

Ribogospod. nauka Ukr., 2016; 2(36): 97-122
DOI: <http://dx.doi.org/10.15407/fsu2016.02.097>
УДК [639.3.043.2:639.371.2]:[639.5:595.32]

ЗАСТОСУВАННЯ АРТЕМІЇ (*ARTEMIA*) В ГОДІВЛІ МОЛОДІ ОСЕТРОВИХ ВИДІВ РИБ (*ACIPENSERIDAE*) (ОГЛЯД)

М. Ю. Симон, seemann.sm@gmail.com, Інститут рибного господарства НААН,
м. Київ

Мета. Проаналізувати наукові джерела щодо технологічних та біологічних особливостей застосування артемій в годівлі молоді осетрових риб (*Acipenseridae*). Висвітлити загальні біотехнологічні засади збагачення артемій біологічно активними речовинами, необхідними для повноцінного розвитку молоді осетрових видів риб.

Результати. Огляд наукових праць виявив, що технологія застосування артемій в годівлі осетрових риб не лише не втратила своєї актуальності в аквакультурі, але й продовжує розвиватися, відповідаючи на нові виклики часу. Описано особливості будови яєць артемій та способи оцінки їх якості в польових умовах. Викладено поживні характеристики артемій. Показано, що вона є оптимальним кормовим організмом для застосування в годівлі молоді осетрових. Наведено схеми розрахунків для декапсуляції та інкубації артемій. Розглянуто основні технологічні етапи підготовки артемій перед використанням її в годівлі — активацію, гідратацію, декапсуляцію, інкубацію, дегідратацію. Висвітлено вплив збагачених біологічно активними речовинами науплій артемій на молодь осетрових риб.

Практична значимість. Масив узагальненої інформації буде важливим для науковців, які досліджують особливості годівлі молоді осетрових видів риб, зокрема, природними кормами. Дані щодо технології застосування артемій в годівлі молоді осетрових стануть у пригоді рибоводам-осетроводам. Актуальність застосування артемій в годівлі молоді осетрових обумовлена її біологічними та економічними характеристиками, що і розкрито в статті.

Ключові слова: осетрові види риб (*Acipenseridae*), артемія (*Artemia*), науплії артемій, годівля молоді риб, збагачення артемій, поліненасичені жирні кислоти, біологічно активні препарати, декапсуляція яєць артемій.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

Добре спланована технологія годівлі в період раннього підрощування осетрових є запорукою високого рівня виживання личинок. Оскільки найчастіше оминати годівлю молоді живими кормовими організмами фактично неможливо, то постає питання пошуку найоптимальнішого організму. Проведені в останні десятиріччя дослідження із забезпечення підрощуваних личинок осетрових видів риб живими кормами переконують у високій ефективності застосування артемій (*Artemia salina*) [1, 2]. Однак, перед згодовуванням артемій молоді осетрових необхідно здійснити певну послідовність технологічних операцій, без яких її застосування в осетрівництві є неможливим, оскільки призведе до летального ефекту. Активація, гідратація, декапсуляція, інкубація, дегідратація яєць артемій дозволяють отримати високоцінний корм в короткі терміни, не застосовуючи складного технічного обладнання [3–5]. Крім того, відсутність селективності живлення в артемій дозволяє використовувати їх як своєрідний транспортний засіб для забезпечення молоді риб біологічно активними речовинами. Збагачення артемій потребує розгляду в кожному конкретному випадку, але щодо основних нутрієнтів існують напрацьовані технології [6–8].

© М. Ю. Симон, 2016



Метою даної роботи був аналіз масиву інформації щодо біолого-технологічних особливостей застосування артемії в годівлі молоді осетрових риб.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ. ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ

Перші дослідження різних популяцій артемії як цінного кормового об'єкта в годівлі молоді осетрових були розпочаті в 70-х роках ХХ сторіччя. За минулі роки було доведено, що науплії артемії з одних джерел більш ефективні як корм для хижих риб, з інших — для рослиноїдних, існують й універсальні популяції. Зокрема, популяції артемії з різних джерел відрізняються між собою за такими основними показниками:

- ефективністю та швидкістю викльову;
- розміром та масою наупліїв;
- біохімічним складом;
- якісним складом жирних кислот [9–11].

У світі більш ніж 500 компаній, що вирощують артемію [12]. При використанні яєць варто зважати на те, що в артемії не лише різних видів, а й різного географічного походження, вони відрізняються вимогами до умов інкубації, зокрема, додавання перекису водню має різну ефективність [13]. Крім того, основні показники науплій, отриманих з артемії різного географічного походження, суттєво відрізняються, що видно з таблиці 1.

Таблиця 1. Порівняння основних характеристик яєць та науплій I стадії розвитку артемії різного географічного походження (за М. Прусинською, О. П. Яковлевою, Л. В. Спекторвою)

| Країна походження | Ефективність викльову (кількість науплій), г | Продукція викльову, мг/г | Довжина, мкм | Вміст сухої ваги, мкг | Енергетична поживність (10⁻³ Дж) |
|--------------------------|---|---------------------------------|---------------------|------------------------------|--|
| США | 10600–267200 | 497,7–256,5 | 428–486 | 1,63–2,42 | 366–541 |
| Аргентина | 193600 | 333,0 | 431 | 1,72 | 402 |
| Австралія | 217600 | 537,5 | 458 | 2,47 | 576 |
| Бразилія | 304000 | 529,0 | 447 | 1,74 | 392 |
| Іран | 259200 | 435,5 | 497 | 2,8 | 458 |
| Італія | 137600 | 458,2 | 517 | 3,33 | 476 |
| Канада | 65600 | 133,8 | 475 | 2,04 | 448 |
| Китай | 129600 | 400,5 | 460–515 | 2,03–4,55 | 681 |
| Філіппіни | 214000 | 359,5 | 473 | 1,68 | 374 |
| Франція | 182400 | 561,8 | 509 | 3,08 | 476 |

Якість яєць артемії з Каліфорнії і східного узбережжя Китаю вважається однією з найкращих [12]. У наш час більшість європейських фірм-постачальників пропонують товарні яйця артемії, що, хоча й мають високу швидкість та ефективність викльову, але знаходяться не в стані діпаузи (вони з неї виведені спеціальною обробкою), а в стані криптобіозу (завдяки дегідратації та зберіганню



у вакуумі). Енергетична цінність наупліїв з яєць артемії в стані діапаузи відрізняється від тих, що виключились з яєць після криптобіозу [14]. Також, слід зазначити, що в останнє десятиріччя в американській лабораторії New York Ocean Science було виведено гібридну, «комерційну» форму артемії під назвою Sea Monkeys або *Artemia NYOS* (аббревіатура назви лабораторії). Більшість вчених відмовляється її визнати біологічним таксоном, проте, ця артемія сьогодні дуже широко представлена на ринку і становить більшу частину продукції американських виробників [15]. Підсумовуючи, варто зазначити, що яйця артемії різних фірм-постачальників варіюють в досить широких межах за своєю поживною цінністю для молоді осетрових [13].

Еволюція та систематика артемії. Рід *Artemia* виник в процесі еволюції з гермафродитного виду, який існував на території сучасного Близького Сходу. Потім він значно поширився по земній кулі і приблизно 25 мільйонів років тому відбувся поділ на популяції Старого і Нового Світу. Наступним етапом було виділення на території Старого Світу партеногенетических форм, що походять від європейських бісексуальних артемії. В цей же час (10–12 мільйонів років тому) на південноамериканському континенті виокремилась *A. persimilis* від *A. franciscana*. Наймолодші види (підвиди), такі як, наприклад, *A. monica*, відокремилися приблизно 2 мільйони років тому. Таким чином, в геологічному масштабі деякі з артемії є сучасниками людства [16]. Артемії належать до типу членистоногих (*Arthropoda*), підтипу зябродихаючих (*Branchiata*), класу ракоподібних (*Crustacea*), підкласу зяброногих (*Branchiopoda*), відділу зяброногів (*Anostraca*), родини артемії (*Artemiidae*) та роду артемії (*Artemia*) [17, 18]. Цей рід складається з семи ідентифікованих видів:

1. *Artemia tunisiana* — поширена в Європі та Північній Африці;
2. *Artemia monica* Verrill, 1869 — поширена в Південній та Північній Америці, Європі та Азії;
3. *Artemia franciscana* Kellogg, 1906 — поширена в Південній і Північній Америці та Європі;
4. *Artemia parthenogenetica* Barigozzi, 1974 — поширена в Європі, Африці, Азії та Австралії;
5. *Artemia sinica* Yaneng, 1989 — поширена в Центральній Азії та Китаї;
6. *Artemia persimilis* Piccinelli et Prosdocimi, 1968 — поширена в Аргентині;
7. *Artemia urmiana* Gunther, 1900 — поширена в Ірані.

В межах цих 7 видів є кілька груп підвидів, наприклад: *Artemia gracilis*, *Artemia tibetiana* (Zhang et Sorgeloos, 1998) і т. д. Поширена за радянських часів ідентифікація розповсюдженої в Україні артемії як *Artemia salina* в останні кілька років визнана помилковою, і тепер він віднесений до виду *Artemia tunisiana*. Натомість, *Artemia salina* оголошена вимерлим видом [19–21]. Статевозрілі артемії теплолюбні; оптимальними температурними межами для них є 25–27°C, однак можуть існувати в діапазоні температур від 5 до 37°C. Вони галофільні, витримують солоність від 10 до 340 г/дм³ NaCl [22]. Однак, за солоності понад 90‰, або 150 г/дм³, артемії починають формувати діапазуючі яйця, а для повноцінного викльову та розвитку наупліїв оптимальні межі солоності 30–80‰ [23]. Артемії — фільтратори, однак їм не властива вибіркова здатність, тому вони захоплюють як живі організми, так і частинки органічного та неорганічного походження [24]. Голодування протягом навіть короткого часу викликає смертність. Хімічний склад їжі артемії визначає їх забарвлення, яке може

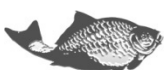


варіювати від зеленого до червоного. Втім, червоне забарвлення може бути обумовленим зниженням рівня кисню понад 2 мг/дм³ за рахунок посиленого синтезу гемоглобіну, а, отже, й гематину [22]. Загалом, дорослі особини артемії витримують значне зниження вмісту кисню у воді — до 0,17 мгО₂/ дм³, однак оптимальними значеннями є 6–8 мгО₂/ дм³. На потребу артемій в кисні впливають як абіотичні, так і біотичні фактори [23]. Артемії роздільностатеві, вони можуть розмножуватися статевим шляхом і партеногенетично. Для самців притаманна пара гачкоподібних захоплюючих вусиків, розташованих біля голови. Самки вирізняються наявністю яйцевого мішка округлої форми, розташованого за 11 парою ніжок, з отвором для вивільнення яєць (у випадку несприятливих умов) або наупліїв (за сприятливих умов) [24–27]. Одна самка може давати до 170 яєць чи наупліїв в одній кладці, яких за життєвий цикл (близько 4 чотирьох місяців) нараховується до 30 [23]. В залежності від товщини оболонки викльов наупліїв відбувається одразу після вивільнення яєць з яйцевого мішка (за тонкої оболонки) або після виходу зі стану діапаузи (за товстої оболонки) [25, 27].

Науплії артемії. Науплії мають непчленований тулуб помаранчевого кольору, інтенсивність якого визначається наявністю каротиноїдів в гіподермі. Розмір та маса наупліїв залежить від розміру яєць і коливається в межах 0,3–0,6 мм та 0,01–0,06 мг. На початкових етапах розвитку науплії швидко ростуть за рахунок використання поживних речовин жовтка та характеризуються позитивним фототаксисом, який зникає по мірі дорослішання. Найбільш ефективним є застосування в годівлі молоді осетрових видів риб науплій, які щойно виклюнулись з яєць, адже вони поживніші, як видно з таблиці 2.

Таблиця 2. Особливості біохімічного складу артемій на різних стадіях розвитку (за Л. І. Литвиненко, Ю. П. Мамонтовим, О. В. Івановою, О. І. Литвиненком, М. С. Чебановим)

| Стадія розвитку | Довжина, мм | Сира маса, мкг | Суха маса, мкг | Вміст, % від сухої маси | | | | Вміст, % від всіх жирних кислот | | Калорійність, кал/мг сухої речовини | |
|---------------------------|-------------|----------------|----------------|-------------------------|-----------|------------|----------|--------------------------------------|--|-------------------------------------|----------|
| | | | | білків | жирів | вуглеводів | золи | лінолевої кислоти 18:3ω ³ | ейкозапентаєвої кислоти 20:5ω ³ | з золю | без золи |
| Яйце діапазуюче | 0,224–0,320 | 0,006–0,015 | 2,8–7,5 | 47,9–61,8 | 10,4–25,6 | 7,8–21,5 | 3,0–11,5 | 2,7–31,9 | 0,4–12,6 | 4,1–5,2 | 5,8–7,0 |
| Яйце декапсульоване | 0,207–0,290 | – | – | 49,5–61,2 | 19,5–23,1 | 9,1–14,9 | 4,8–6,6 | – | – | 5,1–5,2 | – |
| Наупліуси 1-ї стадії | 0,401–0,670 | 0,011–0,037 | 1,4–3,4 | 37,4–71,4 | 12,0–30,0 | 4,5–23,0 | 4,2–21,4 | 0,3–28,8 | 0,2–15,4 | 4,7–6,1 | 5,6–8,2 |
| Наупліуси віком 24 години | 0,43–0,69 | – | 4,8 | 45,2 | 21,3 | 8,3 | – | – | – | 4,8 | – |
| Наупліуси віком 48 годин | 0,58–0,88 | – | 6,3 | 43,3–49,4 | 11,0 | 7,5 | – | – | – | 3,5 | – |



| Стадія розвитку | Довжина, мм | Сира маса, мкг | Суха маса, мкг | Вміст, % від сухої маси | | | | Вміст, % від всіх жирних кислот | | Калорійність, кал/мг сухої речовини | |
|-------------------|-------------|----------------|----------------|-------------------------|-----------|------------|-----------|-----------------------------------|---|-------------------------------------|----------|
| | | | | білків | жирів | вуглеводів | золи | лінолевої кислоти 18:3 ω^3 | ейкозапентаєвої кислоти 20:5 ω^3 | з золю | без золи |
| Ювенільні особини | 3,0–7,0 | 0,2–2,8 | 35–227 | 50,6–58,0 | 15,0–18,2 | 7,2 | 18,7–20,0 | – | – | 3,8–4,5 | 4,8–5,3 |
| Дорослі особини | 8,0–15,0 | 2,5–8,0 | 253–650 | 38,9–69,0 | 2,0–24,6 | 5,6–20,0 | 9,0–29,0 | 0,5–20,0 | 0,5–18,6 | 3,3–6,4 | 5,0–7,8 |

В розвитку наупліїв виділяють наступні періоди [22]:

– Наупліальний — триває 8–12 годин, закінчуючись після першої линьки, і характеризується недорозвиненою травною системою — ротовий та анальний отвори не розкриті;

– Метаупліальний — триває 8–10 діб та диференціюється на 4 стадії розвитку. Перша стадія вирізняється початком повноцінного функціонування травного тракту; личинки починають споживати частинки розміром 1–140 мкм. Останні три стадії розрізняються різним ступенем диференціювання тулуба;

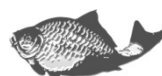
– Ювенільний — триває з п'ятої по тринадцяту линьку, розподіляючись на сім стадій розвитку;

– Постличинковий — ділиться на п'ять стадій розвитку і характеризується розвитком геніталій.

Постембріональний розвиток завершується з появою вторинних статевих ознак, зазвичай у віці 20–35 діб та за довжини тіла 8,5–9,0 мм, після чого темп росту сповільнюється. Варто зазначити, що в залежності від солоності артемія здатна утворювати різні раси, які відрізняються розмірами тіла, співвідношенням довжини та ширини черевця, будовою фурки [22]. Ще в 1875–1877 рр. одеський біолог В. В. Шманкевич довів, що при підвищенні солоності редукується фурка та щетинки на ній, зменшується довжина тіла та ширина черевця, однак зростає довжина останнього [28]. Загалом, тіло артемії видовженої форми та почленоване на три відділи:

1) Голова — характеризується наявністю одного простого ока, двох великих складних очей на стеблинках, антен, антенул, мандибул і максилів (біля ротового отвору);

2) Грудний відділ — налічує одинадцять сегментів, кожний з яких несе пару листкоподібних ніжок, які мають по три екзоподити (виконують дихальну функцію) та п'ять ендоподитів (відповідають за рух та фільтрацію);



3) Черевце — налічує вісім сегментів, перші два злиті в один статевий (у самок з яйцевим мішком, а у самців з копулятивним органом), останній закінчується V-подібною фуркою зі щетинками [22].

Цінність артемії як кормового об'єкта обумовлена наступним [9]:

– можливістю збагачення артемії вітамінами та поліненасиченими жирними кислотами, і тим самим підвищення показників росту та розвитку молоді осетрових видів риб;

– хімічним складом жиру артемії, який на 88% представлений насиченими і мононенасиченими та на 12% поліненасиченими жирними кислотами (табл. 3);

– високим вмістом протеїну (60%);

– наявністю понад 50% незамінних амінокислот (табл. 4);

– високим вмістом вітаміну В₁₂ (ціанокобаламіну) — до 7,2 мкг/г;

– доброю перетравністю декапсульованих яєць личинками;

– невеликими розмірами (0,3–0,5 мм), які дозволяють розпочинати годівлю личинок осетрових риб на ранніх стадіях розвитку;

– повільним рухом, що забезпечує доступність здобичі для личинок;

– здатністю до інтенсивного росту за високих щільностей посадки (понад 10 тис. особин на 1 дм³ солоної води);

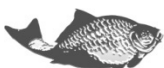
– високою плодючістю (понад 100 наупліїв кожні 4 дні);

– вражаючими можливостями адаптації до солоності, температури та кисневого режиму;

– здатністю зберігатися, не втрачаючи своїх якостей, тривалий час [11–13].

Таблиця 3. Жирнокислотний склад яєць артемії [22] (за Л. І. Литвиненко, Ю. П. Мамонтовим, О. В. Івановою, О. І. Литвиненком, М. С. Чебановим)

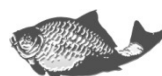
| Назва кислоти | Код кислоти | Вміст, % від загального рівня |
|--|--------------------|-------------------------------|
| Міристинова (C ₁₃ H ₂₇ COOH) | 14:0 | 0,7–2,4 |
| Пентадеканова (C ₁₅ H ₃₀ O ₂) | 15:0 | 0,8–1,5 |
| Пальмітинова (C ₁₆ H ₃₂ O ₂) | 16:0 | 7,8–26,6 |
| Пальмітолеїнова (C ₁₆ H ₃₀ O ₂) | 16:1 | 3,1–30,6 |
| Гексадієнова (C ₆ H ₈ O ₂) | 16:2ω ⁴ | 1,3–5,2 |
| Стеаринова (C ₁₈ H ₃₆ O ₂) | 18:0 | 1,5–3,6 |
| Олеїнова (C ₁₈ H ₃₄ O ₂) | 18:1ω ⁹ | 6,6–36,1 |
| Лінолева (C ₁₈ H ₃₂ O ₂) | 18:3ω ³ | 0,4–33,6 |
| Стеаридонова | 18:4ω ³ | 0,4–3,2 |
| Дигомогамма-лінолева | 20:3ω ⁶ | 0,1–0,3 |
| Ейкозапентаєнова (C ₂₀ H ₃₀ O ₂) | 20:5ω ³ | 0,2–15,4 |
| Докозагексаєнова (C ₂₂ H ₃₂ O ₂) | 22:6ω ³ | 0,3 |



Таблиця 4. Амінокислотний склад артемій, зоопланктону та потреби молоді осетрових видів риб в амінокислотах [22] (за Л. І. Литвиненко, Ю. П. Мамонтовим, О. В. Івановою, О. І. Литвиненком, М. С. Чебановим)

| Амінокислота | Амінокислотний склад | | | Потреба молоді осетрових (у % від сухої речовини корму) |
|------------------------------------|----------------------|---------------|-----------------------------|---|
| | В артемії | | В зоопланктоні (усереднено) | |
| | науплії | дорослі особи | | |
| Лізин ($C_6H_{14}N_2O_2$) | 7,4–9,9 | 5,0–7,8 | 6,0 | 4,0–4,4 |
| Гістидин ($C_6H_9N_3O_2$) | 2,3–4,1 | 1,4–2,1 | 2,7 | 0,6–0,7 |
| Аргінін ($C_6H_{14}N_4O_2$) | 8,2–9,7 | 3,1–6,5 | 6,6 | 3,0–3,3 |
| Треонін ($C_4H_9NO_3$) | 4,0–5,1 | 2,2–4,6 | 3,9 | 2,8–3,1 |
| Валін ($C_5H_{11}NO_2$) | 2,6–4,7 | 3,2–6,8 | 4,7 | 3,1–3,5 |
| Метіонін ($C_5H_{11}NO_2S$) | 1,9–3,1 | 1,8–4,0 | 1,3 | 1,0–1,1 |
| Цистин ($C_6H_{12}N_2O_4S_2$) | – | 2,2 | 4,7 | – |
| Ізолейцин (НОССН(НН)СН(СН)СНСН) | 4,1–5,7 | 2,2–8,7 | 4,7 | 3,4–3,7 |
| Лейцин ($C_6H_{13}NO_2$) | 6,7–8,5 | 3,9–8,6 | 5,4 | 4,6–5,1 |
| Фенілаланін ($C_9H_{11}NO_2$) | 4,3–8,8 | 4,0–5,1 | 4,6 | 2,5–2,8 |
| Тирозин ($C_9H_{11}NO_3$) | 4,6–8,9 | 2,7–4,5 | 1,4–1,6 | – |
| Гліцин ($C_2H_5NO_2$) | 4,8–6,3 | 4,8–5,3 | 4,2–4,8 | – |
| Триптофан ($C_{11}H_{12}N_2O_2$) | – | 0,5–1,0 | 1,2 | – |

Для використання у годівлі молоді осетрових найбільшу цікавість викликають діапазуючі яйця артемій. В них розвиток ембріонів оборотно припинений і вони захищені від зовнішніх впливів щільними оболонками хоріону на стадії гастрული [23]. Зокрема, яйця у стані діапаузи можуть зберігатись у висушеному стані кілька років, витримують діапазон температур від $-196^{\circ}C$ до $+130^{\circ}C$, дію агресивних рідин, глибоку дегідратацію, анаеробні умови, обробку пестицидами тощо. За допомогою механізму діапаузи відбувається необхідна синхронізація життєвого циклу (особливо чутливих стадій розвитку організму) з сезонним ритмом навколишнього середовища, сприятливими умовами розвитку. Діапауза є також способом подолання екстремальних умов з метою виживання і розселення виду [16]. За створення оптимальних умов діапауза закінчується і продовжується нормальний розвиток ембріону, який триває 22–48 год. Після цього внутрішня ембріональна кутикула розривається і відбувається викльов наупліїв [23].



Будова яєць артемії. Маса сухих яєць коливається в межах від 0,0028 до 0,0075 мг, з яких на оболонку припадає близько 30% від їх загальної маси, причому в різні роки в одного і того ж штаму маса може варіювати. Діаметр діапазуючих яєць у різних штамів артемії значно варіює і знаходиться в межах від 224 до 320 мк, а декапсульованих яєць — від 207 до 296 мк. Товщина хоріону варіює від 4,7 до 11,2 мк та не залежить від діаметру яйця, визначаючись як значення різниці між діаметром гідратованого яйця та декапсульованого [22].

Оболонка яйця артемії в стані спокою складається з 3 шарів:

1. Кортикальний прошарок хоріону — не розчинюється під дією травних ферментів молоді осетрових риб, зокрема трипсину (КФ 3.4.21.4) [9]. Складається з ліпопротеїнів, хітину ($C_8H_{13}O_5N$)_n та гематину (продукту каталізу гемоглобіну), що визначає забарвлення оболонки. Цей прошарок захищає ембріон від механічних пошкоджень та ультрафіолетових променів і повністю видаляється в процесі декапсуляції [22];

2. Альвеолярний прошарок хоріону — має порожнисту структуру будови, яка здатна віддавати або накопичувати воду [11]. Виконує переважно фільтруючі функції, діючи як напівпроникний бар'єр, що захищає ембріон від проникнення великих молекул [22];

3. Внутрішня ембріональна кутикула — потрібна для захисту науплію від травмування об кутикулу при викльові; лише її здатна перетравлювати молодь осетрових видів риб [12].

Оцінка якості яєць артемії. Якість яєць артемії може варіювати в дуже значних межах, однак є 4 основних критерії для її оцінки [9]:

1. Відсоток викльову — кількість живих наупліїв, які виклюнулися зі 100 яєць. Недоліком цього критерію є те, що він не дозволяє оцінити чистоту продукту, оскільки не враховує кількість порожніх оболонок. Втім, яйця артемії зазвичай продаються на вагу і кількість живих наупліїв, які можна отримати, є дуже важливою;

2. Ефективність викльову — кількість наупліїв, які за стандартних умов інкубації (час 24–48 годин, температура 25–29°C, освітлення 1000 лк, рН 8,0–8,5, $NaHCO_3$ 2 г/дм³, $NaCl$ 5–35 г/дм³) виклюнуться з 1 г яєць артемії. Недоліком цього критерію є те, що він не враховує кількість їжі, яка може бути отримана при інкубації яєць, з яких виклюнуться великі науплії;

3. Швидкість викльову — тривалість стандартного процесу інкубації в годинах, необхідна для появи перших, а також 50 та 90% наупліїв від максимального виходу. Низька швидкість викльову є великим недоліком, оскільки перешкоджає повноцінному збору наупліїв першої стадії розвитку, яка є найбільш цінною з точки зору годівлі молоді осетрових риб;

4. Продукція викльову — виражається в мг сухої маси всіх наупліїв, що виклюнулися з 1 г яєць артемії під час інкубації за стандартних умов. Продукція викльову вираховується множенням показника ефективності викльову на індивідуальну суху масу науплію, і є найбільш вагомим показником якості яєць артемії.



Існує 6 найпоширеніших експрес-методів оцінки якості яєць артемії [22, 29]:

1. Розчавити кілька яєць між предметними скельцями та роздивитися при 10–15-кратному збільшенні — жирні плями свідчать про те, що яйця живі та доброї якості;

2. Розтерти кілька яєць між пальцями та роздивитися при 10–15-кратному збільшенні — якщо вони деформувались, то це показник низької якості;

3. Помістити на 10–20 хвилин у морозильну камеру — гідратовані в солоному розчині яйця змерзаються в купки при від'ємних температурах, а негідратовані зберігають розсипчастість;

4. Помістити на 10 (для гідратованих) чи 120 хвилин (для сухих) в прозору ємність з водою — яйця осядуть, шкарлупа спливе, рідина набуде білуватого кольору;

5. Роздивитись на предметному склі під біноклем — дегідратовані яйця увігнуті, з цілою оболонкою. При додаванні кількох крапель води вони гідратують близько 30 хвилин і при проколюванні оболонки видають характерний звук, що супроводжується розлиттям її вмісту. Це слугує показником доброї якості;

6. Обробити концентрованою 96%-вою сірчаною кислотою (H_2SO_4) — кілька крапель нанести на сухі яйця, розміщені на предметному склі. Яйця доброї якості одразу ж набухнуть та розкриються.

Активация яєць артемії. Починаючи з кінця ХХ сторіччя багато дослідників експериментували з можливістю активації яєць під дією різних факторів — освітлення, ультрафіолетового опромінення, заморожування, механічного впливу піску, хімічних реагентів (компонентів сольового розчину, бури, перекису водню) та органічних розчинників (ацетону, бутанолу, етилового ефіру). В наш час найчастіше активують яйця артемії за допомогою перекису водню або заморожуючи [22, 30]. Технологія активації яєць перекисом водню (H_2O_2), розроблена І. Б. Богатовою, може покращувати викльов майже до 80% науплів [9–13]. Вона базується на тому, що під час розвитку яєць від гаструди до науплію відбуваються інтенсивні окисно-відновні реакції, ембріон потребує настільки багато кисню, що збагачення середовища молекулярним киснем недостатньо і виникає необхідність у його більш активній формі [22]. Недоліком цієї технології є те, що оброблені таким чином яйця не можна зберігати тривалий час [11]. З часом ця технологія розділилась на 2 найбільш поширені способи:

1. Активацію сухих (з вологістю не вище 5%) яєць артемії 3%-вим розчином перекису водню з експозицією 15 хв. та безперервним перемішуванням [20];

2. Активацію яєць артемії безпосередньо в інкубаційних посудинах 33%-вим розчином перекису водню з розрахунку 0,1–0,3 мл на 1 дм³ сольового розчину за експозиції 48 годин в умовах оптимальної температури [23].

Інший метод активації яєць, більш природний, базується на сезонній селективності яєць артемії. За збору їх на початку весни вихід науплів вищий, ніж влітку та восени. Таким чином, впливаючи на яйця з вологістю понад 10%



низькими температурами, можливо підвищити вихід науплій. Недоліком цього методу є його довготривалість. Зокрема, він передбачає витримування яєць у розчині кухонної солі (10–100‰) за температури від -1 до -20°C за довготривалої експозиції [23]. Однак, заморожування яєць, дегідратованих в насиченому розчині NaCl , в морозильній камері за температури (-18) – $(-25)^{\circ}\text{C}$, підвищує рівень викльову на 30% вже через місяць, на 50% — за 4 місяці та на 70% — за півроку [22].

Гідратація яєць артемії. Це технологічний процес, що передує їх декапсулюванню, під час якого вони набувають сферичної форми, що сприяє повному видаленню хоріону, неперетравного молоддю осетрових видів риб [14]. У більшості видів артемії повна гідратація яєць відбувається в прісній чи солоній (до 35‰) воді за температури 25°C протягом 2 годин. За зниження температури води час, необхідний для повної гідратації, подовжується. Гідратацію зазвичай проводять в тих самих ємностях, в яких й інкубують артемію. Після закінчення гідратації яйця артемії концентрують на ситі з розміром вічка 120 мкм та дають стекти залишкам води. Гідратовані яйця артемії можна зберігати протягом кількох годин в холодильнику за температури 0 – 4°C [9]. Втім, бажано після завершення гідратації трохи підсушувати яйця та поміщати їх у розчин для декапуляції, ретельно стежачи, аби вони весь час були у завислому стані, для чого доцільно використовувати аерацію [15].

Декапуляція яєць артемії вперше була проведена розчином гіпохлориту, який застосували японські вчені за біохімічного аналізу в 1962 році. На теренах колишнього СРСР доцільність годівлі молоді риб декапсульованими яйцями артемії першими досліджували такі вчені як І. Б. Богатова, О. П. Яковлева, П. М. Воронова, В. І. Никитчук, П. П. Яковчук, Л. В. Спекторова, А. І. Архіпкіна. Декапуляція яєць артемії застосовується для підвищення ефективності їх використання, і полягає у окисненні оболонок яєць під дією йонів гіпохлориту, з яким взаємодіють амінокислоти ліпопротеїнової частини хоріону (реакція декарбоксілювання) [9]. Виходячи з того, що декапсульовані яйця рачків у вологому стані не підлягають тривалому зберіганню, перед декапуляцією визначають їх добову потребу. З 1 кг чистих яєць одержують близько 2 кг декапсульованих, а витрати таких яєць на одиницю приросту личинок становлять близько 3. Зазвичай, декапуляцію яєць проводять у апаратах ВНДПРГ, але це не є обов'язковою вимогою. Варто відзначити, що бажано розміщувати устаткування для декапуляції у добре вентильованому приміщенні, оскільки реактиви та продукти реакцій мають агресивні властивості [23]. Доцільність застосування декапсульованих гіпохлоритом яєць артемії в годівлі молоді осетрових риб обумовлена наступним:

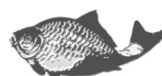
- зникає ризик блокади кишківника шкарлупою або неактивованими яйцями артемії, а, отже, підвищується відсоток виживання молоді осетрових;
- декапсульовані гіпохлоритом ембріони мають вищу енергетичну цінність, що позитивно відображається на потенціях росту та розвитку молоді осетрових (табл. 5);
- декапсульовані яйця втрачають плавучість і молоді осетрових зручно їх споживати з дна;



- підвищується ефективність викльову у всіх штамів артемії;
- процес є технологічно простим;
- необхідні для декапсулювання гіпохлоритом реактиви не потребують значних витрат;
- зникає необхідність у використанні сепараторів для відділення наупліїв від оболонок;
- звільнені цим методом від хоріону ембріони є практично стерильними, оскільки в процесі декапсулювання гіпохлоритом гинуть бактерії, спори грибів та мікроводорості, що знаходились на оболонках, а, отже, зменшується ризик виникнення захворювань серед молоді осетрових видів риби [31, 32].

Таблиця 5. Поживна цінність декапсульованих яєць артемії [14]

| Показник | Вміст |
|--|-------------|
| Загальні показники поживності, % | |
| Волога | 10,20±0,20 |
| Протеїн | 49,60±1,29 |
| Вуглеводи | 25,24±0,95 |
| Ліпіди | 3,25±0,15 |
| Зола | 11,71±0,21 |
| Вітаміни, мг/кг | |
| Каротиноїди (в ретинольному еквіваленті) | 35,02±2,20 |
| Е (токоферол) | 74,30±3,30 |
| В ₁ (тіамін) | 10,10±0,17 |
| В ₂ (рибофлавін) | 24,42±1,02 |
| В ₃ (пантотенова кислота) | 45,20±1,62 |
| В ₆ (піридоксин) | 19,40±0,72 |
| В ₁₂ (ціанокобаламін) | 0,09±0,01 |
| Макроелементи, г/кг | |
| Са (кальцій) | 0,18±0,02 |
| Р (фосфор) | 0,57±0,10 |
| К (калій) | 2,21±0,02 |
| Na (натрій) | 6,23±0,16 |
| Mg (магній) | 4,40±0,09 |
| Мікроелементи, мг/кг | |
| Fe (ферум) | 128,70±2,40 |
| Cu (купрум) | 14,30±0,20 |
| Zn (цинк) | 99,60±2,30 |
| Mn (манган) | 136,21±6,41 |



Робочий розчин для декапсуляції можна приготувати з різних хлорвмісних речовин, наприклад, 6%-вого розчину хлорного вапна (технічної суміші гіпохлориду кальцію, хлориду кальцію та гідроксиду кальцію), діоксиду хлору (ClO_2), та найчастіше рекомендують використовувати 3%-вий розчин гіпохлориду кальцію ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) чи 9%-вий розчин гіпохлориду натрію (NaClO) [31–33]. Останнім часом позитивно зарекомендувала себе декапсуляція з використанням білизни (на основі гіпохлориту натрію) або 10%-вого розчину соляної кислоти (HCl) — вони забезпечують повну декапсуляцію за 10–15 хвилин та вихід наупліїв понад 90%, але потребують ретельнішого промивання. Крім того, згодовування отриманих таким чином яєць молоді осетрових є ризикованим [34]. У зв'язку з широким представленням на ринку спектру побутової хімії, яку можна використати для декапсуляції, необхідно визначати концентрацію активного хлору (за допомогою рефрактометра або титрованим гіпосульфатом) в кожному окремому випадку [14, 17]. Крім того, бажано завжди проводити пробну декапсуляцію на незначній кількості яєць, що дасть змогу відкорегувати концентрацію реактивів у випадку неповної декапсуляції. Найчастіше вона викликана низьким вмістом активного хлору у гіпохлориді (оптимальний вміст 3,0–4,2%). Його можливо підвищити, збільшуючи дозу задіяних в роботі реактивів. Кратність збільшення дози реактивів, за якої буде досягнута повна міра декапсуляції яєць, приймається в якості робочої [23]. За кілька хвилин після внесення яєць артемії в робочий розчин починається екзотермічна реакція (окиснення органіки) та спостерігається піноутворення і зміна природного темно-коричневого забарвлення яєць. Наприклад, при використанні гіпохлориту натрію яйця артемії набувають помаранчевого кольору, а гіпохлориту кальцію — сірого. Загалом, процес декапсуляції яєць артемії триває близько 10–15 хвилин [9, 35]. Стале підвищення температури робочого розчину і завершена зміна забарвлення яєць слугують індикатором закінчення процесу декапсуляції. Для перевірки його успішності варто розглянути довільну вибірку яєць під мікроскопом — під бінокулярним тільки на окремих яйцях мають спостерігатися невеликі острівці незруйнованої оболонки білого кольору [23]. Декапсульовані ембріони артемії, позбавлені хоріону, осідають на дно, а яйця з хоріоном зберігають плавучість та можуть бути зібрані з поверхні води, після чого їх можна висушити та зберігати для наступної декапсуляції. Ембріони з dna ємності для декапсуляції необхідно відфільтрувати через сито з розміром вічка 120 мкм і одразу ж промити прісною чи солоною водою до їх позбавлення від запаху хлору. Бажано процес промивання проводити близько 30 хв при постійному барботуванні повітрям, з розрахунку витрат води 4–6 л/хв. на 1 кг яєць [22]. Слід зазначити, що при декапсуляції понад 1 кг яєць артемії виникає необхідність в обов'язковій автоматизації цього процесу, оскільки він екзотермічний, а ембріони гинуть за температури понад 40°C. Температура робочого розчину для декапсуляції яєць артемії не повинна перевищувати 35°C, що можливо забезпечити шляхом його постійної циркуляції через охолоджувальний елемент. Для контролю температури робочого розчину для декапсуляції яєць артемії використовують водяні бані з проточною холодною водою або льодом. Варто відзначити, що якість робочого розчину та час обробки ним яєць артемії має прямий вплив на відсоток викльову та життєстійкість ембріонів [9, 35, 36]. Якщо під час процесу декапсуляції виникли порушення технологічних вимог (помилки у розрахунках, зважуванні,



втрати декапсуляційної рідини, недотримання оптимального часу технологічних операцій) спостерігається неоднаковий ступінь декапсуляції яєць. Характерною ознакою цього є різнобарвність яєць — від жовтогарячого до темно-сірого. Використання таких яєць для годівлі личинок допускається лише після огляду під бінокляром, який засвідчить, що понад 50% яєць повністю декапсульовані. В іншому випадку, їх використання може призвести до стрімкого підвищення смертності молоді осетрових риб [23].

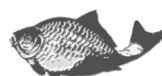
Дезактивація яєць артемії. Необхідність дезактивації залишків хлору в яйцях артемії викликана тим, що промивання в прісній чи солоній воді не спричинює повного позбавлення від них. Зазвичай близько 0,1–0,2 мг хлору на 1 г декапсульованих яєць все ж зберігається. Для дезактивації залишків хлору допускається використання децинормальної соляної кислоти (HCl), оцтової кислоти (CH₃COOH), 1%-вого розчину сульфату натрію (Na₂SO₄) або 1%-вого розчину тіосульфату натрію (Na₂S₂O₃) з розрахунку 0,5 мл розчину на 100 г яєць для сульфату натрію та 0,5 мл розчину на 10 г яєць для тіосульфату натрію. Після дезактивації ембріони знову варто ретельно промити, використовуючи їх у подальшому одним із трьох шляхів:

1. Одразу в корм для молоді осетрових видів риб — об'єм дезактивованих ембріонів артемії на 50% менший, ніж об'єм наупліїв, тому їх можуть використовувати в їжу личинки на ранніх стадіях розвитку;

2. Зберігати протягом кількох діб в холодильнику за температури 0–4°C;

3. Інкубувати для отримання наупліїв артемії. Вплив на них гідратації та декапсуляції оцінюють за швидкістю їх звільнення від хоріону та відсотка вильову: за дотримання технологічних нормативів зниження цих показників не спостерігається [9–11].

Інкубація дезактивованих яєць артемії. Перед інкубацією яйця артемії бажано вимочувати у прісній воді впродовж 1 год., після чого концентрувати на ситі з розміром вічка 125 мкм та вносити в прозорий інкубатор. Ця вимога до інкубатора обумовлена тим, що світло є тим тригером, який запускає процеси метаболізму в яйцях артемії. Втім, варто зазначити, що в залежності від штаму потреба артемії в освітленні коливається в дуже широких межах — від 20 до 2000 лк, тому бажано дотримуватись освітлення близько 500–1000 лк [9]. У якості інкубатора для дезактивованих яєць артемії зазвичай використовують апарати Вейса, ВНІДПРГ або воронкоподібні культиватори з аерацією біля дна, що забезпечує постійне перемішування, а, отже, і відсутність анаеробних зон у масі яєць [37]. Найчастіше аерацію розчину проводять за допомогою компресора, повітропроводу і дифузора [23]. Оптимальним для розвитку ембріонів артемії є вміст кисню у воді 6–7 мг/дм³, мінімальним — 1 мг/дм³. За зниження цієї концентрації розвиток ембріонів припиняється, але вони здатні до його поновлення при підвищенні вмісту кисню. Оскільки в прісній воді ембріон артемії гине після вильову, для інкубації дезактивованих яєць використовують морську воду або готують розчин на прісній воді. Рецептів приготування розчину на прісній воді дуже багато, найпростішим з них є додавання кухонної солі (NaCl) у кількості 35 г на 1 дм³ [9]. Можливе використання 3–5%-вого розчину



глауберової солі, або мірабіліту ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). Також використовують розчин штучної морської води, що складається з випареної морської солі, сульфату магнію, або магнезії (MgSO_4), хлориду магнію (MgCl_2), хлориду кальцію (CaCl_2), хлориду калію (KCl) та харчової соди, або бікарбонату натрію (NaHCO_3). Співвідношення маси яєць і сольового розчину, залежно від аерації, виражається величиною 8–15 г/дм³. Інкубацію дезактивованих яєць артемії бажано проводити за умов зниженої солоності (близько 5‰): отримані таким чином науплії зберігають здатність жити у воді з солоністю до 150‰, але мають більшу енергетичну поживність, що позитивно відображається на потенціях росту та розвитку молоді осетрових. Інкубація дезактивованих яєць артемії за умов зниженої солоності дозволяє підвищити відсоток та швидкість викльову наупліїв, а також їх суху масу [9–12]. Це пов'язано з тим, що обмін речовин яєць, спрямованих на викльов, корегується гіперосмотичною трегалозо-гліцеринрегулюючою системою. Чим вища солоність води, тим більше гліцерину ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$) в ній продукується, тим самим подовжуючи час викльову та виснажуючи енергетичні запаси наупліїв; зокрема, кількість вуглеводів у вигляді трегалози ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) знижується з 17% до 0%. Під час аеробного метаболізму трегалоза слугує джерелом енергії, окислюючись до гліцерину та глікогену ($\text{C}_{24}\text{H}_{42}\text{O}_{21}$), за підвищення солоності цей процес подовжується і виникає дисбаланс — сповільнюється синтез глікогену, пришвидшується — гліцерину [22].

Ключовим фактором успішної інкубації яєць артемії у воді зниженої солоності є водневий показник (рН). Оптимальними межами для викльову ембріонів є рН 8–9, оскільки саме за цих значень ензими мають найбільшу активність. Для балансування рН у робочий розчин додають розчини харчової соди (NaHCO_3) або кальцинованої соди, чи карбонату натрію (Na_2CO_3) [9]. Для підтримання постійної температури в інкубаторах розміщують електрообігрівачі. Оптимальною температурою для інкубації є 25–30°C, підвищення її значень у цих межах прискорює метаболізм. Ембріони артемії здатні до поновлення метаболізму за його припинення в проміжку від –18 до +40°C. Температура понад 33°C справляє негативний вплив на якість ембріонів артемії, а за температури понад 40°C або нижче –18°C вони гинуть [22]. Під час інкубації яйця артемії спочатку спливають на поверхню, після чого починають, набрякаючи, опускатися в товщу води. Вихід наупліусів за оптимальних умов спостерігається через 24 год після початку інкубації, але цей час подовжується при зниженні температури [23].

Дегідратація. Процес дегідратації необхідний для тривалого зберігання декапсульованих ембріонів [9]. Збереження яєць у сухому вигляді відповідає стану, у якому вони можуть знаходитись у природних умовах — викинуті на берег чи залишені на дні пересохлих водойм вони зберігають життєздатність і здатні до поновлення розвитку тривалий час. Дегідратація передбачає спочатку підсушування декапсульованих яєць на ситі з розміром вічка 120 мкм, а потім їх внесення в насичений соляний розчин з розрахунку 100 мл розчину на 1 г підсушених яєць. Зазвичай для цього процесу використовують спеціальну установку — «брайнмат», що має просту конструкцію та дозволяє автоматизувати насичення та фільтрацію розчину для дегідратації за рахунок постійного току води через шар звичайної кухонної солі. Дегідратація триває не менше 3 годин за



кімнатної температури (тобто від 15 до 25°C). Набуття яйцями артемії форми кавових зерен є показником завершення дегідратації, після чого вони можуть бути використані безпосередньо для годівлі молоді російського осетра або проінкубовані. Втім, обов'язковим перед їх використанням тим чи іншим способом є промивання яєць прісною водою для видалення залишків соляного розчину. Зберігання дегідратованих яєць артемії в соляному розчині за низьких температур дозволяє отримувати високий відсоток викльову при їх наступному використанні. Яйця артемії з 20% води зберігаються, не втрачаючи свої якості, кілька місяців, а для більш тривалого зберігання необхідно довести вміст води до значень менше 10%, для чого використовують хлорид магнію ($MgCl_2$) з розрахунку 1670 г на 1 dm^3 прісної води [9]. Якщо зменшити вміст вологи в яйцях артемії до 2–5%, то вони будуть витримувати коливання температур від –273 до +60°C, без погіршення своїх якостей. Висушені яйця можуть зберігати життєздатність протягом двох і більше років. Іншими способами висушування яєць є використання барабаних сушарок або стелажів в приміщенні з витяжкою та електровентилятором. За використання стелажів яйця розміщують тонким (1,0–1,5 см) шаром, який регулярно перемішують та обдувають теплим повітрям близько 48 годин. Однак, слід враховувати, що температура в цьому приміщенні має не перевищувати 40°C [23]. Варто пам'ятати, що декапсульовані яйця швидко псуються при потраплянні під ультрафіолетові промені, тому їх варто зберігати в темному місці. Для тривалого зберігання в теплі або при освітленні яйця необхідно упаковувати, створюючи вакуум, який дозволяє попередити утворення вільних радикалів, що спричинюють необоротні метаболічні процеси. Переважно для цього способу використовують бляшані банки [22].

Збір науплій артемії. Для отримання максимального виходу продукції дуже важливо не лише правильно виконати всі передуючі збору науплій технологічні процеси, а й вчасно провести збір. Це обумовлено тим, що відразу після викльову науплії найбільш енергетично поживні та не створюють проблем при годівлі молоді осетрових [9, 38, 39]. Вони мають найвищу калорійність — близько 6,1 ккал/г сухої речовини та 8,2 ккал сухої органічної речовини. За кілька годин науплії втрачають близько 24% сухої маси, 27% енергії та 27% ліпідів. Через 24 години після викльову калорійність знижується ще на 21%, а через 48 годин — ще на 43% [22]. Перший збір науплій у штамів з поганою синхронністю викльову необхідно проводити за кілька годин до досягнення максимальної ефективності викльову, який спостерігається в межах 18–42 годин від початку інкубації. Завчасно розрахувавши, в який час доби необхідно провести збір науплій артемії, можливо визначити потрібний час початку інкубації. Провести облік маси зібраних науплій можна двома методами [23]:

1) За чисельністю і масою однієї особини — вирахувавши кількість науплій спочатку в одиниці об'єму, а потім і у всій посудині, та помноживши її на 0,01 мг (середню масу одного науплію). Таким чином визначається чиста маса науплій;

2) Прямим зважуванням — зважуючи науплій на ситі і віднімаючи від отриманої величини масу сита. Цей метод дозволяє визначити робочу масу науплій.

Отримані науплії артемії зберігають в холодильнику за температури від 0 до 4°C або одразу використовують в корм. Якість та виживання науплій артемії до



48 годин зберігання в холодильнику не зменшується, якщо використовувати щільність посадки до 15 тис. екз. на 1 мл води [9].

Збагачення артемії. Збагачення артемії біологічно активними речовинами набуло широкого поширення в останнє десятиріччя, даючи змогу вільно впливати на хімічний склад наупліїв, тим самим підвищуючи резистентність молоді осетрових до стрес-факторів зовнішнього середовища. Завдяки процесу біоінкапсуляції науплії артемії стають засобом високоефективного забезпечення молоді осетрових риб поліненасиченими жирними кислотами, вітамінами (особливо А та Е), мікроелементами, лікувальними засобами, протеїнами, пробіотиками. Застосування збагаченої артемії набагато підвищує темпи росту та виживання молоді риб [6, 40]. Процес збагачення артемії біологічно активними речовинами має три основних шляхи — через кишківник, зябра та покриви. Ефективність збагачення артемії через покриви обумовлена тим, що перші кілька годин після викльову науплії не харчуються і все активно сприймають саме покривами [49–53]. Збагачення через кишківник базується на примітивності способу харчування цих рачків, зокрема, на відсутності в них селективного підходу до корму. Британські, японські та бельгійські вчені розробили технологію збагачення артемії, що передбачає використання науплій на II стадії розвитку — через 8 годин після викльову. Слід підкреслити, що їх необхідно переносити в живильне середовище так швидко, наскільки це можливо, оскільки вони починають харчуватися відразу після відкриття травного тракту. Чим раніше почати збагачення, тим менших розмірів науплії можна буде використовувати в годівлі молоді риб. У живильному середовищі головним компонентом є збагачувальна суміш, для якої використовуються специфічні мікрородорості, мікроінкапсульовані продукти, дріжджі, емульговані суміші, самоемульгувальні концентрати і т. д. Ефективність використання науплій артемії як проміжної ланки на шляху до забезпечення молоді осетрових риб нутрієнтами досліджується для багатьох компонентів, наприклад, жиророзчинних продуктів, що вводяться через емульсію, водорозчинних компонентів, що вводяться через ліпосоми або мікрокапсули [50, 51]. Проте, для кожного нутрієнту ефективність біоінкапсуляції потребує ретельного дослідження. Нижче розглянемо основні нутрієнти, якими збагачують артемію для забезпечення максимальних рибоводно-технологічних показників при вирощуванні молоді осетрових риб.

Поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК) найефективніше накопичуються в артемії за використання емульгованих концентратів, коли одразу ж після викльову науплій поміщають у збагачувальне середовище (морська вода з гіпохлоритом для дезінфекції) при температурі 25°C на 24 години, за щільності посадки 100–300 екз./мл. Збагачувальну суміш в концентрації по 0,3 г/л кожні 12 годин вносять в середовище, яке обов'язково аерується (повітрям або чистим киснем). Збір збагачених науплій проводять через 24–48 годин. Через 24 години витримання в емульгованому концентраті рівень збагачення жирними кислотами n-3 досягає 50–60 мг/г сухої маси. Відібрані збагачені науплії ретельно промивають і зберігають при температурі 10°C, за якої поліненасичені жирні кислоти не метаболізуються. Найчастіше для годівлі молоді осетрових використовують артемію, збагачену ейкозапентаєною (ЕПК) та докозагексаєною (ДГК) кислотами. Важливість високого співвідношення цих



двох ПНЖК кислот розкривається, насамперед, в прискоренні росту, посиленні стійкості до стресу, покращенні якості пігментації. Для насичення артемій ейкозапентаєновою кислотою використовують мікродорості, емульсовані суміші і самоемульговані концентрати. Наприклад, вносять сухі клітини *Shizochytrium* sp., фосфоліпідні екстракти ДГК-збагачених мікродоростей *Cryptocodinium* sp., що містять 49% ДГК і менше 0,5% ЕПК. Наприкінці 1980-х – на початку 1990-х років задовільним вважалося співвідношення ДГК/ЕПК — 1/1, в наш час використовують їх співвідношення 2/1 та більше. Збагачення артемій цими продуктами значно підвищує вміст жирів у рачках: до 16,3–23,7% сухої маси за 16 годин і до 17% загального вмісту ДГК (n-3). На відміну від інших живих кормів, наприклад, коловраток (*Rotifera*), збагачувати артемії ПНЖК, зокрема ДГК, досить складно, тому що власний метаболізм рачків призводить до низького співвідношення ЕПК/ДГК. Втім, цей показник варіює в широких межах у залежності від виду: наприклад, в *Artemia franciscana* він один з найнижчих. Також, з 2000-х років почали приділяти увагу вмісту арахідонової кислоти (20:4n-6) в годівлі молоді осетрових, оскільки вона суттєво покращує виживання молоді осетрових риб саме на ранніх стадіях розвитку, впливаючи на ріст та пігментацію, і будучи попередником для продукування ейкозаноїдів (молекули-медіатори, похідні 20-членних жирних кислот). Однак, ця кислота може справляти й негативний ефект на риб, в залежності від свого співвідношення з ДГК, тому її слід використовувати з обережністю [45–52].

Іншою важливою для молоді осетрових риб сполукою є фосфоліпід, технологію збагачення якими артемії почали розробляти з 90-х років ХХ сторіччя, втім, можливості зсуву ліпідного складу, тобто співвідношення фосфатидилхоліну $C_{42}H_{80}N_1O_8P_1$ (ФХ) та фосфатидилетаноламіну $C_7H_{12}NO_8P$ (ФЕ) потребують подальшого дослідження. Зокрема, живильне середовище з ФХ не підвищує його вміст у наупліях, напроतिвагу збагаченню емульсіями етил-естерів або молок палтусових риб (родина камбалових *Pleuronectidae*). На початку 2000 років було виявлено, що суміш фосфоліпідів з натрієвими солями призводить до максимального засвоєння перших наупліями і може використовуватися для підвищення вмісту полярних ліпідів (переважно ФЕ або лецитину та ФЕ або кефаліну) в кормі мальків [53].

Вітамін С, або аскорбінова кислота ($C_6H_8O_6$), є дуже важливим компонентом раціону молоді осетрових риб на різних стадіях розвитку. Він позитивно впливає як на біологічні (лінійний та ваговий ріст, виживання), так і на фізіологічні функції (токсикорезистентність, стресостійкість, імунореактивність). Артемія містить значну кількість 2-сульфату аскорбінової кислоти, похідного від аскорбінової кислоти. Кількість аскорбінової кислоти, що реєструється у науплій після вильову, тотожна концентрації її сульфату в цистах. Однак, в залежності від географічного походження, в яйцях артемій вміст сульфату аскорбінової кислоти коливається в межах від 160 до 517 мг/г сухої маси. Для введення аскорбінової кислоти до науплій в активній та біодоступній формі застосовують стандартну процедуру збагачення та самоемульговані концентрати, які містять 10–20% аскорбілпальмітату. Таким чином за 24 години підвищують рівень вільної аскорбінової кислоти у понад 2,5 рази. Оскільки у наупліях артемії можуть накопичуватися високі концентрації α -токоферолу, то потребу молоді



осетрових в антиоксидантах можна задовольняти, збагачуючи артемії вітаміном А ($C_{20}H_{30}O$) [48, 52]. Його вміст у наупліях підвищують з 1,3 до 1283,0 МО/г сухої маси протягом 18 годин збагачення, шляхом додавання пальмітату вітаміну А в емульсію на яєчному жовтку.

ВИСНОВКИ

Однією з найважливіших проблем в осетрівництві є забезпечення молоді повноцінними живими кормами, які б не лише задовольняли фізіологічні потреби риб, але й були зручними у використанні рибоводами. Перспективним у цьому відношенні є використання зяброногих рачків артемій, які відповідають низці біологічних та технологічних вимог. Артемії містять незамінні амінокислоти, вітаміни, мікроелементи, поліненасичені жирні кислоти, та є високоенергетичним кормом. Здатність їх цист витримувати довготривале зберігання, не втрачаючи своїх якостей, уможливорює постійну наявність на господарстві якісного корму. Більшість науковців зауважують, що в якості кормових організмів для молоді осетрових найбільш доцільно використовувати *Artemia tunisiana* (колишня назва артемії саліна) та *Artemia franciscana*.

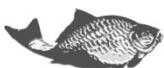
Перед згодовуванням молоді осетрових артемія має пройти технологічну обробку — активацію, гідратацію, декапсуляцію, інкубацію та дегідратацію яєць. Вона спрямована на підвищення ефективності викльову науплій та збереження їх поживних якостей. За недотримання технологічних вимог яйця артемії викликають непрохідність шлунково-кишкового тракту молоді осетрових риб, спричиняючи майже миттєву смертність.

В останні десятиріччя розвивається напрям збагачення артемій різноманітними біологічно активними речовинами з використанням цих організмів як посередників на шляху до забезпечення молоді риб необхідними нутрієнтами. Це дозволяє підвищити ефективність вирощування та розширити варіативність годівлі осетрових. Хоча в кожному окремому випадку необхідно розглядати доцільність збагачення конкретною біологічно активною речовиною — для основних нутрієнтів (вітамінів А, Е та С; протеїнів, поліненасичених жирних кислот, фосфоліпідів), необхідних для молоді, розроблені стандартні схеми.

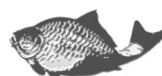
Таким чином, дотримання технології використання артемії в якості корму для молоді осетрових риб дозволяє забезпечити високі рибоводно-біологічні показники вирощуваних личинок, а також істотно полегшує господарський аспект ведення осетрівництва.

ЛІТЕРАТУРА

1. Яковчук М. П. *Artemia salina* — универсальный стартовый корм в аквакультуре / М. П. Яковчук // Ресурсосберег. технол. в аквакультуре : 2-й Междунар. симп., 4–7 окт. 1999 г. : матер. — Адлер, 1999. — С. 229.
2. Богерук А. К. Биотехнологии в аквакультуре: теория и практика / Богерук А. К. — М. : ФГНУ Росинформагротех, 2006. — 232 с.
3. Соловов В. П. Жаброног артемия: история и перспективы использования ресурсов / Соловов В. П., Подуровский М. А., Ясюченя Т. Л. — М. : Барнаул : Алтайский полиграфический комбинат, 2001. — 144 с.



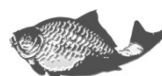
4. Краснодембская К. Д. Методические рекомендации по проведению этапа перевода на экзогенное питание предличинок осетровых рыб на рыбоводных заводах / Краснодембская К. Д. — СПб : Издательство Главрыбвод, 1994. — 36 с.
5. Иванова О. В. Получение науплиев артемии из предварительного декапсулированных яиц *Artemia salina* / О. В. Иванова, С. М. Иванов // Ресурсосберег. технол. в аквакультуре : 2-й Междунар. симп., 4–7 окт. 1999 г. : матер. — Адлер, 1999. — С. 199.
6. Effects of *Artemia* sp. with essential fatty acids on functional and morfological aspects of the digestive system in *Acipenser gueldenstaedtii* Larvae / M. Kamaszewski, T. Ostaszewska, M. Prusinska [et al.] // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. — 2014. — Vol. 14. — P. 1–2.
7. Kanazawa A. Relationship between fatty acid requirements of aquatic animals and the capacity for bioconversion of linolenic acid to highiy unsaturated fatty acids / A. Kanazawa, S. I. Teshima, K. Ono // Comparative Biochemistry and Physiology. — 1979. — Vol. 638. — P. 295–298.
8. BPA and DHA requirements in early juvenile red sea bream using HUFA enriched *Artemia* nauplii / H. Furuita, T. Takeuchi, M. Toyota [et al.] // Fisheries Science. — 1996. — Vol. 62. — P. 246–251.
9. Обзор зарубежного опыта разведения артемии для использования её в аквакультуре / [ред. Е. П. Яковлева, Л. В. Спекторова]. — М. : ВНИРО; ЦНИИТЭИРХ, 1984. — 64 с.
10. Use of decapsulated *Artemia* cysts in ornamental fish culture / L. C. Lim, Y. L. Cho, P. Dhert [et al.] // Aquaculture Research. — 2002. — Vol. 33(8). — P. 575–589.
11. Royan J. P. Importance of *Artemia salina* as food in shrimp culture / J. P. Royan // Symposium on Coastal Aquaculture, 12-18 January 1980 : abstracts. — India, Cochin, 1980. — P. 133.
12. Разведение артемии [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://xn--e1aelkciia2b7d.xn--p1ai/stati/ribovodstvo/artemia.html>.
13. Проблемы воспроизводства посадочного материала исчезающих популяций осетровых рыб / [ред. Р. Кольман, М. Прусинска]. — Олыштын : Институт рыбного хозяйства, 2012. — 61 с.
14. Артемия (*Artemia salina*) [Электронный ресурс]. — Режим доступа : http://aquamir.by/ribi/artemia_salina.htm.
15. Artemia World. Добро пожаловать в мир Артемии [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://www.artemiaworld.com/home/index.php?lng=ru>.
16. Артемия — описание, разведение, хранение в домашних условиях [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://aquarium-fish-home.ru/аквариумные-рыбки/artemiya/.html>.
17. Артемия [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://www.tropica.ru/inf/food/002.php>.
18. Артемия [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://www.aquaria.com.ua/artemia.html>.
19. Ruebhart D. R. Brine shrimp bioassay: importance of correct taxonomic identification of *Artemia* (*Anostraca*) species / D. R. Ruebhart, I. E. Cock, G. R. Shaw // Environmental Toxicology. — 2008. — Vol. 23 (4). — P. 555–560.



20. Artemia. Basic and applied biology / [Abatzopolulos T., Beardmore J., Clegg J., Sorgeloos P.]. — Kluwer Academic Publishers, 2010.
21. Discovery Живая планета. Артемия (лат. *Artemia salina*) [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://animalworld.com.ua/news/Artemija-lat-Artemia-salina>.
22. Инструкция по использованию артемии в аквакультуре / [ред. Л. И. Литвиненко, Ю. П. Мамонтов, О. В. Иванов и др.]. — Тюмень : Издательство СибрыбНИИПроект, 2000. — 60 с.
23. Аквакультура штучних водойм / А. І. Андрющенко, Н. І. Вовк // Індустріальна аквакультура : підручник. Ч. II. — К. : НУБіП, 2014. — 586 с.
24. Мишин М. Артемия — универсальный корм [Электронный ресурс] / М. Мишин // Рыбоводство и рыболовство. — 1974. — № 3. — Режим доступа : <http://aquarion2.ru/?p=2666>.
25. Coexistence of sexual and parthenogenetic Artemia populations in lake urchin and neighbouring lagoons / A. O. H. Naser, T. J. Abatzopoulos, I. Kappas [et al.] // International review of hydrobiology. — 2007. — Vol. 92, num. 1. — P. 48—60.
26. Mixture of parthenogenetic and zygogenetic brine shrimp *Artemia (Branchiopoda: Anostraca)* in commercial cyst lots from Great Salt Lake, UT, USA / R. Campos-Ramos, A. M. Maeda-Martínez, H. Obregón-Barboza [et al.] // Journal of experimental marine biology and ecology. — 2003. — Vol. 296, iss. 2. — P. 243—251.
27. Gajardo G. M. Ability to switch reproductive mode in Artemia is related to maternal heterozygosity / G. M. Gajardo, J. A. Beardmore // Marine ecology progress series. — 1989. — Vol. 55. — P. 191—195.
28. Артемия салина [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://worldaquarium.ru/artemiya-salina>.
29. Гусев Е. Богатство соленых озер [Электронный ресурс] / Е. Гусев // Рыбоводство и рыболовство. — 1980. — № 2. — Режим доступа : <http://aquaria2.ru/node/1707>.
30. Baas-Becking L. G. M. Historical notes on salt and salt-manufacture / L. G. M. Baas-Becking // The Scientific Monthly. — 1991. — № 32(5). — P. 434—446.
31. Mock C. R. Improvements in rearing larval penaeid shrimp by the Galveston Laboratory method / C. R. Mock, C. T. Fontaine, D. B. Revera // The Brine Shrimp Artemia. — Vol. 3 : Ecology. Culturing. Use in Aquaculture. — Belgium, Wetteren : Universa Press, 1980. — P. 331—342.
32. Bruggeman E. Improvements in the decapsulation technique of Artemia cysts / E. Bruggeman, P. Sorgeloos, P. Vanhaecke // The Brine Shrimp Artemia. — Vol. 3 : Ecology. Culturing. Use in Aquaculture (ed. by G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels & E. Jaspers). — Belgium, Wetteren : Universa Press, 1980. — P. 261—269.
33. Watanabe T. The use of Artemia in fish and crustacean farming in Japan / T. Watanabe // Artemia Research and its Applications. — Vol. 3 : Ecology. Culturing. Use in Aquaculture. — Belgium, Wetteren : Universa Press, 1987. — P. 372—393.
34. Новосадов А. Г. Альтернативные методы декапсуляции яиц артемии [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://www.pisciculture.ru/articles?id=42>.



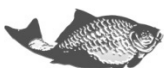
35. Menasveta P. Dietary prophylaxis in fish and shrimp / P. Menasveta // The 1st Roche Aquaculture Centre Conference on Nutritional Prophylaxis, March 23, 1994 : proceedings. — Thailand, Bangkok : Rovithai, 1994.
36. The use and nutritional value of *Artemia* as a food source. / P. Leger, D. A. Bengtson, K. L. Simpson [et al.] // *Oceanography and Marine Biology Annual Review*. — 1986. — Vol. 24. — P. 521—623.
37. Науплии артемии — инкубация и вылупление стартового корма для мальков [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://akvariumistika-nova.com.ua/page/nauplii-artemii-inkubacija-i-vyluplenie-startovogo-korma-dlja-malkov>.
38. Williams T. A. A model of rowing propulsion and the ontogeny of locomotion in *Artemia* larvae / T. A. Williams // *Biological Bulletin*. — 1994. — Vol. 187. — P. 164—173.
39. Boone E. Salt effects on eggs and nauplii of *Artemia salina* L [Electronic resource] / E. Boone, L. G. M. Baas-Becking // *Journal of General Physiology*. — 1931. — Vol. 14(6). — P. 753—763. — Nutritional value of cultured rotifers. — Retrieved from : <http://www.fao.org/docrep/003/w3732e/w3732e0i.htm>.
40. Sorgeloos P. Use of the brine shrimp, *Artemia* spp., in marine fish larviculture / P. Sorgeloos, P. Dhert, P. Candreva // *Aquaculture*. — 2001. — Vol. 200. — P. 147—159.
41. Graziella Mura. *Artemia salina* (Linnaeus, 1758) from Lynington, England: frontal knob morphology by scanning electron microscopy / Graziella Mura // *Journal of Crustacean Biology*. — 1990. — Vol. 10(2). — P. 364—368.
42. Tyson G. E. Scanning electron microscopy of the frontal knobs of the male brine shrimp / G. E. Tyson, M. L. Sullivan // *Transactions of the American Microscopical Society*. — 1980. — Vol. 99(2). — P. 167—172.
43. Emslie Sara. *Artemia salina* [Electronic resource] / S. Emslie // *Animal Diversity Web*. University of Michigan. — Retrieved from : http://animaldiversity.org/accounts/Artemia_salina.
44. Schram F. R. *Crustacea* / Schram F. R. — NY : Oxford University Press, 1986. — 606 p.
45. Hoff F. H. *Plankton Culture Manual* / F. H. Hoff, T. W. Snell. — [3rd ed.] — FL, Dade City : Florida Aqua Farms, Inc., 1993.
46. Vos J. Brine shrimp (*Artemia salina*) inoculation in tropical salt ponds: a preliminary guide for use in Thailand / Vos J. — Thailand : Department of Fisheries Ministry of Agriculture and Cooperatives, 1979.
47. An investigation of Persian sturgeon juveniles, *Acipenser persicus* to free amino acids solution / B. Abtahi, A. O. Kasumyan, A. Abedian Kenary [et al.] // *International Workshop on Advanced Techniques in Sturgeon Fish Larviculture* : proceed. — Iran, Uromia, 2007. — P. 26—27.
48. Taebi A. — Effects of feeding with HUFA – enriched *Artemia* on growth, survival and resistance *Fenneropenaeus indicus* post larval, to salinity stress / Taebi A. — M. Sc. Tehran, University of Teheran, 2001.
49. Akbary P. Enrichment of *Artemia* nauplii eith essential fatty acids and vitamin C: effect on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae performance / P. Akbary, S. A. Hosseini, M. R. Imanpoor // *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. — 2011. — Vol. 10(4). — P. 557—569.



50. Enrichment of live food with essential fatty acids and vitamin C: effect on milkfish (*Chanos chanos*) larval performance / R. S. J. Gapasin, R. Bombeo, P. Lavens [et al.] // *Aquaculture*. — 1998. — Vol. 162. — P. 269—285.
51. Интенсивное выращивание ранних стадий развития осетровых рыб / Р. Кольман, М. Прусинска, М. Чепуркина [и др.] // *Аквакультура Центральной и Восточной Европы: настоящее и будущее : II съезд NACEE, 2011 г. : тезисы докл.* — Кишинев, 2011. — С. 118—120.
52. Kouet B. C. E. Effect on enriched natural diet of survival and growth of juvenile cuttlefish *Sepia officinalis* / B. C. E. Kouet, B. Noel // *Aquaculture*. — 2002. — Vol. 203. — P. 293—310.
53. Manual on the production and use of live food for aquaculture / [eds. P. Lavens, P. Sorgeloos]. — Italy, Rome : FAO Fisheries Technical Paper, 1996.

REFERENCES

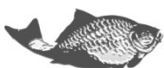
1. Yakovchuk, M. P. (1999). *Artemia salina* – universal'nyy startovyy korm v akvakul'ture. *Resursosbereg. tekhnol. v akvakul'ture : 2-y Mezhdunar. simp., Adler, 4-7 okt., 1999*, 229.
2. Bogeruk, A. K. (2006). *Biotekhnologii v akvakul'ture: teoriya i praktika*. Moskva : FGNU Rosinformagrotekh.
3. Solovov, V. P., Podurovskiy, M. A., & Yasyuchenya, T. L. (2001). *Zhabronog artemiya: istoriya i perspektivy ispol'zovaniya resursov*. Moskva : Barnaul : OFO Altayskiy poligraficheskiy kombinat.
4. Krasnodembskaya, K. D. (1994). *Metodicheskie rekomendatsii po provedeniyu etapa perevoda na ekzogennoe pitanie predlichinok osetrovyykh ryb na rybovodnykh zavodakh*. SanktPeterburg : Izdatel'stvo Glavrybovod.
5. Ivanova, O. V., & Ivanov, S. M. (1999). Poluchenie naupliев artemii iz predvaritel'nogo dekapulirovannykh yaits *Artemia salina*. *Resursosbereg. tekhnol. v akvakul'ture : 2-y Mezhdunar. simp., Adler, 4-7 okt., 1999*, 199.
6. Kamaszewski, M., Ostaszewska T., Prusinska, M., Kolman, R., Chojanacki, M., Zabytivskij, J., Jankowska, B., & Kasprzak, R. (2014). Effects of Artemia sp. with Essential Fatty Acids on Functional and Morphological Aspects of the Digestive System in *Acipenser gueldenstaedtii* Larvae. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14, 1-2.
7. Kanazawa, A., Teshima, S. I., & Ono, K. (1979). Relationship between fatty acid requirements of aquatic animals and the capacity for bioconversion of linolenic acid to highly unsaturated fatty acids. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 63B, 295-298.
8. Furuita, H., Takeuchi, T., Toyota, M., & Watanabe, T. (1996). BPA and DHA requirements in early juvenile red sea bream using HUFA enriched Artemia nauplii. *Fisheries Science*, 62, 246-251.
9. Yakovleva, E. P., & Spektorova, L. V. (Eds). (1984). *Obzor zarubezhnogo opyta razvedeniya artemii dlya ispol'zovaniya ee v akvakul'ture*. Moskva : VNIRO; TsNIITEIRKh.
10. Lim, L. C., Cho, Y. L., Dhert, P., Wong, C. C., Nelis, H., & Sorgeloos, P. (2002). Use of decapsulated Artemia cysts in ornamental fish culture. *Aquaculture Research*, 33(8), 575-589.



11. Royan, J. P. (1980). Importance of *Artemia salina* as food in shrimp culture. *Abstracts of the Symposium on Coastal Aquaculture, 12-18 January 1980. India, Cochin*, 133.
12. Razvedenie artemii. <http://xn--e1aelkcia2b7d.xn--p1ai/>. Retrieved from <http://xn--e1aelkcia2b7d.xn--p1ai/stati/ribovodstvo/artemia.html>.
13. Kol'man R., & Prusinska, M. (Eds.). (2012). *Problemy vosproizvodstva posadochnogo materiala ischezayushchikh populyatsiy osetrovyykh ryb*. Ol'shtyn : Izdatel'stvo Instituta rybnogo khozyaystva, 61.
14. Artemiya (*Artemia salina*). aquamir.by. Retrieved from http://aquamir.by/ribi/artemia_salina.htm.
15. Dobro pozhalovat' v mir Artemii. artemiaworld.com. Retrieved from <http://www.artemiaworld.com/home/index.php?lng=ru>.
16. Artemiya. aquarium-fish-home.ru. Retrieved from <http://aquarium-fish-home.ru/аквариумные-рыбки/artemiya/.html>.
17. Artemiya. [tropica.ru](http://www.tropica.ru). Retrieved from <http://www.tropica.ru/inf/food/002.php>.
18. Artemiya. [aquaria.com.ua](http://www.aquaria.com.ua). Retrieved from <http://www.aquaria.com.ua/artemia.html>.
19. Ruebhart, D. R., Cock, I. E., & Shaw, G. R. (2008). Brine shrimp bioassay: importance of correct taxonomic identification of *Artemia* (Anostraca) species. *Environmental Toxicology*, 23 (4), 555-560. DOI:10.1002/tox.20358.
20. Abatzopolulos, T., Beardmore, J., Clegg, J., & Sorgeloos, P. (2010). *Artemia. Basic and applied biology*. Kluwer Academic Publishers.
21. Artemiya. animalworld.com.ua. Retrieved from <http://animalworld.com.ua/news/Artemija-lat-Artemia-salina>.
22. Litvinenko, L. I., Mamontova, Yu. P., Ivanova, O. V., Litvinenko, A. I., & Chebanova M. S. (Eds.). (2000). *Instruktsiya po ispol'zovaniyu artemii v akvakul'ture*. Tyumen' : Izdatel'stvo SibrybNIiproekt.
23. Andriushchenko, A. I., & Vovk, N. I. (2014). *Akvakultura shtuchnykh vodoim (Chastyna II. Industrialna akvakultura)*. Kyiv : Vydavnytstvo NUBiP.
24. Mishin, M. (1974). Artemiya – universal'nyy korm. aquarion2.ru. Rybovodstvo i rybolovstvo, 3. Retrieved from <http://aquarion2.ru/?p=2666>.
25. Naser, A. O. H., Abatzopoulos, T. J., Kappas, I., van Stappen, G., Razavi Rouhani, S. M., & Sorgeloos, P. (2007). Coexistence of sexual and parthenogenetic *Artemia* populations in lake urchin and neighbouring lagoons. *International review of hydrobiology*, 92, 1, 48-60.
26. Campos-Ramos, R., Maeda-Martínez, A. M., Obregón-Barboza, H., Murugan, G., Guerrero-Tortolero, D. A., & Monsalvo-Spencer, P. (2003). Mixture of parthenogenetic and zygogenetic brine shrimp *Artemia* (Branchiopoda: Anostraca) in commercial cyst lots from Great Salt Lake, UT, USA. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 296 (2), 243-251.
27. Gajardo, G. M., & Beardmore J. A. (1989). Ability to switch reproductive mode in *Artemia* is related to maternal heterozygosity. *Marine ecology progress series*, 55, 191-195.
28. Artemiya salina. worldaquarium.ru. Retrieved from <http://worldaquarium.ru/artemiya-salina/>
29. Gusev, E. (1980). Bogatstvo solenykh ozer. aquaria2.ru. Rybovodstvo i Rybolovstvo, 2. Retrieved from <http://aquaria2.ru/node/1707>.



30. Baas-Becking, L. G. M. (1991). Historical notes on salt and salt-manufacture. *The Scientific Monthly*, 32 (5), 434-446.
31. Mock, C. R., Fontaine, C. T., & Revera, D. B. (1980). Improvements in rearing larval penaeid shrimp by the Galveston Laboratory method. *The Brine Shrimp Artemia. Vol. 3. Ecology. Culturing. Use in Aquaculture*. Belgium, Wetteren : Universa Press, 331-342.
32. Bruggeman, E., Sorgeloos, P., & Vanhaecke, P. (1980). Improvements in the decapsulation technique of Artemia cysts. *The Brine Shrimp Artemia. Vol. 3. Ecology. Culturing. Use in Aquaculture*. Belgium, Wetteren : Universa Press, 261-269.
33. Watanabe, T. (1987) The use of Artemia in fish and crustacean farming in Japan. *In: Artemia Research and its Applications. Vol. 3 Ecology. Culturing. Use in Aquaculture*. Belgium, Wetteren : Universa Press, 372-393.
34. Novosadov, A. G. Al'ternativnye metody dekapulyatsii yaits artemii. *pisciculture.ru*. Retrieved from <http://www.pisciculture.ru/articles?id=42>.
35. Menasveta, P. (1994). Dietary prophylaxis in fish and shrimp. *Proceedings of the 1st Roche Aquaculture Centre Conference on Nutritional Prophylaxis, 23 March 1994*. Thailand, Rovithai, Bangkok.
36. Leger, P., Bengtson, D. A., Simpson, K. L., & Sorgeloos, P. (1986). The use and nutritional value of Artemia as a food source. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, 24, 521-623.
37. Nauplii artemii - inkubatsiya i vyluplenie startovogo korma dlya mal'kov. *akvariumistika-nova.com.ua*. Retrieved from <http://akvariumistika-nova.com.ua/page/nauplii-artemii-inkubacija-i-vyluplenie-startovogo-korma-dlja-malkov>.
38. Williams, T. A. (1994). A model of rowing propulsion and the ontogeny of locomotion in Artemia larvae. *Biological Bulletin*, 187, 164-173.
39. Boone, E., & Baas-Becking, L. G. M. (1931). Salt effects on eggs and nauplii of Artemia salina L. *Journal of General Physiology*, 14 (6), 753-763. *fao.org*. DOI:10.1085/jgp.14.6.75 Nutritional value of cultured rotifers. Retrieved from <http://www.fao.org/docrep/003/w3732e/w3732e0i.htm>.
40. Sorgeloos, P., Dhert, P., & Candreva, P. (2001). Use of the brine shrimp, Artemia spp., in marine fish larviculture. *Aquaculture*, 200, 147-159.
41. Graziella Mura. (1990). Artemia salina (Linnaeus, 1758) from Lymington, England: frontal knob morphology by scanning electron microscopy. *Journal of Crustacean Biology*, 10 (2), 364-368. DOI:10.2307/1548493.
42. Tyson, G. E., & Sullivan, M. L. (1980). Scanning electron microscopy of the frontal knobs of the male brine shrimp. *Transactions of the American Microscopical Society*, 99 (2), 167-172.
43. Sara Emslie. *Artemia salina*. *animaldiversity.org*. Animal Diversity Web. University of Michigan. Retrieved from http://animaldiversity.org/accounts/Artemia_salina.
44. Schram, F. R. (1986). *Crustacea*. New York : Oxford University Press.
45. Hoff, F. H., & Snell, T. W. (1993). *Plankton Culture Manual (3rd ed.)* Florida, Dade City : Aqua Farms, Inc.
46. Vos, J. (1979). *Brine shrimp (Artemia salina) inoculation in tropical salt ponds: a preliminary guide for use in Thailand*. Thailand : Department of Fisheries Ministry of Agriculture and Cooperatives.



47. Abtahi, B., Kasumyan, A. O., Abedian Kenary, A., & Jafari Shamushaki, V. (2007). An investigation of Persian sturgeon juveniles, *Acipenser persicus* to free amino acids solution. *Proceedings of the International Workshop on Advanced Techniques in Sturgeon Fish Larviculture*. Iran : Uromia, 26-27.
48. Taebi, A. (2001). *Effects of feeding with HUFA – enriched Artemia on growth, survival and resistance Fenneropenaeus indicus post larval, to salinity stress*. M. Sc. Tehran. University of Teheran.
49. Akbary, P., Hosseini, S. A., & Imanpoor, M. R. (2011). Enrichment of *Artemia* nauplii with essential fatty acids and vitamin C: effect on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae performance. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 10(4), 557-569.
50. Gapasin, R. S. J., Bombeo, R., Lavens, P., & Neils, H. J. (1998). Enrichment of live food with essential fatty acids and vitamin C: effect on milkfish (*Chanos chanos*) larval performance. *Aquaculture*, 162, 269-285.
51. Kol'man, R., Prusinska, M., & Chepurkina, M. et al. (2011). Intensivnoe vyrashchivaniya rannikh stadiy razvitiya osetrovyykh ryb. *Akvakul'tura tsentral'noy i vostochnoy Evropy: nastoyashchee i budushchee : II s"ezd NACEE, 2011 g.* Kishinev, 118-120.
52. Kouet, B. C. E., & Noel, B. (2002). Effect on enriched natural diet of survival and growth of juvenile cuttlefish *Sepia officinalis*. *Aquaculture*, 203, 293-310.
53. Lavens, P., & Sorgeloos, P. (Eds.). (1996). *Manual on the production and use of live food for aquaculture*. Italy, Rome : FAO Fisheries Technical Paper.

ПРИМЕНЕНИЕ АРТЕМИИ (*ARTEMIA*) В КОРМЛЕНИИ МОЛОДИ ОСЕТРОВЫХ ВИДОВ РЫБ (*ACIPENSERIDAE*) (ОБЗОР)

М. Ю. Симон, seemann.sm@gmail.com, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

Цель. Проанализировать научные источники по технологическим и биологическим особенностям применения артемии в кормлении молоди осетровых рыб (*Acipenseridae*). Осветить общие биотехнологические основы обогащения артемии биологически активными веществами, необходимыми для полноценного развития молоди осетровых видов рыб.

Результаты. Обзор научных работ обнаруживает, что технология применения артемии в кормлении осетровых рыб не только не утратила своей актуальности в аквакультуре, но и продолжает развиваться, отвечая на новые вызовы времени. Описаны особенности биологического строения яиц артемии и способы оценки их качества в полевых условиях. Изложены показатели питательности артемии. Показано, что артемия является оптимальным кормовым организмом для применения в кормлении молоди осетровых. Приведены схемы расчетов для декапсуляции и инкубации артемии. Рассмотрены основные технологические этапы подготовки артемии перед использованием ее в кормлении — активация, гидратация, декапсуляция, инкубация, дегидратация. Освещены вопросы влияния обогащенных биологически активными веществами науплий артемии на молодь осетровых рыб.

Практическая значимость. Массив обобщенной информации будет важным для ученых, исследующих особенности кормления молоди осетровых видов рыб, в том числе природными кормами. Данные по биотехнологии применения артемии в кормлении молоди осетровых будут полезны рыбоведам-технологам. Актуальность применения артемии в кормлении молоди осетровых обусловлена ее биологическими и экономическими характеристиками, что и раскрыто в статье.



Ключевые слова: осетровые виды рыб (*Acipenseridae*), артемия (*Artemia*), науплии артемии, кормление молоди рыб, биоинкапсуляция, обогащение артемии, полиненасыщенные жирные кислоты, биологически активные препараты, декапсуляция яиц артемии.

USE OF BRINE SHRIMP (*ARTEMIA*) IN THE FEEDING OF STURGEON JUVENILES (*ACIPENSERIDAE*) (REVIEW)

M. Simon, seemann_sm@gmail.com, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

Purpose. To review scientific sources on the technological and biological characteristics of the use of brine shrimp (*Artemia*) in the feeding of sturgeon juveniles (*Acipenseridae*). To highlight the common biotechnological bases of the enrichment of brine shrimp with biologically active substances necessary for the full development of sturgeon juveniles.

Findings. The review of scientific papers showed that the technology is the use of brine shrimp in the feeding of sturgeon species not only had not lost its relevance in aquaculture, but also continued to evolve in response to new challenges. The review contains a description of the peculiarities of the biological structure of brine shrimp eggs and methods of their quality assessment in the field. It describes the nutritional characteristics of *Artemia*. It is shown that brine shrimp is the best food organism for the use in the feeding of sturgeon fingerlings. The calculation scheme for *Artemia* decapsulation and incubation is provided. The main technological stages of the preparation of shrimps before their use in feeding – activation, hydration, decapsulation, incubation, dehydration were described. The effect of brine shrimp nauplia enriched with biologically active substances enriched brine shrimp on sturgeon juveniles was highlighted.

Practical value. Fish farm owners search for cost-effective, easy to use, and available food that is preferred by sturgeon juveniles (*Acipenseridae*). Brine shrimp nauplii obtained from cysts can be readily used to feed fish just after one-day incubation. Instar I (the nauplii that just hatched and contain large yolk reserves in their body) and instar II nauplii (the nauplii after first moult and with functional digestive tracts) are more widely used in aquaculture, because they are easy for operation, rich in nutrients, and small, which makes them suitable for feeding fish larvae as live feed or after drying. The generalized information will be important for scientists studying the peculiarities of the feeding of sturgeon juvenile including natural foods. The data on the application of the biotechnology of brine shrimp use for the feeding of sturgeon juveniles will be useful for fish farmers. The importance of the use of *Artemia* for the feeding of sturgeon juveniles is due to its biological and economic characteristics and is described in the article. The ability of the brine shrimp to produce dormant eggs, known as cysts, facilitated the extensive use of *Artemia* in aquaculture. The cysts may be stored for long periods and hatched on demand to provide a convenient form of live feed for larval fish. Brine shrimp nauplii constitute the most widely used food item, and over 2000 tonnes of dry *Artemia* cysts are marketed worldwide annually.

Keywords: sturgeon species (*Acipenseridae*), brine shrimp (*Artemia*), *Artemia* nauplii, feeding of fish fry, enriching brine shrimp, polyunsaturated fatty acids, biologically active agents, decapsulation of brine shrimp eggs.

