tří týdnů, dosáhla průměrná hmotnost na konci pokusu po 42 dnech krmení $65,92 \pm 22,81$ mg. V případě použití obohacených nauplií dosáhla hmotnost plůdku u skupiny DHA3 $44,17 \pm 22,83$ mg a u skupiny SPR3 $35,75 \pm 8,76$ mg (Graf 1).



Graf 1 Průměrná hmotnost plůdku podle skupin a dnů odkrmu

Na konci pokusu měl nejvyšší hmotnost lín 616 mg ze skupiny DHA1 a nejméně vážil lín ze skupiny SPR3 o hmotnosti 5 mg.

Průměrná hmotnost plůdku na konci experimentu po 42 dnech krmení dosáhla u kontrolních skupin bez ohledu na délku odkrmu živou potravou $105,75 \pm 51,55$ mg. Průměrná hmotnost plůdku ze skupin krmených obohacenými nauplii bez ohledu na délku krmení živou potravou dosáhla u obohacení přípravkem Selco DHA $93,33 \pm 82,7$ mg a u přípravku Selco Spresso $87,94 \pm 62,18$ mg (Graf 2).

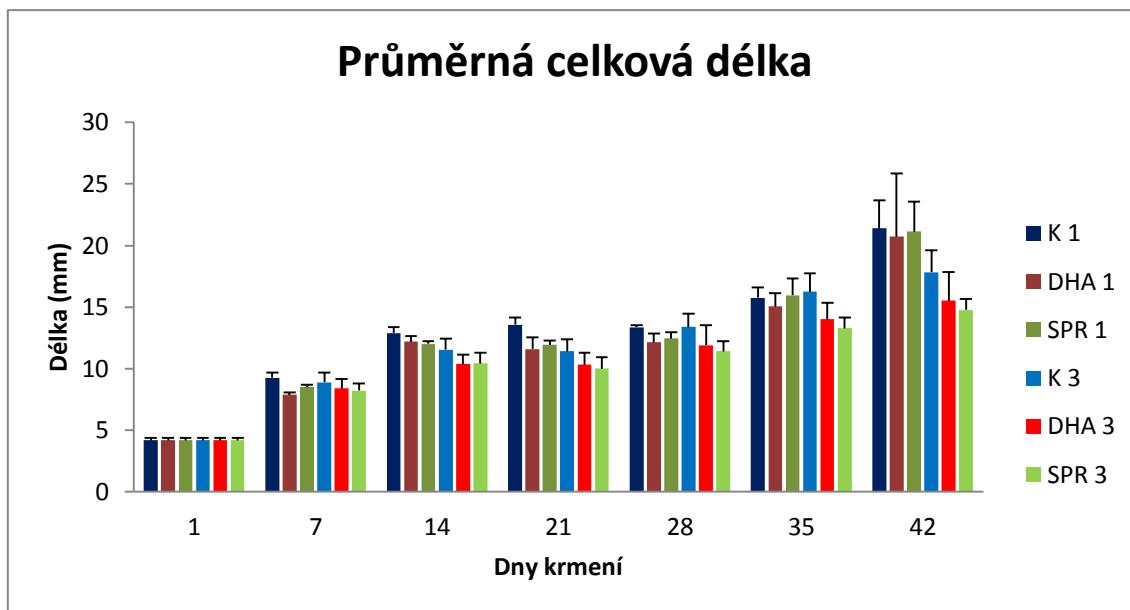


Graf 2 Průměrná hmotnost plůdku podle použitého obohacovacího přípravku

4.2 Délka plůdku

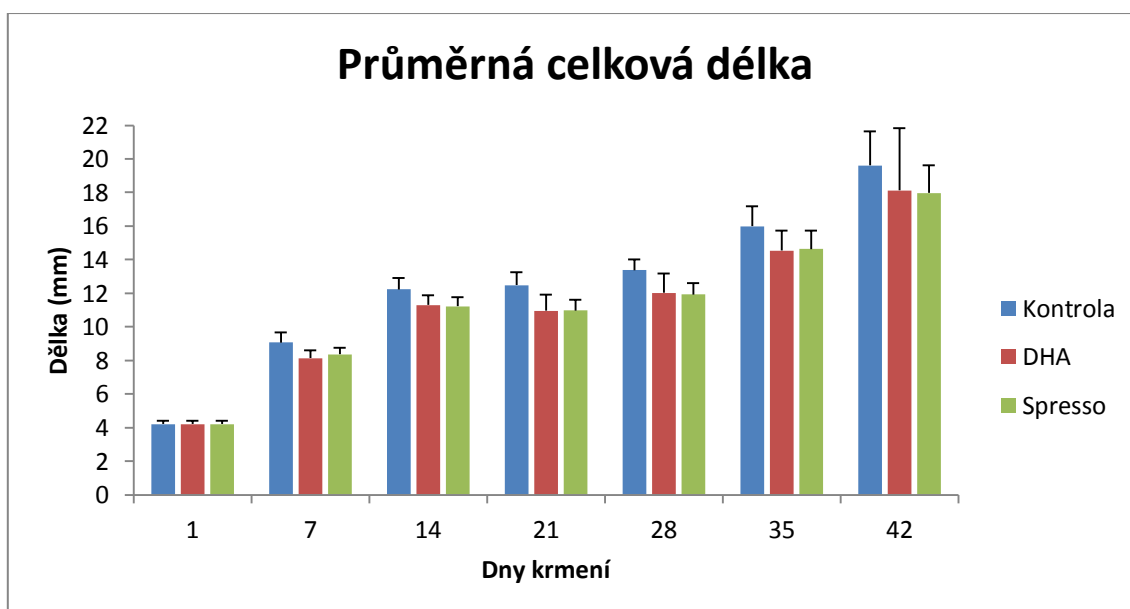
Průměrná délka plůdku kontrolní skupiny K1 krmené první týden neobohacenými nauplii a následně startérovým krmivem dosáhla na konci pokusu (42. den odkrmu) $21,386 \pm 2,272$ mm. Při krmení plůdku obohacenými nauplii v průběhu prvního týdne to bylo u skupiny DHA1 $20,718 \pm 5,117$ mm a u skupiny SPR1 $21,141 \pm 2,421$ mm..

U druhé kontrolní skupin K3, ve které probíhalo krmení neobohacenými nauplii po dobu prvních tří týdnů, dosáhla průměrná celková délka na konci pokusu po 42 dnech krmení $17,835 \pm 1,758$ mm. V případě použití obohacených nauplií u skupiny DHA3 $15,522 \pm 2,318$ mm a u skupiny SPR3 $14,780 \pm 0,903$ mm (Graf 3).



Graf 3 Průměrná délka plůdku podle skupin a dnů odkrmu

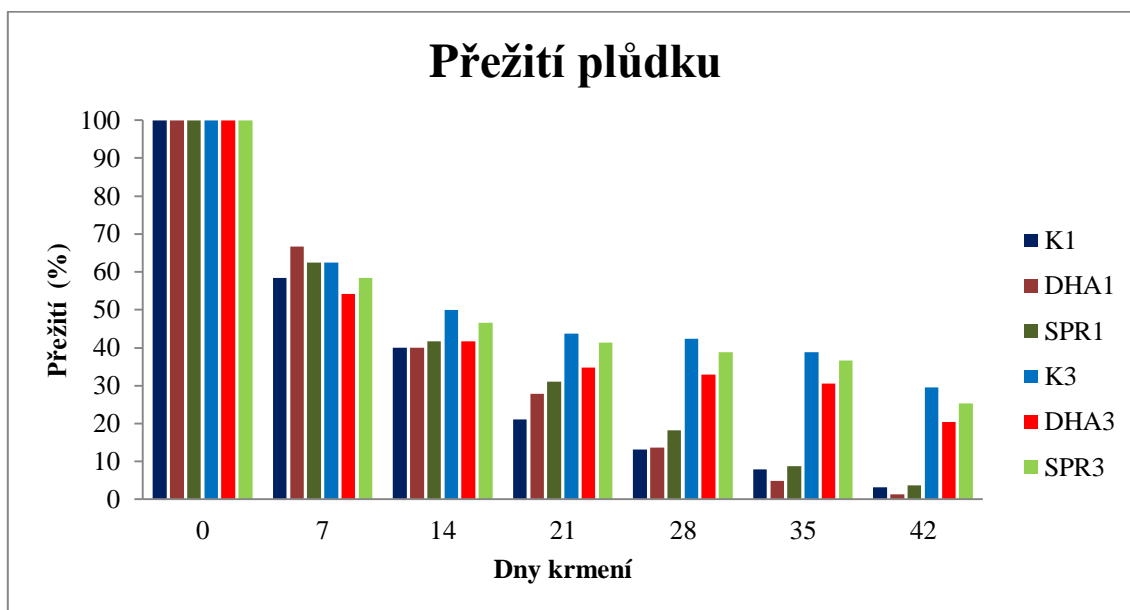
Průměrná celková délka plůdku byla u kontrolních skupin krmených neobohacenými nauplii $19,611 \pm 2,015$ mm. U skupin krmených obohacenými nauplii byla průměrná celková délka $18,120 \pm 3,717$ mm v případě obohacení přípravkem Selco DHA a v případě obohacení nauplií přípravkem Selco Spresso byla průměrná délka plůdku $17,961 \pm 1,662$ mm (Graf 4).



Graf 4 Průměrná délka plůdku podle použitého obohacovacího přípravku

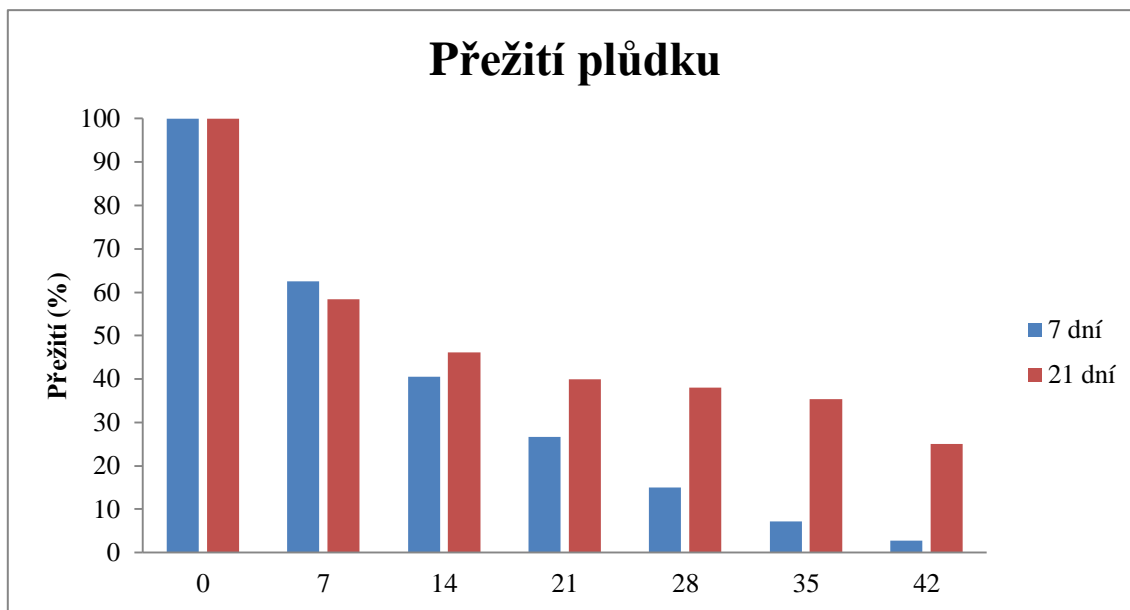
4.3 Přežití plůdku

Přežití bylo u plůdku krmeného živou potravou jeden týden v kontrolní skupině K1 krmené neobohacenými nauplii 3,25 %, ve skupinách krmených obohacenými nauplii to bylo u skupiny DHA1 1,33 % a u skupiny SPR1 3,7 %. U plůdku krmeného živou potravou první tři týdny odkrmu bylo přežití v kontrolní skupině K3 29,5 %, ve skupinách krmených obohacenými nauplii to bylo u skupiny DHA3 20,35 % a u skupiny SPR3 25,25 % (Graf 5).



Graf 5 Přežití plůdku podle skupin a délky odkrmu

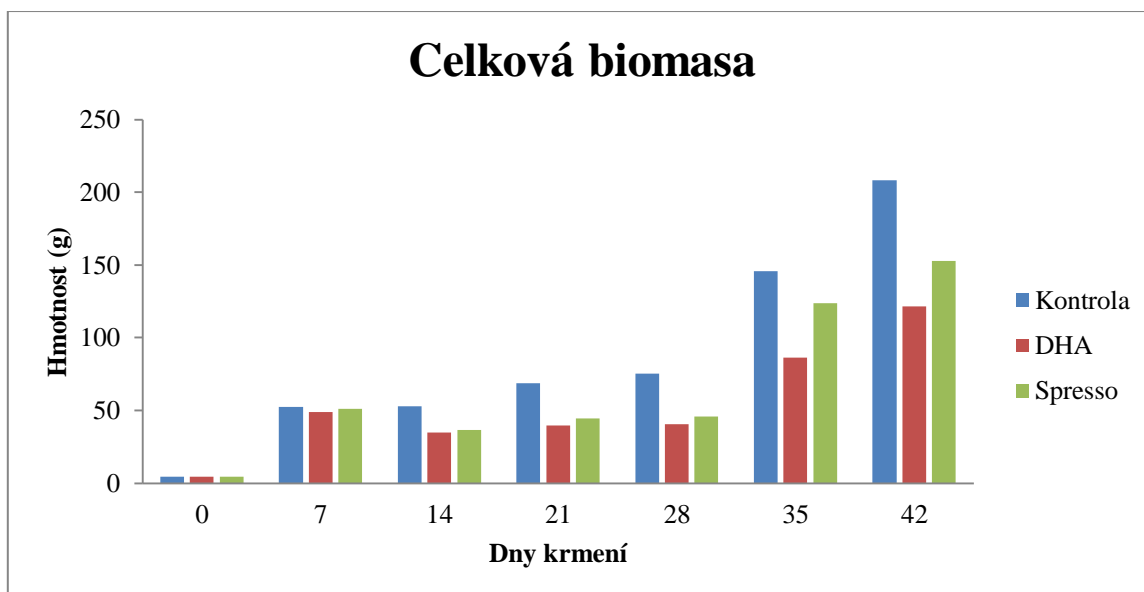
Plůdek krmený živou potravou prvních 21 dní odkrmu měl přežití průměrně 25,1 %. Plůdek krmený živou potravou 7 dní od začátku odkrmu měl přežití průměrně 2,8 % (Graf 6).



Graf 6 Přežití plůdku v závislosti na délce odkrmu živou potravou

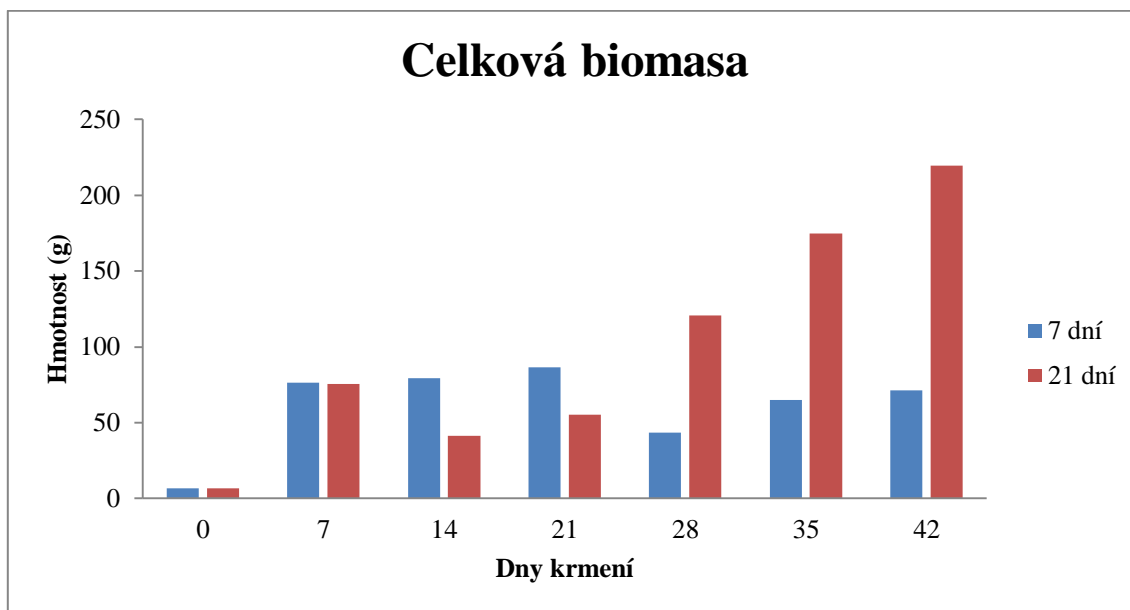
4.4 Biomasa

Celková odchovaná biomasa byla na konci pokusu (42. den odkrmu) u kontrolní skupiny krmené neobohacenými nauplii 208,3g, u skupiny krmené nauplii obohacenými přípravkem Selco DHA 121,7 g a u skupin krmených obohacenými nauplii přípravkem Selco Spresso byla hmotnost celkové odchované biomasy 152,7 g (Graf 7).



Graf 7 Celková biomasa podle použitého obohacovacího přípravku

Celková biomasa u plůdka krmeného živými nauplii jeden týden byla na konci pokusu 71,4 g. U plůdka krmeného živou potravou tři týdny byla celková biomasa na konci pokusu 219,3 g (Graf 8).



Graf 8 Celková biomasa odchovaného plůdka podle délky odkrmu živou potravou

4.5 Rychlost růstu

Průměrná specifická rychlost hmotnostního růstu kontrolní skupiny K1 krmené první týden neobohacenými nauplii a následně startérovým krmivem dosáhla na konci pokusu (42. den odkrmu) $14,16 \% \cdot d^{-1}$. Při krmení plůdku obohacenými nauplii v průběhu prvního týdne to bylo u skupiny DHA1 $14,11 \% \cdot d^{-1}$ a u skupiny SPR1 $14,07 \% \cdot d^{-1}$.

U druhé kontrolní skupin K3, kde probíhalo krmení neobohacenými nauplii po dobu prvních tří týdnů, dosáhla průměrná specifická rychlost hmotnostního růstu na konci pokusu po 42 dnech krmení $12,28 \% \cdot d^{-1}$. V případě použití obohacených nauplií dosáhla průměrná specifická rychlost hmotnostního růstu u skupiny DHA3 $11,32 \% \cdot d^{-1}$ a u skupiny SPR3 $10,82 \% \cdot d^{-1}$.

V Tab. 10 jsou uvedeny hodnoty SWGR po 21 a 42 dnech odkrmu.

Tab. 10 Hodnoty SWGR (specifická rychlost růstu) plůdku

Skupina	SGR (%) za 21dní krmení	SGR (%) za 42 dní krmení
K1	18,50	13,46
DHA1	15,91	13,41
SPR1	16,07	13,37
K3	14,46	11,58
DHA3	12,29	10,62
SPR3	11,44	10,12

Průměrná specifická rychlost délkového růstu kontrolní skupiny K1 krmené první týden neobohacenými nauplii a následně startérovým krmivem dosáhla na konci pokusu (42. den odkrmu) $3,89 \% \cdot d^{-1}$. Při krmení plůdku obohacenými nauplii v průběhu prvního týdne byla průměrná specifická rychlost délkového růstu u skupiny DHA1 $3,80 \% \cdot d^{-1}$ a u skupiny SPR1 $3,85 \% \cdot d^{-1}$.

U druhé kontrolní skupin K3, kde probíhalo krmení neobohacenými nauplii po dobu prvních tří týdnů, dosáhla průměrná specifická rychlost délkového růstu

na konci pokusu (po 42 dnech krmení) hodnoty 3,44 %·d⁻¹. V případě použití obohacených nauplií byla průměrná specifická rychlost délkového růstu u skupiny DHA3 3,11 %·d⁻¹ a u skupiny SPR3 3,00 %·d⁻¹.

V Tab. 11 jsou uvedeny hodnoty SLGR po 21 a 42 dnech odkrmu.

Tab. 11 Hodnoty SLGR (specifická rychlost růstu) plůdku

Skupina	SLGR (%) za 21dní krmení	SLGR (%) za 42 dní krmení
K1	5,58	3,89
DHA1	4,83	3,80
SPR1	4,98	3,85
K3	4,76	3,44
DHA3	4,28	3,11
SPR3	4,14	3,00

4.6 Problémy během odchovu

V počáteční fázi odchovu jsme zaregistrovali zvýšenou mortalitu plůdku. Plůdek neprojevoval žádné symptomy onemocnění. Při druhém kontrolním měření (14. den odchovu) jsme zjistili po mikroskopickém vyšetření napadení plůdku ektoparazitem. Na plůdku se ektoparazit nacházel hlavně na hlavě a u bází prsních a břišních ploutví. Menší napadení plůdku bylo na hřbetě. Proto bylo několik vzorků napadeného plůdku odesláno do VÚRH Vodňany na vyšetření. Parazitologické vyšetření provedla MVDr. Eliška Zusková, Ph.D.. Výsledky vyšetření ukázaly, že se jedná o parazita *Ichtyobodo necator*.

Po konzultaci s vedoucím práce a konzultantkou byla provedena doporučená léčba plůdku pomocí solného roztoku. Koncentrace solného roztoku byla 1 %. Délka koupele byla půl hodiny. Koupel byla ještě ten den jednou opakována. Následující den po léčbě bylo odebráno několik kusů plůdku. Mikroskopický nález parazita *Ichtyobodo necator* byl negativní. Během odchovu byly ještě několikrát odebrány vzorky plůdku a nález již byl jen negativní.

5 DISKUZE

Lín není příliš využívaná ryba v intenzivním akvakultuře. Jeden z důvodů je jeho poměrně snadný chov v rybnících. Intenzivní akvakultura je navíc finančně náročnější než chov v rybnících, proto se musí zvážit ekonomické aspekty chovu. Z důvodu vysokých finančních nákladů se tak chovají v kontrolovaných podmínkách spíše ryby s vyšší tržní hodnotou. Často se v intenzivní akvakultuře chovají i ohrožené druhy ryb. Může se zdát, že dlouhodobý chov lína není v podmínkách intenzivního chovu výhodný. Dá se to ovšem říci i o počátečním krátkodobém odkrmu plůdku?

Merchie (1996) uvádí, že některé mořské druhy ryb (kambala, pražma a mořský okoun) nejsou schopny při rozkrmení nauplia žábřonožky přijímat. Důvodem je velmi malá velikost plůdku a především malá velikost úst. Plůdek je třeba nejprve rozkrmit jemnými vířníky. Až po dosažení určité velikosti lze přistoupit na krmení nauplii žábřonožky.

Podobné problémy měli i Jankových a kol. (2014) během odkrmu plůdku candáta obecného (*Sander lucioperca*). Velmi malý plůdek (celková délka 6 mm s velmi malými ústy) nedokázal pozřít obohacené nauplia. Během obohacování se nauplia zvětšila a proto museli plůdek nejdříve rozkrmit neobohacenými nauplii. Až plůdek povyroste, mohl se začít krmit obohacenými nauplii.

Vzhledem k tomu, že plůdek lína je velmi malý (celková délka 4-6 mm), tak jsme připravili tu nejmenší možnou velikost nauplií (430 μ m), abychom těmto problémům předešli. Během prvního dnu pokusu jsme kontrolovali, zda je plůdek schopen obohacené nauplia přijmout.

Merchie (1996) dále tvrdí, že neobohacená žábřonožka navíc neobsahuje dostatek esenciálních nutričních látek pro správný vývoj plůdku druhů některých mořských ryb (kambala, pražma a mořský okoun). Proto je nutné ji obohacovat a předejít tak komplikacím v podobě vyšší mortality nebo vývojových vad. Pokusy Cilečka (2007 a 2012) a Tkáče (2009 a 2011) ale prokazují, že nauplia žábřonožky obsahují dostatečné množství nutričních látek pro vysoké přežití plůdku. Během pokusů byly plůdku předkládány různé diety včetně kontrolní skupiny krmené pouze nauplii žábřonožky. Odkrm byl zahájen přechodem na exogenní výživu a trval 21 dní. Přežití plůdku se pohybovalo v rozmezí 93,5-99,9 %. Garcia a kol. (2011) se zabýval 30-ti denním odkrmem plůdku lína. Při použití živých nauplií žábřonožky během celého pokusu dosáhlo přežití plůdku 92,5 %.

Některé experimenty s obohacováním nauplií žábřonožky již byly úspěšně provedeny. Jednalo se však převážně o mořské druhy ryb, ryby okounovité nebo jeseterovité.

Dhert a kol. (1990) studovali vliv obohacení nauplií mastnými kyselinami u baramundi (*Lates calcalifer*). Zjistili, že obohacování má pozitivní vliv na přežití a odolnost vůči stresu.

Takeuchi a kol. (1994) testovali vliv odkrmu larev tresky obecné (*Gadus morhua*) obohacenými vířníky (*Rotifera*). Vířníky obohacovali v několika variantách kyselinou dokosahexaenovou (DHA). Výzkum ukázal, že vysoký obsah kyseliny dokosahexaenové (vyšší než 1 %) negativně ovlivňuje růst a také zvyšuje množství růstových abnormalit.

Noori a kol. (2002) ověřovali vliv žábřonožek obohacených o mastné kyseliny a vitamín C na růst a přežití u jesetera perského (*Acipenser persicus*). Prokázali, že obohacování zlepšuje růst a snižuje mortalitu.

De Menezes a kol. (2006) se zabývali odkrmem arapaimy velké (*Arapaima gigas*) s použitím krmiv obohacených o vitamíny. Odchovávané ryby, kterým bylo podáváno krmivo obohacené o vitamíny C a E, vykazovaly vyšší přežití.

Jankových a kol. (2014) zkoumali použití obohacených nauplií žábřonožky při odkrmu plůdku candáta obecného (*Sander lucioperca*). Jedinci krmení obohacenými nauplii dosahovali nejvyššího přežití, délky i hmotnosti. Nejlepších výsledků bylo dosaženo při obohacování přípravkem SELCO.

Wolnicki a kol. (2003) zkoumali vliv fotoperiody na plůdek lína. Experiment porovnával přežití a růst při fotoperiodě 12, 18 a 24 hodin denně po dobu 20-ti dní od začátku exogenní výživy. Během testu byly krmení v pravidelných intervalech. Test prokázal, že plůdek krmený při 24 hodinách světla vykazoval nejvyšší přežití i růst. Proto jsme i my zvolili 24hodin světla denně. První krmení probíhalo v 8.00 ráno a poslední v 24.00. Během noci jsme ryby nekrmili, což mohlo mít za následek hladovění plůdku během noci a tím snížení růstu.

Jak bylo již dříve řečeno, Takeuchi a kol. (1994) zjistili, že vyšší obsah kyseliny dokosahexaenové (DHA) má u larev tresky obecné za následek zpomalení a poruchy růstu. Máš pokus ukázal, že u plůdku lína tomu tak jednoznačně není. Plůdek krmený obohacenými nauplii přípravkem Selco DHA měl v průměru vyšší hmotnost než plůdek krmený nauplii obohacenými přípravkem Selco Spresso v obou variantách krmení.

Při rozkrmu 7 dní měl vyšší hmotnost o 1,7 % a při odkrmu nauplii 21 dní od začátku odkrmu měl průměrně vyšší hmotnosti o 23,6 %. U průměrné délky byl plůdek krmený obohacenými nauplii přípravkem Selco DHA 7 dní od začátku odkrmu o 2 % menší než v případě obohacování přípravkem Spresso. Plůdek krmený 21 dní nauplii obohacenými přípravkem Selco DHA byl průměrně o 5 % delší než plůdek krmený nauplii obohacenými přípravkem Selco Spresso. Velmi výrazný rozdíl byl však v přežití a celkové biomase. Přežití plůdku krmeného 7 dní nauplii obohacených přípravkem Selco Spresso bylo téměř trojnásobné než u přípravku Selco DHA. V celkové biomase byla biomasa plůdku odkrmeného nauplii obohacenými přípravkem Selco Spresso o 25,5 % nižší než produktem Selco Spresso. I když měl plůdek krmený nauplii obohacenými přípravkem Selco DHA vyšší průměrnou hmotnost, tak měl velmi vysokou mortalitu, což se velmi projevilo v celkové biomase plůdku.

Přípravek Selco DHA obsahoval 66 % tuků, což mohlo negativně ovlivnit přežití plůdku. Kaprovité ryby snášejí daleko hůř vysoký obsah tuku v potravě než například ryby lososovité. Vysoký obsah tuku v potravě mohl plůdku způsobovat poruchy trávení a nedokonalé vstřebávání nutričních látek. Přípravek Selco Spresso obsahoval pouze 32 % tuků a navíc obsahoval vyšší množství vitamínu C a vitamínu E.

Na základě dostupné literatury bylo zjištěno, že nebyly dosud publikovány žádné výsledky s použitím obohacených nauplií žábřonožky na odkrm plůdku lína. Avšak odkrmem plůdku lína v kontrolovaných podmínkách při počátečním rozkrmení neobohacenými nauplii žábřonožky se zabývala řada autorů (Cileček, 2007,2012; Tkáč, 2009,2011; Garcia a kol., 2011; Celada a kol., 2013).

Experimenty Tkáče (2009,2011) a Cilečka (2012) s odkrmem plůdku lína nauplii žábřonožky s následným přechodem na suchou krmnou směs trvaly 21 dní. Rozkrmení nauplii trvalo 2 dny od začátku pokusu. Co-feeding trval 6 dní, při kterých se postupně snižovala dávka nauplií a zvyšovala dávka suché krmné směsi. Experiment Cilečka (2007) trval 24 dní. Rozkrmení plůdku nauplii probíhalo 3 nebo 6 dní a převod na suché krmivo probíhal 3 nebo 6 dní. Jejich výsledky jsou souhrnně znázorněny v Tab. 12, včetně výsledků vlastního pokusu ve srovnatelné délce odkrmu (21 dnů).

Tab. 12 Porovnání hodnot hmotnosti, celkové délky, SWGR a přežití ve srovnání s autory, kteří používali na rozkrmení plůdku nauplia a později provedli co-feeding na suchou krmnou směs. Z našeho experimentu byla vybrána skupina krmna neobohacenými nauplii po dobu 7 dní - skupina K1.

Autor	Průměrná hmotnost (mg)	Průměrná délka (mm)	SWGR (%.d ⁻¹)	Přežití (%)
Tkáč, 2009	10,67	10,42	8,79	94,9
Tkáč, 2011	17,02-23,28	11,06-12,03	16,34-17,84	51,65-90,5
Cileček, 2007	10,36-12,27	10,13-10,81	6,11-7,61	64,05-95,66
Cileček, 2012	20,19	12,7	6,48	79,56
Boňko, 2017	24,84	13,6	18,5	21,1

Experiment Cilečka (2012) s odkrmem plůdku lina pouze nauplii žábřonožky trval 24 dní, ostatní experimenty (Cileček (2007) a Tkáč (2009, 2011) trvaly 21 dní. Jejich výsledky jsou souhrnně znázorněny v Tab. 13, včetně výsledků vlastního pokusu ve srovnatelné délce odkrmu (21 dní).

Tab. 13 Porovnání hodnot hmotností, celkové délky, SWGR a přežití ve srovnání s autory, kteří používali na odkrm nauplia žábřonožky. Z našeho pokusu byla vybrána skupina krmna neobohacenými nauplii po dobu 21 dní- skupina K3.

Autor	Průměrná hmotnost (mg)	Průměrná délka (mm)	SWGR (%.d ⁻¹)	Přežití (%)
Tkáč, 2009	22,69	13,2	9,04	99,09
Tkáč, 2011	81,47	17,96	20,8	99,89
Cileček, 2007	49,16	15,64	14,12	99,74
Cileček, 2012	118,22	20,62	16,97	93,5
Boňko, 2017	10,63	11,4	14,46	43,8

Experimenty Garcii a kol. (2011) a Celady a kol. (2013) s odkrmem plůdka lina nauplii řábronořky s následným přechodem na dekapsulovaná vajíčka trvaly 30 dní. Rozkrmení nauplii trvalo 7 dní od začátku pokusu. Co-feeding trval 3 dny, při kterých se postupně sniřovala dávka nauplií a zvyšovala dávka dekapsulovaných vajíček. Jejich výsledky jsou souhrnně znázorněny v Tab. 14, včetně výsledků vlastního pokusu ve srovnatelné délce odkrmu (28 dní).

Tab. 14 Porovnání hodnot hmotnosti, celkové délky, SWGR a přežití ve srovnání s autory, kteří používali na rozkrmení plůdka neobohacená nauplia a později dekapsulované cysty řábronořky. Z našeho experimentu byla vybrána skupina krmena neobohacenými nauplii po dobu 7 dní - skupina K1.

Autor	Průměrná hmotnost (mg)	Průměrná celková délka (mm)	SWGR (%.d ⁻¹)	Přežití (%)
Garcia a kol., 2011	56,6-64,2	17,3-18,3	16,95-17,27	85,8-94,1
Celada a kol., 2013	56,3-61,08	16,56-17,35	16,85-17,03	86,8-89,5
Boňko, 2017	21,54	13,37	13,37	13,1

Celkově jsem porovnával čtyři různé autory a šest různých pokusů. Všichni autoři používali mnohem menší nádrže (5, 9 a 25 litrů). Menší nádrže umožňují mnohem lepší kontrolu nad přijímáním potravy a zdravotním stavem plůdka. Cileček (2007, 2012) a Celada a kol. (2013) používali průtočné systémy. Naopak García a kol. (2011) a Tkáč (2009, 2011) průtočný systém nepoužívali. Výsledky zahraničních autorů jsou si velmi podobné, mírně se zdá lepší varianta bez průtoku. Mezi českými autory jsou rozdíly výraznější a nejlepšími růstovými výsledky se prezentuje Cileček (2012), který používal průtočný systém s velmi malým průtokem vody. Všichni autoři stanovili krmné dávky na začátku pokusu na 200-250 % hmotnosti aktuální biomasy. Naše hmotnost krmení byla na začátku pokusu 100 % hmotnosti aktuální biomasy. Právě tento rozdíl se zdá být jako jeden z nejdůležitějších parametrů úspěšného odchovu. Během odchovu plůdka krmeného pouze nauplii jsme dosáhli zdaleka nejnižších výsledků z důvodu použití zřejmě nízké krmné dávky. Nepříznivý vliv určitě mělo i ektoparazitální napadení plůdka. Při odchovu plůdka s přechodem na suchou krmnou směs jsme se prezentovali nejlepšími růstovými výsledky na úkor velmi malého kumulativního přežití. Také koeficient SGR byl nejvyšší.

6 ZÁVĚR

Výsledky experimentu jsou shrnuty do několika bodů:

- Nebyl prokázán vliv obohacování nauplií žábřonožky na růst plůdku lína.
- U plůdku krmeného jeden týden obohacenými nauplii přípravkem Selco Spresso bylo přežití o 0,4 % vyšší než u kontrolní skupiny a 2,3 % vyšší než u plůdku krmeném obohacenými nauplii přípravkem Selco DHA.
- Delší krmení plůdku lína živými nauplii žábřonožky zaručuje vyšší přežití (21 dní odkrmu nauplii je výrazně efektivnější než 7 dní odkrmu nauplii žábřonožky).
- Při časnějším přechodu na startérovou směs bylo dosaženo vyšší průměrné hmotnosti a délky plůdku, současně byla zaznamenána větší variabilita těchto sledovaných parametrů (růstová heterogenita).
- Podle dosažených výsledků se obohacování nauplií žábřonožky na počáteční odkrm lína v kontrolovaných podmínkách z ekonomického hlediska nevyplácí.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

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

Baas-Becking, L. G. M., 1931. Historical notes on salt and salt-manufacture. *The Scientific Monthly*. 32 (5), 434–446.

Baruš, V., Oliva, O., 1995. *Mihulovci a ryby 1 a 2*. Academia Praha, 624 a 698 s.

Bauch G., 1955: *Die einheimischen Süßwasserfische*. Aufl. Radeul, Berlin, Neumann Verlag, 200 pp.

Bengtson, D.A., Léger, P., Sorgeloos, P., 1991. Use of *Artemia* as a food source for aquaculture. In: *Artemia Biology*. Browne, R.A., P. Sorgeloos and C.N.A. Trotman (Eds.), CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, USA, s. 225-285.

Berg, L.S., 1948-1949. Ryby presnych vod SSSR i sopredel'nych stran. Izd. AN SSSR, Moskva. č.1, 1948, 466 pp., 281 obr.; (Opredeliteli po faune SSSR), 1949, pp. 469-925, obr. 288-674, pp. 929-1381, obr. 675-946

Celada, J. D., Garcia, V., Carral, J. M., Saez-Royuela, M., Gonzalez, R., Gonzalez, A., 2013. Decapsulated *Artemia* cysts of different quality (high or low hatch rate) as direct food for tench (*Tinca tinca* L.) larvae. *Aquac. Res.* 44, 167–175.

Cileček M., 2007. Počáteční odchov plůdku lína obecného (*Tinca tinca* L.) v kontrolovaných podmínkách. Diplomová práce MZLU v Brně, 61s.

Cileček, M., 2012. Optimalizace produkce lína obecného (*Tinca tinca*) s použitím kombinované technologie chovu. Doktorská disertační práce. Odd. rybářství a hydrobiologie, AF: MENDELU v Brně. 108 s.

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

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.

Cuvier, G., 1817. *Régne animal*. T. I, pp.104-361 (*Pisces*); 2.vyd. 1829, t. II, pp. 102-406 (*Pisces*). Paris

- Čítek, J., Krupauer, V., Kubů, F., 1998. Rybníkářství. Praha .Informatorium, s. 42-93.
- 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.
- Dhert, P., Lavens, P., Duray, M., Sorgeloos, P., 1990. Improved larval survival at metamorphosis of Asian seabass (*Lates calcarifer*) using ω -3-HUFA enriched live food. *Aquaculture* 90, 63-74.
- Dubský, K., 1998. Základy chovu vedlejších druhů ryb. Vyd. 1. V Praze: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 34 s. ISBN 80-710-5168-3.
- Dubský, K., Kouřil, J., Šrámek, V., 2003. Obecné rybníkářství. Vyd. 1. Praha: Informatorium, 308 s., ISBN 80-733-3019-9.
- Dyk V., Podubský V., Štědranský E., 1956: Základy našeho rybníkářství. SZN, Praha, 521 pp.
- Evjemo, J.O., Danielsen, T.L., Olsen, Y., 2001. Losses of lipid, protein and n-3 fatty acids in enriched *Artemia franciscana* starved at different temperatures. *Aquaculture* 193, 65-80.
- Flajšhans, M., Kvasnička, P., 1997. Šlechtitelské práce u okrasných mutací lína a u kapra koi. *Metodika VÚRH Vodňany*, 50, 15 s.
- Flajšhans, M., Linhart, O., 2000. Produkce triploidních línů. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybníkářský a hydrobiologický ve Vodňanech, *Metodika* č. 62. 14 s.
- Flajšhans, M., Linhart, O., Kvasnička, P., 1993. Genetic studies of tench (*Tinca tinca*): induced triploidy and tetraploidy and first performance data. *Aquaculture* 113: 301 – 312 s.
- Flajšhans, M., 2008. Studie využití polyploidie v akvakultuře na modelovém druhu lína obecného, *Tinca tinca* L. Habilitační práce, Výzkumný ústav rybníkářský a hydrobiologický ve Vodňanech, Jihočeská univerzita, České Budějovice.
- Garcia, V., Celada, J.D., Corral, J. M., González, A., González, M., Sáer-Royuela, M., 2011. A comparative study of different preparations of decapsulated *Artemia* cysts as food for tench (*Tinca tinca* L.) larvae. *Anim. Feed Sci. Tech.* 170, 72-77.
- Gelabert, R.F. ,2001. *Artemia* bioencapsulation 1. Effect of particle sizes on the filtering behavior of *Artemia franciscana*. *J. Crust. Biol.* 21, 435-442.

Gomez-Gil, B., Herrera-Vega, M.A., Abreu-Grobois, F. A., Rogue, A., 1998. Bioencapsulation of two different *Vibrio* species in nauplii of the brine shrimp (*Artemia franciscana*). Appl. Environ. Microbiol. 64, 2318–2322.

Hamáčková, J., Kouřil, J., Kozák, P., 1998. The effects of pH upon survival and growth rates in tench (*Tinca tinca* L.). Polskie Archiwum Hydrobiologii, 45 (3), pp. 399-405.

Hamáčková, J., Kouřil, J., Zajíc, M. 1996. Přežití a růst larev lína obecného (*Tinca tinca* L.) při různém konstantním pH. Sborník referátů z II. České ichtyologické konference 2.-3. května 1996 Vodňany, 169-175.

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., Yufera, M., Rønnestad, I., Boglione, C., Conceicao, L.E.C., Izquierdo, M., 2012. Fish larval nutrition and feed formulation—knowledge gaps and bottlenecks for advances in larval rearing. Reviews in Aquaculture 5, 26-58.

Han, K., Geurden, I., Sorgeloos, P., 2000. Enrichment strategies for *Artemia* using emulsions providing different level of n-3 highly unsaturated fatty acids. Aquaculture 183, 335-347

Hanel, L., 2001. Naše ryby a rybaření. Vyd. 1. Praha: Brázda, 286 s. Naše hobby. ISBN 80-209-0292-9.

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

Harzevili, A.S., De Charleroy, D., Auwerx, J., Vught, I., Van Slycken, J., 2003. Larval rearing of chub, *Leuciscus cephalus* (L.), using decapsulated *Artemia* cysts as direct food. Journal of Applied Ichthyology 19, 123-125.

Heckel, J., Kner, R., 1858. Die Süßwasserfische der österreichischen Monarchie, mit Rücksicht auf die angränzenden Länder. W. Engelmann, Leipzig, 388s.

Jankovych, 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.

Jirásek, J., Mareš, J., 2001a. Výživa a krmení raných vývojových stádií kaprovitých ryb. Bulletin VÚRH Vodňany, 1, 23 – 38 s.

Jirásek, J., Mareš, J., 2001b. Výživa a krmení raných vývojových stádií kaprovitých ryb. Bulletin VÚRH Vodňany, 2, 60 – 75 s.

Jirásek J., Mareš J., Kopp R., 2004. Předpoklady pro úspěšný odchov raných stádií kapra v kontrolovaných podmínkách. In Vykusová B.: VII. Česká ichtyologická konference. Vodňany: Tiskárna Public - Martin Kreuz, Vodňany, 2004, s. 229-233. ISBN 80-85887-50-9.

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.

Kohlmann, K., Kersten, P., Panicz, P., Memiş, D., Flajšhans, M., 2010. Genetic variability and differentiation of wild and cultured tench populations inferred from microsatellite loci. Reviews in Fish Biology and Fisheries 20:279-288.

Kouba A., Hamáčková J., Kozák P., 2009. Dekapsulace, líhnutí a odkrm žábřonůžek rodu *Artemia*. Edice metodik. FROV, č.94, 36s.

Kouřil, J., 2001. Hormonálně indukovaný umělý výtěr jikernaček lína obecného (*Tinca tinca*). Disertační práce, ČZU Praha, 42 s.

Kouřil, J., Barth, T., Hamáčková, J., 2006. Hormonálně indukovaná umělá reprodukce ryb. In: Sb. Konf. Biotechnologie, České Budějovice, s. 3.

Kouřil, J., Barth, T., Hamáčková, J., Flegel, M., 1986. Induced ovulation in tench (*Tinca tinca* L.) by various LH-RH synthetic analogues: effect of site of administration and temperature. Aquaculture, 54(5/6):37-44

Kouřil, J., Hamáčková, J., 1996. Hormonálně indukovaný umělý výtěr jikernaček lína obecného (*Tinca tinca* L.) pomocí syntetických analogů GnRH. In: Flajšhans, M. (Ed.): Sborník vědeckých prací k 75. výročí založení VÚRH. VÚRH JU Vodňany, s. 47-58.

Kouřil J., Hamáčková J., Macháček J., Šestáková I., 1986. Odkrm plůdku lína obecného zooplanktonem a startérovými krmivy. In: Sborník přednášek celostátního symposia 2.-3. prosince 1986 Pohořelice Moderní technologické postupy odchovu plůdku teplomilných ryb, ČSVTS AF VŠZ v Brně: 101-105.

Kouřil, J., Hamáčková, J., Stejskal, V., 2008. Recirkulační akvakulturní systémy pro chov ryb. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech, 40 s. Metodik. ISBN 978-80-85887-74-7.

Kouřil, J., Podhorec, P., 2011. Umělý výtěr lína obecného. Edice Metodik (technologická řada), FROV JU, Vodňany, č. 113, 26 s.

Kouřil, J., Vachta, R., Barth, T., 2003. Hormonálně indukovaný umělý výtěr jikernaček lína obecného *Tinca tinca* pomocí kombinovaných přípravků obsahujících analog GnRH a dopaminergní inhibitor. Sb. ref. VI. Česká ichtyologická konference, Praha, Česká zemědělská univerzita, s. 41-48.

Kouřil, J., Vachta, R., Hamáčková, J., 1990. Vliv intramuskulární, intraperitoneální a dorzální injekční aplikace analogu GnRH na výsledky umělého výtěru jikernaček lína obecného (*Tinca tinca* L.). Buletin VÚRH Vodňany, 3:11-14.

Kubů, F., Kouřil, J., 1985. Lín obecný. Praha, ČRS, 100 s.

Kvasnička P., Pokorný J., 1984. Dosavadní výsledky v plemenářské práci s línem obecným ve VÚRH Vodňany, In: Sborník referátů z konf. Chov lína a jeho perspektivy, České Budějovice 21. 8. 1984, ČSVTS: 14-23.

Langdon, C.L., Nordgreen, A., Hawkyard, M., Hamre, K., 2008. Evaluation of wax spray beads for delivery of low-molecular weights and water-soluble nutrients and antibiotics to *Artemia*. Aquaculture 284, 151-158.

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.

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

Linhart, O., Gela, D., Flajšhans, M., Rodina, M., 2000. Umělý výtěr lína obecného s použitím enzymu k odlepkování jiker. Edice Metodik VÚRH Vodňany, č. 65, 14 s.

Lín obecný. In: Chytej.cz [online]. Tábor: CHYTEJ s.r.o [cit. 2017-04-10]. Dostupné na: <http://www.chytej.cz/atlas-ryb/lin-obecnny/>

Macháček J., Kouřil J., Hamáčková J., 1984. Odchov plůdku lína v rybnících se zřetelem na jeho potravu. In: Sb. Ref. z konf. Chov lína a jeho perspektivy, Č. Budějovice, 1984, ČVTS Vodňany, 32-43.

Mareš J., Jirásek J., Cileček M., 2005. Zhodnocení produkční účinnosti komerčně vyráběných startérových směsí při odchovu raných stadií plůdku lína obecného (*Tinca tinca*) v podmínkách intenzivního chovu. In: Spurný P. VIII. Česká ichtyologická konference. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Oddělení rybářství a hydrobiologie, 2005, s. 228-233. ISBN 80-7157-885-1.

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.

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.

Monroig, O., Navarro, J.C., Amat, F., González, P., Hontoria, F., 2006. Effects of naupliar density product concentration and product dosage on the survival of the nauplii and EFA incorporation during *Artemia* enrichment with liposomes. *Aquaculture* 261, 659-669.

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

Noori, F., Azari Takami, Gh. and Sorgeloos, P., 2002. Enrichment of *Artemia* with Essential 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.

Oliva, O., 1963. Kruhoústí a ryby Čech. Habil. práce, Zool. úst. UK, Praha, 584 s.

Patra, S.K., Mohamed, 2003. Enrichment of *Artemia* with the probiotic yeast *Saccharomyces boulderdii* and its resistance against pathogenic *Vibrio*. *Aquaculture* 11, 505-514.

Pekař Č., 1965. Pozorování průběhu výtěru lína obecného (*Tinca tinca* L.) v údolní nádrži Lipno. *Bul. VÚRH, Vodňany*, 1, 14-18

Pekař, Č., Krupauer, V., 1969. Potravní vztahy dvouletých kaprů a línů ve smíšené vícedruhové obsádce. *Práce VÚRH, Vodňany*, 8: 27-54

Peňáz, M., Prokeš, M., Kouřil, J., Hamáčková, J., 1983. Early development of the carp, *Cyprinus carpio*. *Acta Sc. Nat. Brno*, 17 (2), 1 - 39 s.

Peňáz, M., Prokeš, M., Kouřil, J., Hamáčková, J., 1989. Influence of water temperature on the early development and growth of tench (*Tinca tinca*). *Folia Zool.* 38: 275 – 287 s.

Peňáz M., Wohlgemuth E., Hamáčková J., Kouřil J., 1982. Early ontogeny of the tench, *Tinca tinca* II. larval period. *Folia zoologica*. 31(2): 175 – 180.

Pokorný J., 1975. Některé faktory ovlivňující produkci tržních línů. *Čs. rybník*. č. 3-4.

Pokorný J., 1976. Intenzivní chov líní násady. In: *Nové směry v technologii chovu sladkovodních ryb*, Dům techniky ČVTS, České Budějovice: 131-150.

Pokorný J., 1983. Zamyšlení nad línem. *Bul. VÚRH Vodňany*, 19: 32-34

Pokorný, J., Dvořák, J., Šrámek, V., 1992. *Umělý chov ryb*. Vyd. 1. Praha: Informatorium, 261 s., ISBN 80-854-2719-2.

Pokorný J., Kouřil J., 1983. Intenzivní chov lína. *Edice metodik*. VÚRH Vodňany, č.5, 14s.

Reiser F., Kubů F., Vostradovský J., 1983. *Rybářství součást zemědělské výroby*. Účelová publikace MZV ČSR, SZN, Praha, 102pp.

Seale, A, 1933. The brine shrimp (*Artemia*) as a satisfactory live food for fishes. *Transaction of the American Fisheries Society* 63, 129-130

Sorgeloos, P., Baeza-Mesa, M., Claus, C., Vandeputte, G., Benijts, F., Bossuyt, E., Bruggeman, E., Persoone, G., Versichele, D., 1977. *Artemia salina* as live food in aquaculture, In: *Fundamental and applied research on the brine shrimp Artemia salina (L.) in Belgium*. Jaspers, E. (Ed.). *Special Publication European Mariculture Society* 2, 39-46

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., Coutteau, P., Dhert, P., Merchie, G., Lavens, P., 1998. Use of brine shrimp, *Artemia spp.*, in larval crustaceans 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.

Sorgeloos, 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.

Svobodová, Z., 2007. Nemoci sladkovodních a akvariálních ryb. 4., přepracované vydání. Praha. Informatorium, 264 s. ISBN 978-80-7333-051-4.

Svobodová, Z., Loyd, R., Máčková, J., Vykusová, B., 1993. Water duality and fish health. EIFAC Techn. Paper, 54, 67 pp.

Šimek Z., 1959. Ryby našich vod. Nakl. Orbis, Praha, 142pp.,110pl.

Šusta J., 1884. Výživa kapra a jeho družiny rybníčné. Nezměněný otisk k vydání z roku 1884, vydaný Čs. akad. zeměděl. (1937), s poznámkami B. Dvořáka a K. Schaferny, 224 s.

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.

Tkáč, M., 2009. Počáteční odchov plůdku lína obecného (*Tinca tinca*) v kontrolovaných podmínkách. Bakalářská práce Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství. AF: MENDELU v Brně. 50 s.

Tkáč, M., 2011. Odchov raných stádií lína obecného (*Tinca tinca*) v kontrolovaných podmínkách. Diplomová práce Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství. AF: MENDELU v Brně. 65 s.

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

Vismara, R.,Vestri, S., Kusmic,C., Barsanti, L., Gualtieri, P., 2003. Natural vitamin E enrichment of *Artemia salina* fed freshwater and marine microalgae. J. Appl. Physiol. 15, 75-80.

Vos, J., 1979. Brine shrimp (*Artemia salina*) inoculation in tropical dalt ponds: a preliminary guide for use in Thailand. FAO Working Paper THA/75:008/79/WP/4

Vostradovský J., 1968. Výsledky značkování *Abraxis brama*, *Tinca tinca*, *Perca fluviatilis* a dalších v lipenské údolná nádrži. Práce VÚRH Vosňany, 1968 (8): 149 – 163 s.

Wang, J., Min, W., Guan, M., Gong, L., Ren, J., Huang, Z., Zheng, H., Zhang, J., Liu, H., Han, Y., 2005. Tench farming in China: present status and future prospects. Aquaculture International, 14 (1-2): 205-208s.

Wolnicki, J., Kaminski, R., Myszkowski, L. 2003. Survival, growth and condition of tench (*Tinca tinca* L.) larvae fed live food for 12, 18 or 24 h a day under controlled conditions. Journal of Applied Ichthyology 19, 146–148.

8 ABSTRAKT

Cílem pokusu bylo ověřit vliv obohacených nauplií žábřonožek (*r. Artemia*) ke zvýšení přežití raného plůdku lína obecného (*Tinca tinca*) chovaného v laboratorních podmínkách při průměrné teplotě vody 25,8 °C. Celková délka pokusu byla 42 dní. K obohacování nauplií byly použity dva komerční přípravky na obohacování žábřonožek od firmy Selco (Selco DHA a Selco Spresso). Plůdek byl touto dietou krměn ve dvou variantách (7 a 21 dní) s následných přechodem na suché startérové krmivo. Do pokusu byly rovněž zařazeny kontrolní skupiny krmené neobohacenými nauplii žábřonožky (rovněž po dobu 7 a 21 dnů). Přechod na startérové krmivo (Inicio Plus GR od firmy Biomar) byl proveden čtyřdenním co-feedingem, kdy se postupně snižoval podíl zkrmovaných nauplií.

U skupin s přechodem z živé potravy na startérovou krmnou směs po 7 dnech odkrmu bylo dosaženo vyšší rychlosti růstu (13,41 %·d⁻¹), průměrné individuální hmotnosti (142,74 ± 57,06 mg) a celkové délky (21,08 ± 3,27 mm), včetně vyšší variability dvou posledně uvedených parametrů. Současně bylo ale zaznamenáno nízké přežití plůdku (2,8 %). Vyprodukovaná biomasa byla nižší. U plůdku krmného živou potravou prvních 21 dnů bylo dosaženo nižší rychlosti růstu (10,77 %·d⁻¹), individuální hmotnosti (48,61 ± 18,13 mg) a celkové délky (16,05 ± 1,66 mm). Přežití plůdku bylo v tomto případě ale mnohem vyšší (25,1 %).

Vyprodukovaná biomasa byla u plůdku krmného živou potravou tři týdny téměř trojnásobně vyšší (219,3 g), než u plůdku krmného živou potravou jeden týden (71,4 g). Možno konstatovat, že nebyl prokázán vliv obohacování nauplií žábřonožky na růst plůdku lína.

Avšak plůdek krmný jeden týden obohacenými nauplii dosáhl mírně vyššího přežití za celou dobu odchovu. Ve srovnání s kontrolou (3,3 %), bylo dosaženo při použití přípravku Selco Spresso přežití plůdku 3,7 %, resp. u Selco DHA to bylo 1,4 %.

Dosažené výsledky mohly být částečně ovlivněny parazitárním onemocněním plůdku v průběhu odchovu.

Klíčová slova: žábřonožka, nauplia, bioenkapsulace, plůdek, lín, SELCO

9 ABSTRACT

The aim of the experiment was investigate the the effect of feeding early Tench fry with enriched *Artemia nauplii* on the survival in the under laboratory conditions at an average water temperature of 25.8 °C. The total duration of the experiment was 42 days. We used two commercial enriching products of Selco company (Selco DHA and Selco Spresso). The fry were fed with this diet in two variants (7 and 21 days), followed by a transition to dry starter feed. In the experiment were also included control groups fed with unenriched nauplia (also for 7 and 21 days). The transition to starter feed (Inicio Plus GR from Biomar) was done after a four-day co-feeding, when the proportion of nauplia was gradually reduced.

Groups fed with naplii for 7 days had a higher growth rate ($13.41 \% \cdot d^{-1}$), an average individual weight (142.74 ± 57.06 mg) and a total length (21.08 ± 3.27 mm), including higher variability of the two last parameters. At the same time, low survival (2.8 %) was observed. Produced biomass was also lower. Fry fed with live feed for the first 21 days had lower growth rate ($10.77 \% \cdot d^{-1}$), individual weights (48.61 ± 18.13 mg) and total length (16.05 ± 1.66 mm). Survival of fry was much higher (25.1 %) in this case.

Produced biomass of the fry fed with live food for three weeks was almost three times higher (219.3 g) than biomass of the fry fed with live feed for one week (71.4 g). It can be observed that the influence of enriching of the artemia nauplii on the growth of the tench fry wasn't proved.

However, fry fed a week of enriched nauplii reached a slightly higher survival rate during the rearing period. Compared with the control group (3.3 %), the survival rate of the fry fed with live food enriched of Selco Spresso was 3.7 % . The survival of Selco DHA was 1.4%.

Reached results could be partially influenced by parasitic disease of the fry during rearing.

Key words: artemia, nauplia, bioencapsulation, fry, tench, SELCO