

## ЗАСТОСУВАННЯ ПРЕПАРАТІВ ПОЛІНЕНАСИЧЕНИХ ЖИРНИХ КИСЛОТ У ТЕХНОЛОГІЇ РАНЬОГО ВИГОДОВУВАННЯ ОСЕТРОВИХ РИБ

Л. В. ХУДА<sup>1\*</sup>, М. ПРУСІНСКА<sup>2</sup>, О. І. ХУДИЙ<sup>1</sup>, О. В. КУШНІРИК<sup>1</sup>,  
Р. КОЛЬМАН<sup>2</sup>, Н. П. ЛИПКА<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University  
Kotsjubynskiy Str, Chernivtsi, 58012, Ukraine*

<sup>2</sup>*Inland Fisheries Institute in Olsztyn  
Oczapowskiego Str., 10, Olsztyn, 10-719, Poland*

\**e-mail: lidia\_khuda@email.ua*

*Досліджували ефективність застосування препаратів поліненасичених жирних кислот, біоінкапсульованих в науплії артемії, на ранніх етапах вирощування осетрових риб на прикладі гостроного осетра та стерляді прісноводної. Застосування в якості живого корму збагаченої артемії при вирощуванні ранньої молоді *A. oxyrinchus* призводить до півтораразового збільшення маси личинок осетра при незмінній динаміці їх виживаності. Відмічено зростання вмісту ейкозапентаєнової та докозагексаєнової жирних кислот. Вигодовування збагаченою артемією личинок *A. ruthenus* хоч і не призводить до підвищення масонакопичення та суттєвих змін у жирнокислотному спектрі, проте дозволяє більше як удвічі скоротити смертність ранньої молоді стерляді. З огляду на встановлені тенденції ростових процесів досліджуваних видів осетрових, застосування збагаченої артемії слід починати з 10 доби активного живлення *A. oxyrinchus* та 7-ї доби для *A. ruthenus*. Одержані результати вказують на необхідність розробки специфічної технології збагачення живого корму поліненасиченими жирними кислотами для стерляді прісноводної з урахуванням відмінностей жирнокислотного складу її передличинок.*

*Ключові слова: виживаність, масонакопичення, *Acipenser oxyrinchus*, *Acipenser ruthenus*, *Artemia* sp., поліненасичені жирні кислоти.*

**Вступ.** В практиці штучного відтворення риб найвищі показники смертності спостерігаються при переході личинок на екзогенне живлення. Зменшення втрат досягається застосуванням стартових кормів з високою поживною цінністю. В цьому відношенні найбільш оптимальним у технології вирощування ранньої молоді риб є використання живих кормів, що пов'язано з їх високим ступенем засвоюваності (Abowei and Ekubo, 2011; Lim et al., 2003). У зв'язку з низькою ензиматичною активністю травної системи личинок, гідролітичні ферменти спожитого живого корму суттєво покращують травлення в риб, що дозволяє скоротити смертність та пришвидшити темпи їх росту і розвитку (Остроумова, 2012).

Традиційний живий стартовий корм, що застосовується в осетрівництві – науплії солоноводного представника ракоподібних *Artemia* sp. Основними характеристиками артемії, що дозволяють її використання в аквакультурі, є швидкий ріст, висока плодючість, здатність існувати при високій щільності та продукувати цисти. Цисти можна заготовляти, а при необхідності культивувати і синхронізовано отримувати науплії у необхідній кількості

(Sorgeloos et al., 2001). Незважаючи на численні технологічні переваги їх застосування, проблемою залишається невеликий вміст в їх складі поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) (Chakraborty et al., 2007). Недостатне надходження з кормом ПНЖК викликає у молоді риб цілий ряд фізіологічних порушень. Зокрема, зниження рівня лінолевої, ліноленової кислот, а також докозагексаєнової (ДКГ) і ейкозапентаєнової (ЕПК) кислот у раціоні личинок риб спричиняє метаболічні порушення, уповільнення росту, скелетні аномалії та підвищення смертності (Hafezieh et al., 2009; Adloo et al., 2012; Lall and Lewis-McCrea, 2007).

Одним із можливих шляхів вирішення даної проблеми є збагачення артемії ПНЖК-вмісними препаратами. Користуючись примітивністю способу її живлення (фільтраційний тип), поживну цінність артемії можна підвищити. Показано, що науплії артемії здатні інкапсулювати різноманітні есенціальні сполуки, терапевтичні агенти, пробіотики (Immanuel et al., 2007; Akbary et al., 2011; Jamali et al., 2014). Застосування збагаченого живого корму забезпечує зростання виживаності та прискорення темпів росту молоді різних видів

риб, що вирощуються в умовах аквакультури (Kadhar et al., 2014). Враховуючи високу вартість зарибку осетрових риб, дослідження, спрямовані на підвищення їх адаптаційного потенціалу та виживаності на ранніх етапах розвитку, є актуальними та мають вагоме практичне значення.

Метою роботи було оцінити ефективність застосування ПНЖК-вмісних препаратів, біоінкапсульованих в науплії артемії, на ранніх етапах вирощування осетрових риб на прикладі гостроного осетра та стерляді прісноводної.

**Матеріали та методи.** Дослідження проводили на личинках осетрових риб віком 9 діб з моменту їх переходу на екзогенне живлення: гостроного осетра *Acipenser oxyrinchus* Mitchell, 1815 – початкова середня маса особини  $0,019 \pm 0,0011$  г, та стерляді прісноводної *Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758 – початкова середня маса особини  $0,014 \pm 0,0006$  г (рис. 1).

Експериментальне вирощування риби здійснювали в установці замкнутого водопостачання (ЗВВ), оснащеної системами механічної та біологічної фільтрації. В якості рибоводних ємностей використовували квадратні басейни розміром  $1 \times 1$  м, рівень води в яких становив 50-75 см. За весь період вирощування риби основні показники водного середовища перебували в значеннях, оптимальних для росту і розвитку осетрових риб (Васильєва и др., 2014).

Для проведення експерименту личинки осетрових риб кожного виду були розподілені у 4 басейни по 500 екз. Контрольну групу склали личинки, що від початку переходу на екзогенне живлення отримували в якості корму незбагачені (контрольні) науплії *Artemia*, які вносилися в басейни відразу після закінчення інкубації. Дослідну групу становили личинки осетрових, при вирощуванні яких застосовували збагачені ПНЖК науплії *Artemia*.



1

Рис. 1. Личинки *A. oxyrinchus* (1) та *A. ruthenus* (2)

Інкубацію цист *Artemia* sp. («Ocean Nutrition», Belgium) проводили у апаратах Вейса об'ємом 8 л протягом 24 годин при постійному освітленні, аерації та температурі води  $+28^{\circ}\text{C}$ . Солоність середовища для інкубування цист забезпечували додаванням солі NaCl у дозі 30 г/л. Після 24 годин інкубації науплій артемії відділяли від ступок та неінкубованих цист і переносили у свіжоприготоване середовище, в якому проводили збагачення. Збагачення науплій артемії здійснювали з використанням комплексних препаратів поліненасичених жирних кислот *S. presso* у дозі 0,5 г/л та *Easy DHA Selco* у дозі 0,6 г/л («INVE Aquaculture», Belgium). Добову дозу *S. presso* вносили у середовище для збагачення артемії в два етапи, а *Easy DHA Selco* – одноетапно.

Внесення корму личинкам осетрових здійснювали щогодини цілодобово. Норма годування становила 100% від біомаси риби на добу. Тривалість годівлі гостроносих осетрів живим кормом становила 19 діб, стерляді – 14 діб.

Показники смертності личинок осетрових риб визначали кожної доби. Для цього підраховували кількість загинувших особин щогодини. Смертність виражали у відсотках мертвих особин до загальної кількості всіх особин. Визначення маси осетрів здійснювали кожні 5 діб, а стерляді – кожні 3 доби.

Визначення жирнокислотного профілю личинок риби проводили методом газової хроматографії на хроматографі HRGC 5300 (Італія) на скляній набивній колонці 3,5 м, заповненій Chromosorb W/HP з нанесеною 10% рідкою фазою Silag 5CP за програмованої температури  $140-250^{\circ}\text{C}$  (Kates, 1973, Байдалинова и др., 1977). Ідентифікацію індивідуальних жирних кислот здійснювали за допомогою стандартів фірми Sigma, вміст виражали у відсотках від загальної суми.



2

Fig. 1. *A. oxyrinchus* (1) and *A. ruthenus* (2) larvae

Статистичну обробку отриманих результатів проводили згідно із загальноприйнятою методикою з використанням програмного забезпечення Microsoft Excel та методу однофакторного дисперсного аналізу ANOVA. Відмінності отриманих результатів вірогідні при рівні значимості  $p \leq 0,05$ .

**Результати й обговорення.** Результати проведених досліджень показали однакові тенденції в динаміці смертності личинок гостроного осетра *A. oxyrinchus* та стерляді *A. ruthenus*, вигодованих як на контрольній, так і на збагаченій артемії (рис. 2).

Встановлено, що посилена смертність гостроного осетра спостерігалася протягом перших 10 діб вигодовування. Найвищий відсоток смертності відмічено на 5-ту добу, при чому в обох досліджуваних групах (рис. 2А). Личинки стерляді гинули протягом 6 діб з максимальним відходом на 3-тю добу (рис. 2В).

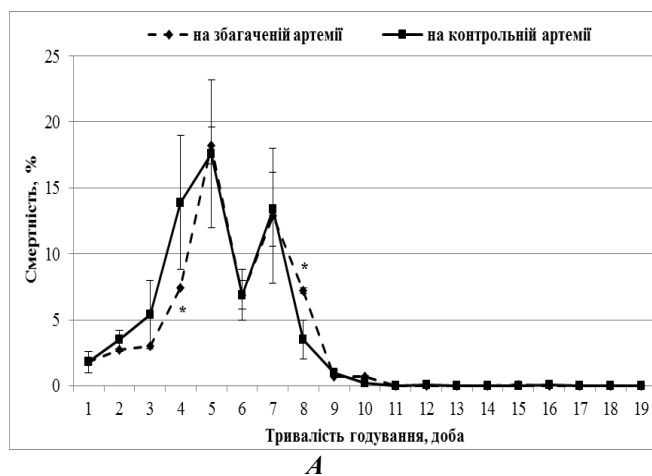
Період найвищої смертності відповідає змішаному типу харчування личинок, в якому поживні речовини отримуються як з жовткового мішка, так і з кормом. Велика смертність як в групах личинок, що харчувалися збагаченою, так і контрольною артемією, вказує на спільні складнощі в переході на екзогенне живлення, що не пов'язані із застосуванням ПНЖК-вмісних препаратів, а зумовлені незрілістю харчової поведінки та функціональних механізмів живлення личинок осетрових.

Як відомо, перехід на активне живлення, який відбувається після повного розсмоктування жовткового мішка, у молоді осетрів припадає на 8-10 добу після викльову передличинок, а у стерляді – на 5-7 добу. За нашими дослідженнями, починаючи із 11-ої доби

вигодовування для осетрів та з 7-ої для стерляді як на збагаченій, так і на незбагаченій артемії, смертність личинок риб була близькою до нуля, що свідчить про їх цілковитий перехід на екзогенне живлення.

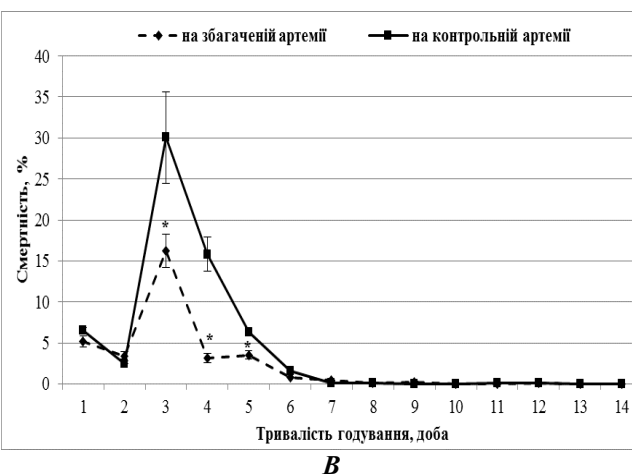
Загалом, за весь період експерименту, середнє значення виживаності в осетрів, які вигодовувалися на біоінкапсульованій артемії, було вище на 10,6% (рис. 3А.). Хоча одержана різниця й не є статистично достовірною, можна стверджувати про позитивну тенденцію у виживаності дослідної групи, чи, принаймні, відсутність її зниження. Натомість істотною була різниця у рівні виживаності личинок стерляді. Так, за весь період вигодовування живим кормом, кількість личинок стерляді, що вижили, у 2,4 рази більша при застосуванні ПНЖК-вмісного препарату, інкапсульованого в артемію (рис. 3В).

Були отримані позитивні результати із пришвидшення масонакопичення личинками гостроного осетра за умов застосування збагаченої артемії. Встановлено, що найвищий відносний приріст маси спостерігався при завершенні використання живих кормів (рис. 4А). Відмітимо, що різниця в масонакопиченні між двома групами осетрів почала проявлятися з другого тижня вигодовування. На кінцевому етапі експерименту маса личинок осетрів, що вигодовувалися збагаченою артемією, була вищою в 1,5 рази, порівняно з контрольною групою ранньої молоді риб. Однак, для стерляді достовірних відмінностей в масонакопиченні личинок, що споживали збагачені науплії артемії, виявлено не було протягом усього експерименту (рис. 4В.)



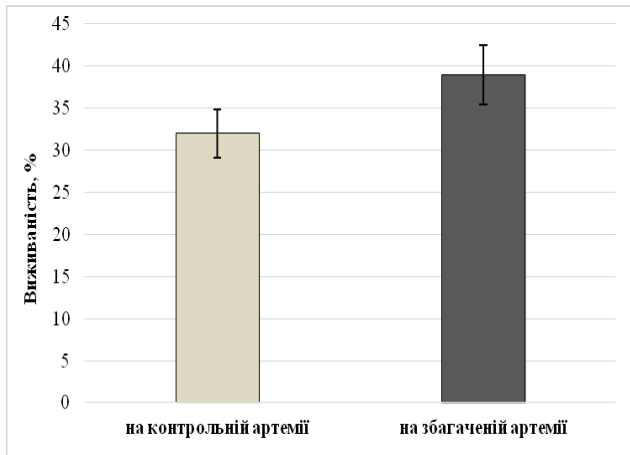
**Рис. 2.** Динаміка смертності личинок *A. oxyrinchus* (А) та *A. ruthenus* (В) при вигодовуванні збагаченою і контрольною артемією

Примітка: \* – відмінності достовірні при  $p \leq 0,05$ .



**Fig. 2.** The dynamics of mortality of *A. oxyrinchus* (A) and *A. ruthenus* (B) larvae, fed with control and enriched Artemia

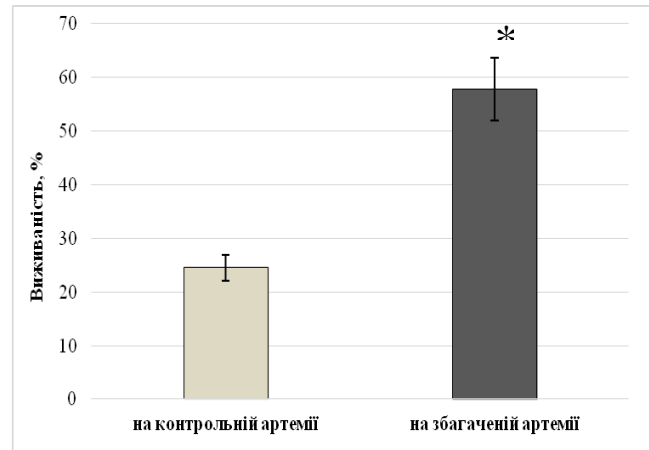
Note: \* – differences are significant at  $p \leq 0,05$ .



**A**

**Рис. 3.** Вживаність личинок *A. oxyrinchus* (A) та *A. ruthenus* (B) при вигодовуванні збагаченою і контрольною артемією

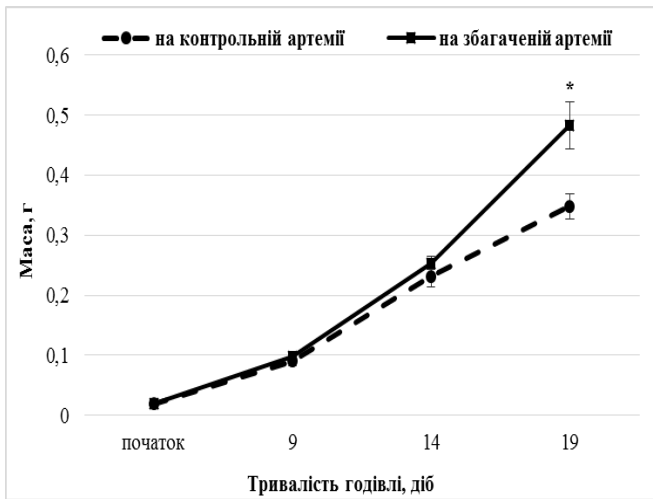
Примітка: \* – відмінності достовірні при  $p \leq 0,05$ .



**B**

**Fig. 3.** The survival rate of *A. oxyrinchus* (A) and *A. ruthenus* (B) larvae, fed with control and enriched Artemia

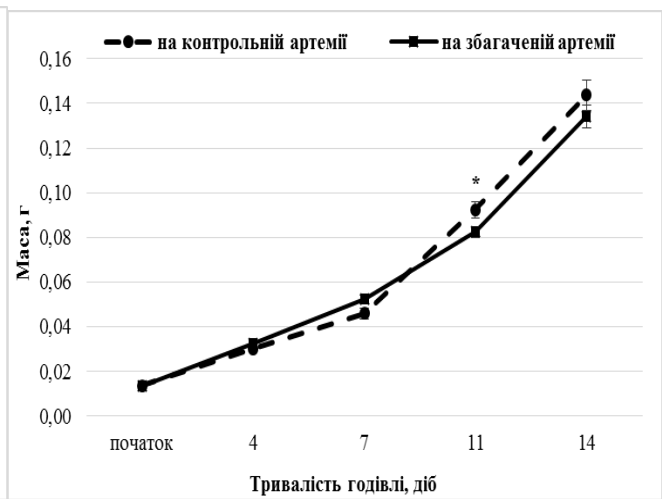
Note: \* – differences are significant at  $p \leq 0,05$ .



**A**

**Рис. 4.** Динаміка накопичення маси личинками *A. oxyrinchus* (A) та *A. ruthenus* (B) при вигодовуванні збагаченою і контрольною артемією

Примітка: \* – відмінності достовірні при  $p \leq 0,05$ .



**B**

**Fig. 4.** The dynamics of mass accumulation of *A. oxyrinchus* (A) and *A. ruthenus* (B) larvae, fed with control and enriched Artemia

Note: \* – differences are significant at  $p \leq 0,05$ .

Отже, нами встановлені загалом позитивні тенденції у динаміці виживаності та приросту маси личинок досліджуваних осетрових риб при застосуванні ПНЖК-вмісних препаратів, біоінкапсульованих в артемії. Привертає увагу різниця у показниках для двох досліджуваних видів осетрових, що вказує на необхідність обов'язкового врахування видової специфічності застосування подібних препаратів у осетрівництві.

Оцінити ефективність збагачення кормів ПНЖК-вмісними препаратами можна за змінами жирнокислотного профілю личинок, що їх споживають. Зауважимо, що кількісний вміст

жирних кислот личинок до початку їхнього зовнішнього живлення цілком визначається їх вмістом у жовтку ікри. До початку процесу годівлі у складі жирних кислот личинок *A. oxyrinchus* превалюють олеїнова кислота (28%), пальмітинова кислота (21%) та докозагексаєнова (16%) кислота. Перехід на екзогенне живлення артемією викликає деякий перерозподіл груп жирних кислот, при чому це стосується, в основному, ненасичених жирних кислот, зокрема мононенасичених (табл. 1). Вміст НЖК у всіх дослідних групах був практично незмінним і коливався в межах 30% від загальної маси жирних кислот.

**Таблиця 1**  
**Загальна характеристика жирнокислотного складу та вміст окремих ПНЖК личинок гостроносого осетра *A. oxyrinchus***

	Масова частка, %		
	До годівлі	Після годівлі контрольною артемією	Після годівлі збагаченою артемією
∑ НЖК	30,2±2,85	29,6±3,12	30,2±2,87
∑ МНЖК	35,4±3,71 <sup>3</sup>	35,0±3,24 <sup>3</sup>	30,9±2,59 <sup>1,2</sup>
∑ ПНЖК	34,5±3,35	34,8±3,15	38,2±3,18
∑ ω-3	24,4±2,42	24,7±2,11	27,2±2,45
∑ ω-6	9,84±0,89	9,78±0,91	10,66±0,95
ω-3/ω-6	2,48	2,52	2,55
Ліноленова C18:3ω-3	1,41±0,134 <sup>2,3</sup>	21,3±2,15 <sup>1</sup>	20,3±2,11 <sup>1</sup>
Ейкозапентаєнова C20:5 ω-3	5,17±0,415 <sup>2,3</sup>	1,63±0,120 <sup>1,3</sup>	2,73±0,279 <sup>1,2</sup>
Докозагексаєнова C22:6ω-3	16,1±1,73 <sup>2,3</sup>	1,17±0,112 <sup>1,3</sup>	3,32±0,319 <sup>1,2</sup>
ДГК/ЕПК	3,12 <sup>2,3</sup>	0,72 <sup>1,3</sup>	1,22 <sup>1,2</sup>

Примітка (тут і далі): ∑ - сумарна частка, НЖК – насичені жирні кислоти, МНЖК – мононенасичені жирні кислоти, ПНЖК – поліненасичені жирні кислоти, ДГК – докозагексаєнова кислота, ЕПК – ейкозапентаєнова кислота

<sup>1</sup> відмінності, в порівнянні з групою личинок до годівлі, статистично вірогідні при  $p \leq 0,05$ ;

<sup>2</sup> відмінності, в порівнянні з групою личинок після годівлі контрольною артемією, статистично вірогідні при  $p \leq 0,05$ ;

<sup>3</sup> відмінності, в порівнянні з групою личинок після годівлі збагаченою артемією, статистично вірогідні при  $p \leq 0,05$ .

Зовнішнє живлення суттєво збільшує (від 1,4% до більше 20%) вміст ліноленової кислоти. Ймовірно, це зумовлено досить високим (близько 30%) її вмістом в наупліях артемії. Поступова витрата ДГК, яка не поповнюється живим кормом через її низький вміст, призводить до істотного зменшення (в 13,7 рази) вмісту ДГК в личинках, годуваних незбагаченою артемією. Подібна ситуація спостерігається і для ейкозапентаєнної кислоти, вміст якої зменшується утричі (табл. 2). Одержані результати узгоджуються з літературними даними щодо недосконалості артемії як живого корму внаслідок дуже низького вмісту ДГК та ЕПК (Chakraborty et al., 2007). Натомість, вказані ПНЖК відіграють важливу роль у фізіологічних процесах (Cure et al., 1996; Soreman et al., 2002). Так, ЕПК є попередником ейкозаноїдів із широким спектром біологічної дії, разом з ДГК бере участь у транспорті холестеролу і його метаболізму. ДГК відіграє важливу роль у складі мембранних фосфоліпідів, забезпечуючи їх в'язкість, а також приймає участь у забезпеченні коректної роботи мембранних рецепторів (Грициняк та ін., 2010).

**Table 1**  
**The general characteristics of the fatty acid composition and content of individual PUFAs of *A. oxyrinchus* larvae**

Note (hereinafter): ∑ – total share, SFA – saturated fatty acids, MUFA – monounsaturated fatty acids, PUFA – polyunsaturated fatty acids, DHA – docosahexaenoic acid, EPA – eicosapentaenoic acid.

<sup>1</sup> differences, compared with the group of larvae before feeding, are statistically significant at  $p \leq 0,05$ ;

<sup>2</sup> differences, compared with the group of larvae after feeding with control brine shrimp, are statistically significant at  $p \leq 0,05$ ;

<sup>3</sup> differences, compared with the group of larvae after feeding with enriched brine shrimp, are statistically significant at  $p \leq 0,05$ .

Застосування інкапсульованого в артемії ПНЖК-вмісного препарату показало позитивні результати: в личинок осетрів, що його одержували, відсотковий вміст ейкозапентаєнної кислоти був вищим у 1,7 рази, докозагексаєнної – у 3 рази, в порівнянні з личинками, вирощеними на звичайній артемії. Очевидно, що зріс і рівень ДГК/ЕПК – до 1,22 проти 0,72, який встановлений для личинок, вирощених на незбагаченому кормі.

Жирнокислотний склад личинок стерляді до переходу на екзогенне живлення має відмінності, у порівнянні з гостроносим осетром. Зокрема, у півтора рази меншим є відсотковий вміст ω-3 ПНЖК, удвічі – співвідношення ω-3/ω-6 (табл. 2). Ймовірно, що така різниця первинно зумовлена особливостями фізіології стерляді як туводного виду, який всі етапи життя проводить у прісній воді, кормова база якої за ліпідним спектром істотно відрізняється від морської. Хоча й всі решта осетрових виходять на нерест у прісні водойми, нагул та закладка ікри відбувається у них в умовах солоноводного середовища.

Таблиця 2  
Загальна характеристика жирнокислотного складу та вміст окремих ПНЖК личинок стерляді прісноводної *A. ruthenus*

Table 2  
The general characteristics of the fatty acid composition and content of individual PUFAs of *A. ruthenus* larvae

	Масова частка, %		
	До годівлі	Після годівлі контрольною артемією	Після годівлі збагаченою артемією
∑ НЖК	27,6±2,35	29,7±2,87	28,9±2,47
∑ МНЖК	41,4±3,91 <sup>2,3</sup>	32,6±3,07 <sup>1</sup>	32,5±2,87 <sup>1</sup>
∑ ПНЖК	30,2±2,75 <sup>2,3</sup>	36,5±3,02 <sup>1</sup>	37,9±3,32 <sup>1</sup>
∑ ω-3	16,5±1,21 <sup>2,3</sup>	23,0±2,05 <sup>1</sup>	24,4±2,39 <sup>1</sup>
∑ ω-6	13,7±0,97	13,5±1,12	13,4±1,05
ω-3/ω-6	1,20	1,70 <sup>1</sup>	1,82 <sup>1</sup>
Ліноленова C18:3ω-3	1,70±0,151 <sup>2,3</sup>	10,4±0,88 <sup>1,3</sup>	12,9±1,04 <sup>1,2</sup>
Ейкозапентаєнова C20:5 ω-3	4,09±0,31 <sup>2,3</sup>	5,26±0,39 <sup>1</sup>	5,09±0,41 <sup>1</sup>
Докозагексаєнова C22:6 ω-3	10,5±0,91 <sup>2,3</sup>	6,63±0,51 <sup>1</sup>	5,75±0,55 <sup>1</sup>
ДГК/ЕПК	2,57 <sup>2,3</sup>	1,26 <sup>1</sup>	1,13 <sup>1</sup>

Очевидно, що на фоні початкової різниці в жирнокислотному спектрі личинок стерляді та осетра, застосування ПНЖК-вмісного препарату приведе до іншого розподілу. Дійсно, попри те, що перехід на зовнішнє живлення контрольною артемією показав тенденції, спільні з гостроносим осетром – зростання вмісту ліноленової кислоти та інтенсивну витрату докозагексаєнової – застосування збагаченої артемії кардинально не відобразилось на співвідношенні груп та рівні індивідуальних жирних кислот. Зростання вмісту ЕПК та ДГК не спостерігалось.

Одержані результати вказують на необхідність розробки специфічної технології збагачення живого корму поліненасиченими жирними кислотами для стерляді прісноводної з урахуванням відмінностей жирнокислотного складу її передличинок.

**Висновки.** Застосування в якості живого корму збагаченої ПНЖК-вмісним препаратом артемії при вирощуванні ранньої молоді *A. oxyrinchus* призводить до півтораразового збільшення маси личинок осетра при незмінній динаміці їх виживаності. Відмічено зростання вмісту ейкозапентаєнової та докозагексаєнової жирних кислот. Вигодовування збагаченою артемією личинок *A. ruthenus* хоч і не призводить до підвищення масонакопичення та суттєвих змін в жирнокислотному спектрі, проте дозволяє більше як удвічі скоротити смертність ранньої молоді стерляді. З огляду на встановлені тенденції ростових процесів досліджуваних видів осетрових, застосування збагаченої артемії слід починати з 10-ї доби активного живлення *A. oxyrinchus* та 7-ї доби для *A. ruthenus*.

#### Список літератури:

1. Васильєва Л., Пилипенко Ю., Корниєнко В. и др. Аквакультура осетрообразных. – Херсон: Гринь Д.С., 2014. – 238 с.
2. Байдалинова Л.С., Кривич В.С., Бахолдина Л.П. Методические рекомендации и указания по газовой хроматографии жирных кислот. – Калининград, 1977. – 34 с.
3. Грициняк І.І., Смолянінов К.Б., Янович В.Г. Обмін ліпідів у риби. - Львів: «Тріада плюс», 2010. – 336 с.
4. Остроумова И.Н. Биологические основы кормления рыб. – СПб.: Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного хозяйства, 2012. – 564 с.
5. Abowei J.F.N., Ekubo A.T. A Review of Conventional and Unconventional Feeds in Fish Nutrition // British Journal of Pharmacology and Toxicology. - 2011. - 2(4). – P. 179–191.
6. Adloo M.N., Matinfar A., Sourinezhad I. Effects of feeding enriched *Artemia franciscana* with HUFA, vitamin C and E on growth performance, survival and stress resistance of yellowfin sea bream larvae // J. Aquacult. Res. Dev. – 2012. – Vol. 3, №8. – doi:10.4172/2155-9546.1000157.
7. Akbary P., Hosseini S.A., Imanpoor M.R. Enrichment of *Artemia* nauplii with essential fatty acids and vitamin C: effect on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae performance // Iranian Journal of Fisheries Sciences. – 2011. – Vol. 10 (4). – P. 557–569.
8. Chakraborty R.D., Chakraborty K., Radhakrishnan E.V. Variation in fatty acid composition of *Artemia salina* nauplii enriched with microalgae and baker's yeast for use in larviculture // J. Agric. Food Chem. – 2007. – №55. – P. 4043–4051.
9. Copeman L.A., Parrish C.C., Brown J.A., Harel M. Effects of docosahexaenoic, eicosapentaenoic, and arachidonic acids on the early growth, survival, lipid composition and pigmentation of yellowtail flounder

- (*Limanda ferruginea*): a live food enrichment experiment // *Aquaculture*. – 2002. – Vol. 210. – P. 285–304.
10. Cure K., Gajardo G., Coutteau P. The effect of DHA/EPA ratio in live feed on the fatty acid composition, survival, growth and pigmentation of turbot larvae *Scophthalmus maximus* L. – Improvement of the Commercial Production of Marine Aquaculture Species: Proceedings of a workshop on Fish and Mollusc Larviculture. – 1996. – P. 108–118.
  11. Hafezieh M., Kamarudin M.S., Bin Saad C.R et al. Effect of enriched *Artemia urmiana* on growth, survival and composition of larval Persian sturgeon // *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. – 2009. – Vol. 9, №2. – P. 201–207.
  12. Immanuel G., Citarasu T., Sivaram V. et al. Bioencapsulation strategy and highly unsaturated fatty acids (HUFA) enrichment in *Artemia franciscana* nauplii by using marine trash fish *Odonus niger* liver oil // *African Journal of Biotechnology*. – 2007. – Vol. 6 (17). – P. 2043–2053.
  13. Jamali H., Tafi A.A., Jafaryan H., Patimar R. Effect of enriched *Artemia parthenogenetica* with probiotic (*Bacillus* spp.) on growth, survival, fecal production and nitrogenous excretion in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae // *J. Fisheries & Livest Production*. – 2014. – Vol. 2 (1). – <http://dx.doi.org/10.4172/2332-2608.1000111/>
  14. Kadhar A., Kumar A., Ali J., John A. Studies on the survival and growth of fry of *Catla catla* (Hamilton, 1922) using live feed // *J. of Mar. Biol.* – 2014. – Vol. 2014. – <http://dx.doi.org/10.1155/2014/842381>
  15. Kates M. Techniques of lipidology. Isolation, analysis and identification of lipids. – New-York: American Elsevier Pub. Co., Inc., 1973. – 341 p.
  16. Lall S.P., Lewis-McCrea L.M. Role of nutrients in skeletal metabolism and pathology in fish – an overview // *Aquaculture*. – 2007. – Vol. 267. – P. 3–19.
  17. Lim L.C., Dhert P., Sorgeloos P. Recent developments in the application of live feeds in the freshwater ornamental fish culture // *Aquaculture*. – 2003. – Vol. 227 – P. 319–331.
  18. Sorgeloos P., Dhert P., Candreva P. Use of the brine shrimp, *Artemia* spp., in marine fish larviculture // *Aquaculture*. – 2001. – Vol. 200. – P. 147–159.
  5. Abowei J.F.N., Ekubo A.T. A Review of Conventional and Unconventional Feeds in Fish Nutrition // *British Journal of Pharmacology and Toxicology*. – 2011. – 2(4). – P. 179–191.
  6. Adloo M.N., Matinfar A., Sourinezhad I. Effects of feeding enriched *Artemia franciscana* with HUFA, vitamin C and E on growth performance, survival and stress resistance of yellowfin sea bream larvae // *J. Aquacult. Res. Dev.* – 2012. – Vol. 3, №8. – doi:10.4172/2155-9546.1000157.
  7. Akbary P., Hosseini S.A., Imanpoor M.R. Enrichment of *Artemia* nauplii with essential fatty acids and vitamin C: effect on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae performance // *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. – 2011. – Vol. 10 (4). – P. 557–569.
  8. Chakraborty R.D., Chakraborty K., Radhakrishnan E.V. Variation in fatty acid composition of *Artemia salina* nauplii enriched with microalgae and baker's yeast for use in larviculture // *J. Agric. Food Chem.* – 2007. – №55. – P. 4043–4051.
  9. Copeman L.A., Parrish C.C., Brown J.A., Harel M. Effects of docosahexaenoic, eicosapentaenoic, and arachidonic acids on the early growth, survival, lipid composition and pigmentation of yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*): a live food enrichment experiment // *Aquaculture*. – 2002. – Vol. 210. – P. 285–304.
  10. Cure K., Gajardo G., Coutteau P. The effect of DHA/EPA ratio in live feed on the fatty acid composition, survival, growth and pigmentation of turbot larvae *Scophthalmus maximus* L. – Improvement of the Commercial Production of Marine Aquaculture Species: Proceedings of a workshop on Fish and Mollusc Larviculture. – 1996. – P. 108–118.
  11. Hafezieh M., Kamarudin M.S., Bin Saad C.R et al. Effect of enriched *Artemia urmiana* on growth, survival and composition of larval Persian sturgeon // *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. – 2009. – Vol. 9, №2. – P. 201–207.
  12. Immanuel G., Citarasu T., Sivaram V. et al. Bioencapsulation strategy and highly unsaturated fatty acids (HUFA) enrichment in *Artemia franciscana* nauplii by using marine trash fish *Odonus niger* liver oil // *African Journal of Biotechnology*. – 2007. – Vol. 6 (17). – P. 2043–2053.
  13. Jamali H., Tafi A.A., Jafaryan H., Patimar R. Effect of enriched *Artemia parthenogenetica* with probiotic (*Bacillus* spp.) on growth, survival, fecal production and nitrogenous excretion in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae // *J. Fisheries & Livest Production*. – 2014. – Vol. 2 (1). – <http://dx.doi.org/10.4172/2332-2608.1000111/>
  14. Kadhar A., Kumar A., Ali J., John A. Studies on the survival and growth of fry of *Catla catla* (Hamilton, 1922) using live feed // *J. of Mar. Biol.* – 2014. – Vol. 2014. – <http://dx.doi.org/10.1155/2014/842381>
  15. Kates M. Techniques of lipidology. Isolation, analysis and identification of lipids. – New-York: American Elsevier Pub. Co., Inc., 1973. – 341 p.
  16. Lall S.P., Lewis-McCrea L.M. Role of nutrients in skeletal metabolism and pathology in fish – an overview // *Aquaculture*. – 2007. – Vol. 267. – P. 3–19.
  17. Lim L.C., Dhert P., Sorgeloos P. Recent developments in the application of live feeds in the freshwater ornamental fish culture // *Aquaculture*. – 2003. – Vol. 227 – P. 319–331.
  18. Sorgeloos P., Dhert P., Candreva P. Use of the brine shrimp, *Artemia* spp., in marine fish larviculture // *Aquaculture*. – 2001. – Vol. 200. – P. 147–159.

#### References:

1. Vasyleva L., Pilipenko Y., Kornienko V. et al. The aquaculture of sturgeons. – Kherson: Grin D.S., 2014. – 238 p. (In Russian).
2. Baidalinova L.S., Kryvykh V.S., Balhodina L.P. Guidelines and instructions for gas chromatography of fatty acids. – Kaliningrad, 1977. – 33 p. (In Russian).
3. Hrytsyniak I., Smolyaninov K., Yanovich V. Lipid metabolism in fish. – Lviv: «Triada plus», 2010. – 336 p. (In Ukrainian).
4. Ostroumova I.N. Biological basis of fish feeding / I.N. Ostroumova. – Sankt-Peterburg: State Research Institute of Lake and River Fisheries, 2012. – 564 p. (In Russian).

- overview // Aquaculture. – 2007. – Vol. 267. – P. 3–19.
17. Lim L.C., Dhert P., Sorgeloos P. Recent developments in the application of live feeds in the freshwater ornamental fish culture // Aquaculture. – 2003. – Vol. 227 – P. 319–331.
18. Sorgeloos P., Dhert P., Candreva P. Use of the brine shrimp, *Artemia* spp., in marine fish larviculture // Aquaculture. – 2001. – Vol. 200. – P. 147–159.

## THE APPLICATION OF POLYUNSATURATED FATTY ACIDS-CONTAINING SUPPLEMENTS IN THE TECHNOLOGY OF STURGEONS EARLY FEEDING

L. V. Khuda, M. Prusinska, O. I. Khudyi, O. V. Kushniryk,  
R. Kolman, N. P. Lypka

*The efficiency of application the PUFA-containing supplements, encapsulated into Artemia nauplii, at the early development stages of sturgeons, on the example of sharp-nosed sturgeon and freshwater sturgeon, was investigated. An enrichment of Artemia nauplii was performed using complex emulsions of polyunsaturated fatty acids S. presso at a dose of 0.5 g/l and Easy DHA Selco at a dose of 0.6 g/l («INVE Aquaculture», Belgium). S. presso, encapsulated into Artemia nauplii, was using within 19 days for Acipenser oxyrinchus feeding, Easy DHA Selco – within 14 days for Acipenser ruthenus feeding. It was established that increased mortality of sharp-nosed sturgeon was observed during the first 10 days of feeding. The highest mortality rates were noted on the 5th day both in experimental group, which was receiving enriched Artemia, and in control group. The sturgeon larvae were dying during 6 days with maximal losses on the 3-rd day. Similar mortality trends in both groups of larvae, fed with enriched and control Artemia nauplii, indicate about common difficulties in the transition to exogenous feeding, that do not related with PUFA-containing supplements, but linked with immaturity of eating behavior and functional mechanisms of sturgeon larvae. The application of enriched with PUFA-containing supplements brine shrimp as live feed during A. oxyrinchus growth leads to an increase of 1.5 times the mass of larvae. Analysis of fatty acid profile showed the growth in content of eicosapentaenoic acid of 1.7 times and docosahexaenoic acid – 3 times. The level of DHA / EPA increased to 1.22 against 0.72, which is set for larvae, reared on unenriched feed. The feeding of A. ruthenus larvae with enriched Artemia though it does not resulted in increase of mass accumulation and significant changes in the fatty acid profile, but allows to decrease the mortality of sturgeon early youth more than in halve. In view of the established trends for growth processes of the studied sturgeon species, the use of enriched Artemia nauplii should begin with 10 days of active nutrition for A. oxyrinchus larvae and with 7 days for A. ruthenus larvae. The received results point out the need to develop the specific technologies of enrichment the live feed with polyunsaturated fatty acids for freshwater sturgeon considering differences in fatty acid composition of it's prelarvae.*

*Keywords: survival rate, mass accumulation, Acipenser oxyrinchus, Acipenser ruthenus, Artemia sp., polyunsaturated fatty acids.*

*Одержано редколегією 15.10.2015*