

## ÉLŐ TÁPLÁLÉK (*Artemia salina* nauplius) ELŐKÉSZÍTÉSE KÜLÖNBÖZŐ VITAMINOK DÚSÍTÁSÁVAL PONTYLÁRVÁK (*Cyprinus carpio* L.) NEVELÉSÉHEZ INTENZÍV KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT

**Borné Papp Zsuzsanna, Nagyné Biró Janka, Adorján Ágnes, Bogárné Csávás Katalin  
és Jakabné Sándor Zsuzsanna**

Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Halászati Kutatóintézet, Szarvas

### ÖSSZEFOGLALÁS

A különböző mikro-tápanyagokkal dúsított élő táplálék használata intenzív rendszerekben a jelenleg alkalmazott, a tavi termeléshez kialakított takarmányozási technológia alternatívája lehet a ponty (*Cyprinus carpio* L.) lárvanevelésben is. A rendszerint monokultúrában alkalmazott élő táplálékok gyakran nem biztosítják a megfelelő tápanyag összetételt a rendkívül érzékeny lárvák számára. Ezért vitamindúsítási kísérleteket végeztünk az egyik leggyakrabban használt táplálékkal, az *Artemiá*-val (*Artemia salina* nauplius: sórák). Hat órás *Artemiá*-t (INSTAR II Nauplius) dúsítottunk öt csoportban, különböző vitaminokkal egy órán át. A csoportok a következők voltak: dúsítás mentes kontroll, *Artemia* C-vitaminnal dúsított alga szuszpenzióval etetve, *Artemia* a C-vitaminon kívül emulzióban oldott B<sub>1</sub>+B<sub>6</sub>-vitaminnal etetve, *Artemia* a C-vitaminon kívül emulzióban oldott E-vitaminnal etetve, valamint *Artemia* a C-vitaminon kívül emulzióban oldott B<sub>1</sub>+B<sub>6</sub>+E-vitaminnal etetve. A dúsított *Artemiá*-t két héten át etettük pontylárvák különböző csoportjaival. Eredményeink szerint az *Artemiá*-ba valamennyi vizsgált vitamin beépült valamilyen mértékben. A C-vitamin jól, 2-3,5-szeresre dúsult valamennyi csoportban a Økontroll csoporthoz képest. A B<sub>6</sub>-vitamin koncentrációja is kétszeres volt azokban a csoportokban, amelyek ilyen kiegészítést kaptak. A B<sub>1</sub>-vitamin kisebb mértékben, mintegy másfél-kétszeresére dúsult szemben az E-vitaminnal, aminél egyedül a C-vitaminon kívül emulzióban oldott E-vitamint tartalmazó tápoldattal etetett csoportnál találtunk szignifikáns (P<0,05), 1,2-szeres koncentrációemelkedést. A pontylárvákban a B<sub>1</sub>-vitamin halmozódott fel a legnagyobb, mintegy 5-9-szeres mértékben, de a B<sub>6</sub>-vitamin is jelentős, maximálisan 3,73-szoros mértékben akkumulálódott. A C-vitamin esetében 1,2-2,5-szeres dúsulást mértünk, míg az E-vitamin koncentrációja a pontylárváknál nem mutatott szignifikáns különbséget (P<0,05). Eredményeink szerint az *Artemia* megfelelő vektornak tűnik vitamin bevitelre a pontylárvák számára.

## SUMMARY

### Preparation of live food with vitamin supplementations for rearing of carp (*Cyprinus carpio* L.) larvae in intensive conditions

Zsuzsanna B. Papp, Janka N. Biró, Ágnes Adorján, Katalin B. Csávás and  
Zsuzsanna J. Sándor

Enriched live food with different micronutrients like vitamins might be an alternative option compared to current technology for carp (*Cyprinus carpio* L.) larvae reared in intensive system. Live foods reared usually in monoculture often do not provide the proper nutritional composition for the very sensitive larvae. Therefore vitamin enrichment experiments were carried out with one of the most common used live food *Artemia* (*Artemia salina* nauplius). *Artemia* (INSTAR II Nauplius 6 hours after hatching) was enriched in five different groups with different vitamins (control group without any enrichment; group enriched with vitamin C solved in algae suspension; group enriched with vitamin C in algae suspension and with B<sub>1</sub> and B<sub>6</sub> solved in emulsion; group enriched with vitamin C in algae suspension and with vitamin E solved in emulsion; group enriched with vitamin C in algae suspension and with B<sub>1</sub>+B<sub>6</sub> and E solved in emulsion). After that, the freshly enriched *Artemia* were offered for different groups of carp larvae over the course of two weeks. According to our results, *Artemia* was well from 2 to 3.5 times enriched with vitamin C in all groups except Ø-control. Concentrations of vitamin B<sub>6</sub> were increased about twice in both groups fed with vitamin B<sub>1</sub>+B<sub>6</sub> supplementations. Vitamin B<sub>1</sub> was enriched with lesser extent (1.5-2 times) in the same groups, while 1.2 folds significant (P>0.05) accumulations were detected for vitamin E only in groups fed with vitamin C in algae suspension and with vitamin E solved in emulsion. In contrast, excessive accumulations were found for both vitamins B (5-9 times for B<sub>1</sub> and 3-4 times for B<sub>6</sub>) in the carp larvae groups which were fed with these supplementations. Concentrations of vitamin C were 1.2-2.5 times higher than it they were in the Ø-control groups, while accumulation of vitamin E was not detected. According to these results the *Artemia* might be a proper vector of vitamin transfer for carp larvae.

## BEVEZETÉS

A ponty tenyésztése során hazánkban kisebb nagyobb változtatásokkal a jól bevált módszert (H. Tamás és mts-i, 1982) alkalmazzák széleskörűen a pontylárvák nevelésében, melynek során a már táplálkozó lárvák néhány, általában főtt tojással történő etetést követően előnevelő tavakba kerülnek. A jövőben azonban előtérbe kerülhet a zártrendszerben történő lárva-előállítás a ponty termelése során is, ami a jelenlegitől különböző takarmányozási technológiát és technikát igényel. Köztudott, hogy a jó minőségű táplálék és a megbízható takarmányozás az egyik legfontosabb tényező a halak intenzív tartása során is, ami különösen érvényes a rendkívül érzékeny frissen kelt és nagyon gyorsan növekvő lárvákra (Hamre és mts-i, 2013). A különböző halfajok lárváinak zárt rendszerben történő nevelésére még ma is többnyire különböző helyben keltetett zooplankton, kerekeshérgemet (pl. *Brachionus plicatilis*), vagy sórakot (*Artemia salina*) használnak, monokultúrában. A természetes körülmények között élő, vagy halastavakban tenyésztett halak környezetükből viszonylag könnyen hozzájutnak a számukra szükséges mennyiségű és összetételű tápanyaghoz, a monokultúrában alkalmazott élő táplálékok (pl. *Artemia nauplii*) gyakran nem biztosítják a megfelelő tápanyag összetételt a rendkívül érzékeny lárvák számára. Léger és mts-i

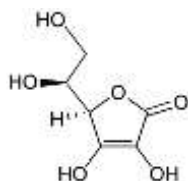
(1987) összefoglaló munkája szerint pl. az *Artemia nauplii* HUFA hiányos zsírsav profiljának esszenciális zsírsavakkal történő dúsításával nagyobb mértékű növekedést, megmaradást, stressz tűrést, stb. érhetünk el különböző halfajok lárváinál.

Az eredetileg zsírsavak bevitelére kifejlesztett emulziókat más fontos tápalkotók, mint pl. a vitaminok bevitelére is lehet alkalmazni (Merchie és mts-i, 1995; Treece, 2000; Teeranachaiidekul és mts-i., 2007, 2008). A vitaminok közül legtöbbször az élő táplálékok C-vitaminnal történő dúsításával foglalkoztak, mivel ez a vitamin esszenciális a csontos halak, így a ponty számára is, bár ez utóbbi sokáig vitatott volt (Dabrowski és mts-i, 1987; Gouillou-Coustant és mts-i, 1998). Általában a halak, így a ponty vitamin szükségletével sokan foglalkoztak, tekintettel a kísérletek közvetlen céljaira ebben a cikkben erre nem térünk ki részletesen, az eredmények értékelésekor az NRC (2011) „Nutrient requirements of fish” pontyra vonatkozó vitamin szükséglet táblázatát használjuk.

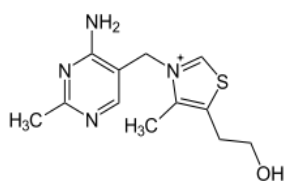
A tengeri, valamint az édesvízi akvakultúrában a lárvanevelés hatékonyságának elősegítésére az elmúlt évtizedekben számos dúsítási technológiát fejlesztettek ki világszerte az élő táplálékszervezetek tápanyagtartalmának növelésére (algakészítmények, emulziók, mikrokapszulázott táplálékok, stb.), amelyek igen változatosan variálhatók. Sikeresen dúsították C-vitaminnal pl. az *Artemiá*-t aszkorbát-palmitát emulzióban való oldásával a tengeri sügér (*Dicentrarchus labrax*) vagy az afrikai harcsa (*Clarias gariepinus*) lárvák neveléséhez (Merchie és mts-i, 1995), a tubifexet vízfürdőben alkalmazott L-aszkorbinsavval az európai harcsa (*Silurus glanis*) etetéséhez (Gy. Papp és mts-i, 1995) illetve a rotiférát kereskedelemben kapható mikro kapszulázott táp (Culture Selco, Inve Aquaculture, Belgium) aszkorbát palmitáttal történő kiegészítésével a „milkfish” (*Chanos chanos*) lárváinak neveléséhez (Gapasin, és mts-i, (1998). Használják L-aszkorbil-2-foszfátot is az *Artemia* C-vitaminnal történő kiegészítéséhez (Wang és mts-i, 2006). Az *Artemiá*-t azonban B-vitaminokkal és E-vitaminnal is dúsították emulzió (Treece, 2000), illetve E-vitaminnal mikroalgák segítségével (Vismara és mts-i, 2003).

## CÉLKITŰZÉSEK

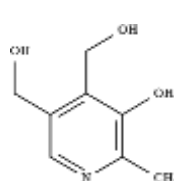
A bevezetőben leírtak figyelembevételével kísérleteink célja az volt, hogy a pontylárvák nevelésében alkalmazható mesterségesen keltetett sórák lárvá (*Artemia salina* nauplius) tápanyagban, jelesen különböző vitaminokban (C-, B<sub>1</sub>+B<sub>6</sub>-, valamint E-vitamin) történő dúsítására hatékony módszert dolgozzunk ki az ismert módszerek kombinálásával. Kísérleteinkben kipróbáltuk a C-vitamin alginasztában, a B<sub>1</sub>-,B<sub>6</sub>-, valamint az E-vitamin emulzióban történő alkalmazását és ezek kombinálását. Ezt követően vizsgáltuk az 1. ábrán bemutatott szerkezeti képletű L-aszkorbinsav, a kétféle B-vitamin (B<sub>1</sub>=tiamin és B<sub>6</sub>=piridoxin), valamint az E-vitamin ( $\alpha$ -tokoferol) bevitelének hatékonyságát az *Artemiá*-ban, majd a vitaminok akkumulálódását frissen kelt ponty lárvákban.



**L-aszkorbinsav**



**Tiamin (B1)**



**Piridoxin (B6)**



**$\alpha$ -tokoferol (E)**

1. ábra. Az alkalmazott vitaminok képlete/ Figure 1. Structure of the used vitamins

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### **Artemia dúsítása L-aszkorbinsavat tartalmazó algával, valamint B-vitaminokat és E-vitamint tartalmazó emulzió készítménnyel**

Dúsításkor a 20-20 mg/mL koncentrációjú B<sub>1</sub>- és B<sub>6</sub>-vitamint (Sigma Aldrich), valamint a 2 mg/mL E-vitamint (gyógyszertári) tartalmazó emulziót a 10 g/L koncentrációban L-aszkorbinsavval (Sigma Aldrich) dúsított élettelen algakészítménnyel (RotigrowNanno) együtt adtuk a már táplálkozó lárvának és 1 órán keresztül etettük (1 L *Artemiá*-hoz 1 mL emulziót és 100 mL dúsított algát adtunk).

A dúsításhoz használt oldatok, illetve emulziók az alábbiak voltak:

#### *C-vitamin kiegészítéshez:*

L-aszkorbinsavval dúsított alga oldat: a RotigrowNanno (tartósított *Nannochloropsis* sp.) algapasztából alkalmanként 4 mL algát dúsítottunk 400 ml 10 g/L L-aszkorbinsav tartalmú oldattal levegőztetés nélkül 15-30 percig.

L-aszkorbinsav oldat: 10 g/L-aszkorbinsav 25‰-es sós vízben.

#### *B<sub>1</sub>-, B<sub>6</sub>- és E-vitamin kiegészítéshez:*

Három - különböző vitamin-összetételű - emulziót készítettünk Teeranachaideekul és mts-i. 2007; 2008, valamint Treece, 2000 eljárása alapján: valamennyi emulzió 0,5 g zselatint, 8 mL szójaolajat, 0,4 g (1 kapszula) szójalecitint (gyógyszertárban beszerezhető alapanyagok) és 0,05 g béta-karotint (Sigma Aldrich), valamint 40 mL desztillált vizet tartalmazott. Három különböző vitaminnal kiegészített emulziót készítettünk. A *B jelű* csak B-vitaminokat (20 mg/mL B<sub>1</sub>- és B<sub>6</sub> vitamin); az *E jelű* csak E-vitamint (4 mg/mL E-vitamin); a *B+E jelű* B vitaminokat és E-vitamint is (20 mg/mL B<sub>1</sub>-, B<sub>6</sub>- és 4 mg/mL E-vitamin) tartalmazott.

Az emulziók készítéséhez a B-vitaminokat 40 mL desztillált vízben feloldottuk, majd a zselatint ebben az oldatban áztattuk 15-30 percig, a csak E-vitamint tartalmazó emulzió esetében a zselatint 40 mL desztillált vízben áztattuk. Ezt követően a zselatinos keveréket 80°C-os vízfürdőn feloldottuk és visszahűtöttük 40°C-ra. Elkészítettük az olaj emulziót. Ehhez 8 mL szójaolajat kevertünk 80°C-on béta-karotinnal 30 mp-ig, majd szójalecitinnel további 30-60 mp-ig. Majd hozzáadtuk a zselatin oldatot, és Ultra-Turrax-szal diszpergáltuk 1 percig. Az emulziókat felhasználásig +5°C-on hűtőben tároltuk.

### **Artemia lárvák előkészítése dúsításhoz**

A 10 mg petéből kikelt és leszűrt 6 órás INSTAR II Nauplius lárvákat 5 egyenlő részre osztottuk. A szétosztott *Artemia* mennyiséget 1 L térfogatig töltöttük 25‰ sótartalmú vízzel, majd a 6 órás *Artemia* lárvákat 1 órán át etettük az 1. számú képen látható rendszerben, állandó levegőztetés mellett 28°C-on az alább felsorolt készítményekkel:



Ø kezelés: Ø kontroll (táplálékmentes);  
K kezelés: kontroll (1 mL 100 mL L-aszcorbinsavval dúsított alga);  
B kezelés: B-vitaminos (1 mL B<sub>1</sub>+B<sub>6</sub> vitaminos emulzió, + 1 mL 100 mL L-aszcorbinsavval dúsított alga);  
E kezelés: E-vitaminos (1 mL E-vitaminnal kiegészített emulzió, 1 ml 100 mL L-aszcorbinsavval dúsított alga);  
B+E kezelés: B+E vitaminos (1 mL B<sub>1</sub>+B<sub>6</sub>+E vitaminnal készített emulzió, 1 mL 100 mL L-aszcorbinsavval dúsított alga).

**1. kép. Az *Artemia* dúsításához használt rendszer (Fotó Adorján Ágnes)/Picture 1. System for the enrichment of *Artemia***

Az etetés-fürdetés végén minden alkalommal ellenőriztük az oxigéntartalmat és a hőmérsékletet. Az *Artemia* lárvák vitalitását mikroszkóp alatt vizsgáltuk.

A dúsított *Artemia* lárvákat Zuger-üvegbe töltöttük és megvártuk, míg a keletlentől, illetve a héjtól elváltak az élő sórák lárvák. Pipetta segítségével óvatosan másik edénybe szedtük és átmostuk őket, majd az így nyert *Artemiá*-t etettük meg a pontylárvákkal. A dúsítás hatékonyságának vizsgálatára az *Artemiá*-ból az etetési kísérletek előtt háromszor vettünk 0,5-0,5 g mintát vitamin meghatározásra.

**Dúsított *Artemia* etetése pontylárvával**

Kísérleteinket a NAIK HAKI recirkulációs rendszerében végeztük a 2. képen látható átfolyó vizes rendszerben, melynek vízparaméterei állandónak tekinthetők. Az éppen a táplálkozás kezdetén lévő pontylárvákat adaptációként három napig 30 órás dúsítatlan *Artemiá*-ával etettük (24 óra alatt négy alkalommal), majd kezelésként és ismétlésként (3 párhuzam) 700-700, átlagosan 5,5±0,6 mg tömegű lárvát helyeztünk ki a. A rendszer víz hőfoka 23-24°C; térfogata 12 liter óránként ötszörös vízcserével; pH 8,5; az oxigéntartalom 7-8 mg/L volt.



A pontylárvákat napi négy alkalommal etettük, kétszer kb. 10 mg dúsított *Artemiá*-val, két alkalommal pedig 30 órás dúsítatlan *Artemiá*-val. Az elhullást naponta számoltuk, a növekedést pedig az élő táplálék etetés végén csoportonként és egyedenként is mértük. Az egyedek átlagtömegét 30-30 lárvára egyedenkénti tömegmérésével határoztuk meg.

**2. kép. Lárwanevelő rendszer (Fotó Adorján Ágnes)/Picture 2. Rearing system for carp larvae**

*Mintavételek:* kihelyezés előtt 2 g, majd az élő táplálék etetés befejezésekor a 14. napon 2-2 g lárvát gyűjtöttünk csoportonként.

*Vitamin meghatározások:*

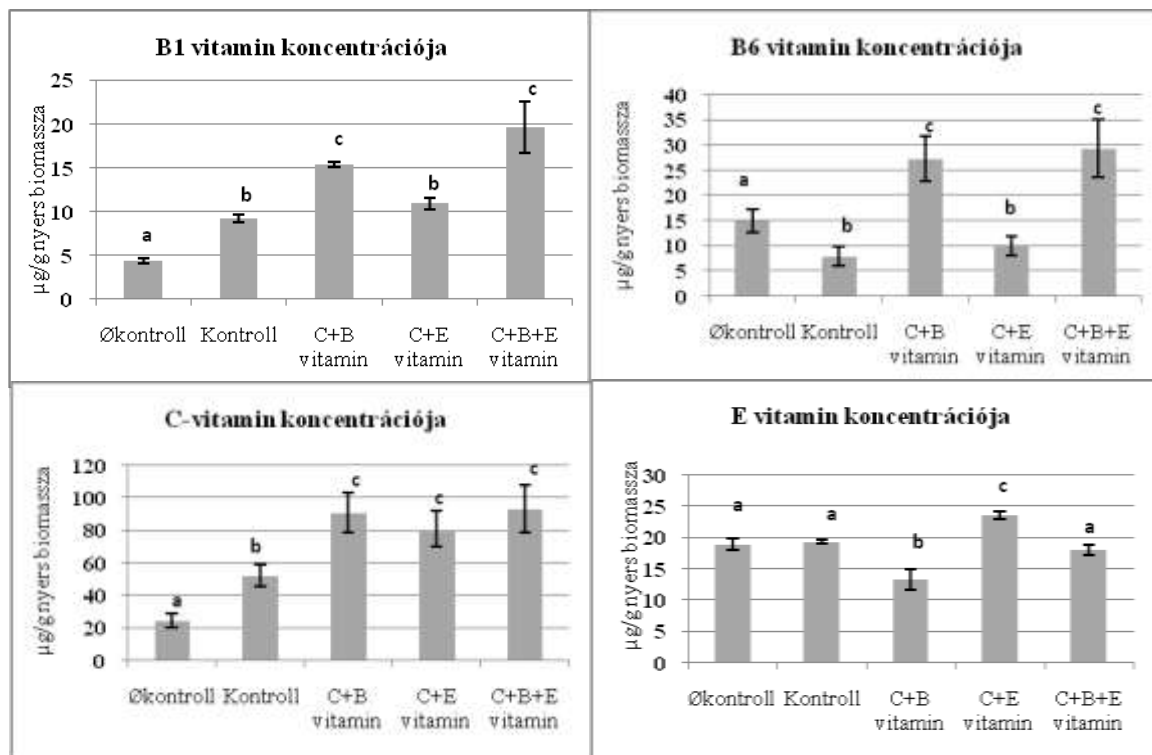
A vízoldható vitaminokat (C, B<sub>1</sub> és B<sub>6</sub>) Gy. Papp és mts-i 1998-ban leírt fordított fázisú HPLC módszerével, az E-vitamint pedig  $\alpha$ -tocoferol formában Bai és Gatlin (1993) HPLC módszerével mértük, mintánként három paralelben.

*Statisztikai értékelések*

A mérési átlagokat és a szórásokat az Excel 2007 szoftverrel számoltuk. A vitamin koncentrációkat egyszempontú ANOVA teszttel hasonlítottuk össze SigmaStat szoftverrel.

## **EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK**

Mivel a vizsgált vitaminok közül a C-vitamin az egyetlen esszenciális, így talán a legfontosabb mikro-tápanyag a pontylárvák számára, ezért ezeket az eredményeket mutatjuk be először. Annak ellenére, hogy ez a vitamin is alkalmazható zsíroidékony, azaz aszkorbát-palmitát formában, bevitelére az *Artemia* természetes táplálékához hasonló algapasztát használtunk, mivel így a C-vitamint is a természetben leggyakrabban előforduló L-aszkorbinsav formájában tudtuk alkalmazni. A dúsítási kísérletet követően a nyers *Artemia* (átlagos víztartalma 90%) valamennyi vitaminból tartalmazta a ponty igényének megfelelő, a nemzetközi irodalomból ismert mennyiséget (2. ábra). Ezek az értékek az irodalom szerint C-vitaminra 45  $\mu\text{g/g}$ , B<sub>1</sub>-vitaminra 0,5  $\mu\text{g/g}$ , B<sub>6</sub>-vitaminra 6  $\mu\text{g/g}$  és E-vitaminra 100  $\mu\text{g/g}$  szárazanyagra vonatkoztatva (NRC, 2011). Érdekes módon a C-vitamin dúsulás mértéke közel kétszeres volt azokban a csoportokban, amelyeket bármilyen vitaminnal kiegészített emulziót is tartalmazó tápoldatban dúsítottunk a kontroll (algapaszta+L-aszkorbinsav) tápoldatban dúsított *Artemiák*-hoz képest annak ellenére, hogy valamennyi tápoldatában állandó volt a C-vitamin koncentráció. A C-vitaminnal ki nem egészített *Artemiák* koncentrációjához képest pedig a dúsulás mértéke több, mint háromszoros volt. Az emulziót is tartalmazó tápoldatokban nevelt *Artemia* nauplii csoportok C-vitamin koncentrációja nagyságrendileg megfelelt a szakirodalomban található adatoknak. Merchie és mts-i (1997) pl. 1400  $\mu\text{g/g}$  L-aszkorbinsav koncentrációt értek el szárazanyagra vonatkoztatva 10% aszkorbát-palmitátot tartalmazó emulzióval, amely átlagosan kétszerese volt a kiegészítés nélkül nevelteknek. Ez a mi esetünkben is hasonló értéket mutat, a kezeltlen kontroll *Artemia* átlagosan  $248 \pm 45,0$   $\mu\text{g/g}$  összes C-vitamin koncentrációjával szemben  $933 \pm 143$   $\mu\text{g/g}$  C-vitamin tartalmat mértünk a C+B+E vitamint is tartalmazó tápoldatban nevelt sórákoknál.

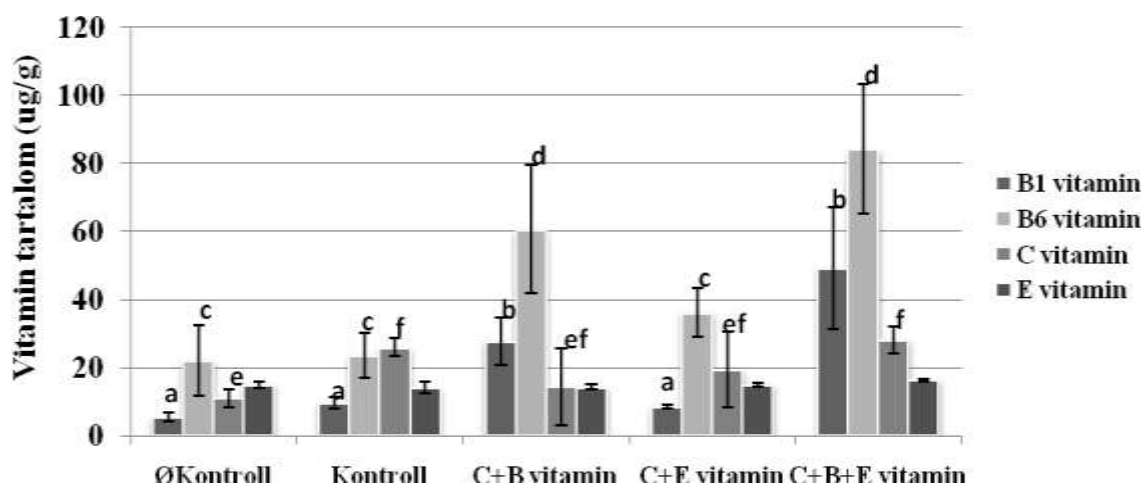


**3. ábra. Különböző vitaminokkal kezelt *Artemia salina* nauplius vitamintartalma a dúsítást követően a nyers biomasszára vonatkozóan/ Figure 3. Vitamin concentrations in crude biomass of *Artemia salina* nauplius enriched with different vitamins**

A B<sub>1</sub>+B<sub>6</sub>-vitaminnal kiegészített tápoldatban nevelt *Artemiák*-ban mind a két esetben szignifikáns ( $P>0,05$ ) B<sub>1</sub>- és B<sub>6</sub>-vitamin dúsulást tapasztaltunk a kontroll, illetve a B-vitaminokat nem tartalmazó tápoldattal etetett csoportokhoz képest. A B<sub>1</sub>-vitamin koncentrációja pl. 1,67-, illetve 2,13-szor magasabb volt a B-vitaminokkal nem dúsított, de algapasztával és C-vitaminnal kiegészített csoportokban mértnél. A B<sub>6</sub>-vitamin koncentrációja a dúsítást követően pl. a C+B vitaminnal etetett csoportokban 3,47, illetve a C+B+E vitaminokkal etetettekben 3,73-szoros volt ugyanezen kontroll csoporthoz képest. Az *Artemiák* E-vitamin koncentrációja kizárólag a C-vitamin mellett csak E-vitamin kiegészítés kapó csoportnál emelkedett szignifikánsan ( $P>0,05$ ) kis mértékben, ~1,20-szeresére a két kontroll csoporthoz képest. *Artemia* B-vitaminokkal történő dúsításáról nem találtunk adatokat, annak ellenére, hogy pl. a Treece (2000) által leírt emulzió tartalmaz B-vitamin komplexet, az E-vitaminnal mért értékeink azonban összehasonlítható mértékűek a Vismara és mts-i (2003) által közöltekkel. Ők pl. *Dunaliella* algát is használtak vektorként az *Artemia nauplii*  $\alpha$ -tocoferol bevitelére, ezzel  $31,2\pm 2,86$  µg/g vitamin koncentrációt értek el, ami nagyságrendileg összehasonlítható mértékű az általunk mért  $23,59\pm 0,68$  µg/g E-vitamin tartalommal.

Összességében elmondható, hogy kisebb-nagyobb mértékben valamennyi vizsgált vitamint sikerült bevinni az *Artemiá*-ba. Az irodalomból ismert adatokhoz képest a C- és az E-vitamin koncentrációja is alacsonyabb volt, de az idézett értékeket tengervízben nevelt *Artemiá*-val érték el, mi pedig mesterségesen állítottuk elő a sós vizet. A különbségek adódhattak azonban pl. az *Artemia* származása miatt is.

Az *Artemia* vitaminokkal történő kiegészítésének hatását az etetési kísérlet során vett lárvaminták mortalitásának, növekedésének és vitamintartalmának elemzésével vizsgáltuk. A kéthetes kísérleti periódus alatt a pontylárvák növekedésében ( $5,5 \pm 0,6$  mg/id-ről  $36,13 \pm 0,94$  mg/id-re) és elhullásában ( $98,06 \pm 1,31\%$ ) sem volt szignifikáns ( $p > 0,05$ ) különbség a csoportok között. Eredményeink összehasonlíthatók más közleményekben szereplő adatokkal, Dabrowski és mts-i, 1987-ben pl.  $32,2 \pm 1,7$  mg/egyed átlagtömeget ért el 11 nap alatt.



4. ábra. A pontylárvák vitamintartalma a dúsított *Artemiá*-val történő etetés végén a nyers biomásszára vonatkozóan/ Figure 4. Vitamin concentrations of crude biomass of carp larvae fed with vitamin enriched *Artemia*

Eredményeink szerint az *Artemia* megfelelő vektornak tűnik vitamin bevitelre a pontylárvák számára. A vitamin kiegészítések hatása már két hét alatt is tükröződik a pontylárvákban, különös tekintettel a B-vitaminokra (3. ábra). Irodalmi adatot arra vonatkozóan, hogy milyen testvitamin koncentráció elegendő a pontylárvák normális fejlődéséhez, csak a C-vitamin (legalább  $15 \mu\text{g/g}$  nedves tömegre vonatkozóan) esetében találtunk (Dabrowski és mts-i, 1987). Ennek megfelelően elmondható, hogy a csak sós vízben nevelt Økontroll csoport ( $11,04 \pm 2,6 \mu\text{g/g}$ ) és a C+B vitaminnal kiegészített *Artemiá*-val táplált csoport  $14,41 \pm 11,40 \mu\text{g/g}$  nedves tömegre vonatkozó C-vitamin koncentrációja kivételével a halak C-vitamin koncentrációja megfelelő volt a normális fejlődéshez. A két B-vitaminos csoportnál kiemelkedő volt a B<sub>6</sub>-vitamin abszolút koncentrációja ( $60,65 \pm 18,90 \mu\text{g/g}$ , illetve  $84,16 \pm 19,03 \mu\text{g/g}$  nedves tömegre vonatkozóan). Valamint a B<sub>1</sub>-vitamin is jelentősen feldúsult a Økontroll csoporthoz ( $5,54 \pm 1,30 \mu\text{g/g}$ ) képest ebben a két csoportban:  $27,82 \pm 6,90$ , illetve  $49,21 \pm 17,80 \mu\text{g/g}$  volt nedves tömegre vonatkozóan. Az E-vitamin koncentráció nem különbözött szignifikánsan ( $P > 0,05$ ) egyik csoportban sem a kontroll csoporthoz képest. A B<sub>1</sub>-, a B<sub>6</sub>- és az E-vitamin pontylárvákban történő feldúsulása összhangban van az *Artemiák*-nál mért értékekkel. A C-vitamin esetében azonban úgy tűnik, hogy a lárvák felhasználták a rendelkezésre álló C-vitamin nagy részét - valószínűleg a jelentős növekedéshez szükséges kollagén szintézishez - és maximum a kezeletlen kontroll kétszeresét ( $28,21 \pm 4,01 \mu\text{g/g}$ ) érték el a C+B+E vitaminnal is kiegészített *Artemiá*-val táplált csoportban.

Az etetési kísérletek ezzel azonban nem értek véget, hiszen a különböző vitaminok hatásai ebből nem mérhetők le. Azok vizsgálatához szükséges pl. az etetés száraztakarmánnyal történő folytatása, a stresszhatások vizsgálata, stb. Ezekről az eredményekről egy későbbi közleményünkben számolunk be.



## KÖVETKEZTETÉSEK

Vizsgálataink alapján elmondható, hogy az *Artemia* C-vitaminnal történő kiegészítése még vízoldható vitaminok esetében is hatékonyabb lehet, ha az egyéb, pl. zsírolékony vitaminokat emulzióban oldva adjuk az *Artemiá-t* nevelő tápoldathoz.

A C-vitamin dúsulásának vizsgálata alapján levonható az a következtetés is, hogy az *Artemia* vitamin kiegészítését komplexen kell kezelni, mivel a különböző vitaminok, de akár más tápanyagok is kölcsönhatásban vannak egymással. Ennek vizsgálatára azonban további kísérletekre van szükség.

A B-vitaminok jelentős mértékben akkumulálódtak a lárvák testében, ennek okait és hatásait célszerű lenne tovább vizsgálni.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A vizsgálatok az ARRAINA (GA 288925), valamint az EU\_BONUS\_12-1-2013-0006 projektek anyagi támogatásával valósultak meg. Köszönjük ezen kívül a munkaidőmentes kísérletek kivitelezését valamennyi résztvevő munkatársunknak.

## IRODALOM

Bai SC, Gatlin DM, 1993. Dietary vitamin E concentration and duration of feeding affect tissue  $\alpha$ -tocopherol concentrations of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, 113, 129-135.

Dabrowski, K., Hinterleitner, S., Sturmhuber, C. El-Fiky, N. and Wieser, W. 1987. Do carp larvae require vitamin C? *Aquaculture*, 72, 295-306.

Gapasin, R.S.J., Bombo, R., Lavens, P., Sorgeloos, P. and Nelis, H. 1998. Enrichment of live food with essential fatty acids and vitamin C: effects on milkfish (*Chanos chanos*) larval performance. *Aquaculture* 162, 269-286.

Gouillou-Coustant, M.F., Bergot, P. and Kaushik S.J., 1998. Dietary ascorbic acid needs of common carp (*Cyprinus carpio*) larvae. *Aquaculture* 161, 453-461.

Gy. Papp, Zs., Kovács, Gy. and Radics, F. 1995/ Az európai harcsa (*Silurus glanis* L.) C-vitamin státuszának alakulása az embrionális fejlődés során, valamint az L-askorbinsav kiegészítés hatása első, élő táplálékkal etetett lárvákra. In: XIX. Halászati Tudományos Tanácskozás Összefoglaló Gyűjtemény. 20. p.

Gy. Papp, Zs., Saroglia, M. and Terova, G. 1998. An improved method for assay of vitamin C in sample series of fish feed and tissues. *Chromatographia*, 48/1/2, 43-47.

Hamre, K., Yuferra, M., Rønnestad, I., Conceição, L. E. C., Izquierdo, M. 2013. Fish larval nutrition and feed formulation: knowledge gaps and bottlenecks for advances in larval rearing. *Reviews in Aquaculture* 5 (suppl.), 526-558.

H. Tamás, G., Horváth, L., és Tölg, I. 1982. Tógazdasági tenyésztésanyag termelés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1-259.

Léger, Ph., Bengston, D.A., Sorgeloos, P., Simpson, K.L. and Beck, A.D. 1987. The nutritional value of *Artemia*: a review. In: Sorgeloos, P., Bengston, D.A., Declair, W., Jaspers, E., (Eds) *Artemia* research and its applications, Vol. 3. Universal Press, Wetteren Belgium, 357-372.

Merchie, G., Lavens, P., Dhert, P. H., Pector, R., Mai-Sony, A.F. Nelis, H., Ollivier, F. De Leenheer, A. and Sorgeloos, P. 1995. Life food mediated vitamin C transfer to *Dicentrarchus labrax* and *Clarias gariepinus*. J. Appl. Ichthyol. 11, 336-341.

Merchie, G., Lavens, P. and Sorgeloos, P., 1997. Optimization of dietary vitamin C in fish and crustacean larvae: a review. Aquaculture, 155. 165-181.

NRC. 2011. Nutrient requirements of fish. Washington, DC, National Academies Press, 327-328.

Teeranachaideekul, V., Junyaprasert, V.B., Souto, E.B., and Müller, R.H. 2008. Development of ascorbyl palmitate nanocrystals applying the nanosuspension technology. Int. J. Pharmaceutics 354, 227-234.

Teeranachaideekul, V., Müller, R.H., and Junyaprasert, V.B., 2007. Encapsulation of ascorbyl palmitate in nanostructured lipid carriers (NLC) – Effects of formulation parameters on physicochemical stability. 2007 Int. J. Pharmaceutics 340, 198-206.

Treece, G.D. 2000. Artemia Production for Marine Larval Fish Culture. SRAC (Southern Regional Aquaculture Center) Publication No. 702, Stoneville, Mississippi 38776, USA, p. No.702.

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

Wang, W.N., Wang, A.L. and Wang, Y. 2006. Effect of supplemental L-ascorbyl-2-polyphosphate in enriched live food on the antioxidant defense system of *Penaeus vannamei* of different sizes exposed to ammonia-N. Aquaculture Nutrition 12(5), 348-352.