

Міністерство освіти і науки України
ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

ВОДНІ БІОРЕСУРСИ ТА АКВАКУЛЬТУРА

Водные биоресурсы и аквакультура

Water bioresources and aquaculture

Науковий журнал

1/2019

Херсон / 2019

Рекомендовано до друку та поширення через мережу Internet
Вченою радою ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»,
(протокол № 10 від 29.05.2019 року).

Головний редактор – Пічура В.І., доктор сільськогосподарських наук, доцент.
Відповідальний секретар – Корнієнко В.О., кандидат сільськогосподарських наук, доцент.
Відповідальний секретар – Дюдяєва О.А., старший викладач кафедри екології та сталого розвитку імені Ю. В. Пилипенка.

Члени редакційної колегії:

Агєєц В.Ю. – доктор сільськогосподарських наук, професор (Республіка Білорусь);
Александров Б.Г. – доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент НАН України;
Бєх В.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор;
Бойко М.Ф. – доктор біологічних наук, професор;
Бойко П.М. – кандидат біологічних наук, доцент;
Бузєвич І.Ю. – доктор біологічних наук;
Вараді Л. – доктор біологічних наук, професор (Угорщина);
Вовк Н.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор;
Волох А.М. – доктор біологічних наук, професор;
Демченко В.О. – доктор біологічних наук, доцент;
Зубков О. – доктор-хабілітат біологічних наук, професор (Республіка Молдова);
Клименко О.М. – доктор сільськогосподарських наук, професор;
Костоусов В.Г. – кандидат біологічних наук (Республіка Білорусь);
Кутіщєв П.С. – кандидат біологічних наук, доцент;
Наконєчний І.В. – доктор біологічних наук, професор;
Слєквін О.М. – кандидат біологічних наук (Республіка Білорусь);
Фєдєнєнко О.В. – доктор біологічних наук, професор;
Харитонов М.М. – доктор сільськогосподарських наук, професор;
Шєвченко В.Ю. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент;
Шєвченко П.Г. – кандидат біологічних наук, доцент, старший науковий співробітник;
Шєк П.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор;
Шкєтє А. – доктор біологічних наук, професор (Латвія).

Електронна сторінка видання – www.wra-journal.ksauniv.ks.ua

Включено до Переліку наукових фахових видань України з сільськогосподарських наук відповідно до Наказу МОН України від 04.04.2018 № 326 (додаток 9)

Науковий журнал «Водні біоресурси та аквакультура»
zareєстровано Міністерством юстиції України
(Свідєцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації,
серія КВ № 22727-12627Р від 24.03.2017 року)

ЗМІСТ

ВОДНІ БІОРЕСУРСИ

| | |
|--|----|
| <i>Білик Г.В., Грудко Н.О.</i> Дослідження темпу росту цьоголіток стерляді та веслоноса в умовах півдня України | 6 |
| <i>Козій М.С., Шерман І.М.</i> Мікрорівневі зміни печінки стерляді (<i>Acipenser ruthenus</i>) у ранньому постнатальному онтогенезі..... | 18 |
| <i>Кутіщев П.С.</i> Біозабруднення Дніпровсько-Бузької естуарної системи гіллястовусим ракоподібним <i>Cercoragis pengoi</i> | 28 |
| <i>Симон М.Ю., Забитівський Ю.М., Грициняк І.І.</i> Аципенсини – антимікробні пептиди з клітин осетрових видів риб (<i>Acipenseridae</i>) (огляд)..... | 37 |
| <i>Соломатіна В.Д., Пінкіна Т.В., Світельський М.М., Федючка М.І.</i> Зміни фосфорно-кальцієвого обміну у риб при їх тепловодному вирощуванні | 54 |

АКВАКУЛЬТУРА

| | |
|---|----|
| <i>Козичар М.В., Оліфіренко В.В., Подаков Є.С.</i> Регулювання рівня розвитку фітопланктону та абіотичних умов у рибничих ставах..... | 66 |
| <i>Шекк П.В., Бургаз М.І.</i> Особливості живлення представників <i>Gobiidae</i> Шаболатського лиману в умовах антропогенних змін водойми | 79 |

МЕТОДИ І МЕТОДИКИ

| | |
|---|-----|
| <i>Морозов О.В., Морозов В.В., Ісаченко С.О.</i> Науково-методичні підходи щодо оцінки якості природної води для зрошення (на прикладі Каховської зрошувальної системи) | 90 |
| <i>Пентилюк Р.С., Соборова О. М., Куделіна О.Ю.</i> Оцінка якості морського середовища методами біоіндикації та біотестування на прикладі Одеського регіону | 102 |

СТОРІНКИ ІСТОРІЇ

| | |
|---|-----|
| <i>Дворецький А.І., Байдак Л.А.</i> Видатний український вчений у галузі водних біоресурсів та аквакультури, засновник космічної гідробіології професор Г.Б. Мельников..... | 114 |
| <i>Ткачук А.І.</i> Рибне господарство за часів Запорізького козацтва | 124 |

СОДЕРЖАНИЕ

ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ

- Билык А.В., Грудко Н.А.* Исследования темпа роста сеголеток стерляди и веслоноса в условиях юга Украины.....6
- Козий М.С., Шерман И.М.* Микроуровневые изменения печени стерляди (*Acipenser ruthenus*) в раннем постнатальном онтогенезе.....18
- Кутищев П.С.* Биозагрязнение Днепровско-Бугской эстуарной системы ветвистоусым ракообразным *Cercopagis pengoi*.....28
- Симон М.Ю., Забытиский Ю.М., Грициняк И.И.* Аципенсины – антимикробные пептиды из клеток осетровых видов рыб (*Acipenseridae*) (обзор)37
- Соломатина В.Д., Пинкина Т.В., Свительский Н.М., Федючка Н.И.* Изменения фосфорно-кальциевого обмена у рыб при их тепловодном выращивании ...54

АКВАКУЛЬТУРА

- Козычар М.В., Олифиренко В.В., Подаков Е.С.* Регулировка уровня развития фитопланктона и абиотических условий в рыбных прудах66
- Шекк П.В., Бургаз М.И.* Особенности питания представителей *Gobiidae* Шаболатского лимана в условиях антропогенных изменений водоема.....79

МЕТОДЫ И МЕТОДИКИ

- Морозов А.В., Морозов В.В., Исаченко С.А.* Научно-методические подходы к оценке качества природной воды для орошения (на примере Каховской оросительной системы).....90
- Пентиллюк Р.С., Соборова О. М., Куделина О.Ю.* Оценка качества морской среды методами биоиндикации и биотестирования на примере Одесского региона.....102

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

- Дворецкий А.И., Байдак Л.А.* Выдающийся украинский ученый в области водных биоресурсов и аквакультуры, основатель космической гидробиологии профессор Г.Б. Мельников114
- Ткачук А.И.* Рыбное хозяйство времен Запорожского казачества....124

CONTENTS

WATER BIORESOURCES

| | |
|---|----|
| <i>Bilyk A., Hrudko N.</i> Investigation of sterlet and paddlefish fry growth rate in terms of southern Ukraine | 6 |
| <i>Koziy M.S., Sherman I.M.</i> Microlevel changes in the liver of <i>Acipenser ruthenus</i> in early postnatal ontogenesis | 18 |
| <i>Kutishchev P.S.</i> Biofouling of the Dnieper-Bug estuary system by Cladocera – <i>Cercopagis pengoi</i> | 28 |
| <i>Simon M., Zabytivskiy Yu., Hrytsyniak I.</i> Acipensins – antimicrobial peptides from cells of sturgeon fish species (<i>Acipenseridae</i>) (review) | 37 |
| <i>Solomatina V.D., Pinkina T.V., Svitelskyi M.M., Feduchka M.I.</i> Changes in calcium and phosphorus metabolism in fish with their warm-water growing | 54 |

AQUACULTURE

| | |
|--|----|
| <i>Kozychar M.V., Olifirenko V.V., Podakov Ye.S.</i> Regulation of phytoplankton development and abiotic conditions in fishponds..... | 66 |
| <i>Shekk P.V., Burgaz M.I.</i> Features of supply of representatives of <i>Gobiidae</i> of the Shabolatsky lyman under the conditions of anthropogenic changes in water..... | 79 |

METHODS AND TECHNIQUES

| | |
|---|-----|
| <i>Morozov O.V., Morozov V.V., Isachenko S.O.</i> Scientific and methodological approaches to the quality assessment of natural water for irrigation (on the example of the Kakhov irrigation system) | 90 |
| <i>Pentilyuk R.S., Soborova O. M., Kudelina O.Y.</i> Assessment of the marine environment quality by the methods of bioindication and biotesting on the example of the Odesa region..... | 102 |

PAGES OF MEMORY

| | |
|--|-----|
| <i>Dvoretzky A.I., Bajdak L.A.</i> Professor G. B. Melnikov – outstanding Ukrainian scientist in the range aquatic bioresources and aquaculture, the founder of space hydrobiology | 114 |
| <i>Tkachuk A.I.</i> Fishery of the Zaporizhia cossack's times | 124 |

ВОДНІ БІОРЕСУРСИ

УДК 639.371.2

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2019.1.1>

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПУ РОСТУ ЦЬОГОЛІТОК СТЕРЛЯДІ ТА ВЕСЛОНОСА В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

¹Білик Г.В. – м. н. с.,

²Грудко Н.О. – к. с.-г. н., старший викладач

¹Національний природний парк «Нижньодніпровський»

Херсонська гідробіологічна станція НАН України

²ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

У статті наведені результати досліджень спрямованих на вивчення динаміки темпу росту цьоголіток стерляді та веслоноса за комбінованої технології вирощування, при зарибленні ставів мальками різної маси. Вирощування цьоголіток проводилось на базі Дніпровського виробничо-експериментального осетрового рибовідтворювального заводу (ДВЕОРЗ у ставах площею 2 та 3 га) в монокультурі. Зариблення відбувалося мальками стерляді масою 85, 119, 128 та 135 мг та мальками веслоноса масою – 300, 500 та 700 мг. Метою проведених досліджень було встановлення залежності темпу росту цьоголіток стерляді та веслоноса від технологічних параметрів на фоні абіотичних та біотичних факторів середовища.

Температура води в період досліджень змінювалася від 21,0 до 27,9°C, вміст розчиненого у воді коливалися у межах 4,6–7,0 мгО₂/дм³. Встановлено, що біомаса фітопланктону в середньому за вегетаційний сезон складала 8,7- 13,8 мг/дм³, зоопланктону – 3,83- 8,8 г/м³, зообентосу - 2,2- 10,42г/м², що було достатнім для нормального росту та розвитку осетрових. Було встановлено, що збільшення середньої маси мальків стерляді при зарибленні з 85 до 135 мг та мальків веслоноса з 300 до 700 мг, поряд з забезпеченістю на достатньому рівні кормовими гідробіонтами, надає змоги отримати високі рибогосподарські показники. За максимальної маси мальків у нормативні строки вирощування отримано цьоголіток стерляді та веслоноса масою 3,1 та 279,0 г відповідно. Вживаність стерляді була на рівні 63,96%, веслоноса – 25,4%. Рибопродуктивність ставів при вирощуванні цьоголіток стерляді з мальків масою 135 г складала 138,6 кг/га, при вирощуванні цьоголіток веслоноса з мальків масою 700 мг – 103,6 кг/га.

Ключові слова: стерлядь, веслоніс, мальки, цьоголітки, ставове вирощування, темп росту, кормова база, вживаність, середня маса, рибопродуктивність.

Постановка проблеми. Темп росту риб, осетрових зокрема, при вирощуванні у ставах залежить від багатьох факторів, які мають безпосередній вплив на морфо-біологічні показники в період раннього постембріогенезу. Інтенсивність зростання кожного із видів осетрових визначається не тільки їх біологічними особливостями, а й забезпеченістю кормовими ресурсами, необхідними для певних видів, та показниками абіотичних факторів, таких як температура води, вміст розчиненого у воді кисню та ін., що впливають на інтенсивність живлення та обмінні процеси, які відбуваються в організмі. У зв'язку з цим виникла потреба у дослідженні особливостей темпу росту риб родини осетрових, стерляді та веслоноса зокрема, у вирощувальних ставах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Характеризуючи осетрові стави, слід відзначити, що різноманітні глибини, ґрунт, рельєф, освітленість, газовий та хімічний режими, а також наявність в ставах різноманітних кормових організмів складають умови, які наближаються до природних та тих, що відповідають потребам молоді осетрових. Темп росту стерляді, у порівнянні з іншими осетровими, відносно невисокий. У вересні–жовтні місяці, цьогорічки можуть досягати маси 20–30 г при довжині 15–20 см. [1].

За даними Бондарчук О.Л. найбільш інтенсивним зростанням маси і довжини тіла характеризується молодь стерляді яка вирощувалась у ставах ніж та, що у басейнах. Так за середньою температурою води у ставах біля 26°C молодь стерляді після випуску швидко набирала масу. На початку вересня риба у ставах була вгодованіша і харчувалась краще ніж з басейнів, мала масу $34,17 \pm 1,4$ г, на відміну від $18,77 \pm 1,2$ г відповідно [2].

При вирощуванні стерляді у басейнах на артезіанській воді, за даними Альпейсова Ш.А., спостерігаються високі прирости за масою. За щільності посадки 2 тис. екз/м² та тривалості вирощування 147 діб абсолютний приріст складав 52,59 г, середньодобовий – 0,38 г, відносний – 956,18%. В результаті були отримані цьогорічки стерляді масою $58,09 \pm 4,57$ г [3].

На перших етапах постембріогенезу веслоніс харчується як активний хижак, і вже за досягнення довжини близько 100 мм переходить на фільтрацію і його кормова база урізноманітнюється за видовою приналежністю та розмірами кормових організмів [4]. Практично на будь-якому етапі онтогенезу веслоніс надає перевагу зоопланктону розмірами понад 100 мкм [5]. Концентрацію кормових організмів при вирощуванні мальків та цьогоріток веслоноса необхідно підтримувати на рівні 3–5 мг/дм³, при цьому веслоніс за 10–15 діб вирощування зростає до маси 150 мг [4]. За даними болгарських вчених, впродовж 30 діб можна наприкінці вирощування отримати масу мальків 920 мг за умови годівлі природними кормами. Після двох

місяців вирощування у ставах середня індивідуальна маса веслоноса досягла 330 г [6].

Постановка завдання. Вивчення особливостей темпу росту цьоголіток стерляді та веслоноса у вирощувальних ставах. Завданням дослідження було визначити вплив абіотичних, біотичних та технологічних параметрів на зміну лінійно-масових показників в процесі вирощування у ставах. Результати оцінювались за масою цьоголіток, виходом та рибопродуктивністю з одиниці площі.

Виклад основного матеріалу. Вирощування цьоголіток осетрових проводилося в експериментальних ставах середньою площею 2 та 3 га на базі Дніпровського осетрового відтворювального заводу. В якості експериментального матеріалу виступали мальки і цьоголітки стерляді та веслоноса. Формування експериментальних груп проводилося за методом груп – аналогів.

Відбір та обробка гідрохімічних, гідробіологічних, біохімічних проб, а також вивчення особливостей живлення мальків стерляді та веслоноса проводилися у відповідності загальноприйнятим у рибогосподарських дослідженнях методик [7-10].

Статистичне опрацювання результатів експерименту проводилося за допомогою кореляційно-регресійного та дисперсійного аналізу з використанням програми «Agrostat», яка представлена у вигляді надбудови до програми Microsoft Office Excel [11].

Враховуючи те, що температура води є одним із вагомих абіотичних факторів, які впливають на інтенсивність живлення та темп росту об'єктів вирощування, особлива увага приділялася саме цьому показнику. Температура води в період проведення досліджень змінювалася від 21,0 до 27,9°C, при середньосезонних показниках у межах 24,0-26,3°C. Середньосезонні показники розчиненого у воді кисню по всіх варіантах коливалися у межах 6,2–7,0 мгО₂/дм³, при мінімальному значенні 4,6 мгО₂/дм³, що співпадало з максимальною температурою води. Водневий показник води (рН) протягом всього періоду досліджень характеризувався як нейтральний та слабко лужний. Його середньосезонні показники були на рівні 7,3–7,5. Тобто був оптимальним для вирощування цьоголіток стерляді та веслоноса. Перманганатна окислюваність в ставах була на рівні 10,6–14,1 мгО₂/дм³ з тенденцією до зростання. Однак, протягом всього періоду вирощування вона мала оптимальні показники для нормального росту і розвитку цьоголіток стерляді та веслоноса у ставах. Жорсткість води в експериментальних ставах у середньому коливалася у межах 6,9–7,2 мг-екв/дм³, середньосезонні показники хлору у воді становили 36,5–40,7 мг/дм³. Вміст фосфору протягом вирощування цьоголіток стерляді та веслоноса коливався від 0,12 до 0,32 мгР/дм³, але в цілому його середні значення були на рівні 0,22 мгР/дм³. Вміст азоту коливався від 0,01 до 0,12мг/дм³. Середньосезонні значення NO₂- були на

рівні 0,06 мг/дм³. Вміст NO₃⁻ у період вирощування цьоголіток стерляді коливалися від 0,8 до 1,6 мгN/дм³. В цілому, протягом всього періоду досліджень можна сказати, що фізико-хімічні умови в експериментальних ставах, де проводилося вирощування цьоголіток стерляді та веслоноса були близькими до нормативних значень та не виходили за межі допустимих норм.

Вивчення особливостей формування видового складу, динаміки чисельності і біомаси основних компонентів природної кормової бази експериментальних ставів та порівняння їх середньомісячних показників дозволяють визначити забезпеченість харчових потреб риби протягом періоду вирощування. В межах проведених досліджень природна кормова база мала велике значення, тому що вона була єдиним джерелом забезпечення харчових потреб при вирощуванні цьоголіток стерляді та веслоноса.

В період вирощування фітопланктон ставів нараховував 14 видів, які відносилися до 2 відділів водоростей: зелених (*Clorophyta*) та синьо-зелених (*Cyanobacteria*). Основну біомасу експериментальних ставів складали такі види: *Mycrocystis aeruginosa*, *M. flos – aquae*, *Woronichinia naegeliania*, *Aphanizomenon flos-aque*, *Chlorogloea sarcinoides*, *Microcystis pulverea*, *Anabaena circinalis*, *Anabaena flos-aqua*, *Chlorogloea microcystoides Geitl*, *Clorogloea sarcinoides Elenk*, які відносилися до відділу синьо-зелених водоростей. Середньосезонна біомаса фітопланктону коливалась по ставам від 8,7 до 13,8 мг/дм³. При цьому впродовж вегетаційного сезону динаміка біомаси фітопланктону мала яскраво виражені максимуми, які спостерігалися в середині червня (31,2-35,2 мг/дм³), коли температура води сягала високих значень. У цілому біомаса фітопланктону в період вирощування цьоголіток стерляді та веслоноса була на рівні 10,8–14,0 мг/дм³.

Видовий склад зоопланктону експериментальних ставів нараховував 25 видів, які відносилися до 3 таксономічних груп кормових організмів: гіллястовусі ракоподібні (*Cladocera*), веслоногі ракоподібні (*Copepoda*) та коловертки (*Rotatoria*). Найбільш масовими видами були: *Daphnia longispina*, *Daphnia magna*, *Daphnia pulex*, *Moina rectirostris Leydig*, *Bosmina longirostris*, *Bosmina coregoni Baird*, *Bosmina kessleri Ulijan*, *Bosmina longispina Leydig*, *Leptodora kindtii Focke*. Середньосезонна біомаса зоопланктону коливалась по ставах від 3,83 до 8,8 г/м³. Коловертки протягом сезону вирощування зустрічалися поодинокі та їх біомаса не перевищувала 0,01 г/м³.

Зообентос експериментальних ставів в період вирощування цьоголіток стерляді та веслоноса був представлений чотирма таксономічними групами кормових організмів: хірономіди (*Chironomidae*), олігохети (*Oligochaeta*), гамариди (*Gammaridae*) та личинками комарів (*Chaoboridae*). Найбільш масовими видами в період

виращування цьоголіток стерляді були такі види: *Chironomus plumosus*, *Culex pipiens*, *Chaetogammarus ischnus* та *Tanypus molinis*. Середньосезонна біомаса зообентосу коливалася по ставах від 2,2 до 10,42г/м². Мінімальна біомаса м'якого зообентосу протягом вегетаційного сезону спостерігалась була на рівні 0,31 г/м², максимальна – 16,5 г/м². Збільшення біомаси зообентосу у деякі періоди пов'язано з наявністю зяброногих ракоподібних (*Notostraca*) – дорослих форм *Triops cancriformis*.

Аналіз кормової бази експериментальних ставів, в яких відбувалося виращування цьоголіток осетроподібних показав, що рівень забезпеченості кормовими організмами був відповідним для нормального росту та розвитку. Рівень споживання основних кормових організмів показав, що мальки стерляді віддавали перевагу зоопланктону.

Суттєве значення для визначення біологічної продуктивності експериментальних ставів та вплив її на реалізацію потенційного росту має вивчення живлення протягом вегетаційного сезону. Аналізу шлунково-кишкового тракту цьоголіток стерляді показав, що більшу частину харчової грудки складали зоопланктонні організми роду *Daphnia* та хірономіди (*Chironomidae*), інші кормові організми зустрічались у незначній кількості. Характер живлення цьоголіток веслоноса впродовж вегетаційного сезону змінювався в залежності від рівня розвитку кормових організмів в експериментальних ставах. Найбільшу частку в харчовій грудці цьоголіток веслоноса займали *Daphnia*, відсоток яких коливався в межах від 36,09 до 54,73%. Важливе місце в живленні веслоноса посідали також веслоногі ракоподібні, які були представлені *Cyclops* та різними стадіями його розвитку. Їх частка складала 0,91–8,78%. Коловертки (*Rotatoria*) не відігравали суттєвої ролі у живленні цьоголіток веслоноса, не перевищуючи 1,0% від загальної маси кормової грудки у всіх варіантах. Частка інших об'єктів у харчових грудках цьоголіток веслоноса була на рівні 4,85–18,7%. Загальний індекс наповнення травного тракту цьоголіток веслоноса, в залежності від періоду виращування становив 84,94–359,2‰.

При дослідженні темпу росту цьоголіток стерляді було сформовано чотири варіанти з масою мальків при зарибленні виращувальних ставів в 85,0; 119,0; 128,0 та 135 мг.

В результаті досліджень нами було отримано цьоголіток стерляді середньою масою від 1,65±0,29 г до 3,1 ±0,17 г зі значними розходженнями по варіантам експерименту (рис. 1).

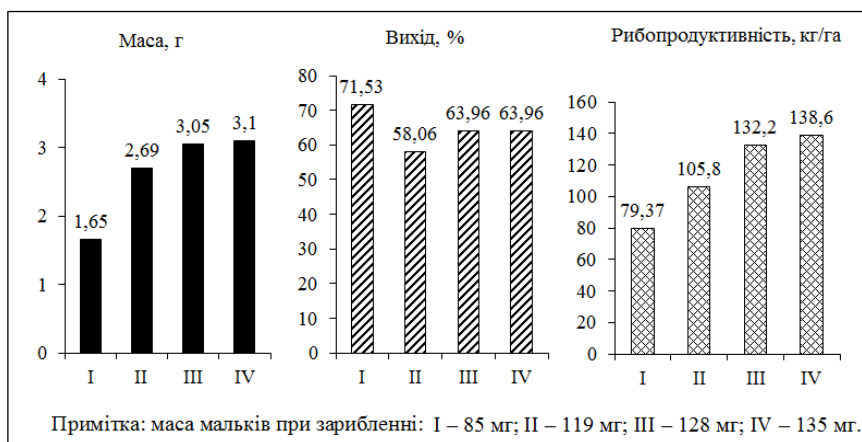


Рис. 1. Результати вирощування цьоголіток стерляді

Найбільш високі показники середньої маси тіла цьоголіток стерляді були характерні для експериментальних ставів четвертого варіанту, де маса посадкового матеріалу при зарибленні була найвища та складала $135,0 \pm 0,22$ мг. Середня кінцева маса цьоголіток стерляді даного варіанту складала $3,1 \pm 0,17$ г при коливаннях по окремих ставах варіанту від $2,7 \pm 0,18$ г до $3,5 \pm 0,18$ г.

Не зважаючи на те, що для першого варіанту був характерний більш високий рівень харчової активності, середня кінцева маса експериментального матеріалу в таких ставах була мінімальною та складала $1,65 \pm 0,29$ г з коливаннями по окремих ставах варіанту в межах $1,6 \pm 0,29$ - $1,7 \pm 0,30$ г. Маса посадкового матеріалу даного варіанту при зарибленні експериментальних ставів була мінімальною та складала $85,0 \pm 0,18$ мг, що головним чином і обумовило незадовільні кінцеві результати.

Найвищі показники виживаності спостерігалися у варіанті з мінімальною масою посадкового матеріалу при зарибленні. Вихід з таких ставів складав в середньому 71,53% при коливаннях по окремих ставах варіанту від 68,00% до 75,05%. Мінімальний вихід з експериментальних ставів був характерний для третього варіанту де маса посадкового матеріалу при зарибленні складала $119,0 \pm 0,17$ мг. Вихід зі ставів даного варіанту коливався від 54,0% до 64,0%, що обумовлювалося головним чином низьким рівнем розвитку кормової бази.

Відповідно, максимальна рибопродуктивність була характерна для ставів четвертого варіанту, з максимальною масою посадкового матеріалу при зарибленні експериментальних ставів у $135 \pm 0,21$ мг та складала 138,60 кг/га при коливаннях по окремих ставах варіанту від 117,89 кг/га до 162,68 кг/га. Мінімальна загальна рибопродуктивність була об'єктивно характерною для першого варіанту, де була мінімальна

маса посадкового матеріалу в експериментальні стави $85,0 \pm 0,18$ мг і складала в середньому $79,37$ кг/га.

У ході проведення досліджень, показники середньої маси експериментального матеріалу в дослідних групах мали однаково стрімкий характер, але характеризувались значними коливаннями, що залежало певним чином від забезпеченості їжею. Показники масонакопичення експериментального матеріалу в дослідних групах мали однаково стрімкий характер, але характеризувались значними коливаннями, що залежало певним чином від забезпеченості їжею (рис. 2).

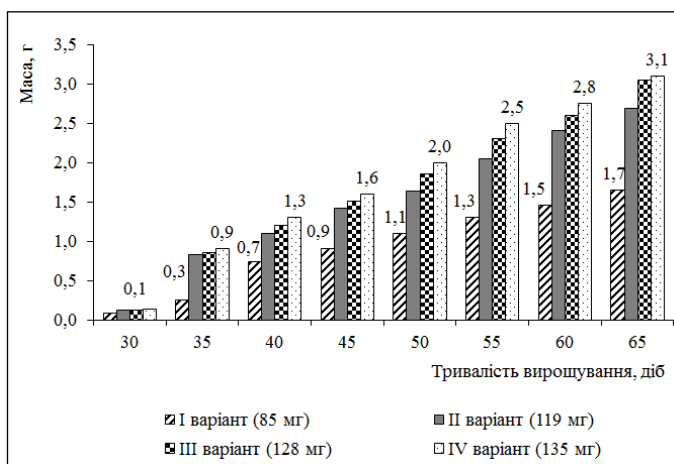


Рис. 2. Динаміка темпу росту маси тіла цьоголіток стерляді

Найбільш високі показники темпу росту маси тіла цьоголіток стерляді були характерні для другого та четвертого варіантів, що було у певній залежності від наявної кормової бази у ставах. Відповідно у перші 35 діб вирощування різниця між варіантами складала $0,54$ - $0,60$ г, при чому в першому варіанті цьоголітки стерляді дещо відставали в прирості на відміну від інших варіантів. Подальший приріст маси тіла даного варіанту характеризувався планомірним ростом, який був в межах $0,16$ - $0,2$ г за кожні 5 діб вирощування. У другому та четвертому варіанті масонакопичення цьоголіток стерляді відбувалося практично рівномірно та складало $0,3$ - $0,5$ г протягом періоду 35-55 діб, що складало $18,8$ - 30% приросту відповідно. У подальшому темп росту зменшувався до $9,0$ - $11,3\%$, що складало $0,25$ - $0,35$ г на 60-65 добу вирощування.

Вирощування цьоголіток веслоноса проводилось у ставах площею 2 га, з щільністю посадки $1,5$ тис. екз./га. Зариблення відбувалося мальками масою $0,3$, $0,5$ та $0,7$ г.

У результаті вирощування цьоголітки веслоноса набули маси 211,5-279,0 г, при цьому найкращі показники отримані у третьому варіанті при зарибленні мальками масою 0,7 г (рис. 3).

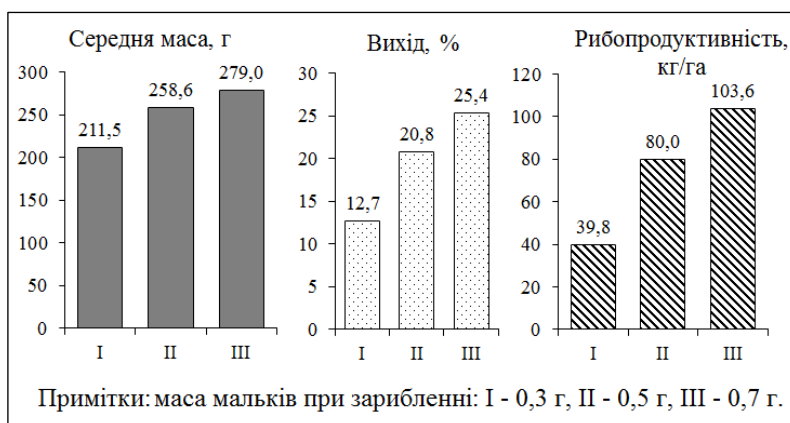


Рис. 3. Результати вирощування цьоголіток веслоноса

Збільшення маси мальків при зарибленні має велике значення для виживання цьоголіток веслоноса. Так, при зарибленні мальками масою 0,3 г вихід цьоголіток становив 12,7%, а при масі мальків 0,7 г виживаність збільшилась у два рази, що суттєво з огляду на високу цінність об'єкту вирощування. Найвища рибопродуктивність була отримана також у третьому варіанті та складала 103,6 кг/га на відміну від першого варіанту, в якому вона досягла лише 39,8 кг/га.

Умови вирощування та початкова маса мальків при зарибленні суттєво вплинули і на динаміку масонакопичення, яка представлена на рисунку 4.

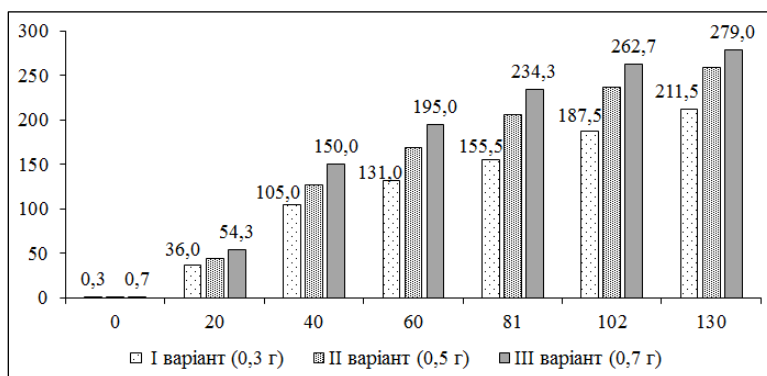


Рис. 4. Динаміка темпу росту маси тіла цьоголіток веслоноса

Розглядаючи темп росту цьоголіток веслоноса, можна відмітити, що впродовж перших 20 діб вирощування в ставах приріст складав 35,7 г в першому варіанті та 53,6 г в третьому варіанті, що складало 1,79–2,68 г/добу або 16,9–19,3% від загального приросту. За 81 добу вирощування цьоголітки веслоноса в першому варіанті набули маси 155,5 г в третьому варіанті 234,3 г, що склало 73,5–83,9% від загального приросту. Подальший ріст характеризувався зменшенням приросту, цьоголітки веслоноса зростали на 0,91–1,1 г на добу, що загалом склало 16,0–26,5% від загального приросту.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Результати вирощування цьоголіток стерляді та веслоноса показали, що підвищена маса мальків при зарибленні ставів та достатня забезпеченість відповідними кормовими організмами сприяє підвищенню темпу росту, що дає можливість отримати достатньо високі показники кінцевої маси, виживаності та рибопродуктивності.

Найбільш оптимальним був варіант з максимальною масою посадкового матеріалу при зарибленні у 135 мг для стерляді та у 700 мг для веслоноса, при яких у нормативні строки вирощування отримано експериментальний матеріал стерляді та веслоноса масою 3,1 та 279,0 г відповідно. Виживаність цьоголіток стерляді була на рівні 63,96%, веслоноса – 25,4%. Рибопродуктивність ставів при вирощуванні цьоголіток стерляді з мальків масою 135 г була на рівні 138,6 кг/га, при вирощуванні цьоголіток веслоноса з мальків масою 700 мг – 103,6 кг/га.

Таким чином, при збільшенні середньої індивідуальної маси мальків стерляді при зарибленні з 85 до 135 мг та мальків веслоноса з 300 до 700 мг поряд з ретельним спостереженням за відповідністю кормових гідробіонтів потребам організму під час вирощування у ставах, буде позитивно відобразитися на основних рибогосподарських показниках, таких як кінцева маса, вихід та рибопродуктивність, що в подальшому можна ефективно використовувати в різних напрямках аквакультури, в залежності від подальшого цільового призначення посадкового матеріалу.

Тому, ми вважаємо за доцільне зробити акцент на тому, що для нормального росту та розвитку цьоголіток стерляді та веслоноса необхідно ретельно стежити за розвитком кормової бази ставів, яка в першу чергу впливає на темп лінійного росту та масонакопичення, і як наслідок відбивається на основних рибогосподарських показниках, такі як кінцева маса та виживаність. Також, на нашу думку, стави із недостатнім розвитком кормової бази, повинні зариблюватися посадковим матеріалом підвищених лінійно-масових кондицій.

ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕМПА РОСТА СЕГОЛЕТОК СТЕРЛЯДИ И ВЕСЛОНОСА В УСЛОВИЯХ ЮГА УКРАИНЫ

¹*Билык А.В. – м. н. с.,*

²*Грудко Н.А. – к. с.-х. н., старший преподаватель*
¹*Национальный природный парк «Нижнеднепровский»,*
Херсонская гидробиологическая станция НАН Украины
²*Херсонский государственный аграрный университет*

В статье приведены результаты исследований направленных на изучение динамики темпа роста сеголеток стерляди и веслоноса по комбинированной технологии выращивания, при зарыблении прудов мальками различной массы. выращивание сеголеток проводилось на базе Днепровского производственно-экспериментального осетрового рыбозаводского завода (ДПЭОРЗ) в прудах площадью 2-3 га в монокультуре. Зарыбление происходило мальками стерляди массой 85, 119, 128 та 135 мг и мальками веслоноса массой - 300, 500 та 700 мг. Целью проведенных исследований было установление зависимости темпа роста сеголеток стерляди и веслоноса от технологических параметров на фоне абиотических и биотических факторов среды.

Температура воды в период исследований изменялась от 21,0 до 27,9°C, содержание растворенного в воде кислорода колебалось в пределах 4,6–7,0 мгО₂/дм³. Установлено, что биомасса фитопланктона в среднем за вегетационный сезон составляла 8,7-13,8 мг/дм³, зоопланктона – 3,83-8,8 г/м³, зообентосу – 2,2-10,42г/м², что было достаточным для нормального роста и развития осетровых. Было установлено, что увеличение средней массы мальков стерляди при зарыблении с 85 до 135 мг и мальков веслоноса с 300 до 700 мг, наряду с обеспеченностью на достаточном уровне кормовыми гидробионтами, предоставляет возможности получить высокие рыбохозяйственные показатели. При максимальной массе мальков в нормативные сроки выращивания получено сеголеток стерляди и веслоноса массой 3,1 и 279,0 г соответственно. Выживаемость стерляди была на уровне 63,96%, веслоноса – 25,4%. Рыбопродуктивность прудов при выращивании сеголеток стерляди с мальков массой 135г составляла 138,6 кг/га, при выращивании сеголеток веслоноса с мальков массой 700 мг - 103,6 кг/га.

Ключевые слова: стерлядь, веслонос, мальки, сеголетки, прудовое выращивание, темп роста, кормовая база, выживаемость, средняя масса, рыбопродуктивность.

INVESTIGATION OF STERLET AND PADDLEFISH FRY GROWTH RATE IN TERMS OF SOUTHERN UKRAINE

¹*Bilyk A. – junior researcher*

²*Hrudko N. – Ph.D. of Agrarian Science*

¹*National park «Nyzhnyodnieprovskiyi», Kherson hydrobiology station of NASU*

²*Kherson State Agrarian University*

The paper contains results of the investigation, devoted to the growth rate of sterlet and paddlefish fry, using combined rearing technology and pond stocking with the fry of different average bodymass. Fingerling rearing was conducted on the base of Dnirovsky sturgeon hatchery, in ponds 2 and 3 hectares square in monoculture. Fish stock was had next parameters: sterlet – 85, 119, 128, and 135 mg; paddlefish – 300, 500, and 700mg. The goal of the research is to set up a correlation between the growth rate of sterlet and paddlefish fry and technological and environmental parameters.

Water temperature ranged from 21.0 to 27.9°C during the experiment. Dissolved oxygen ranged from 4.6 to 7.6 mg/l. Average phytoplankton biomass during vegetational season was within 8.7 - 13.8 mg/l range, zooplankton – 3.83 - 8.80 g/m³, zoobenthos – 2.2 - 10.42 g/m², which was sufficient for surgeons growth. It was found that increasing average bodymass of sterlet fry during pond stocking from 85 mg to 135 mg and paddlefish – from 300 mg to 700 mg, allows obtaining better outcome results. During standard rearing period, we have managed to rear sterlet fingerlings with average bodymass 3.1 g and paddlefish fingerlings with average bodymass 279 g. Sterlet survival rate was 63.96%, while for paddlefish this parameter equaled 25.4%. Fish productivity in experimental ponds reached 138.6 kg/ha (for sterlet) and 103.6 kg/ha (for paddlefish).

Key words: sterlet, paddlefish, fry, fingerlings, pond rearing, growth rate, foodbase, survival rate, average bodymass, fish productivity.

ЛІТЕРАТУРА

1. Павлий Е.А., Чепенко М.В. Особенности питания заводской осетровой молоди рыб в речных условиях. *Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна*. Сборник научных трудов АзНИИРХ. Ростов-на-Дону: Эверест. 2004. С.188-194.
2. Бондарчук О.Л. Герасимов Ю.В. Особенности пищевого и поискового поведения молоди стерляди при прудовом и бассейновом подращивании. *Научный журнал «Известия КГТУ»*. № 42. 2016. С. 30-38
3. Альпейсов Ш.А. Особенности выращивания осетровых рыб (стерляди) в бассейнах с артезианской водой. *Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты*. № 3(71). 2016. С.11-14.
4. Feeding ecology and growth of young-of-the-year paddlefish in hatchery ponds/Michaletz P. H. et al. *Transactions of the American Fisheries Society*. 1982. № 111. P. 700–709.
5. Jennings C.A., Zigler S.J. Biology and Life History of Paddlefish in North America: An Update. *American Fisheries Society Symposium*. 2009. P. 1–22.
6. Hubenova T., Zaikov A., Vasileva P. Management of paddlefish fry and juveniles in Bulgarian conditions. *Journal Aquaculture International*. 2007. Vol. 15, № 3. P. 249–253.
7. Жадин В.И. Методы гидробиологических исследований. М.: Высшая школа, 1960. 189 с.
8. Алёкин О.А. Основы гидрохимии. Ленинград: Гидрометиздат, 1970. 443 с.
9. ГОСТ 7636–85 Межгосударственный стандарт. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. С. 17 – 124.
10. Пилипенко Ю.В., Корнієнко В.О. Методика збору та обробки матеріалів по живленню риб. Херсон: РВВ «Колос» ХДАУ, 2009. 34 с.

11. Ушкаренко В.О. Методика польового досліду: монографія. Херсон: Айлант, 2014. 465 с.

REFERENCES

1. Pavlij E.A., Chepenko M.V. (2004). Osobennosti pitaniya zavodskoj osetrovoj molodi ryb v rechnyh usloviyah. *Osnovnye problemy rybnogo hozyajstva i ohrany rybohozyajstvennyh vodoemov Azovo-Chernomorskogo bassejna*. Rostov-na-Donu. P. 188–194. [in Russian].
2. Bondarchuk O.L., Gerasimov Yu.V. (2016). Osobennosti pisheвого i poiskovogo povedeniya molodi sterlyadi pri prudovom i bassejnovom podrashivani. *Nauchnyj zhurnal «Izvestiya KGTU»*. № 42. P. 30–38. [in Russian].
3. Alpejsov Sh.A. (2016). Osobennosti vyrashivaniya osetrovyh ryb (sterlyadi) v bassejnah s artezijskoj vodoj. *Izdenister, natizheler – Issledovaniya, rezultaty*. №3(71). P.11–14. [in Russian].
4. Michaletz P.H. (1982). Feeding ecology and growth of young-of-the-year paddlefish in hatchery ponds. *Transactions of the American Fisheries Society*. №111. P. 700–709.
5. Jennings C.A., Zigler S.J. (2009). Biology and Life History of Paddlefish in North America: An Update. *American Fisheries Society Symposium*. P. 1–22.
6. Hubenova T., Zaikov A., Vasileva P. (2007). Management of paddlefish fry and juveniles in Bulgarian conditions. *Journal Aquaculture International*. Vol. 15, no 3. P. 249–253.
7. Zhadin V.I. (1960). *Metody gidrobiologicheskikh issledovanij* (Methods of hydrobiological research). Moscow: Vysshaya shkola. [in Russian].
8. Alyokin O.A. (1970). *Osnovy gidrohimii* (Basics of hydrochemistry). Leningrad: Gidrometizdat. [in Russian].
9. GOST 7636–85 (Mizhderzhavnij standart) (2004). Ryba, morskije mlekopitayushie, morskije bespozvonochnye i produkty ih pererabotki. Metody analiza. Kiyiv: DERZhSPOZhIVSTANDART UKRAYINI. P. 17–124. [in Russian].
10. Pilipenko Yu.V., Korniyenko V.O. (2009). *Metodika zboru ta obrobki materialiv po zhivlennyu rib* (The method of collecting and processing materials for feeding fish). Kherson: RVV «Kolos» HDAU. [in Ukrainian].
11. Ushkarenko V.O. (2014). *Metodika polovogo doslidu: monografiya* (The technique of field experiment). Kherson: Ajlant. [in Ukrainian].

УДК [597-14: 597. 563]:639.372.33

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2019.1.2>

МИКРОУРОВНЕВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПЕЧЕНИ СТЕРЛЯДИ (*ACIPENSER RUTHENUS*) В РАННЕМ ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ

¹*Козий М.С. – д. биол. н., профессор*

²*Шерман И.М. – д. с.-х. н., профессор*

¹*Государственное высшее учебное заведение*

«Черноморский национальный университет имени Петра Могилы»

²*Государственное высшее учебное заведение*

«Херсонский государственный аграрный университет»

Приведены результаты гистологического мониторинга формирования структуры печени стерляди на начальных этапах постнатального онтогенеза. Достоверно определено, что печень осуществляет основную роль в биохимических перестройках трофических компонентов.

В периоде перехода личинок на экзогенное питание становление печени как органа не завершено. Гепатоциты составляют 87% от клеточного состава органа. Низкий коэффициент пролиферации позволяет отнести гепатоциты к категории растущих эпителиоцитов. Клеточные тяжи разделены широкими синусоидами. Эндотелиоциты капилляров имеют небольшое количество цитоплазмы и резко окрашенные палочковидные ядра. Отдельные лакуны печени лишены эндотелиальной выстилки. Среди периферических гепатоцитов формируются первые жёлчные протоки. В финале формирования сосудистой сети в цитоплазме гепатоцитов присутствуют многочисленные мелкие липидные капли и происходит активное запасание гликогена. Гистологическая картина показывает стёртость зонального строения органа в период становления узкой клеточной функции.

Качество питания и пищевая активность определяют тип и количество запасных веществ в печени. Переход на активное экзогенное питание считается критическим. Это обстоятельство оправдывает усиление синтетической активности паренхимы органа. В данный период печень полностью сформирована. Количество синусоидных капилляров сравнительно велико. Активно формируются периферические жёлчные протоки. Наблюдается усиление секреции жёлчи. Популяция гепатоцитов в этот период составляет 95%. Клетки содержат вакуоли разной степени зрелости. Запас желтка у личинок истощается. Депонирование гликогена и липидов в клетках печени личинок совпадает с развитием желудочных желез и может быть рассмотрена как адаптация, повышающая выживаемость особей при неблагоприятных кормовых условиях.

Результаты гистологических исследований ранних стадий онтогенеза стерляди востребованы для своевременного выявления отклонений в развитии молоди. Вопрос повышения жизнестойкости молодых особей важен в развитии и совершенствовании практики охраны редких и исчезающих видов рыб.

Ключевые слова: гистологическая структура, онтогенез, стерлядь, личинка, экзогенное питание, печень, адаптация.

Постановка проблеми. В связи с ухудшением экологического состояния акваторий и постепенного сокращения популяций редких и исчезающих видов рыб, в большинстве стран мира отмечается тенденция активизации мероприятий по сохранению и возможному восполнению их численности [1]. Наряду с русским осётром, белугой, определённое место в спектре изучаемых объектов занимает стерлядь. Рассматривая данный таксон, как исчезающий в акваториях Украины, становится очевидным, что вопрос повышения жизнестойкости молодых особей вида представляется весьма многогранным. В этой связи, практически всякий подход к его решению важен и актуален [5, 6].

Анализ последних исследований и публикаций. При изучении особенностей обмена веществ отдельных видов мигрирующих рыб и представителей туводной ихтиофауны было достоверно определено, что момент перехода на активное экзогенное питание является ключевым в определении выживаемости молоди и, как следствие, численности популяции [9, 12]. Исследованиями установлено, что в процессе онтогенеза, с изменением типа питания отдельные органы и их системы претерпевают микроструктурные изменения [4]. Ввиду того, что печень осуществляют основную роль в биохимических перестройках трофических компонентов, гистологический мониторинг нужен для определения специфичности механизмов формирования отдельных составляющих организма рыб [7, 8]. При этом, внимание исследователей акцентировано на ранние стадии онтогенеза, определяющие благополучный рост и развитие молодых особей. Как показывает ихтиологическая и экологическая практика, результаты микроанатомических исследований востребованы в целях своевременного выявления отклонений в развитии, провоцирующих впоследствии массовую гибель потомства [10, 11].

Постановка задания и методы исследования. Исследования были проведены в мае 2018 г., в условиях замкнутого водоснабжения (УЗВ) рыбоводного предприятия «Оазис-Бисан», с учётом оптимальности показателей гидроцикла и достаточности кормовой базы. Гистологические исследования образцов печени были проведены на базе лаборатории гистологии, цитологии и эмбриологии Черноморского национального университет имени Петра Могилы, а также проблемной научно-исследовательской лаборатории оптимизации использования водных биоресурсов рыбохозяйственно-экологического факультета ГВУЗ «Херсонский ГАУ». Камеральную обработку гистологических проб гонад осуществляли при помощи разработанного специального оборудования и комбинированной заливки тканей гидробионтов [3]. Общие морфометрические исследования икры выполнены при помощи оптического оборудования «E. LeitzdiaplanWetzlar». Освещение микропрепаратов производилось галогеновым осветителем «Linvatec-2» (мощность 10-240 Вт). Дополнительное контрастирование гистопрепаратов осуществлялось с помощью мультиформного фильтра ФГПМ-2,5*.

Микроснимки выполнены камерой «NikonF-70» с применением бинокулярной насадки 1,6^x и компьютерного определителя экспозиции съёмки «Minolta-EK». Корректирующая обработка полученных микроснимков была проведена с помощью компьютерных программ «AdobePhotochopCS 2», «MicrosoftOfficePictureManager», «FSViewer».

Изложение основного материала исследования. Результаты гистологических исследований позволили установить, что гепатоциты у личинок стерляди составляют около 87% клеточного состава органа. Для клеток данного типа характерен весьма низкий коэффициент истинной пролиферации, что позволяет отнести их к категории «растущих эпителиоцитов».

Показано, что в начальном периоде перехода личинок на экзогенное питание (возраст 4-6 суток) становление печени как органа ещё не завершено, ввиду чего строение его достаточно упрощённое (рис. 1).

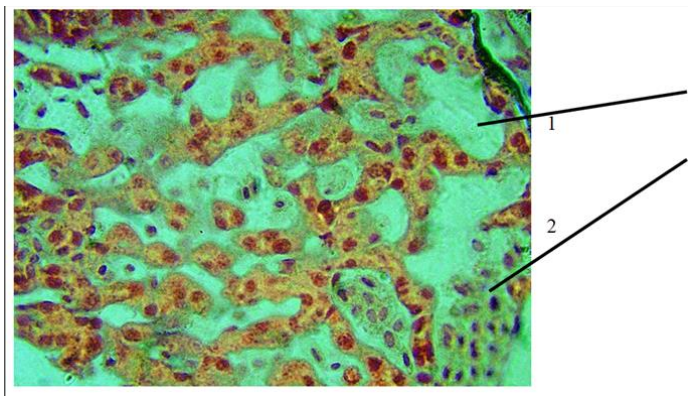


Рис. 1. Паренхима печени личинки стерляди. Начало экзогенного питания

1 – гепатоцит; 2 – синусоид.

Гематоксилин Эрлиха, фукселлинХарта (в модификации).
Корректирующий фильтр ФГПМ-2,5*. Иммерсия, 700^x.

Согласно данным рисунка 1, аморфные тяжи клеток печени разделены широкими синусоидами. Отдельные синусоиды выстланы эндотелиоцитами и окружены пространствами Диссэ.

Синусоидный капилляр представляет собой неравномерно расширенный сосуд, диаметр которого несколько больше такового типичных гемакапилляров [9, 12]. Эндотелиоциты отличаются небольшим количеством цитоплазмы, палочковидными, резко гиперхроматично окрашенными ядрами. Полученные нами данные свидетельствуют о том, что в начале личиночного этапа развития стерляди отдельные лакуны печени лишены характерной эндотелиальной выстилки (рис. 2).

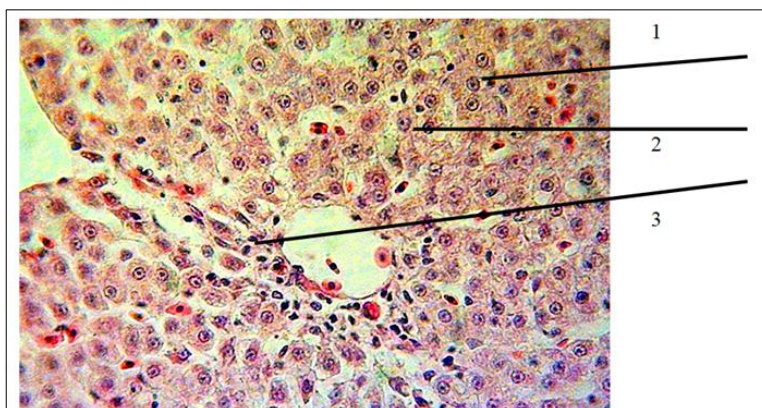


Рис. 2. Развитие сосудов печени личинки стерляди
1 – гепатоцит; 2 – синусоид без эндотелия; 3 – синусоид с эндотелием.
Гематоксилин Эрлиха, фукселинХарта (в модификации). Корректирующий
фильтрФГПМ-2,5*. Иммерсия, 700^x.

Как видно из содержания данного рисунка, гепатоциты с центрально расположенным сферическим ядром базофильны. Нуклеола легко различима. Местно, среди периферически расположенных гепатоцитов начинают формироваться первые жёлчные протоки, состоящие из одного слоя каёмчатых эпителиоцитов.

По завершении формирования сосудистой сети, в цитоплазме гепатоцитов присутствуют многочисленные мелкие липидные капли и происходит активное запасание гликогена (рис. 3).

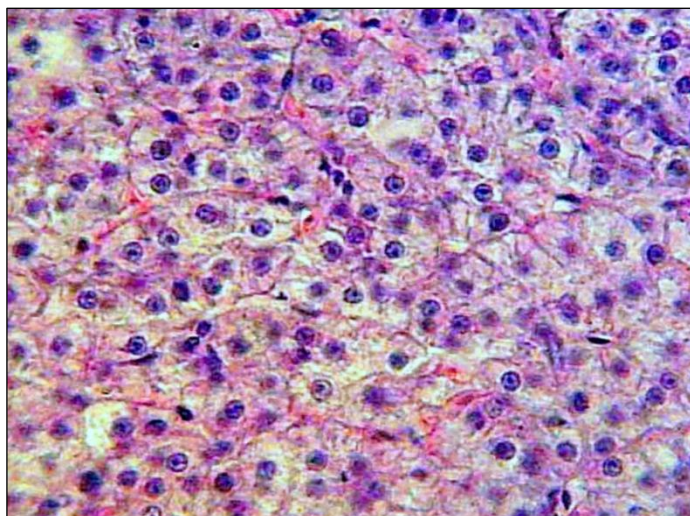
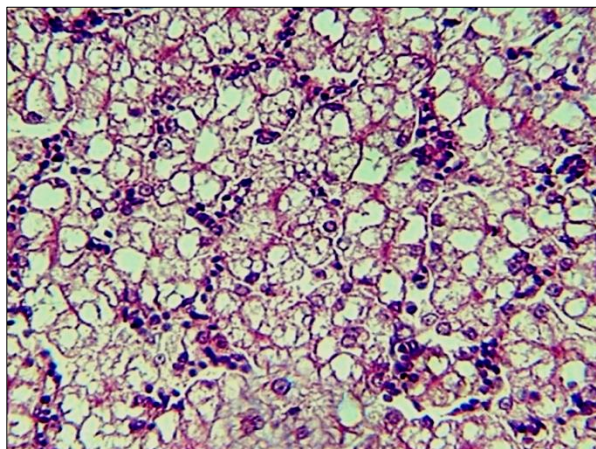


Рис. 3. Паренхима печени личинки стерляди
в период аккумуляции липидов и гликогена
Гематоксилин Эрлиха, фукселинХарта (в модификации).
Корректирующий фильтрФГПМ-2,5*. Иммерсия, 700^x.

Гистологическая картина, видимая на рисунке 3, показывает некоторую «стёртость» зонального строения органов период становления узкой клеточной функции, что демонстрирует возрастные особенности строения паренхимы печени данного вида.

Факторами, определяющими тип и количество запасных веществ в печени, являются качество питания и пищевая активность, что находится в зависимости от сезона и возраста особи [7, 8, 10, 11]. На 9 сутки личинки стерляди питаются исключительно экзогенно: при отсутствии такого питания личинки погибают. Таким образом, данный период в развитии личинок считается критическим, что уже само по себе оправдывает усиление синтетической активности паренхимы органа.

Наблюдения показывают, что у 16-суточных личинок печень практически полностью сформирована. Популяция гепатоцитов в этот период отличается выраженным полиморфизмом клеток и ядер. Большинство (95%) гепатоцитов содержит вакуоли разной степени зрелости, причём в отдельных участках паренхимы форма жиросодержащих клеток может варьировать. Примечательно, что относительно немногочисленное в начальный период личиночного развития количество синусоидных капилляров на данном этапе развития сравнительно велико (рис. 4).



*Рис. 4. Липосодержащие клетки печени 16-суточной личинки стерляди
Гематоксилин Эрлиха, фукселинХарта (в модификации).
Корректирующий фильтрФГПМ-2,5*. 400^x.*

На данном рисунке отчётливо заметно активное формирование периферических жёлчных протоков, часть из которых ещё имеет облитерированный просвет. В каудальной зоне органа фиксируется усиление секреции жёлчи (рис. 5).

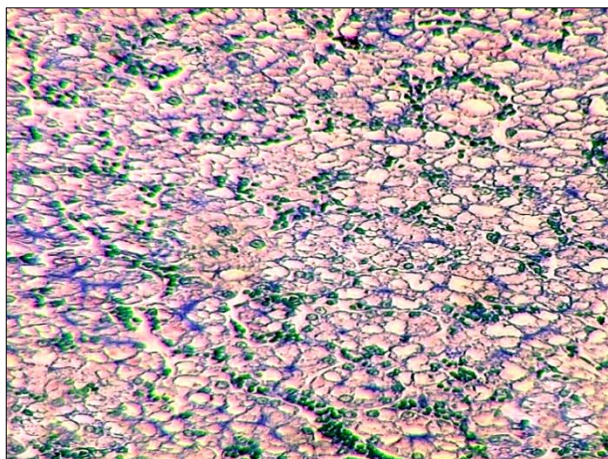


Рис. 5. Паренхима печени стерляди в конечной стадии личиночного развития. Секреция жёлчи. Реакция Р. Лилли. 300^x

Исходя из вышесказанного, по мере резорбции желтка, в клетках печени личинок депонируются включения гликогена и липидов, что совпадает с развитием желудочных желез, носит зональный характер и может служить адаптацией, повышающей выживаемость особей при неблагоприятных кормовых условиях [2].

Выводы и предложения. Детальное изучение ранних этапов онтогенеза и требований, предъявляемых организмом к внешней среде, являются одним из условий сохранения популяции стерляди. Пролонгированный личиночный период, сложное его прохождение до начала малькового периода – особенность развития хрящевых ганоидов, определённо ингибирующая их освоение в качестве объекта аквакультуры. Объективное гистологическое заключение, проведенное в рамках ихтиологических и экологических исследований, открывает реальные возможности развить и усовершенствовать практику охраны редких и исчезающих видов рыб.

МІКРОРІВНЕВІ ЗМІНИ ПЕЧІНКИ СТЕРЛЯДІ (*ACIPENSER RUTHENUS*) У РАНЬОМУ ПОСТНАТАЛЬНОМУ ОНТОГЕНЕЗИ

Козій М.С., Шерман І.М.

Наведено результати гістологічного моніторингу формування структури печінки стерляді на початкових етапах постнатального онтогенезу. Достовірно визначено, що печінка здійснює основну роль в біохімічних перебудовах трофічних компонентів.

У періоді переходу личинок на екзогенне харчування становлення печінки як органа не завершено. Гепатоцити складають 87% від клітинного складу органу. Низький коефіцієнт проліферації дозволяє віднести гепатоцити

до категорії зростаючих епітеліоцитів. Клітинні тяжі розділені широкими синусоїдами. Ендотеліоцити капілярів мають невелику кількість цитоплазми і різко пофарбовані паличкоподібні ядра. Окремі лакуни печінки позбавлені ендотеліальної вистилки. Серед периферичних гепатоцитів формуються перші жовчні протоки. У фіналі формування судинної мережі в цитоплазмі гепатоцитів присутні численні дрібні ліпідні краплі і відбувається активне запасання глікогену. Гістологічна картина показує стертість зональної будови органу в період становлення вузької клітинної функції.

Якість харчування і харчова активність визначають в печінці тип і кількість запасних речовин. Перехід на активне екзогенне харчування вважається критичним. Ця обставина виправдовує посилення синтетичної активності паренхіми органу. В даний період печінка повністю сформована. Кількість синусоїдних капілярів порівняно велике. Активно формуються периферичні жовчні протоки. Спостерігається посилення секреції жовчі. Популяція гепатоцитів в цей період становить 95%. Клітини містять вакуолі різного ступеня стиглості. Запас жовтка у личинок виснажується. Депонування глікогену і ліпідів в клітинах печінки личинок збігається з розвитком шлункових залоз, що може бути розглянуто як адаптація, яка підвищує виживаність особин при несприятливих кормових умовах.

Результати гістологічних досліджень ранніх стадій онтогенезу стерляді затребувані для своєчасного виявлення відхилень у розвитку молоді. Питання підвищення життєстійкості молодих особин є важливим в розвитку і вдосконаленні практики охорони рідкісних і зникаючих видів риб.

Ключові слова: гістологічна структура, онтогенез, стерлядь, личинка, екзогенне харчування, печінка, адаптація.

MICROLEVEL CHANGES IN THE LIVER OF *ACIPENSER RUTHENUS* IN EARLY POSTNATAL ONTOGENESIS

Koziy M.S., Sherman I.M.

The results of histological monitoring of the formation of the structure of the liver of the sterlet at the initial stages of postnatal ontogenesis are presented. It is reliably determined that the liver plays a major role in the biochemical rearrangements of trophic components.

In the period of transition of larvae to exogenous nutrition, the formation of the liver as an organ is not completed. The hepatocytes make up 87% of the cellular composition of an organ. A low proliferation coefficient allows the hepatocytes to be classified as growing epithelial cells. Cell strands are separated by wide sinusoids. Capillary of the endotheliocytes have a small amount of cytoplasm and sharply stained rod-shaped nuclei. Individual lacunae of the liver are devoid of endothelial lining. Among the peripheral of the hepatocytes, the first bile ducts form. At the end of the formation of the vasculature in the cytoplasm of hepatocytes, numerous small lipid drops are present and glycogen is actively stored. The histological picture shows the abrasion of the zonal structure of the organ during the formation of a narrow cellular function.

Nutrition quality and nutritional activity determine the type and amount of reserve substances in the liver. The transition to active exogenous nutrition is considered critical. This circumstance justifies an increase in the synthetic activity of the organ parenchyma. During this period, the liver is fully formed. The number of sinusoidal capillaries is relatively large. Actively formed peripheral bile ducts. Increased secretion of bile is observed. The hepatocyte population in this period is 95%. Cells contain vacuoles of varying degrees of maturity. The stock of yolk in the

larvae is depleted. The deposition of glycogen and lipids in the cells of the liver of the larvae coincides with the development of the gastric glands and can be considered as an adaptation that increases the survival of individuals under adverse food conditions.

The results of histological studies of the early stages of sterlet ontogenesis are in demand for the timely detection of abnormalities in the development of juveniles. The issue of increasing the viability of young individuals is important in developing and improving the practice of protecting rare and endangered fish species.

Key words: histological structure, ontogenesis, sterlet, larva, exogenous nutrition, liver, adaptation.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аквакультура Норвегии: от научных экспериментов – к промышленным масштабам. *Рыбное хозяйство*. 2009. № 4. С. 46-48.
2. Журавлева Н.Г., Праздников Е.В. Эмбриологические основы инкубации икры и выращивания личинок морской камбалы. Методические рекомендации. Мурманск: ММБИ, 1989. С. 28-35.
3. Козий М.С. Оценка современного состояния гистологической техники и пути усовершенствования изучения ихтиофауны: монография. Херсон: Олди-плюс, 2009. 310 с.
4. Ларина Т.М., Журавлёва Н.Г. Развитие марикультуры рыб в северных странах. *Вестник МГТУ*. 2009. Т. 12. № 2. С. 344-349.
5. Салмова Н.А., Журавлева Н.Г. Морфологическое строение печени и поджелудочной железы молоди трески (*Gadusmorthua* L.) в условиях искусственного выращивания. *Вестник МГТУ*. 2012. Т. 15. №3. С. 551-558.
6. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры. Рим: FAO, Департамент рыболовства и аквакультуры ФАО. 2010. 246 с.
7. Baragi V., Lovell R. Digestive enzyme activities in striped bass from first feeding through larva development. *Trans. Am. Fish. Soc.* 1986. V.115. P. 478-484/
8. Boulhic M., Gabaudan J. Histological study of the organogenesis of the digestive system and swim bladder of the docersolea (*Soleasolea* L. 1758). *Aquaculture*. 1992. V.102. P. 373-396.
9. Geyer H.J. Die morfologie, histologie en ultrastruktuur van die pancreas, lewer en galblaas van die algoeoder *Oreochromismossambicus* (Peters). M. Sc. thesis, Rand Afrikans University, South Africa. 1989. P.59-95.
10. Hung S.S., Groff J.M., Lutes P.B., Alkins F.K. Hepatic and intestinal histology of juvenile white sturgeon fed different carbohydrates. *Aquaculture*. 1990. V.87. P. 349-360.
11. Hyvaeriner H., Holopainen I., Piironen J. Anaerobic wintering of crucian carp (*Carassiuscarassius* L.) annual dynamics of glycogen reserves in nature. *Biochemical Physiol.* 1985. V.82. P. 797-803.
12. Morrison Carrol N. Histology of the Atlantic cod, *Gadusmorthua*: an atlas. In: eleutheroembryo and larva. NRC CNRC National Research,

Canada, part four, 1993. URL: <http://www.bio.umass.edu/biology/kunkel/fish/cod/gadusproposal.html>.

REFERENCES

1. *Akvakul'tura Norvegii: ot nauchnyh jeksperimentov – k promyshlennym masshtabam.* (2009). (Norway's aquaculture: from scientific experiments to industrial scale). *Rybnoe hozjajstvo*. no. 4. P. 46-48. [in Russian]
2. Zhuravleva N.G., Prazdnikov E.V. (1989). *Jembriologicheskie osnovy inkubacii ikry i vyrashhivaniya lichinok morskoy kambaly* (Embryological basis of incubation of eggs and the cultivation of larvae of sea flounder). *Metodicheskie rekomendacii*. Murmansk: MMBI. P. 28-35. [in Russian]
3. Kozij M.S. (2009). *Ocenka sovremennogo sostojaniya gistologicheskoy tehniki i puti usovershenstvovaniya izuchenija ihtiofauny* (An assessment of the current state of the histological techniques and ways to improve the study of the ichthyofauna): monografija. Herson: Oldi-pljus. [in Russian]
4. Larina T.M., Zhuravljova N.G. (2009). *Razvitie marikul'tury ryb v severnyh stranah* (The development of fish mariculture in the Nordic countries). *Vestnik MGTU*. V.12. no. 2. P. 344-349. [in Russian]
5. Salmova N.A., Zhuravleva N.G. (2012). *Morfologicheskoe stroenie pecheni i podzheludochnoj zhelezy molodi treski (Gadusmorthua L.) v uslovijah iskusstvennogo vyrashhivaniya* (Morphological structure of the liver and pancreas of young cod (*Gadusmorthua L.*) in conditions of artificial cultivation). *Vestnik MGTU*. V.15. no. 3. P. 551-558. [in Russian]
6. *Sostojanie mirovogo rybolovstva i akvakul'tury* (2010). (The State of World Fisheries and Aquaculture). Rim: FAO, Departament rybolovstva i akvakul'tury FAO. [in Russian]
7. Baragi V., Lovell R. (1986). Digestive enzyme activities in striped bass from first feeding through larva development. *Trans. Am. Fish. Soc.* V.115. P. 478-484.
8. Boulhic M., Gabaudan J. (1992). Histological study of the organogenesis of the digestive system and swim bladder of the docersolea (*Soleasolea L. 1758*). *Aquaculture*. V.102. P. 373-396.
9. Geyer H.J. (1989). Die morfologie, histology en ultrastruktuur van die pancreas, lewer en galblaas van die algoeder *Oreochromismossambicus* (Peters). M. Sc. thesis, Rand Afrikans University, South Africa. P. 59-95.
10. Hung S.S., Groff J.M., Lutes P.B., Alkins F.K. (1990). Hepatic and intestinal histology of juvenile white sturgeon fed different carbonhydrates. *Aquaculture*. V.87. P. 349-360.

11. Hyvaeriner H., Holopainen I., Piironen J. (1985). Anaerobic wintering of crucian carp (*Carassius carassius* L.) annual dynamics of glycogen reserves in nature. *Biochemical Physiol.* V.82. P. 797-803.
12. Morrison Carrol N. (1993). Histology of the Atlantic cod, *Gadus morthua*: an atlas. In: eleutheroembryo and larva. NRC CNRC National Research, Canada. Part 4. URL: <http://www.bio.umass.edu/biology/kunkel/fish/cod/gadusproposal.html>.

УДК 502.51:504.5:595.(26.05)

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2019.1.3>

БІОЗАБРУДНЕННЯ ДНІПРОВСЬКО-БУЗЬКОЇ ЕСТУАРНОЇ СИСТЕМИ ГІЛЛЯСТОВУСИМ РАКОПОДІБНИМ *CERCOPAGIS PENGOI*

Кутіщев П.С. – к. біол. н.

*Херсонський державний аграрний університет,
kutishev_p@ukr.net*

Біозабруднення природних гідроекосистем набуває все більшого поширення, що призводить до низки негативних наслідків. Відмічено масовий і загрозливий розвиток в Дніпровсько-Бузькій естуарній системі хижого планктонного гіллястовусого ракоподібного – церкопагіса *Cercopagis pengoi*, який здатний утворювати колоніальні скупчення, що простягаються на декілька сот метрів, формуючи вертикальний стовп від 1 до 4,5 м. Масове розповсюдження і розмноження церкопагіса спостерігається при середніх значеннях солоності води 3,80/‰, на окремих ділянках естуарію його біомаси досягають аномальних значень (до 86,41 г/м³), а скупчення фіксуються ехолотом. Основна причина спалаху розвитку церкопагіса є специфіка його розмноження (партеногенез) та сприятливі абіотичні фактори (оптимальна мінералізація води, наявність зон з повільною течією). Конкурент молоді риб у споживанні кормового зоопланктону, завдає шкоди промислу, формує трофічний «глухий кут». Після виймання сіток у човен, рачки гинуть протягом 30–40 хвилин, а звільнення їх від сітнього полотна суттєво ускладнюється внаслідок заплутування довгими каудальними придатками між собою. Внаслідок цього виникає досить серйозна проблема, яка пов'язана з необхідністю витратити додаткові зусилля на обробку і підготовку знарядь лову, більш швидкому виходу їх з робочого стану і, як наслідок, зниження ефективності лову риби. Для боротьби з обліпленими рачками знарядь лову рибалки на практиці використовують різні заходи: загортають сітку в поліетилен і залишають на відкритому сонці для перегнивання; висушують і перетирають руками, але при цьому пил із церкопагід викликає алергічні реакції, подразнення шкіри і слизової оболонки; встановлюють сітки для промивки на місцях з високою течією.

Ключові слова: естуарна гідроекосистема, біозабруднення, біоінвазія, ракоподібні, церкопагіс.

Постановка проблеми. Останніми десятиріччями все більшої загрози і поширення отримують процеси біозабруднення природних гідроекосистем різних типів. Особливо виражені ці процеси у гирлових ділянках річок, які характеризуються специфічністю формування і функціонування естуарних гідроекосистем, що обумовлено постійною взаємодією різних за фізичними та хімічними властивостями річкових та морських водних мас. Не стала виключенням і піддана

антропогенній трансформації Дніпровсько-Бузька естуарна система, в межах якої утворились передумови і можливості самовселення та розповсюдження різних інвазивних представників гідрофауни [1]. Зарегулювання річкового стоку зумовило зміну гідрологічного і, як наслідок, гідрохімічного режимів, що стало поштовхом для проникнення нових видів безхребетних і риб [2, 3].

Спостерігається інтенсивний процес розселення у дніпровських водосховищах безхребетних тварин, серед яких можна виділити декілька видів бокоплавів (*Amphipoda*) – *Synurella ambulans* і *Rivulorammarus kischineffensis* Schell [4], декілька видів крабів (*Decapoda*) – мохнаторукого китайського *Eriocheir sinensis* [5] і голландського *Rhithropanopeus harrisi* [1]. Таке явище свідчить про наявність вільних екологічних ніш, які є привабливими для нових вселенців з огляду на кормову базу і умови мешкання.

Результати досліджень. В останні роки в Дніпровсько-Бузькому лимані особливо масового і загрозового розвитку набував представник хижого зоопланктону з родини *Polyphemidae* – церкопагіс *Cercopagis pengoi* (рис. 1).

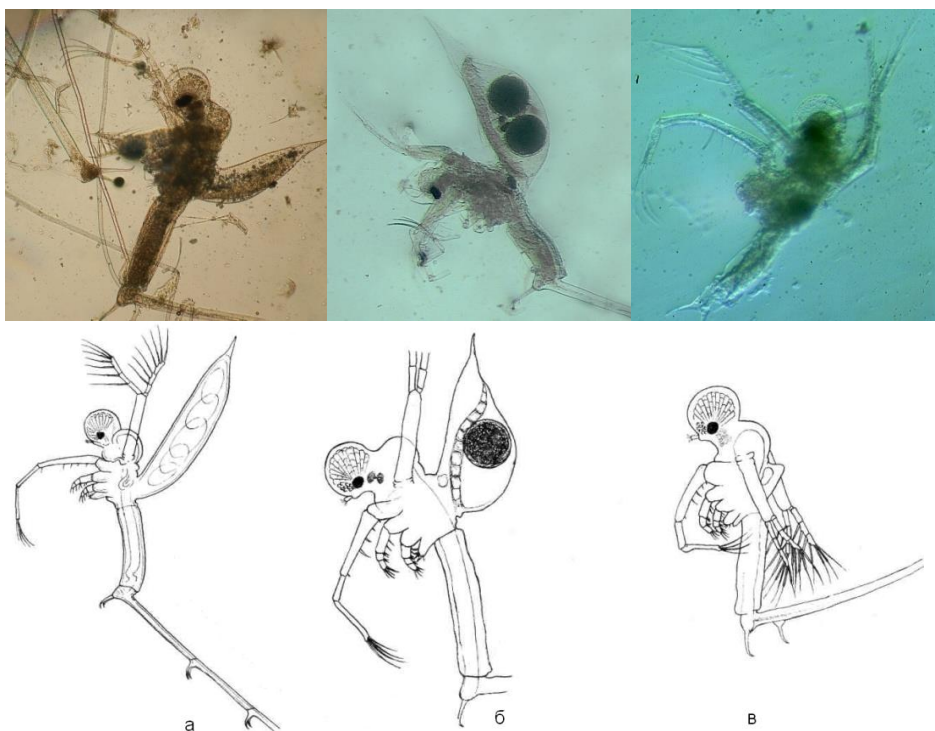


Рис. 1. Гіллястовусий рачок *Cercopagis pengoi* (Ostroumov, 1891):

а – доросла партеногенетична самка; б – гомогенетична самка з латентним яйцем;
в – дорослий самець (верхній ряд – авторське фото)

Цей морський за походженням автохтонний вид екосистеми Каспійського моря, який з баластними водами потрапив до естуарної гідроєкосистеми, де отримав комфортні абіотичні і біотичні умови мешкання.

Cercopagis pengoi є одним з представників каспійських поліфемід, біологія яких на сьогодні недостатньо досліджена. В спеціальній літературі наявні лише дані щодо розповсюдження окремих видів і форм у Каспії. При цьому відмічається, що ця група гіллястовусих ракоподібних отримує найбільше розповсюдження при солоності 12–13‰ [6, 9].

У церкопагід, як і у більшості гіллястовусих ракоподібних, широко розповсюджений партеногенез. Причини депресії двостатевого розмноження у церкопагід до цього часу не достатньо зрозумілі.

Колонії, які утворюють церкопагіди в різних ділянках акваторії Дніпровсько-Бузького лиману, можуть простягатися на декілька сот метрів, формуючи вертикальний стовп від 1 до 4,5 м. Досліджуючи вікову та статеву структуру скупчень *C. pengoi* в період масового розвитку, найбільше було відмічено партеногенетичних самиць III покоління (*p*III), доля яких у колонії в середньому складала до 66,3%, другорядне значення мали самиці II покоління (*p*II) – 12,7%, гомогенетичні самки III покоління (*g*III) склали незначну частку в популяції – до 7,3% (рис. 2). Звертає на себе увагу факт досить обмеженої у скупченнях церкопагід частки самців, це дає підставу стверджувати, що вони відіграють дуже не значну роль у формуванні і розвитку наступних генерацій. В той же час, висока частка партеногенетичних самиць, які виношують від 3 до 10 яєць, свідчить про потенційні можливості скупчень до швидкого збільшення своєї чисельності на перспективу.

Дніпровсько-Бузький лиман постійно знаходиться під впливом змінно-нагінних вітрових явищ, які обумовлюють переміщення планктону з рухомими водними масами. Проте визначальний вплив на розподіл і концентрацію *C. pengoi* по акваторії лиману має процес постійного перемішування морської і річкової вод. Відмічено, що у Дніпровсько-Бузькому лимані масове розповсюдження і розмноження *C. pengoi* спостерігається при середніх значеннях солоності води 3,8‰. При цьому встановлено, що при опрісненні або підвищенні солоності більшість рачків гинуть [10].

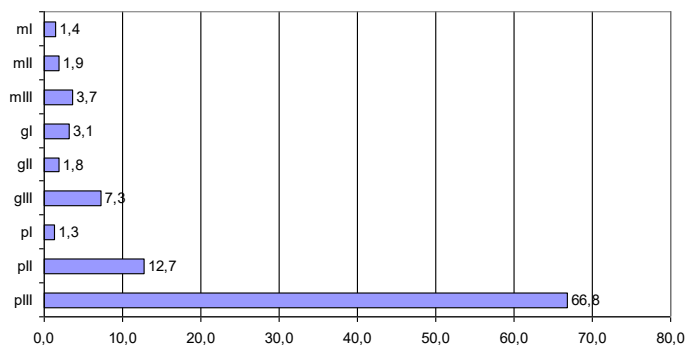


Рис. 2. Співвідношення за статтю і стадією розвитку *Cercopagis pengoi* в колонії, %:

m – ♂, *p-g* – ♀; I-III – стадії розвитку

Найменші біомаси і щільність концентрації в колонії церкопагід спостерігались у східній частині лиману з дещо опрісненою водою за рахунок більш швидкої течії. Найвищі показники чисельності і біомас рачків відмічені в центральній та західній частині лиману, саме в зонах перемішування солоної і прісної води. При цьому слід відзначити, що основні угруповання колоній концентруються в нижніх шарах води, куди проникають солоні язика морської води, яка має більшу питому вагу.

В результаті проведених досліджень встановлено, що в період масового розвитку хижого зоопланктера *C. pengoi* на окремих ділянках Дніпровсько-Бузької естуарної системи, його біомаси досягають аномальних значень – до 86,41 г/м³ [11]. Колоніальні угруповання, які утворюють церкопагіди, досягають такої концентрації, що їх навіть фіксує ехолот. Саме це явище їх масового розвитку отримало місцеву назву – «мороз». Основна причина такого спалаху розвитку церкопагід, на нашу думку, є специфіка розмноження цього виду та сприятливі абіотичні фактори, а саме оптимальна для розвитку мінералізація води та наявність зон з повільною течією.

Для порівняння, з літературних джерел відомо, що максимальний розвиток гіллястовусі ракоподібні мали в 1981 р. складаючи по *C. pengoi* – 3,83 г/м³ і *Podonevadne trigona ovum* – 0,52 г/м³ в цілому займаючи 84% загальної біомаси зоопланктону [10].

Пасивно рухаючись з водними масами ця своєрідна «хмара» скупчення церкопагіса натикається на риболовні ставні сітки, обліплюють і осідають на них, утворюючи добре помітну в товщі води, у вигляді білої суцільної стінки із живої біологічної маси, перешкоду (рис. 3). Таке явище практично унеможливило ефективний сітний промисел в межах акваторії лиману. Осідання рачків на сітках забезпечується завдяки наявності у них довгих каудальних придатків у вигляді крючків, якими вони переплітаються між собою і з нитками сітного полотна. Така трансформація пасивних знарядь лову перетворює їх у специфічну сітку-

засідку для церкопагіса, який ефективно споживає зустрічні планктонні організми.



Рис. 3. Ставна сітка ($a = 22$ мм), обліплена колонією *Cercopagis pengoi*

Аналогічна проблема, яка отримала назву «чума риболовних сіток», добре відома рибалкам Каспійського моря, де періодично і раптово всі риболовні сітки на великій площі забиваються біологічною масою церкопагісу [6]. У прибережних районах Фінської затоки Балтійського моря, після вселення церкопагіса, різко впали улови риби, що пов'язано з забиванням сіток своєрідною пастою із церкопагіса [7].

Як показали наші дослідження, сітки обліплені церкопагісом, не стають постійним місцем їх мешкання і після певного часу рачки полишають сітне полотно, але при умові якщо вони живі і можуть самостійно відчепитись. Після виймання сіток у човен, рачки гинуть протягом 30–40 хвилин, а звільнення їх від сітного полотна суттєво ускладнюється внаслідок заплутування довгими каудальними придатками між собою. Внаслідок цього виникає досить серйозна проблема, яка пов'язана з необхідністю витратити додаткові зусилля на обробку і підготовку знарядь лову, більш швидкому виходу їх з робочого стану і, як наслідок, зниження ефективності лову риби. Для боротьби з обліпленими рачками знарядь лову рибалки на практиці використовують різні заходи: загортають сітку в поліетилен і залишають на відкритому сонці для перегнивання; висушують і перетирають руками, але при цьому пил із церкопагід викликає алергічні реакції, подразнення шкіри і слизової оболонки; встановлюють сітки для промивки на місцях з високою течією.

Висновки. Останні спеціальні дослідження обґрунтували доцільність включення *Cercopagis pengoi* в список 100 найбільш небезпечних інвазійних видів світу [8]. Враховуючи характер живлення церкопагід не виникає сумніву, що в цьому відношенні *C. pengoi*

виступає явним конкурентом молоді основних промислових видів риб, які є головними споживачами дрібного зоопланктону, і промислових риб-зоопланктофагів. При цьому, проведені відповідні дослідження доводять, що церкопагіди формують своєрідний трофічний «глухий кут», адже вони не зустрічаються у харчовому спектрі переважної більшості промислових риб Дніпровсько-Бузької естуарної системи, окрім у деяких оселедцевих в незначній кількості [13, 14]. Окрім трофічної складової, слід відмітити і негативний вплив церкопагід на рибний промисел.

БИОЗАГРЯЗНЕНИЕ ДНЕПРОВСКО-БУГСКОЙ ЭСТУАРНОЙ СИСТЕМЫ ВЕТВИСТОУСЫМ РАКООБРАЗНЫМ *CERCOPAGIS PENGOI*

Кутищев П.С. – к. биол. н.

*Херсонский государственный аграрный университет,
kutishev_p@ukr.net*

Биозагрязнение природных гидроэкосистем приобретает все большего распространения, что приводит к ряду негативных последствий. Отмечено массовое и угрожающее развитие в Днепроовско-Бугской эстуарной системе хищного планктонного ветвистоусого ракообразного – церкопагиса *Cercopagis pengoi*, который способен образовывать колониальные скопления протяженностью на несколько сот метров, образуя вертикальный столб от 1 до 4,5 м. Массовое распространение и размножение церкопагиса наблюдается при средних значениях солёности воды 3,80/‰, на отдельных участках эстуария его биомассы достигают аномальных значений (до 86,41 г/м³), а скопления фиксируются эхолотом. Основная причина вспышки развития церкопагиса является специфика его размножения (партогенез) и благоприятные абiotic факторы (оптимальная минерализация воды, наличие зон с медленным течением). Конкурент молоді риб в потреблении кормового зоопланктона, приносит убытки промыслу, формирует трофический «глухой тупик». После извлечения сетей в лодку, рачки погибают в течение 30-40 минут, а освобождение их от Ситный полотна существенно усложняется вследствие запутывания длинными каудальнее придатками между собой. В результате возникает достаточно серьезная проблема, связанная с необходимостью тратить дополнительные усилия на обработку и подготовку орудий лова, более быстрому выходу их из рабочего состояния и, как следствие, снижение эффективности лова рыбы. Для борьбы с облепленными рачками орудий лова рыбаки на практике используют различные мероприятия: заворачивают сетку в полиэтилен и оставляют на открытом солнце для перегнивания; высушивают и перетирают руками, но при этом пыль с церкопагид вызывает аллергические реакции, раздражение кожи и слизистой оболочки; устанавливают сетки для промывки на местах с высоким течением. In order to deal with fishing tools that are encircled by crustaceans, fishermen in practice use various measures: they wrap the net in polyethylene and leave it in the open sun for decay; dried and rubbed by hands, but at the same time dust with cercopagid causes allergic reactions, irritation of the skin and mucous membrane; install nets for flushing in areas with high currents.

Ключевые слова: эстуарная гидроэкосистема, биозагрязнение, биоинвазия, ракообразные, церкопагис.

**BIOFOULING OF THE DNEPR-BUG ESTUARY SYSTEM
BY CLADOCERA – *CERCOPAGIS PENGOI***

*Kutishchev P.S. – Ph.D. in Biology
Kherson State Agrarian University, kutishev_p@ukr.net*

The biofouling of natural hydroecosystems is becoming more and more widespread and this has led to a number of negative consequences. There is now a massive and dangerous distribution of predaceous planktonic Cladocera – *Cercopagis pengoi* in the Dnepro-Bug estuarial system, which are capable of forming colonies several hundred meters length, creating a vertical column from 1 m to 4,5 m. Mass distribution and reproduction of cercopagis has been observed at medium salinity values of 3,8 ‰. In some areas of estuary, the biomass reaches anomalous values (up to 86.41 g/m³), and can be detected by echo-sonar. The main reason for the cercopagis population size growth is the specific character of the species' reproduction (parthenogenesis) and favorable abiotic factors (optimal salinity, the presence of areas with slow streams). The competitor of juvenile fish in the consumption of fodder zooplankton, has caused losses to the fishery, formed a trophic "dead end". After removing the nets into the boat, the crustaceans die within 30-40 minutes, and their release from the screen cloth is significantly complicated due to tangling between appendages long caudal to each other. As a result, a rather serious problem arises connected with the need to spend additional efforts on processing and preparing fishing gears, their more rapid exit from working condition, and, as a consequence, a decrease in the efficiency of fishing. In order to combat the fishing tools that are encircled by crustaceans, fishermen in practice use various measures: they wrap the net in polyethylene and leave it in the open sun for decay; dried and rubbed by hands, but at the same time dust with cercopagid causes allergic reactions, irritation of the skin and mucous membrane; install nets for flushing in areas with high currents. In order to deal with fishing tools that are encircled by crustaceans, fishermen in practice use various measures: they wrap the net in polyethylene and leave it in the open sun for decay; dried and rubbed by hands, but at the same time dust with cercopagid causes allergic reactions, irritation of the skin and mucous membrane; install nets for flushing in areas with high currents.

Key words: estuarine hydroecosystem, bio-pollution, bio-invasion, crustaceans, cercopagis.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гейна К.М., Кугіщев П.С., Шерман І.М. Екологічна трансформація Дніпровсько-Бузької гирлової системи та перспективи рибогосподарської експлуатації: монографія. Херсон: Гринь Д.С., 2015. 300 с.
2. Новіцький Р.О. Нові види гідробіонтів-аутовселенців у Дніпровському водосховищі. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка*. Сер. Біологія. 2010. Вип. 2 (43). С. 373-376.
3. Булахов В.Л., Новіцький О.Є., Пахомов О.Є., Христов О.О. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Круглороті (*Cyclostomata*). Риби (*Pisces*). Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2008. 304 с.

4. Барановский Б.А., Иванько И.А., Загубиженко Н.И. Влияние режима освещенности прибрежной зоны озера Княгиня на состав макрофитных биоценозов. *Вісник ДНУ. Біологія, екологія*. Дніпропетровськ: ДНУ, 2005. Вип. 13. Т. 2. С. 3-7.
5. Новицкий Р.А. О находках китайского мотыльковидного краба *Eriocheir sinensis (Decapoda)* в Днепровских водохранилищах. *Вестник зоологии*. 2003. Т. 37. Вып. 3. С. 30.
6. Khlebnikov V. Selected prose. *Sovremennik, Leningrad (in Russian)*, 1990. [Esir (1918-1919)]. P. 71-83.
7. <http://www.zin.ru/projects/invasions/serpen.htm#impacts>; Panov et al. 1999; Website GAAS.
8. <http://www.issg.org/database/>; Global Invasive Species Database.
9. <http://www.caspianenvironment.org/biodb/rus/zooplankton/Cercopagis%20pengoi/main.htm>.
10. Жукинский В.Н. Журавлева Л.А., Иванов А.И. Днепровско-Бугская эстуарная экосистема. К.: Наукова думка, 1989. 239 с.
11. Кутіщев П.С., Вітюков Ю.Є. Особливості розвитку *Cercopagis pengoi* в Дніпровсько-Бузькому лимані і зв'язок з промисловим рибальством. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: Айлант, 2007. Вип. 54. С. 164-170.
12. <https://www.youtube.com/watch?v=t8zxAmG3bQs>
13. Кутіщев П.С., Вітюков Ю.Є. Характер живлення *Alosa tanaica* в Дніпровсько-Бузькому лимані: матеріали Міжнар. наукової конф. «Современные проблемы гидробиологии. Перспективы, пути и методы решения». Херсон. 2008. С. 225-228.
14. Шерман І. М., Кутіщев П. С. Екологія живлення та харчові взаємовідносини промислових коропових Дніпровського лиману: наукова монографія. Херсон: Грін Д.С., 2013. 247 с.

REFERENCES

1. Gejna K.M., Kutishhev P.S., Sherman I.M. (2015). *Ekologichna transformacija Dniprovs'ko-Buz'koi' gyrlovoi' systemy ta perspektyvy rybogospodars'koi' ekspluatacii'* (An ecological transformation of the Dnipro-Bug estuarine system and the prospects for fishing exploitation): monografija. Herson: Grin' D.S. [in Ukrainian].
2. Novic'kyj P.O. (2010). *Novi vydy gidrobiontiv-autovselenciv u Dniprovs'komu vodoshovyshhi* (The new species of hydrobionts-ototselentsy in the Dniprovsky Reservoir). *Naukovi zapysky TNPU im. V. Gnatjuka*. Ser. Biologija. no. 2 (43). P. 373-376. [in Ukrainian].
3. Bulahov V.L., Novic'kyj O.Je., Pahomov O.Je., Hrystov O.O. (2008). *Biologichne riznomanittja Ukrai'ny. Dnipropetrovs'ka oblast'. Krugloroti (Cyclostomata). Ryby (Pisces)* (The biological diversity of

- Ukraine. Dnipropetrovsk region. Kruchlotti (*Cyclostomata*). Fish (Pisces)). Dnipropetrovs'k: Vyd-vo Dnipropetr. un-tu. [in Ukrainian].
4. Baranovskij B.A., Ivan'ko I.A., Zagubizhenko N.I. (2005). *Vlijanie rezhima osveshhennosti pribrezhnoj zony ozera Knjaginja na sostav makrofitnyh biogidrocenozov* (An influence of the illumination regime of the coast zone of Lake Knjaginya on the composition of macrophytic biohydrocenoses). *Visnik DNU. Biologija, ekologija. Dnipropetrovs'k: DNU. no. 13. V. 2. P. 3-7.* [in Russian].
 5. Novickij R.A. (2003). *O nahodkah kitajskogo mohnatorukogo kraba Eriocheir sinensis (Decapoda) v Dneprovskih vodohranilishhah* (About the findings of the Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis (Decapoda)* in the Dnieper reservoirs). *Vestnik zoologii. V. 37. no. 3. P. 30.* [in Russian].
 6. Khlebnikov V. Selected prose. *Sovremennik, Leningrad* (in Russian), 1990. [Esir (1918-1919)]. P. 71-83.
 7. <http://www.zin.ru/projects/invasions/cerpen.htm#impacts>; Panov et al. 1999; Website GAAS.
 8. <http://www.issg.org/database>; Global Invasive Species Database.
 9. [http://www.caspianenvironment.org/biodb/rus/zooplankton/Cercopagis %20pengoi/main.htm](http://www.caspianenvironment.org/biodb/rus/zooplankton/Cercopagis%20pengoi/main.htm).
 10. Zhukinskij V.N., Zhuravleva L.A., Ivanov A.I. (1989). *Dneprovsko-Bugskaja jestuarnaja jekosistema* (The Dnieper-Bug estuary ecosystem). Kyiv: Naukova dumka. [in Russian].
 11. Kutishhev P.S., Vitjukov Ju.Je. (2007). *Osoblyvosti rozvytku Cercopagis pengoi v Dniprovs'ko-Buz'komu lymani i zv'jazok z promyslovym rybal'stvom* (The peculiarities of the development of *Cercopagis pengoi* in Dnieper-Bug Liman and links with the industrial fisheries). *Tavrijs'kyj naukovyj visnyk. Herson: Ajlant. no.54. P. 164-170.* [in Ukrainian].
 12. <https://www.youtube.com/watch?v=t8zxAmG3bQs>
 13. Kutishhev P.S., Vitjukov Ju.Je. (2008). *Harakter zhyvlennja Alosa tanaica v Dniprovs'ko-Buz'komu lymani* (The character of the feeding of *Alosa tanaica* in the Dnieper-Bug estuary system): materialy Mizhnar. naukovi' konf. *Sovremennye problemy gidrobiologii. Perspektivy, puti i metody reshenija.* Herson. P. 225-228. [in Ukrainian].
 14. Sherman I.M., Kutishhev P.S. (2013). *Ekologija zhyvlennja ta harchovi vzajemovidnosny promyslovyh koropovyh Dniprovs'kogo lymanu* (The ecology of nutrition and food relationships of industrial Carp in the Dnieper estuary system): naukova monografija. Herson: Grin' D.S. [in Ukrainian].

УДК [597-1.05:615.1/.4]:597.442

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2019.1.4>

АЦИПЕНСИНИ – АНТИМІКРОБНІ ПЕПТИДИ З КЛІТИН ОСЕТРОВИХ ВИДІВ РИБ (ACIPENSERIDAE) (ОГЛЯД)

¹Симон М.Ю. – м. н. с., seemann.sm@gmail.com

²Забитівський Ю.М. – заст. директора, yurafish@ukr.net

¹Грициняк І.І. – академік НААН, професор, директор, info@if.org.ua

¹Інститут рибного господарства НААН

²Львівська дослідна станція Інституту рибного господарства НААН

Робота є коротким оглядом інформації з відкритих спеціальних літературних джерел стосовно нової групи антимікробних пептидів – аципенсинів (АМП). Ці речовини були вперше виділені з лейкоцитів російського осетра (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt) та описані в 2000-х роках. АМП риб є одними з ключових ефекторних молекул системи вродженого імунітету, так як система адаптивного, або набутого, імунітету у пойкилотермних тварин не може забезпечити формування досить швидкої і ефективної відповіді (утворення антитіл) на інфекцію за низької температури навколишнього середовища (за таких умов цей процес може тривати близько тижня). Вони є важливими компонентами вродженого імунітету та відрізняються від антимікробних пептидів інших риб, земноводних та теплокровних тварин і людини. Принцип дії та особливості будови цих сполук, а також порівняння їх з подібними пептидами у інших тварин наведено у статті. Останніми роками здійснюються дослідження щодо використання аципенсинів у лікуванні інфекційних захворювань та протиопухлинній терапії людини, в першу чергу за рахунок їх здатності до транспортування лікарських засобів, що також висвітлено в даному огляді.

Вперше об'єктом дослідження АМП були представники родини осетрових риб (*Acipenseridae*). Дослідниками та рибоводами-практиками давно помічено, що осетрові риби відрізняються високою стійкістю до різних інфекційних агентів, і можливо, що саме Ас є чинником, який забезпечує цю резистентність. В цілому, виявлення Ас – похідних ядерного гістону H2A – свідчить на користь припущення про біологічно значущу роль гістонів і їх фрагментів в забезпеченні протиінфекційного захисту організму.

Ключові слова: аципенсини, осетрові види риб (*Acipenseridae*), вроджений імунітет, набутий імунітет, інфекційний агент, антимікробні пептиди, гістон H2A, CPP, NETs.

Постановка проблеми. Ендогенні антимікробні пептиди (АМП) є важливими компонентами системи вродженого імунітету людини та тварин [1, с. 6498]. Їх дія в першу чергу спрямована на захист організму від різноманітних інфекцій. Вперше вони були виділені в 80-х роках ХХ століття з гемолімфи гусениць шовкопряда (*Hyalophoracecropia*) [2, с. 68; 3, с. 148]. У наші дні відомо, що АМП продукують всі групи

тварин і рослин (тіоніни), й хоча їх структура та послідовність амінокислот різні, проте властивості схожі. Так, усі АМП синтезуються у вигляді великих попередників з сигнальними послідовностями, які потім трансформуються до 12–20 амінокислотних залишків або в результаті відщеплення частини послідовності, або в результаті глікозилювання або галогенування. Всі вони є амфіпатичними молекулами (їм притаманна головна гідрофільна ділянка, яка взаємодіє з водою або негативно зарядженими іонами, та хвостова гідрофобна, що взаємодіє з ліпідами) [4, с. 3948; 5, с. 770]. Також, молекули АМП в більшості своїй позитивно заряджені, що допомагає їм взаємодіяти з негативно зарядженими мембранами бактерій. Крім того, молекули АМП впливають як на грамегативні, так і на грампозитивні бактерії (в тому числі й на штами, стійкі до антибіотиків), а також на гриби, віруси та найпростіші організми [6, с. 710; 7, с. 2; 8, с. 2].

Існує ряд відмінностей АМП від багатьох класичних антибіотиків. Наприклад, якщо останні є продуктами вторинного метаболізму, то переважна більшість АМП синтезуються безпосередньо на рибосомах [9, с. 10; 10, с. 358]. Для більшості АМП мішенню дії є мембрани клітин патогенних організмів, а принципом дії – порушення нормальної проникності мембран, аж до повного лізису клітини. Іншим варіантом дії є проникнення в клітину мікроорганізму і взаємодія з ДНК, або РНК – що порушує нормальні процеси біосинтезу і загибель клітини. З цієї причини розвиток резистентності патогенів до АМП менш ймовірний, оскільки для нього необхідні зміни в структурі та електрофізіологічних властивостях клітинної мембрани [11, с. 536; 12, с. 185; 13, с. 263]. Широкий спектр антибіотичної дії, в тому числі щодо резистентних штамів патогенів, відносно мала ймовірність селекції стійких до АМП збудників інфекційних захворювань, швидке та ефективно знищення клітин-мішеней дозволяють розглядати ці пептидні сполуки як основу для розробки лікарських засобів нового покоління, що особливо актуально на тлі зниження потенціалу звичайних антибіотиків, насамперед – з причини глобальної резистентності до них мікроорганізмів [14; 15, с. 493; 16, с. 145].

Оскільки АМП вперше були описані як сполуки, що характеризуються вираженою антимікробною активністю, за ними закріпилася ця назва. Однак слід врахувати, що пізніше було виявлено: деякі АМП нейтрофілів стимулюють хемотаксис макрофагів, нейтрофілів, незрілих дендритних клітин, дегрануляцію тучних клітин, збільшують проникність судин і стимулюють їх зростання, впливають на функціональну активність та метаболізм тромбоцитів, з'являють бактеріальний ліпополісахарид, впливають на процесинг ІЛ-1, інгібують індукований АКТГ стероїдогенез в клітинах коркового шару надниркових залоз, а також пригнічують індукований α -меланоцит-стимулюючим гормоном синтез альдостерону ($C_{21}H_{28}O_5$) клітинами надниркових залоз

[17, с. 31; 18, с. 1085; 19, с. 437]. Перераховані вище властивості АМП дозволяють розглядати їх як регуляторні молекули, які беруть участь в механізмах взаємодії систем вродженого та набутого імунітету а також імунної та нейроендокринної систем [14; 20, с. 503].

АМП риб є одними з ключових ефекторних молекул системи вродженого імунітету, так як система адаптивного, або набутого, імунітету у пойкилотермних тварин не може забезпечити формування досить швидкої і ефективної відповіді (утворення антитіл) на інфекцію за низької температури навколишнього середовища (за таких умов цей процес може тривати близько тижня) [14; 21, с. 2040; 22, с. 128]. Слід зазначити, що у гомойотермних тварин і людини система вродженого імунітету так само забезпечує першу лінію захисту від інфекцій, викликаних різними збудниками [23, с. 338; 24, с. 199]. Тому дослідження АМП лейкоцитів крові риб є важливим для обґрунтування біологічної ролі цієї групи фізіологічно активних речовин в здійсненні відповідей протиінфекційного імунітету, в тому числі й тому, що саме вони є основними ефекторними клітинами системи набутого імунітету.

Аналіз досліджень і публікацій. У 2000-х роках групою дослідників під керівництвом доктора біологічних наук О. В. Шамової описаний ряд АМП, виділених ними з лейкоцитів російського осетра (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt&Ratzenburg) та названих аципенсинами (Ас) [25, с. 10; 26, с. 51; 27, с. 105]. Пізніше були виділені подібні АМП і з лейкоцитів севрюги (*Acipenser stellatus* Pallas) [28, с. 89; 29, с. 51] Дані види риб в першу чергу цікаві тим, що вони відносяться до підкласу хрящових ганоїдів (*Chondrostei*), найбільш прадавніх риб на Землі. Зокрема, викопні форми хрящових ганоїдів відомі з кінця силурійського періоду ($443,8 \pm 1,5$ млн років тому – $419,2 \pm 3,2$ млн років тому), коли вони вперше виникли в річках Лавразії, що несли свої води до океану Тетис.

Ас – це розчинні в кислотах катіонні пептиди, що демонструють антиінфекційну активність та являють собою фрагмент ядерного гістону H2A – невеликого білка з молекулярною масою від 10 до 15 кДа, склад якого надзвичайно збагачений позитивно зарядженими амінокислотами лізином ($C_6H_{14}N_2O_2$) і аргініном ($C_6H_{14}N_4O_2$) [30, с. 77; 31, с. 415]. Їм властива локалізація поза ядром клітини та висока антимікробна активність. Останнє слугувало основою теорії про те, що в процесі еволюції у окремих груп тварин в якості ендегенних антимікробних пептидів могли відібратися похідні білків, що зазвичай мають ядерну локалізацію [32, с. 139; 33, с. 33]. Слід зазначити, що хоча найбільш поширена група АМП – це представники родини дефенсинів (від лат. *defense* – захист), функціональна активність яких реалізується в фагоцитах (нейтрофіли та макрофаги хребетних, амебоцити та целомоцити безхребетних), а також на рівні бар'єрного епітелію зовнішніх покривів і

слизових оболонках, у лейкоцитах осетрових риб вони відсутні [27, с. 106; 34, с. 63; 35, с. 1277, 36, с. 531]. Таким чином, Ас відносяться до родини АМП кателіцидинів (бактенецини, протегріни тощо) яким властива ключова роль у відповіді вродженого імунітету. В нормі їх продукують макрофаги та гранулоцити, однак при проникненні інфекційних агентів або під дією біологічно активних речовин таку здатність набувають як епітеліальні, так і інші типи клітин [37, с. 210; 38, с. 46; 39, с. 799]. Своєрідність видового паттерну АМП осетрових риб полягає в домінуванні серед них похідних гістону H2A, який не виявляли раніше в фагоцитах інших видів риб [25, с. 10; 26, с. 51].

Значимість ролі Ас в організмі риб багато в чому визначається місцем гістонів (білків, що беруть участь в упаковці ниток ДНК в ядрі та в епігенетичній регуляції ядерних процесів) в системі функціонування нейтрофільних позаклітинних пасток (NETs – Neutrophil extracellular traps) [40, с. 315; 41, с. 2158; 42, с. 22]. Вони були вперше ідентифіковані в 2004 р. і є третім, поряд з фагоцитозом і секрецією антимікробних сполук, механізмом кілерної активності нейтрофілів. NETs формуються в процесі нетозу (NETosis) або контрольованої клітинної загибелі, який істотно відрізняється від некрозу (патологічного стану клітини, що супроводжується руйнуванням її мембрани) та апоптозу (запрограмованої клітинної загибелі без руйнування цитоплазматичної мембрани). NETs являють собою мережу з деконденсованого хроматину (речовини хромосом з ДНК, РНК і білків), яка стимулює антимікробні фактори як гранулярного (протеази, АМП), так і ядерного (гістони та продукти їх часткового протеолізу) походження [43, с. 173; 44, с. 3; 45, с. 1000]. NETs забезпечують захоплення та знищення патогенних мікроорганізмів, які з певних причин не можуть бути знешкоджені за допомогою фагоцитозу. Завдяки структурній ролі ДНК, дифузія антимікробних факторів з них уповільнена, що дозволяє досягти високих локальних концентрацій цих речовин і знизити згубну дію на здорові тканини [46, с. 575; 47, с. 200; 48, с. 1317].

Лейкоцити російського осетра містять шість пептидів з молекулярними масами 5336.2, 3803.0, 5173.0, 4777.5 і 5449.4 і 2740.2 Да, позначених Ас1-Ас6 відповідно. Всі вони являють собою лінійні молекули, тобто у них немає дисульфідних містків (ковалентних зв'язків між двома атомами сірки SS, що входять до складу сірковмісної амінокислоти цистеїну) [25, с. 10; 26, с. 51]. Переважаючими пептидними фракціями лейкоцитів є Ас1, Ас2 і Ас6. О. В. Шамовою, Д. С. Орловим, С. В. Баландіним та іншими було встановлено, що Ас1, Ас2, Ас3, Ас4 і Ас5 притаманні N-кінцеві ацетильовані фрагменти 1–50, 1–35, 1–49, 1–44 і 1–51 ядерного гістону H2A [27, с. 105; 28, с. 89]. Наприклад, Ас1 складається з 51 амінокислотного залишку, в тому числі з 13 позитивно заряджених залишків аргініну і лізину (при відсутності негативно

заряджених), а також з 10 залишків гідрофобних амінокислот (валіну, лейцину, тирозину та фенілаланіну). В той же час, Ас6 є фрагментом 62–85 ядерного гістону H2A. Часткова N-кінцева амінокислотна послідовність Ас була встановлена методом автоматичного мікросеквенування (GenBank KP059880) [30, с. 77]. У ряді випадків останнє стало можливим після проведення хімічної реакції деблокування N-кінцевих амінокислотних залишків. Аналіз N-кінцевих послідовностей пептидів дозволяє провести комп'ютерна програма BLAST (<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>) [25, с. 10; 31, с. 415].

Ас, як і інші відомі похідні ядерного гістону H2A, – буфорин (АМП азіатської жаби *Bufo bufo gargarizans*), паразин (АМП амурського, або далекосхідного, сома *Silurus asotus*), хіппосин (АМП білокорого палтуса *Hippoglossus hippoglossus*), абхизин (АМП червоного молоска морського вушка, або абалону, з родини *Haliotis*) – характеризуються широким спектром антимікробної дії [29, с. 64; 44, с. 8]. Однак механізм її реалізації в них істотно відрізняється: буфорин проникає в бактеріальні клітини без істотного пошкодження їх мембран і взаємодіє з нуклеїновими кислотами, що приводить до пригнічення життєво важливих процесів в мікробних клітинах і їх загибелі. Паразин, навпаки, істотно ушкоджує бактеріальні мембрани. Ас1, Ас2, Ас3, Ас4, Ас5 структурно схожі на хіппосин (на відміну від буфорину та паразину в них ацетильований N-кінець), але принципом дії відрізняються й від нього. Ас, на відміну від хіппосину, не суттєво збільшують проникність мембран бактерій. В той же час, слід зазначити, що в концентраціях, що перевищують МК (мінімальні інгібуючі концентрації), більшість АМП руйнують структурну цілісність мембран, на додаток до пригнічення внутрішньоклітинних процесів. Таким чином проявляє себе двонаправлений механізм дії (dual mode of action) збагачених амінокислотою проліном (C₅H₉NO₂) пептидів, наприклад, бактенецинів. Однак, для Ас таких концентрацій не виявлено [27, с. 105; 28, с. 89; 30, с. 77; 31, с. 415].

Антимікробну активність трьох головних фракцій Ас (Ас1, Ас2, Ас6) дослідники оцінювали методом радіальної дифузії, проводячи експерименти в різних умовах: в середовищі, що містить тільки 10 мМ натрій-фосфатний буфер без додавання солей, та в тому ж середовищі, але із вмістом 100 мМ хлориду натрію (концентрація, близька до фізіологічної) [25, с. 10; 26, с. 51]. Подібний підхід, спрямований на оцінку впливу підвищення іонної сили розчину на ефективність антимікробної дії пептидів, використовують у багатьох експериментах з вивчення антимікробних властивостей природних АМП, оскільки він дозволяє порівнювати активність отриманих пептидів з ефектами інших АМП [49, с. 464; 50, с. 386]. В ході досліджень було виявлено, що активність Ас1 і Ас2 щодо анаморфного дріжджового гриба *Candida albicans* 820 та грампозитивної бактерії MRSA ATCC 33591 знижується при підвищенні іонної сили розчину (міри інтенсивності електричного поля, створюваного

іонами в ньому) [27, с. 108]. В цілому, Ас Ас1 і Ас2 володіють високою антимікробною активністю в середовищі з низькою іонною силою по відношенню до грамнегативних і грампозитивних бактерій (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Listeria monocytogenes* EGD, MRSA ATCC 33591), а також гриба *Candida albicans* 820. Крім того, Ас6 активний лише відносно грамнегативних бактерій в середовищі з низькою іонною силою. Таким чином, низька, в порівнянні з Ас1 і Ас2, антимікробна активність Ас6 дозволяє припустити, що саме N-кінцеві похідні гістону H2A відіграють ключову роль в здійсненні протиінфекційного захисту [28, с. 89]. Підвищення іонної сили розчину призводить до створення електростатичного бар'єру навколо бактеріальної клітини, що перешкоджає взаємодії з її мембраною катіонних АМП, що не характеризуються вираженою амфіфільністю [25, с. 10; 51, с. 27]. В цілому, зниження антимікробної активності Ас за підвищення іонної сили розчину притаманно багатьом АМП і дозволяє припустити, що поряд з Ас, що конститутивно синтезуються в лейкоцитах осетрових риб, є й індукцйбельні антимікробні чинники, синтез яких при розвитку інфекційного процесу посилюється. Останні можуть діяти спільно з Ас, в результаті чого підвищується ефективність антимікробної дії АМП [27, с. 10530, 30, с. 77].

При порівнянні активності Ас та трьох інших АМП (протегрину-1 свині, α -дефенсину з нейтрофілів людини – HNP-1 і бактенецину з них же, у кози – ChVac5), що мають різну структуру й принцип антимікробної дії, було встановлено, що в концентраціях, близьких до МІК, Ас1, Ас2 і Ас6 збільшують проникність зовнішньої мембрани *E. coli* ML-35r для хромогенного маркера. Однак, їх вплив на проникність цитоплазматичної мембрани бактерії не був істотним, у порівнянні з дією мембрано-активного пептиду протегрину-1 (PG-1) з лейкоцитів свині [29, с. 73; 31, с. 415]. Останній має конформацію β -шпильки та належить до найбільш активних з описаних до теперішнього часу пептидів лейкоцитів тварин, які мають широкий спектр антимікробної дії, заснований на їх здатності ушкоджувати мембрани мікроорганізмів. В той же час, принцип дії Ас1 і Ас2 нагадує такий у пролін-багатих бактенецинів ChVac, що демонструють антибактеріальну дію переважно стосовно грамнегативних бактерій, причому не пошкоджуючи мембрани останніх, а впливаючи на внутрішньоклітинні мішені. Так, Ас1, Ас2 і Ас6 справляють лише тимчасову дію на проникність зовнішньої мембрани бактерії для хромогенного маркера нітроцефіну – спочатку збільшуючи її проникність (за 15–29' для Ас1 і Ас2, та за 50' для Ас6), проте вже за 90' практично ніяк на неї не впливаючи. Таким чином, основною мішенню дії Ас в концентраціях, близьких до МІК, є не бактеріальні мембрани, а суто внутрішньоклітинні компоненти [27, с. 105; 28, с. 89; 30, с. 77; 31, с. 415].

Особливу зацікавленість науковців викликає активність АМП щодо клітин людини, оскільки вони розглядаються як перспективні прототиби нових лікарських препаратів. У той же час, ці білкові сполуки

здатні викликати клітинну загибель, зумовлену цитотоксичною дією [52, с. 234; 53, с. 106; 54, с. 468]. Тому з'ясування того, наскільки токсичні Ас1, Ас2 і Ас6 саме для клітин макроорганізму, є виключно важливим. Виявлено, що вони не мають гемолітичної активності щодо еритроцитів людини в діапазоні концентрацій від 1 до 40 мкМ та не справляють цитотоксичних ефектів на клітини К-562 (клітини еритромієлоїдного лейкозу людини) та U-937 (клітини гістіоцитарної лімфоми людини) *in vitro*. В той же час, Ас швидко транслокуються (впродовж 5') до клітини К-562 та потім легко спостерігаються у внутрішньоклітинному просторі. Зокрема, Ас1 за 15' і 40' продовжує накопичуватися в клітинах. При цьому, істотних ознак пошкодження клітин не спостерігається і він накопичується переважно в цитоплазмі [45, с. 1000]. Наявність подібних властивостей відкриває перспективи практичного застосування пептидів в протипухлинній терапії, як векторів для доставки лікарських препаратів в малігнізованих (тих, що набули нормальної або патологічно зміненої тканини) клітинах. Так, Є. С. Умняковою, І. В. Кудрявцевим, Н. А. Грудініною та іншими були досліджені можливості застосування Ас1 в протипухлинній терапії людини [46, с. 575]. Ними було виявлено, що Ас1 характеризується всіма позитивними якостями проникаючих в клітину пептидів (Cell Penetrating Peptides – CPP). CPP сприяють транспорту лікарських речовин крізь мембрани клітин-мішеней, що повсюдно використовується в імунології, для лікування інфекційних захворювань, зокрема викликаних мікроорганізмами, яким притаманна внутрішньоклітинна локалізація, а також з метою терапії захворювань, що супроводжуються утворенням пухлин. В той же час, багатьом CPP властиві побічні ефекти (вони здатні порушувати функціонування мембранних білків нормальних клітин організму, викликати алергічні реакції тощо) або ж вони з легкістю піддаються швидкій деградації в біологічних рідинах [50, с. 387; 55, с. 8; 56, с. 6488]. Саме тому вивчення властивостей Ас, що не мають подібних характеристик, є настільки актуальним. Так, рекомбінантний Ас1, аналогічно до природного пептиду, не виявляє гемолітичної активності в діапазоні концентрацій від 0 до 100 мкМ. Ефект зниження МІК для нього досягається шляхом видалення NaCl з живильного середовища при тестуванні методом серійних розведень [45, с. 1003]. Наприклад, в дослідженнях П. В. Пантелєєва були встановлені значення МІК для рекомбінантного препарату Ас1: МІК (– NaCl) – 12,5 мкМ, МІК (+ NaCl) – > 50 мкМ [44, с. 7]. Крім того, перевагою створеного Є. С. Умняковою рекомбінантного препарату Ас1, отриманого з Ас1 як результат біотехнологічної процедури, розробленої під її керівництвом, є можливість отримувати його у великих кількостях, що вкрай важливо з розрахунку на практичне застосування цієї речовини [46, с. 575].

Висновки. Відкриття О. В. Шамової було першим, в якому АМП були виділені саме з клітин крові, тому що до цього АМП виділяли тільки зі шкіри, шкірних слизових секретів та слизової оболонки кишечника риб. Крім того, вперше об'єктом дослідження АМП були представники родини осетрових риб (*Acipenseridae*). Дослідниками та рибоводами-практиками давно помічено, що осетрові риби відрізняються високою стійкістю до

різних інфекційних агентів, і можливо, що саме Ас є чинником, який забезпечує цю резистентність. В цілому, виявлення Ас – похідних ядерного гістону H2A – свідчить на користь припущення про біологічно значущу роль гістонів і їх фрагментів в забезпеченні протиінфекційного захисту організму. Досліджуючи молекулярні чинники системи вродженого імунітету риб, можна отримати інформацію, важливу для розуміння еволюції захисних механізмів у тваринному світі, а також виокремити ефективні антимікробні речовини, які в перспективі зможуть слугувати моделями для створення нових лікарських засобів.

АЦИПЕНСИНЫ – АНТИМИКРОБНЫЕ ПЕПТИДЫ ИЗ КЛЕТОК ОСЕТРОВЫХ ВИДОВ РЫБ (*ACIPENSERIDAE*) (ОБЗОР)

¹Симон М.Ю. – м. н. с., seemann.sm@gmail.com

²Забытывский Ю.М. – зам. директора, yurafish@ukr.net

¹Грициняк И.И. – академик НААН, профессор, директор, info@if.org.ua

¹Институт рыбного хозяйства НААН

²Львовская опытная станция ИРХ НААН

Работа является кратким обзором информации из открытых источников относительно новой группы антимикробных пептидов – аципенсинов. Эти вещества были впервые выделены из лейкоцитов русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt) и описаны в 2000-х годах. Они являются важными компонентами врожденного иммунитета и отличаются от антимикробных пептидов других рыб, земноводных и теплокровных животных, а также человека. АМП рыб являются одними из ключевых эффекторных молекул системы врожденного иммунитета, так как система адаптивного или приобретенного, иммунитета у пойкилотермных животных не может обеспечить формирование достаточно быстрой и эффективной ответа (образование антител) на инфекцию за низкой температуры окружающей среды (при таких условиях этот процесс может длиться около недели). Принцип действия и особенности строения этих соединений, их сравнение с подобными пептидами у других животных изложены в статье. В последние годы проводятся исследования по использованию аципенсинов в лечении инфекционных заболеваний и противоопухолевой терапии человека, в первую очередь за счет их способности к транспорту лекарственных средств, что также отражено в данном обзоре.

Впервые объектом исследования АМП были представители семейства осетровых рыб (*Acipenseridae*). Исследователями и рыбаками-практиками давно замечено, что осетровые рыбы отличаются высокой устойчивостью к различным инфекционным агентам, и возможно, что именно Ас является фактором, который обеспечивает эту резистентность. В целом, выявление Ас - производных ядерного гистона H2A - свидетельствует в пользу предположения о биологически значимую роль гистонов и их фрагментов в обеспечении противоинфекционной защиты организма

Ключевые слова: аципенсины, осетровые виды рыб (*Acipenseridae*), врожденный иммунитет, приобретенный иммунитет, инфекционный агент, антимикробные пептиды, гистон H2A, CPP, NETs.

**ACIPENSINS – ANTIMICROBIAL PEPTIDES FROM CELLS
OF STURGEON FISH SPECIES (ACIPENSERIDAE) (REVIEW)**

¹*M. Simon* – junior research scientist, *seemann.sm@gmail.com*

²*Yu. Zabytivskiy* – deputy director, *yurafish@ukr.net*

¹*I. Hrytsyniak* – academician, director, *info@if.org.ua*

¹*Institute of Fisheries NAAS*

²*Lviv Research Station of Institute of Fisheries NAAS*

The work is a brief overview of information from open sources regarding a new group of antimicrobial peptides – acipensins. These substances were first isolated and described in the 2000s, from the leukocytes of the Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt). They are important components of innate immunity and differ from the antimicrobial peptides of other fish, amphibians and warm-blooded animals, including humans. AMP of fish is one of the key effector molecules of the innate immunity system, since the adaptive or acquired immunity system in poikilothermic animals cannot provide a sufficiently fast and effective response (antibody formation) to infection due to low ambient temperature (under such conditions, this process can last about a week). The principle of operation and structural features of these compounds, their comparison with similar peptides in other animals are described in the article. In recent years, research has been carried out on the use of acipensins in the treatment of infectious diseases and antitumor therapy in humans, primarily due to their ability to transport drugs, which is also reflected in this review.

For the first time, the object of AMP research was representatives of the sturgeon family (*Acipenseridae*). Researchers and practical fish farmers have long noticed that sturgeon fishes are highly resistant to various infectious agents, and it is possible that Ac is the factor that provides this resistance. In general, the identification of Ac, a derivative of the nuclear histone H2A, testifies to the assumption of a biologically significant role of histones and their fragments in providing anti-infection protection of the body.

Key words: acipensins, sturgeon fish species (*Acipenseridae*), innate immunity, acquired immunity, infectious agent, antimicrobial peptides, histone H2A, CPP, NETs.

ЛІТЕРАТУРА

1. Auvynet C., Rosenstein Y. Multifunctional host defense peptides: antimicrobial peptides, the small yet big players in innate and adaptive immunity. *FEBS Journal*. 2009. V. 276, № 22. P. 6497-6508.
2. Boman H. Peptide antibiotics and their role in innate immunity. *Annual Review Immunology*. 1995. V. 13. P. 61-92.
3. Тоголян А. А., Фрейдлин И. С. Клетки иммунной системы. С-Пб.: Наука. 2000. 231 с.
4. Cederlund A., Gudmundsson G., Agerberth B. Antimicrobial peptides important in innate immunity. *FEBS Journal*. 2011. V. 278. P. 3942-3951.
5. Gennaro R. et al. Pro-rich Antimicrobial Peptides from Animals: Structure, Biological Functions and Mechanism of Action. *Current Pharmaceutical Design*. 2002. V. 8. P. 763-778.

6. Ganz T. Defensins: antimicrobial peptides of innate immunity. *Nature*. 2003. V. 3. P.710-720.
7. Giuliani A., Pirri G., Nicoletto S. Antimicrobial peptides: an overview of a promising class of therapeutics. *Central European Journal of Biology*. 2007. V. 2. P. 1-33.
8. Guani-Guerra E. et al. Antimicrobial peptides: General overview and clinical implications in human health and disease. *Clinical Immunology*. 2010. V. 135. P. 1-11.
9. Кокряков В.Н. Биология антибиотиков животного происхождения. СПб.: Наука. 1999. 162 с.
10. Yount N. et al. Advances in Antimicrobial Peptide Immunobiology. *Biopolymers (Peptide Science)*. 2006. V. 84. P. 358-435.
11. Johnson R. M., Harrison S. D., Maclean D. Therapeutic applications of cell-penetrating peptides. *Methods in Molecular Biology*. 2011. Vol. 683. P. 535-551.
12. Chugh A., Eudes F., Shim Y. S. Cell-penetrating peptides: nanocarrier for macromolecule delivery in living cells. *IUBMB Life*. 2010. Vol. 62, № 3. P. 183-193.
13. Dinca A., Chien W. M., Chin M. T. Intracellular delivery of proteins with cell-penetrating peptides for therapeutic uses in human disease. *International Journal Molecular Science*. 2016. Vol. 17, № 2. p. 263.
14. Кокряков В. Н. Поиск, выделение и структурно-функциональный анализ новых антибиотических пептидов и белков с антиэндотоксиновой активностью. № гранта: 09-04-01655. 2009. URL: http://www.rfbr.ru/rffi/ru/project_search/o_50535 (дата обращения 16.12.2018).
15. Jenssen H., Hamill P., Hancock R. Peptide Antimicrobial Agents. *Clinical Microbiology Reviews*. 2006. V. 19. P. 491-511.
16. Pasupuleti M., Schmidtchen A., Malmsten M. Antimicrobial peptides: key components of the innate immune system. *Critical Review Biotechnology*. 2012. V. 32, №2. P. 143-171.
17. Yeaman M., Yount N. Mechanisms of antimicrobial peptide action and vresistance. *Pharmacol Reviews*. 2003. V. 55. P. 27-55.
18. Zeya H. I., Spitznagel J. K. Antibacterial and enzymatic basic protein from leukocyte lysosomes: separation and identification. *Science*. 1963. V. 142. P. 1085-1087.
19. Ярилин А.А. Иммунология. Москва : ГЭОТАР-Медиа. 2010. 752 с.
20. Ашмарин И.П., Ждан-Пушкина С.Н., Кокряков В.Н. Антибактериальные и противовирусные функции основных белков клетки и перспективы практического их использования. *Известия АН СССР. Сер.: Биология*. 1972. № 4. С. 502-508.

21. Cole A. M. et al. Characterization of a fish antimicrobial peptide: gene expression, subcellular localization, and spectrum of activity. *Antimicrob. Agents Chemother.* 2000. V. 44. P. 2039-2045.
22. Lehrer R. et al. Neutrophils and host defense. *Annual International Medicine.* 1988. V. 109, № 2. P. 127-142.
23. Medzhitov R., Janeway Ch. Inherent Immunity. *The New England Journal of Medicine.* 2000. V. 343. P. 338-344.
24. Janeway C., Medzhitov R. Innate immune recognition. *Annual Review Immunology.* 2002. V. 20. P. 197-216.
25. Шамова О.В. Антимикробные пептиды из лейкоцитов русского осетра (*Acipenser guldenstadti*). *Фундаментальные исследования.* 2006. №1. С. 10-13.
26. Шамова О.В. Природные антимикробные пептиды аципенсины и мини-бактенецины: получение, характеристика физико-химических свойств и антибиотической активности: материалы V Международной науч.-практ. конф. «Современная медицина и фармацевтика: анализ и перспективы развития». Москва. 2012. С. 51-59.
27. Шамова О.В. Аципенсины – новые антимикробные пептиды из лейкоцитов русского осетра *Acipenser guldenstadti*. *Acta naturae.* 2014. Т. 6, № 4(23). С. 105-116.
28. Зугайрова О.Н. Изучение антимикробных пептидов из лейкоцитов севрюги *Acipenser stellatus*. *Вестник Санкт-Петербургского университета.* 2007. Сер.: Биология. № 3. С. 89-98.
29. Шамова О.В. Молекулярно-клеточные основы реализации биологической активности антимикробных пептидов лейкоцитов : дис. ... доктора биол. наук : 14.03.03, 03.01.04. Санкт-Петербург, 343 с.
30. Шамова О.В. Катионные антимикробные пептиды из лейкоцитов осетра. *Russian Journal of Immunology.* 2004. Т. 9, №1. С. 77.
31. Antimicrobial peptides from leukocytes of the Russian sturgeon *Acipenser guldenstadti* // Shamova O. V. et al. Abstracts of the International Conf. on Biomolecular Science in honor of the 75th anniversary of the birth of Prof. Yu. Ovcinnikov. 2009. Moscow. P. 415.
32. Кокряков В.Н. Очерки о врожденном иммунитете. СПб.: Наука, 2006. 261 с.
33. Пантелеев П.В. Антимикробные пептиды как факторы врожденного иммунитета. Материалы XXVII Международной зимней молодежной научной школы «Перспективные направления физико-химической биологии и биотехнологии». Москва, 2015. С. 33.
34. Пигаревский В. Е. Зернистые лейкоциты и их свойства. М. 1978. 128 с.
35. Кокряков В. Н., Ашмарин И. П., Пигаревский В. Е. О природе некоторых фракций лизосомальных катионных белков лейкоцитов. *Биохимия.* 1973. Т. 38, № 6. С. 1276-1280.

36. Klebanoff S., Clark R. The neutrophil: function and clinical disorder. Amsterdam. 1978. 810 p.
37. Галактионов В.Г. Эволюционная иммунология. Москва : ИКЦ Академкнига. 2005. 408 с.
38. Зуфаров К. А., Тухтаев К. Р., Юлдашев А. Ю. Лейкоциты и клетки рыхлой соединительной ткани (ультраструктурно-функциональные аспекты). Ташкент: Фан, 1979. 192 с.
39. Peptide-based treatment of sepsis // Brandenburg K. et al. / Applied Microbiology Biotechnology. 2011. V. 90, № 3. P. 799-808.
40. Lehrer R., Ganz T., Selsted M. Defensins: natural peptide antibiotic from neutrophils // ASM News. 1990. V. 56. P. 315-318.
41. Mangoni M. L. Host-defense peptides: from biology to therapeutic strategies // Cell Mol Life Sci. 2011. V. 68. №. 13. P. 2157-2159.
42. Nijnik A., Hancock R. Host defence peptides: antimicrobial and immunomodulatory activity and potential applications for tackling antibiotic-resistant infections // Journal Emerg ing Health Threats 2009. P. 21-29.
43. Nathan C. Neutrophils and immunity: challenges and opportunities // Natural Review Immunology. 2006. V. 6. P. 173-182.
44. Пантелеев П. В. Структурно-функциональное исследование антимикробных пептидов животного происхождения : автореф. дис. на соискание уч. ст. канд. хим. н. : спец. 02.00.10 «Биоорганическая химия». Москва, 2015. 26 с.
45. Шамова О.В. Действие антимикробных пептидов из нейтрофильных гранулоцитов на опухолевые и нормальные клетки в культуре. *Цитология*. 2007. Т. 49, № 12. С. 1000-1010.
46. Умнякова Е.С. Интернализация антимикробного пептида аципенсина 1 в опухолевые клетки человека. *Медицинская иммунология*. 2016. Т. 18, №6. С. 575-582.
47. Liu S. P., Zhou L., Lakshminarayanan R., Beuerman R. W. Multivalent Antimicrobial Peptides as Therapeutics: Design Principles and Structural Diversities. *International Journal Peptide Research Therapy*. 2010. V. 16. P. 199-213.
48. Hancock R., Chappie D. Peptide antibiotics. *Antimicrobials Agents and Chemotherapy*. 1999. V. 43. P. 1317-1323.
49. Nguyen L., Haney E. Vogel H. The expanding scope of antimicrobial peptide structures and their modes of action. *Trends Biotechnol*. 2011. V. 29, № 9. P. 464-472.
50. Koren E., Torchilin V. Cell-penetrating peptides: breaking through to the other side. *Trends in Molecular Medicine*, 2012, Vol. 18, № 7. P. 385-393.
51. Корнева Е.А. Введение в иммунофизиологию. ЭЛСБИ-СПб. Санкт-Петербург. 2003. 48 с.

52. Cho J., Kim S. Non-membrane Targets of Antimicrobial Peptides: Novel Therapeutic Opportunities?. *Antimicrobial Peptides: Discovery, Design and Novel Therapeutic Strategies*. 2010. P. 234-241.
53. Lohner K. New strategies for novel antibiotics: peptides targeting bacterial cell membranes. *Genetic Physiology Biophysic*. 2009. V. 28, № 2. P. 105-116.
54. Marr A., Gooderham W., Hancock R. Antibacterial peptides for therapeutic use: obstacles and realistic outlook. *Current Opinion in Pharmacology*. 2006. V. 6. P. 468-472.
55. Properties of cell penetrating peptides (CPPs) // Kerkis A. et al. *IUBMB Life*. 2006. V. 58. P. 7-13.
56. Nicolas P. Multifunctional host defense peptides: intracellular-targeting antimicrobial peptides. *FEBS Journal*. 2009. V. 276., № 22. P. 6483-6496.

REFERENCES

1. Auvynet, C. & Rosenstein, Y. (2009). Multifunctional host defense peptides: antimicrobial peptides, the small yet big players in innate and adaptive immunity. *FEBS Journal*, 276, 6497–6508.
2. Boman, H. (1995). Peptide antibiotics and their role in innate immunity. *Annual Review Immunology*, 13, 61–92.
3. Totolyan, A.A. & Freydlin, I.S. (2000). *Kletki immunnyy sistemy* (An immune system cells). Sankt-Peterburg: Nauka. [in Russian].
4. Cederlund, A., Gudmundsson, G. & Agerberth, B. (2011). Antimicrobial peptides important in innate immunity. *FEBS Journal*, 278, 3942–3951.
5. Gennaro, R., Zanetti, M., Benincasa, M., Podda, E. & Miani, M. (2002). Pro-rich antimicrobial peptides from animals: structure, biological functions and mechanism of action. *Current Pharmaceutical Design*, 8, 763–778.
6. Ganz, T. (2003). Defensins: antimicrobial peptides of innate immunity. *Nature*, 3, 710–720.
7. Giuliani, A., Pirri, G. & Nicoletto, S. (2007). Antimicrobial peptides: an overview of a promising class of therapeutics. *Central European Journal of Biology*, 2, 1–33.
8. Guaní-Guerra, E., Santos-Mendoza, T., Lugo-Reyes, S. O. & Teran, L. M. (2010). Antimicrobial peptides: General overview and clinical implications in human health and disease. *Clinical Immunology*, 135, 1–11.
9. Kokryakov, V.N. (1999). *Biologiya antibiotikov zhitnogo proishozhdeniya* (The biology of antibiotics of the animal origin). Sankt-Peterburg: Nauka. [in Russian].
10. Yount, N., Bayer, A., Xiong, Y. & Yeaman, M. (2006). Advances in Antimicrobial Peptide Immunobiology. *Biopolymers (Peptide Science)*, 84, 358–435.

11. Johnson, R.M., Harrison, S.D. & Maclean, D. (2011). Therapeutic applications of cell-penetrating peptides. *Methods in Molecular Biology*, 683, 535–551.
12. Chugh, A., Eudes, F. & Shim, Y. S. (2010). Cell-penetrating peptides: nanocarrier for macromolecule delivery in living cells. *IUBMB Life*, 62, 183–193.
13. Dinca, A., Chien, W. M. & Chin, M. T. (2016). Intracellular delivery of proteins with cell-penetrating peptides for therapeutic uses in human disease. *International Journal Molecular Science*, 17, 263.
14. Kokryakov V.N. (2009). Poisk, vydelenie i strukturno-funktsional'nyy analiz novykh antibioticheskikh peptidov i belkov s antiendotoksinovoy aktivnost'yu. № granta: 09-04-01655. URL: http://www.rfbr.ru/rffi/ru/project_search/o_50535 (data obrashcheniya 16.12.2018). [in Russian].
15. Jenssen, H., Hamill, P. & Hancock, R. (2006). Peptide Antimicrobial Agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 19, 491–511.
16. Pasupuleti, M., Schmidtchen, A. & Malmsten, M. (2012). Antimicrobial peptides: key components of the innate immune system. *Critical Review Biotechnology*, 32, 143–171.
17. Yeaman, M., Yount, N. (2013). Mechanisms of Antimicrobial Peptide Action and Reviews. *Pharmacol Reviews*, 55, 27–55.
18. Zeya, H.I. & Spitznagel, J.K. (1963). Antibacterial and enzymatic basic protein from leukocyte lysosomes: separation and identification. *Science*, 142, 1085–1087.
19. Yarilin, A.A. (2010). *Immunologiya*. (The immunology). Moscow: GEOTAR-Media. [in Russian].
20. Ashmarin, I.P., Zhdan-Pushkina, S.N. & Kokryakov, V.N. (1972). Antibakterial'nye i protivovirusnye funktsii osnovnykh belkov kletki i perspektivy prakticheskogo ikh ispol'zovaniya. *Izvestiya AN SSSR. Ser.: Biologiya*, 4, 502–508. [in Russian].
21. Cole, A.M., Darouiche, R.O., Legarda, D., Connell, N. & Diamond, G. (2000). Characterization of a fish antimicrobial peptide: gene expression, subcellular localization, and spectrum of activity. *Antimicrob. Agents Chemother.*, 44, 2039–2045.
22. Lehrer, R.I., Ganz, T., Selsted, M.E., Babior, B.M. & Curnutte, J.T. (1988). Neutrophils and host defense. *Annual International Medicine*, 109, 127–142.
23. Medzhitov, R. & Janeway, Ch. (2000). Inherent Immunity. *The New England Journal of Medicine*, 343, 338–344.
24. Janeway, C. & Medzhitov, R. (2002). Innate immune recognition. *Annual Review Immunology*, 20, 197–216.
25. Shamova, O.V., Orlov, D.S., Ovchinnikova, T.V., Sal, Kh.G., Tver'yanovich, I.A., Popova, V.A., Orlov, S.B., Dyubin, V.A. & Kokryakov, V.N. (2006). Antimikrobnnye peptidy iz leykotsitov russkogo

- osetra (*Acipenser guldenatadi*). *Fundamental'nye issledovaniya*, 1, 10–13. [in Russian]
26. Shamova, O.V., Orlov, D.S., Ovchinnikova, T.V., Sal, Kh.G., Tver'yanovich, I.A., Popova, V.A., Orlov, S.B., Dyubin, V.A. & Kokryakov, V.N. (2012). Prirodnye antimikrobnnye peptidy atsipensiny i mini-baktenetsiny: poluchenie, kharakteristika fiziko-khimicheskikh svoystv i antibioticheskoy aktivnosti. *Sovremennaya meditsina i farmatsevtika: analiz i perspektivy razvitiya: V Mezhdunarodnoya nauch.-prakt. konf.* Moscow. 51–59. [in Russian].
27. Shamova, O.V., Orlov, D.S., Balandin, S.V., Shramova, E.I., Tsvetkova, E.V., Panteleev, P.V., Leonova, Yu.F., Tagaev, A.A., Kokryakov, V.N. & Ovchinnikova, T.V. (2014). Atsipensiny – novye antimikrobnnye peptidy iz leykotsitov russkogo osetra *Acipenser gueldenstaedtii*. *Acta naturae*, 6, 105–116. [in Russian].
28. Zugairova, O. N., Shamova, O. V., Orlov, D. S., Dyubin, V. P., & Kokryakov, V. N. (2007). Izuchenie antimikrobnnykh peptidov iz leykotsitov sevryugi *Acipenser stellatus*. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ser.: Biologiya*, 3, 89–98. [in Russian].
29. Shamova, O.V. (2013) Molekulyarno-kletochnye osnovy realizatsii biologicheskoy aktivnosti antimikrobnnykh peptidov leykotsitov. *Doctor's thesis*. Sankt-Peterburg. [in Russian].
30. Shamova, O.V., Orlov, D.S., Balandin, S.V., Shramova, E.I., Tsvetkova, E.V., Panteleev, P.V., Leonova, Yu.F., Tagaev, A.A., Kokryakov, V.N. & Ovchinnikova, T.V. (2004). Kationnye antimikrobnnye peptidy iz leykotsitov osetra. *Russian Journal of Immunology*, 9, 77. [in Russian]
31. Shamova, O.V., Orlov, D.S., Balandin, S.V., Shramova, E.I., Tsvetkova, E.V., Panteleev, P.V., Leonova, Yu.F., Tagaev, A.A., Kokryakov, V.N. & Ovchinnikova, T.V. (2009). Antimicrobial peptides from leukocytes of the Russian sturgeon *Acipenser gueldenstadii*. *International Conf. on Biomolecular Science in honor of the 75th anniversary of the birth of Prof. Yu. Ovcinnikov*. Moscow. P. 415.
32. Kokryakov, V.N. (2006). *Ocherki o vrozhdennom immunitete*. Sankt-Peterburg: Nauka. [in Russian].
33. Panteleev, P.V. (2015). Antimikrobnnye peptidy kak faktory vrozhdennogo immuniteta. *Perspektivnye napravleniya fiziko-khimicheskoy biologii i biotekhnologii: XXVII Mezhdunarodnoy zimney molodezhnoy nauchnoy shkoly*. Moscow. P. 33. [in Russian].
34. Pigarevskiy, V.E. (1978). *Zernistye leykotsity i ikh svoystva*. (Granular leukocytes and their properties). Moscow. [in Russian]
35. Kokryakov, V.N., Ashmarin, I.P. & Pigarevskiy, V.E. (1973). O prirode nekotorykh fraktsiy lizosomal'nykh kationnykh belkov leykotsitov. *Biokhimiya*, 38, 1276–1280. [in Russian].

36. Klebanoff, S. & Clark, R. (1978). *The neutrophil: function and clinical disorder*. Amsterdam.
37. Galaktionov, V.G. (2005). *Evolyutsionnaya immunologiya*. (An evolutionary immunology). Moscow: IKTs Akademkniga. [in Russian].
38. Zufarov, K.A., Tukhtaev, K.R. & Yuldashev, A.Yu. (1979). *Leykotsity i kletki rykhloy soedinitel'noy tkani (ul'trastrukturno-funksional'nye aspekty)*. (Leukocytes and loose connective tissue cells). Tashkent: Fan. [in Russian].
39. Brandenburg, K., Andra, J., Garidel, P. & Gutschmann, T. (2011). Peptide-based treatment of sepsis. *Applied Microbiology Biotechnology*, 90, 799–808.
40. Lehrer, R., Ganz, T. & Selsted, M. (1990). Defensins: natural peptide antibiotic from neutrophils. *ASM News*, 56, 315–318.
41. Mangoni, M. L. (2011). Host-defense peptides: from biology to therapeutic strategies. *Cell Mol Life Sci.*, 68, 2157–2159.
42. Nijnik, A. & Hancock, R. (2009). Host defence peptides: antimicrobial and immunomodulatory activity and potential applications for tackling antibiotic-resistant infections. *Journal Emerging Health Threats*, 21–29.
43. Nathan, C. (2006). Neutrophils and immunity: challenges and opportunities. *Natural Review Immunology*, 6, 173–182.
44. Pantelev, P.V. (2015). *Strukturno-funksional'noe issledovanie antimikrobnnykh peptidov zhyvotnogo proiskhozhdeniya. Extended abstract of candidate's thesis*. Moskva. [in Russian].
45. Shamova, O.V., Sakuta, G.A., Orlov, D.S., Zenin, V.V., Shteyn, G.I., Kolodkin, N.I., Afonina, I.V. & Kokryakov, V.N. (2007). Deystvie antimikrobnnykh peptidov iz neytrofil'nykh granulotsitov na opukholevye i normal'nye kletki v kul'ture. *Tsitologiya*, 49, 1000–1010. [in Russian].
46. Umnyakova, E.S., Kudryavtsev, I.V., Grudinina, N.A., Balandin, S.V., Bolosov, I.A., Pantelev, P.V., Filatenkova, T.A., Orlov, D.S., Tsvetkova, E.V., Ovchinnikova, T.V. & Kokryakov V.N. (2016). Internalizatsiya antimikrobnogo peptida atsipensina 1 v opukholevye kletki cheloveka. *Meditinskaya immunologiya*, 18, 575–582. [in Russian].
47. Liu, S.P., Zhou, L., Lakshminarayanan, R. & Beuerman, R.W. (2010). Multivalent antimicrobial peptides as therapeutics: design principles and structural diversities. *International Journal Peptide Research Therapy*, 16, 199–213.
48. Hancock, R. & Chappie, D. (1999). Peptide antibiotics. *Antimicrobials Agents and Chemotherapy*, 43, 1317–1323.
49. Nguyen, L., Haney, E. & Vogel, H. (2011). The expanding scope of antimicrobial peptide structures and their modes of action. *Trends Biotechnology*, 29, 464–472.

50. Koren, E. & Torchilin, V. (2012). Cell-penetrating peptides: breaking through to the other side. *Trends in Molecular Medicine*, 18, 385–393.
51. Korneva, E. A. (2003). *Vvedenie v immunofiziologiyu*. (Introduction to Immunophysiology). ELSBI-SPb. Sankt-Peterburg. [in Russian].
52. Cho, J. & Kim, S. (2010). Non-membrane Targets of Antimicrobial Peptides: Novel Therapeutic Opportunities? Antimicrobial peptides: discovery, design and novel therapeutic strategies. P. 234–241.
53. Lohner, K. (2009). New strategies for novel antibiotics: peptides targeting bacterial cell membranes. *Genetic Physiology Biophysic*, 28, 105–116.
54. Marr, A., Gooderham, W. & Hancock R. (2006). Antibacterial peptides for therapeutic use: obstacles and realistic outlook. *Current opinion in pharmacology*, 6, 468–472.
55. Kerkis, A., Hayashi, M. A., Yamane, T., Kerkis, I. (2006). Properties of cell penetrating peptides (CPPs). *IUBMB Life*, 58, 7–13.
56. Nicolas, P. (2009). Multifunctional host defense peptides: intracellular-targeting antimicrobial peptides. *FEBS Journal*, 276, 6483–6496.

УДК 639.3:597.423

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2019.1.5>

ЗМІНИ ФОСФОРНО-КАЛЬЦІЄВОГО ОБМІНУ У РИБ ПРИ ЇХ ТЕПЛОВИДНОМУ ВИРОЩУВАННІ

Соломатіна В.Д. – д. біол. н., професор

Пінкіна Т.В. – к. біол. н., доцент

Світельський М.М. – к. с.-г. н., доцент

Федючка М.І. – к. с.-г. н., доцент

*Житомирський національний агроекологічний університет,
kbarp@ukr.net*

Переселення коропів із ставів в басейни на підігрітих скидних водах як в осінній, так і весняний періоди, супроводжується зростанням в їх організмі макроергічних фосфорних з'єднань. Це є особливо характерним для м'язової тканини, де рівень АТФ в найбільш теплі літні місяці (липень) майже в два рази вищий, ніж у ставових риб. В печінці коропів, що вирощуються в басейнах, рівень АТФ перевершує аналогічний показник у ставових риб після зимівлі в умовах підвищеної температури води. У риб весняної посадки він нижчий на 18%.

Додавання мінеральних солей до кормових сумішей істотно активує ферменти фосфорного обміну – лужну фосфатазу і Na^+ , K^+ , Mg^{2+} -АТФ-азу (табл. 4). При цьому ступінь активування ферменту залежав від природи мікроелемента і його дози. Так, найбільшим активуючим ефектом по відношенню до аденозинтрифосфатази печінки риб володіє манган у дозі 0,8 і 1,6 г/100 кг корму. Годування риб штучними гранульованими комбікормами з біотичними дозами мангану викликає збільшення активності ферменту в 5–12 разів у порівнянні з контролем. У м'язах піддослідних риб найбільш виражене активування аденозинтрифосфатазної активності зареєстровано при збільшенні кормового споживання сірчанокислого мангану до 1,6–2,4 г/100 кг корму.

Значне підвищення активності лужної фосфатази спостерігається в печінці риб, які споживали корм з меншими дозами сульфату мангану (0,8 і 1,6 г/100 кг). Висока доза його (2,4 г/100 кг) призводила до зменшення активності лужної фосфатази в печінці коропів. Активуючий вплив на лужну фосфатазу мали також сульфатні солі магнію і цинку при збагаченні ними кормових сумішей в дозі 31,0 і 0,8 г/100 кг корму відповідно. Деяко іншою була закономірність у зміні активності лужної фосфатази у м'язах риб під впливом солей магнію, мангану і цинку. Так, сульфатні солі магнію викликали підвищення активності ферменту при внесенні до комбікормів всіх доз, які випробовувались Манган активує лужну фосфатазу при внесенні його в кількості 1,6 г/100 кг корму, а дози цинку 0,8–2,4 г/100 кг – пригнічують її активність.

Ключові слова: короп, фосфорний обмін, тепловидний басейн, садки, рибне господарство, ріст риб, тепловидне середовище.

Постановка проблеми. З кожним роком розширюється будівництво тепловидних рибних господарств, характерною особливістю яких є не лише зміни в температурному режимі, але й у іонному і газовому

складі [2]. При садковому та басейновому вирощуванні коропа на основі відпрацьованих підігрітих вод теплових електростанцій, поряд із загальною позитивною дією теплового чинника, що сприяє більш тривалому періоду активного живлення і росту риб, відмічено також істотні зміни метаболічних процесів в їх організмі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Виявлено, що при застосуванні існуючих комбікормів в організмі риб, що вирощуються в садках на відпрацьованих водах ТЕС, порушуються метаболічні процеси, які виражається у швидкому накопиченні жиру в печінці й інших органах, уповільненні росту скелета, а в окремих випадках і в його викривленні [6]. При зарибленні садків і басейнів часто спостерігається підвищене відмирання молоді риб, особливо в перші тижні після її вселення [5]. Причиною цього є зменшення резистентності їх організму внаслідок значного перепаду температур в період зариблення [7].

Постановка завдання. Нами було поставлене завдання вивчити особливості зміни фосфорно-кальцієвого обміну макроергічних сполук та зміни метаболічних процесів в організмі риб при їх тепловодному вирощуванні в басейнах і садках на підігрітих скидних водах ТЕС.

Матеріали і методи досліджень. Вивчаючи фосфорно-кальцієвий обмін у риб використовували спеціальні методичні підходи, які дозволяють вивчати тканинні, клітинні і органні механізми регуляції обміну речовин з урахуванням особливостей проживання організмів у тепловодному середовищі при вирощуванні у басейнах і садках. Об'єктом досліджень були однорічки і дворічки коропа звичайного (*Cyprinus carpio* L.).

Результати досліджень. Дослідженнями встановлено, що при вирощуванні риб у басейнах на підігрітих скидних водах спостерігаються істотні зміни і в показниках фосфорного обміну (табл.1).

Таблиця 1. Вміст фосфорних з'єднань у тканинах коропа при вирощуванні на підігрітих скидних водах

| Показник | Орган | Ставок «Нивка» (контроль) | Теплове рибне господарство | | | |
|--|---------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------|----------------------------|
| | | | Весняна посадка | | Осіньна посадка | |
| | | | | Відхилення від контролю, % | | Відхилення від контролю, % |
| Фосфор неорганічний, мг% сухої тканини | Печінка | 79,00±0,0 | 91,30±2,17 | +57,5 | 123,00±4,21 | +65,00 |
| | М'язи | 267,00±10,0 | 372,00±10,40 | +39,00 | 331,00±8,91 | +20,00 |
| Фосфор загальний, мг% сухої тканини | Печінка | 971,50±35,3 | 618,30±26,70 | -36,4 | 985,10±36,9* | +1,4 |
| | М'язи | 1214,70±24,90 | 907,50±42,50 | -25,3 | 1011,60±47,60 | -16,8 |

| | | | | | | |
|--|---------|-------------|-------------|-------|------------|--------|
| АТФ-аза, мкг мкг Р/мг білку/год | Печінка | 1,79±0,05 | 1,47±0,06 | -17,9 | 3,15±0,13 | +75,9 |
| | М'язи | 7,12±0,16 | 8,35±0,26 | +17,2 | 2,77±0,18 | -61,1 |
| Лужна фосфатаза, мкг Р/мг білку/год | Печінка | 0,062±0,001 | 0,096±0,003 | +54,8 | 0,13±0,008 | +109,7 |
| | М'язи | 0,12±0,01 | 0,14±0,03 | - | 0,26±0,02 | +116,7 |
| АТФ, мкМ аденіну/г сирової тканини | Печінка | 0,94±0,06 | 0,77±0,04 | -18,0 | 1,05±0,05* | +11,7 |
| | М'язи | 1,21±0,04 | 2,27±0,04 | +87,6 | 2,33±0,13 | +92,5 |
| АДФ, мкМ аденіну/г сирової тканини | Печінка | 0,74±0,05 | 0,52±0,01 | -22,8 | 0,57±0,02 | -22,9 |
| | М'язи | - | 0,48±0,01 | - | 0,81±0,03 | - |
| АМФ, мкМ аденіну/г сирової тканини | Печінка | 0,47±0,02 | 0,37±0,02 | -21,3 | 0,42±0,02* | -10,8 |
| | М'язи | - | 0,45±0,04 | - | 0,42±0,02 | - |
| Сума аденових нуклеотидів, мкМ аденіну/г сирової тканини | Печінка | 2,15±0,06 | 1,66±0,03 | -22,8 | 2,04±0,04* | -5,12 |
| Енергетичний заряд | Печінка | 0,66 | 0,62 | - | 0,65 | - |

*Результат недостовірний

Так, для риб, що вирощуються в теплих водах ТЕС, характерний підвищений рівень неорганічного фосфору і активності лужної фосфатази як в печінці, так і у м'язах. Збільшення названих показників найбільш виражене в тканинах короїв, які перезимували в підігрітих скидних водах. Наприклад, активність лужної фосфатази в печінці і м'язах риб осінньої посадки в 2–3 рази перевищує цей показник у риб, які вирощуються в природних водоймах, тоді як при весняному зарибненні лише на 16,0–55,0%.

За тепловодного вирощування риб у їх печінці вміст АДФ є пониженим у порівнянні із ставовими рибами. Відмічений нами характер змін рівня АТФ, АДФ і неорганічного фосфору за тепловодного вирощування риб свідчить про посилення гліколітичних процесів їхньої печінки. На посилення анаеробного гліколітичного шляху використання глікогену в тканинах риб, які вирощуються в садках на підігрітих скидних водах вказує [6]. При вирощуванні риб на теплих водах відбувається глибший розпад макроергічних фосфорних з'єднань (можливо до інозинмонофосфату), про що свідчить досліджуване нами зменшення рівня АМФ, завдяки чому енергетичний заряд аденілатної системи підтримується на постійному рівні. Тепловодне вирощування риб має істотний вплив на аденозинтрифосфатазну активність тканин (табл. 1).

Так, аденозинтрифосфатазна активність печінки коропа, що вирощується на підігрітих скидних водах, була зниженою у порівнянні з такою у ставових риб при їх весняній посадці на 17,8%, а у тих, що перезимували – перевищувала на 75,9%. Що ж до активності Na^+ , K^+ , Mg^{2+} -АТФ-ази м'язової тканини, то вона перевершувала тканинну

фосфатазну активність ставових риб на 17,2% за весняної посадки і була нижча за неї на 61% за осінньої посадки.

Отже, на обмін фосфорних з'єднань в організмі коропа, який вирощується на підігрітих скидних водах, впливає не тільки температура води, але й період адаптації риб до тепловодних умов утримання. Причому, такі показники як аденозинтрифосфатазна активність залозистих органів, вміст загального фосфору, АТФ, за якими можна проаналізувати інтенсивність окислювальних процесів, перевищують аналогічні показники у ставових риб або наближаються до них тільки після тривалого періоду адаптації до зростання температурного чинника місця існування. За кількістю неорганічного фосфору і активністю лужної фосфатази тканини коропів за їх тепловодного вирощування перевищують такі ж показники риб з природних водойм незалежно від часу перебування в даних умовах.

Іонна активація метаболічних процесів у риб за їх тепловодного вирощування. Зміни метаболічних процесів в організмі риб, які вирощуються в підігрітих скидних водах енергетичних об'єктів, зумовлені, поряд з температурним чинником, також іншими причинами, серед яких найбільш важливими є відсутність у їх раціоні тваринної і рослинної їжі, змінений газовий та іонний склад води.

Як відомо, баланс мінеральних солей в організмі риб заповнюється не лише за рахунок кормового надходження, але й адсорбції безпосередньо з води. В умовах садкового або басейнового вирощування можливості для збалансованого надходження мінеральних речовин в організм украй несприятливі. Це зумовлене температурною обробкою води при проходженні її через агрегати теплових електростанцій, посиленням фотосинтетичних процесів в теплій воді, що супроводжуються зменшенням концентрації вуглекислоти, розпадом бікарбонатів і утворенням важкорозчинних солей кальцію і магнію, які слабо утилізуються [7]. У зв'язку з цим дефіцит мінеральних солей в організмі риб повинен поповнюватись за рахунок їх надходження з кормом. Відомо, що у всі стандартні кормові суміші для риб додається лише крейда (джерело кальцію). Проте, всмоктування її в кишківнику риб, які вирощуються в теплих водах, досить ускладнене, що зумовлене підвищенням у їх організмі карбонатних з'єднань [7]. У той же час іони кальцію в концентрації, що не перевищує 1 мкМ/л, мають позитивний вплив на біосинтетичну функцію залозистих органів риб, зокрема на протікання реакцій карбоксилювання в цих органах у риб, яких вирощуються в теплих водах [3, 8]. Враховуючи наявність взаємозв'язку між обміном кальцію і фосфору, в кормовий раціон для риб необхідно вводити фосфор, оскільки нестача цього елемента в кормі зменшує здатність риб абсорбувати його з місця існування і негативно діє на ріст і розвиток.

З метою підвищення ефективності використання гранульованих комбікормів при басейновому та садковому вирощуванні риб, а також для нормалізації метаболічних процесів у їх організмі разом з кальцієм

і фосфором у кормовий раціон включаються солі магнію, мангану, цинку. Введення солей цих металів в гранульовані комбікорми для риб ґрунтувалось на їх біологічній дії. Відомо, що сірчаноокислі солі магнію, мангану і цинку активують процеси карбоксилування, підсилюючи біосинтез органічних сполук в організмі риб, тим самим сприяючи значному прискоренню росту коропа не лише при його вирощуванні в садках на теплих водах, але й у природних водоймах [3]. Необхідно відзначити, що магній, манган і цинк є мінеральними речовинами, які за певних концентрацій активують процеси аеробного дихання, збільшуючи «енергоозброєність» організму риб [1].

Наші дослідження показали, що введення в штучні гранульовані комбікорми сірчаноокислих солей мангану і цинку в дозі 0,8; 1,6; 2,4 г/100 кг, магнію – 31,0; 62,0% і 93,0 г/100 кг корму поряд з прискоренням росту риб на 43% викликає також істотні зміни у фосфорно-кальцієвому обміні. Так, в печінці риб, які отримують з кормом добавки вказаних елементів, кількість загального фосфору була значно вищою, ніж у контрольної групи риб (табл. 2), а найвищий вміст його відмічений при згодовуванні сірчаноокислого мангану.

Таблиця 2. Вплив окремих мікроелементів (г/100 кг корму) на вміст фосфорних з'єднань і кальцію в печінці коропа (мг% сухої тканини)

| Найменування мікроелемента | Кількість | Показники | | |
|----------------------------|-----------|-------------|------------------|---------------------|
| | | Кальцій | Фосфор загальний | Фосфор неорганічний |
| Контроль | - | 31,00±5,81 | 666,60±49,75 | 130,00±0,53 |
| Манган | 0,8 | - | 907,70±27,7 | 88,00±8,5 |
| | 1,6 | 31,82±0,91* | 1127,70±41,95 | 109,00±2,27 |
| | 2,4 | 47,05±5,88 | 938,00±58,88 | 139,00±0,90 |
| Магній | 31,0 | - | 823,80±32,91 | 79,00±7,0 |
| | 62,0 | 37,85±7,53* | 888,80±39,17* | 93,00±0,50 |
| | 93,0 | 52,66±7,44 | 1031,17±39,28 | 107,00±0,9 |
| Цинк | 0,8 | - | 704,34±52,59* | 111,00±2,0 |
| | 1,6 | 50,18±5,61 | 777,19±23,15 | 92,30±7,5 |
| | 2,4 | 56,43±3,93 | 764,20±19,21* | 89,00±5,21 |

*Результат недостовірний

При цьому залежно від дози сірчаноокислого мангану кількість загального фосфору в печінці коропів перевищувала контрольний рівень на 40–70%. У меншій мірі зростав вміст загального фосфору в печінці риб після введення в комбікорми сірчаноокислого магнію і особливо цинку. Аналогічна закономірність виявляється і у м'язах досліджуваних риб (табл. 3).

Відмічене нами зростання рівня загального фосфору в тканинах коропа при збагаченні комбікормів біологічно активними металами, пов'язане з активацією біосинтезу органічних сполук, у тому числі і багатих на фосфор. Згодовування коропам кормових сумішей, збагачених сірчаноокислими солями мангану, магнію і цинку в дозах 2,25; 93,0,

2,25 г/100 кг відповідно підвищувало інтенсивність включення радіовуглецю (^{14}C) з міченого бікарбонату натрію в білки і ліпіди, екстраговані з печінки риб [3].

Таблиця 3. Вплив окремих мікроелементів (г/100 кг корму) на вміст фосфорних з'єднань і кальцію в м'язах коропа (мг% сухої тканини)

| Найменування мікроелемента | Кількість г/100 кг корму | Показники | | |
|----------------------------|--------------------------|---------------|---------------------|------------------|
| | | Кальцій | Фосфор неорганічний | Фосфор загальний |
| Контроль | - | 114,52±2,63 | 379,0±2,3 | 556,45±4,35 |
| Манган | 0,8 | - | 336,0±1,0 | 833,0±36,06 |
| | 1,6 | 170,04±2,511 | 315,0±1,4 | 742,50±30,43 |
| | 2,4 | 187,31±20,61 | 314,0±4,1 | 780,20±59,3 |
| Магній | 31,0 | - | 271,0±1,0 | 646,50±40,13* |
| | 62,0 | 114,59±14,51* | 176,0±3,21 | 793,00±1,0 |
| | 93,0 | 97,52±10,05 | 334,0±1,0 | 853,96±17,92 |
| Цинк | 0,8 | - | 318,0±5,03 | 763,31±32,61 |
| | 1,6 | 196,45±23,45 | 290,0±2,2 | 772,50±31,14 |
| | 2,4 | 191,75±14,08 | 275,0±1,6 | 723,30±39,47 |

*Результат недостовірний

Відмічено, що споживання рибами збагачених мікроелементами кормових сумішей сприяє підвищенню відкладання солей кальцію в печінці (табл. 2). Найбільший ефект відмічений при внесенні до кормів сірчаноокислого цинку. У м'язовій тканині на вміст кальцію більший вплив спричиняли солі мангану. Ці дані узгоджуються з результатами досліджень [4], які показали залежність між рівнем кальцію в організмі риб і вмістом мангану в кормі.

Згодовування коропам, яких вирощували на підігрітих скидних водах, штучних гранульованих кормових сумішей, збагачених мінеральними речовинами, викликає значні зміни тканинного вмісту макроергічних фосфорних з'єднань (табл. 4).

При цьому зміни вмісту аденінових нуклеотидів (АТФ, АДФ) в печінці і м'язах риб виражені неоднаково. Так, в печінці піддослідних коропів рівень АТФ був значно нижчим, ніж у контрольних риб. Виняток становили риби, які отримували з підкормкою сірчаноокислі солі цинку в дозі 2,4 г/100 кг корму. Найбільш виражене зниження кількості АТФ відбувалось в печінці риб, що споживали у складі гранульованих кормових сумішей 1,6 і 2,4 г/100 кг корму сульфату мангану, а також 62 і 93 г/100 кг корму сульфату магнію.

Таблиця 4. Вплив окремих мікроелементів на зміст АТФ, АДФ і активність ферментів в печінці коропа

| Найменування мікроелемента | Кількість (г/100 кг корму) | АТФ мкМ аденіну/ г сухої тканини | АДФ | АТФ-аза, мкг Р/мг білку/1 год. | Лужна фосфатаза |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------------|------------|--------------------------------|-----------------|
| Манган | 0,8 | 1,25±0,02 | 1,25±0,04 | 4,90±0,35 | 0,86±0,01 |
| | 1,6 | 1,07±0,05 | 1,36±0,05 | 9,48±0,20 | 0,97±0,01 |
| | 2,4 | 1,11±0,02 | 0,88±0,01 | 2,00±0,12 | 0,35±0,01 |
| Магній | 31,0 | 1,17±0,01 | 0,99±0,03 | 3,27±0,02 | 0,69±0,01 |
| | 62,0 | 1,11±0,02 | 0,93±0,01 | 1,69±0,02 | 0,28±0,004 |
| | 93,0 | 1,11±0,01 | 1,21±0,01 | 1,44±0,02 | 0,21±0,003 |
| Цинк | 0,8 | 1,42±0,03 | 1,04±0,02* | 1,49±0,03 | 1,01±0,004 |
| | 1,6 | 1,21±0,02 | 1,03±0,01 | 2,10±0,01 | 0,27±0,01 |
| | 2,4 | 2,39±0,06 | 1,17±0,02* | 2,31±0,04 | 0,38±0,01 |
| Контроль | - | 1,57±0,01 | 1,13±0,02 | 0,82±0,004 | 0,47±0,01 |

*Результат недостовірний

Слід підкреслити, що кількість аденозиндифосфорної кислоти в печінці коропів, які отримували сірчаноокислий магній в дозі 31 і 62 г/100 кг і сірчаноокислий цинк (0,8 1,6 г/100 кг корму) була нижчою, ніж у контрольних риб, тоді як збільшення дози (93 і 2,4 г/100 кг відповідно) викликало різке збільшення її тканинного вмісту. У динаміці тканинного вмісту АДФ під впливом біотичних доз сірчаноокислого мангану встановлена залежність, обернена концентрації елементу в кормі. Необхідно відзначити, що вміст неорганічного фосфору в печінці піддослідних риб під впливом згодовування комбікормів, збагачених добавками магнію, мангану і цинку, був зменшений у порівнянні з контрольною групою риб. Виключення складав лише вміст неорганічного фосфору в печінці коропів, що отримували як мінеральну добавку сірчаноокислий манган в дозі 2,4 г/100 кг корму, коли спостерігалось зростання його рівня. Виходячи з вищевикладеного, можна припустити, що біоенергетичні процеси в печінці піддослідних риб протікають на достатньо високому рівні. Проте, вміст АТФ при цьому не збільшувався, а, навпаки, зменшувався. Відмічений факт пояснюється посиленням біосинтетичної функції печінки коропів, які отримали мінеральні добавки [3]. У результаті цього значно збільшується приріст живої ваги [7]. Необхідно підкреслити, що в м'язах піддослідних риб, на відміну від печінки, рівень АТФ був вищим у порівнянні з таким у коропів, які не отримували мінеральних солей.

Додавання мінеральних солей до кормових сумішей істотно активує ферменти фосфорного обміну – лужну фосфатазу і Na^+ , K^+ , Mg^{2+} -АТФ-азу (табл. 4). При цьому ступінь активування ферменту залежав від природи мікроелемента і його дози. Так, найбільшим активуючим ефектом по відношенню до аденозинтрифосфатази печінки риб володіє манган у дозі 0,8 і 1,6 г/100 кг корму. Годування риб штучними гранульованими

комбікормами з біотичними дозами мангану викликає збільшення активності ферменту в 5–12 разів у порівнянні з контролем. У м'язах піддослідних риб найбільш виражене активування аденозинтрифосфатазної активності зареєстровано при збільшенні кормового споживання сірчаноокислого мангану до 1,6–2,4 г/100 кг корму.

Значне підвищення активності лужної фосфатази спостерігається в печінці риб, які споживали корм з меншими дозами сульфату мангану (0,8 і 1,6 г/100 кг). Висока доза його (2,4 г/100 кг) призводила до зменшення активності лужної фосфатази в печінці коропів. Активуючий вплив на лужну фосфатазу мали також сульфатні солі магнію і цинку при збагаченні ними кормових сумішей в дозі 31,0 і 0,8 г/100 кг корму відповідно. Дещо іншою була закономірність у зміні активності лужної фосфатази у м'язах риб під впливом солей магнію, мангану і цинку. Так, сульфатні солі магнію викликали підвищення активності ферменту при внесенні до комбікормів всіх доз, які випробовувались Манган активує лужну фосфатазу при внесенні його в кількості 1,6 г/100 кг корму, а дози цинку 0,8–2,4 г/100 кг – пригнічують її активність.

На підставі отриманих даних по впливу окремих іонів на біоенергетичні і біосинтетичні процеси була складена комплексна мінеральна добавка для коропів, яких вирощують в садках на підігрітих скидних водах ТЕС. У цю мінеральну добавку, окрім сірчаноокислих солей магнію, мангану і цинку, а також крейди (джерело Ca^{2+}), введені й інші з'єднання зокрема, діамонійфосфат, хлористий натрій, хлористий кобальт. Введення їх базується на впливі, який здійснюють ці елементи на метаболічні процеси, що протікають в організмі риб з урахуванням теплового чинника середовища. Так, введення в мінеральну добавку для риб діамонійфосфату передбачало часткову заміну азоту тваринного походження на амонійні солі, а також введення аніонів фосфору, вкрай необхідного для росту і розвитку організму. Додавання в кормові суміші хлористого натрію проводилось з метою введення в організм риб такого осмотично активного іона, як натрій і створення сприятливих умов для поглинання кальцію, враховуючи наявність взаємозв'язку кишкового транспорту цих елементів. Включення в кормові суміші вуглекислого кобальту пояснювалось його активуючим впливом по відношенню до кісткової лужної фосфатази і карбоксилази.

У ході проведення досліджень було встановлено, що найбільш високий ефект на ріст коропа мала мінеральна добавка, до складу якої входили наступні інгредієнти: (у грамах на 100 кг корму): сірчаноокислий магній – 62,0; сірчаноокислий цинк і сірчаноокислий манган – по 1,6; хлористий натрій – 1000,0; бікарбонат натрію – 740,0; вуглекислий кобальт – 5,0; діамонійфосфат – 62,0; крейда – 1000,0 [6]. Згодовування коропам вказаної мінеральної добавки супроводжується також зміною керованості біоенергетичних процесів у їхньому організмі (табл. 5).

Таблиця 5. Вплив згодовування комплексу мінеральних солей у складі штучних кормових з'єднань на вміст фосфорних з'єднань і активність АТФ-ази в печінці коропа

| Показники | Група риб | |
|---|--------------|---------------|
| | Контрольна | Піддослідна |
| Фосфор загальний (мг% сухої тканини) | 666,60±49,75 | 686,60±17,43* |
| Фосфор неорганічний (мг% сухої тканини) | 130,00±0,50 | 114,0±1,20 |
| АТФ (мкМ аденіну/г сирової тканини) | 1,57±0,01 | 1,19±0,02 |
| АДФ (мкМ аденіну/г сирової тканини) | 1,13±0,02 | 0,92±0,03 |
| Na ⁺ , K ⁺ , Mg ²⁺ -АТФ-АЗА (мкг Р/мг білка/1 год) | 0,82±0,004 | 1,79±0,02 |

*Результат недостовірний

Так, у печінці групи риб, які отримували у складі комбікормів сольовий премікс, рівень аденозинтрифосфору і аденозиндифосфору, а також неорганічного фосфору був нижчим, ніж у контрольних риб.

Так, у печінці групи риб, що отримували у складі комбікормів сольовий премікс, рівень аденозинтрифосфору і аденозиндифосфору, а також неорганічного фосфору був нижчим, ніж у контрольних риб. Разом з цим відмічено активуючий вплив мінеральної добавки на Na⁺, K⁺, Mg²⁺-АТФ-азу і пов'язане з цим підвищене витрачання макроергічних фосфорних з'єднань на синтез органічних сполук.

Разом із цим відмічено активуючий вплив мінеральної добавки на Na⁺, K⁺, Mg²⁺-АТФ-азу і пов'язане з цим підвищене витрачання макроергічних фосфорних з'єднань на синтез органічних сполук.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Таким чином, включення в кормові суміші для риб неорганічних іонів значно посилює біоенергетичні реакції, зокрема, обмін макроергічних фосфорних з'єднань, що є важливим чинником у регуляції метаболічних процесів в їх організмі, у тому числі і пов'язаних з біосинтезом органічних сполук.

Подальші наші дослідження будуть скеровані на вивчення фосфоро-кальцієвого обміну макроергічних сполук та зміни метаболічних процесів в організмі риб за їх тепловодного вирощування в басейнах і садках на підігрітих скидних водах ТЕС на прикладі інших видів риб, зокрема, канального сома, білого амура і білого товстолаба. Ці дані можуть бути корисними для фахівців, що займаються питаннями розведення примислових видів риб.

ИЗМЕНЕНИЯ ФОСФОРНО-КАЛЬЦИЕВОГО ОБМЕНА У РЫБ ПРИ ИХ ТЕПЛОВОДНОМ ВЫРАЩИВАНИИ

Соломатина В.Д. – д. биол. н., профессор

Пинкина Т.В. – к. биол. н., доцент

Свительский Н.М. – к. с.-х. н., доцент

Федючка Н.И. – к. с.-х. н., доцент

Житомирский национальный агроэкологический университет, kbapn@ukr.net

Переселение карпов из прудов в бассейны на подогретых сбросных водах как в осенний, так и весенний периоды, сопровождается увеличением количества в их организме макроэргических фосфорных соединений. Это особенно характерно для мышечной ткани, где уровень АТФ в наиболее теплые летние месяцы (июль) почти в два раза выше, чем у прудовых рыб. В печени карпов, выращиваемых в бассейнах, уровень АТФ превосходит аналогичный показатель у прудовых рыб после зимовки в условиях повышенной температуры воды. У рыб весенней посадки он ниже на 18%.

Добавление минеральных солей в кормовых смесей существенно активизирует ферменты фосфорного обмена - ЩФ и Na⁺, K⁺, Mg²⁺ + АТФ-азу (табл. 4). При этом степень активации фермента зависит от природы микроэлемента и его дозы. Так, самым активирующим эффектом по отношению к аденозинтрифосфатаза печени рыб обладает марганец в дозе 0,8 и 1,6 г / 100 кг корма. Кормления рыб искусственными гранулированными комбикормами с биотическими дозами марганца вызывает увеличение активности фермента в 5-12 раз по сравнению с контролем. В мышцах подопытных рыб наиболее выраженное активации аденозинтрифосфатазной активности зарегистрировано при увеличении кормовой потребления сернистого марганца в 1,6-2,4 г / 100 кг корма.

Значительное повышение активности щелочной фосфатазы наблюдается в печени рыб, которые потребляли корм с меньшими дозами сульфата марганца (0,8 и 1,6 г / 100 кг). Высокая доза его (2,4 г / 100 кг) приводила к уменьшению активности щелочной фосфатазы в печени карпов. Активирующее влияние на ЩФ имели также сульфатные соли магния и цинка при обогащении ими кормовых смесей в дозе 31,0 и 0,8 г / 100 кг корма соответственно. Несколько иной была закономерность в изменении активности щелочной фосфатазы в мышцах рыб под влиянием солей магния, марганца и цинка. Так, сульфатные соли магния вызвали повышение активности фермента при внесении в комбикормов всех доз, которые испытывались марганец активизирует ЩФ при внесении его в количестве 1,6 г / 100 кг корма, а дозы цинка 0,8-2,4 г / 100 кг - угнетают ее активность.

Ключевые слова: карп, фосфорный обмен, тепловодный бассейн, садки, рыбное хозяйство, рост рыб, тепловодная среда.

CHANGES IN CALCIUM AND PHOSPHORUS METABOLISM IN FISH WITH THEIR WARM-WATER GROWING

Solomatina V.D., Pinkina T.V., Svitelskyi M.M., Feduchka M.I.

Zhytomyr National Agroecological University, kbapn@ukr.net

Relocation of carps from ponds to the pools on heated waste waters, both in autumn and spring, is accompanied by an increase in the number of high-energy phosphoric compounds in their bodies. This is especially characteristic of muscle

tissue, where the level of ATP in the warmest summer months (July) is almost two times higher than in pond fish. In the liver of carps grown in swimming pools, the level of ATP exceeds that of pond fish after wintering in conditions of elevated water temperature. In spring landing fish, it is lower by 18%.

The addition of mineral salts in feed mixtures significantly activates phosphorus metabolism enzymes - alkaline phosphatase and Na⁺, K⁺, Mg²⁺ + ATPase (Table 4). The degree of activation of the enzyme depended on the nature of the trace element and its dose. So, manganese at a dose of 0.8 and 1.6 g / 100 kg of feed has the most activating effect in relation to fish liver adenosine triphosphatase. Feeding fish with artificial granular compound feeds with biotic doses of manganese causes an increase in enzyme activity by a factor of 5-12 compared with the control. In the muscles of experimental fish, the most pronounced activation of adenosine triphosphatase activity was recorded with an increase in feed intake of manganese sulfate in 1.6-2.4 g / 100 kg of feed.

A significant increase in alkaline phosphatase activity is observed in the liver of fish that consumed food with lower doses of manganese sulfate (0.8 and 1.6 g / 100 kg). A high dose of it (2.4 g / 100 kg) led to a decrease in the activity of alkaline phosphatase in the liver of carps. The sulfate salts of magnesium and zinc also had an activating effect on alkaline phosphorus when they were enriched in feed mixtures at a dose of 31.0 and 0.8 g / 100 kg of feed, respectively. A slightly different pattern was in the activity of alkaline phosphatase in fish muscles under the influence of magnesium, manganese and zinc salts.

So, magnesium sulfate salts caused an increase in the activity of the enzyme when all doses that were tested were added to the feed, manganese activates alkaline phosphatase when it is added in the amount of 1.6 g / 100 kg of feed, and zinc doses of 0.8-2.4 g / 100 kg inhibit its activity.

Keywords: carp, phosphorus exchange, warm water pool, cages, fisheries, fish growth, warm-water environment.

ЛІТЕРАТУРА

1. Арсан О.М. Особенности функционирования основных механизмов процессов акклиматизации рыб к абиотическим факторам водной среды: Автореф. дисс. докт. биол. н. М.: 1987. 37с.
2. Веригин Б.В. Термогенная эвтрофикация и рыбное хозяйство. Всесоюзное совещание по рыбхоз. использованию тёплых вод энергетических объектов. Москва, 1975. С.: 3-4.
3. Евтушенко Н.Ю. Интенсивность фиксации углекислоты в тканях карпов в зависимости от температуры среды. *Укр. биохим. журнал.* 1976. №48. С. 629-632.
4. Крисальский В.А., Гребенкина Т.Г. Тканевое содержание воды, кальция и фосфора у карпов, выращиваемых в садках на подогретых водах. Освоение тёплых вод энергетических объектов для интенсивного рыбоводства. К.: Наукова думка, 1978. С. 69-94.
5. Печокинес А., Жалюкене А., Заблоцкис Ю. Методы использования Литовской ГРЭС в целях рыбоводства. Освоение тёплых вод энергетических объектов для интенсивного рыбоводства. К.: Наукова думка, 1978. С. 137-141.

6. Романенко В.Д., Коцар Н.І. Регуляція кислотно-лужної рівноваги крові риб при їх адаптації щодо зміни температури води. *Фізіол. журнал*. 1976. №6. С. 750-754.
7. Романенко В.Л., Весельский С.П., Евтушенко Н.Ю., Влияние термальных вод на метаболические процессы в печени рыб. *Доклады АН УССР*, серия Б. 1976. № 4. С. 350-352.
8. Топачевский А.В., Кафтаникова О.Г. Влияние тепло-электростанций на биологический режим водоёмов-охладителей. *Вестн. академии наук УССР*. 1978. № 12. С. 74-78.

REFERENCES

1. Arsan O.M. (1987). Osobennosti funkcionirovaniya osnovnykh mekhanizmov processov akklimatizatsii ryb k abioticheskim faktoram vodnoy sredy: Avtoref. diss. dokt. biol. n. Moscow. [in Russian].
2. Verigin B.V. (1975). Termogennaya jevtrofikatsiya i rybnoe hazajstvo. *Vsesojuznoe soveshhanie po rybhov. ispol'zovaniju tjoplykh vod jenergeticheskikh ob#ektov*. Moscow. P. 3-4. [in Russian].
3. Evtushenko N.Ju. (1976). Intensivnost' fiksatsii uglekisloty v tkanjah karpov v zavisimosti ot temperatury sredy. *Ukrainskij biohimicheskij zhurnal*. no 48. P. 629-632. [in Russian].
4. Krisal'skij V.A., Grebenkina T.G. (1978). *Tkanevoe sodержanie vody, kal'cija i fosfora u karpov, vyrashhivaemykh v sadkah na podogretykh vodah. Osvoenie tjoplykh vod jenergeticheskikh ob#ektov dlja intensivnogo rybovodstva*. (The content of water, calcium and phosphorus in the tissues of carps which grown in cages on heated waters. The development of warm waters of energy facilities for intensive fish farming). Kyiv: Naukova dumka. P. 69-94. [in Russian].
5. Pechjukines A., Zhaljukene A., Zablockis Ju. (1978). *Metody ispol'zovanija Litovskoj GRJeS v celjah rybovodstva. Osvoenie tjoplykh vod jenergeticheskikh ob#ektov dlja intensivnogo rybovodstva*. (Methods of using Lithuanian GRES for fish farming. The development of warm waters of energy facilities for intensive fish farming). Kyiv: Naukova dumka. P. 137-141. [in Russian].
6. Romanenko V.D., Kocar N.I. (1976). Reguljacija kyslotno-luzhnoi' rivnovagy krovi ryb pry i'h adaptatsii' shhodo zminy temperatury vody. *Fiziol. Zhurnal*. No 6. P 750-754. [in Ukrainian].
7. Romanenko V.L., Vesel'skij S.P., Evtushenko N.Ju. (1976). Vlijanie termal'nykh vod na metabolicheskie processy v pečeni ryb. *Doklady AN USSR*, serija B. 1976. no. 4. P. 350-352. [in Russian].
8. Topachevskij A.V., Kaftannikova O.G. (1978). Vlijanie teplojelektrostantsij na biologicheskij rezhim vodojomov-ohladiutelej. *Vestn. akademii nauk USSR*. no. 12. P.74-78. [in Russian].

АКВАКУЛЬТУРА

УДК 597.551.2:639.3:57.047

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2019.1.6>

РЕГУЛЮВАННЯ РІВНЯ РОЗВИТКУ ФІТОПЛАНКТОНУ ТА АБІОТИЧНИХ УМОВ У РИБНИЧИХ СТАВАХ

Козичар М.В. – к. с.-г. н., доцент

Оліфіренко В.В. – к. вет. н., доцент

Подаков Є.С. – к. е. н., доцент

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

Протягом тривалого часу ставкове рибоводство в Україні розвивалося в напрямку інтенсифікації технологічних процесів, спрямованих на збільшення виробництва рибної продукції на одиницю площі ставків, задіяних у виробництві риби. Комплекс таких технологічних заходів включає збільшення густоти висадки риби, що зумовлює необхідність збільшення обсягу витрат на штучні корми та стимулювання розвитку природної кормової бази за рахунок використання мінеральних та органічних добрив. Ці заходи сильно впливають на гідрохімічний режим, зокрема, на газ - один із обмежуючих факторів в інтенсивно експлуатованих запасах, а також на рівень розвитку фітопланктону, а отже і на величину первинної продукції.

Враховуючи тісний взаємозв'язок абіотичних та біотичних факторів, слід застосовувати комплекс заходів інтенсифікації таким чином, щоб забезпечити формування сприятливих гідрохімічних та гідробіологічних режимів для риб, а отже, при застосуванні добрив для стимулювання розвитку фітопланктону та його збільшення цінність первинних продуктів, слід враховувати, що: по-перше, в інтенсивно експлуатованих штабелях, які вирощуються багатокультурною рибою, потреба у фітопланктоні в біогенних елементах значною мірою задовольняється р. Підсумуйте рослинні залишки, продукти обміну риби та залишків штучного корму; По-друге, не тільки кількість добрив, що використовуються на одиницю площі, а й методи їх внесення та співвідношення їх біогенних елементів, має велике значення для збільшення врожаю рибної продукції шляхом створення хороших життєрадісних гідрохімічних умов та підтримки оптимального рівень первинного виробництва.

У сучасних умовах пасовищні форми аквакультури широко застосовуються в господарствах, де основним методом стимулювання розвитку фітопланктону є внесення в державу мінеральних добрив. Запліднення колів низькими дозами азотних та фосфорних добрив дає змогу підтримувати розвиток планктонних водоростей у вегетаційний період на достатньому рівні для рибних ставків.

Мінеральні добрива, що підсилюють загальну біомасу та впливають на формування видового складу водоростей через співвідношення кількості азоту та фосфору в добривах, відіграватимуть вирішальну роль у збільшенні біомаси фітопланктону та кормової бази рибних фітофагів. Визначення потреби у фітопланктоні в азоті чи фосфорі дає можливість удобрити оптимальне співвідношення азоту та фосфору до нього, отримати максимальну ефективність від використаних добрив та економно їх витратити.

Вапнування водойм вирішує ряд меліоративних питань (дезінфекція, підвищення вмісту кальцію, рН води та ґрунту). Вапняк неферментованого вапна з подальшим підживленням азотно-фосфатними добривами є одним із основних засобів покращення якості води та гідрохімічних умов у великих стопах - понад 100 г.

Ключові слова: фітопланктон, абіотичні умови, рибні пари, вапнування ставків, біомаса.

Постановка проблеми. Погіршення екологічного стану водного середовища і порушення нормальних умов відтворення рибних запасів в озерах, річках, водосховищах та інших водоймах обумовлені багатьма причинами, зокрема порушенням водоохоронних захисних смуг по берегах природних, трансформованих будівництвом штучних гідроекосистем, інтенсивним забрудненням стічними водами промислово-побутового комплексу аграрного сектору економіки. Ставове рибництво в Україні протягом багатьох років розвивалось в напрямку інтенсифікації технологічних процесів, націлених на підвищення об'ємів виробництва рибної продукції з одиниці площ ставів, задіяних під виробництво риби. Комплекс таких технологічних заходів включає підвищення щільності посадки риб, що викликає необхідність підвищувати об'єми витрат штучних кормів і стимулювання розвитку природної кормової бази шляхом використання мінеральних і органічних добрив. Названі заходи в значній мірі впливають на гідрохімічний режим, зокрема на газовий – один з лімітуючих факторів у ставах, що інтенсивно експлуатуються, а також на рівень розвитку фітопланктону а значить і на величини первинної продукції.

Враховуючи тісний взаємозв'язок між абіотичними і біотичними факторами, комплекс інтенсифікаційних заходів потрібно застосовувати таким чином, щоб забезпечити формування сприятливих для риб гідрохімічного і гідробіологічного режимів. А тому, при застосуванні добрив для стимулювання розвитку фітопланктону і підвищення величини первинної продукції слід мати на увазі, що: по-перше, у ставах, що інтенсивно експлуатуються, зариблених полікультурною риб, потреба фітопланктону в біогенних елементах в значній мірі задовольняється за рахунок розкладу залишків рослин, продуктів обміну риб та залишків штучних кормів; по-друге, підвищення виходу рибної продукції шляхом створення благоприємних гідрохімічних умов і підтримання на оптимальному рівні величини первинної продукції велике значення має не тільки кількість використаних на одиницю площі добрив, але і методи їх внесення та співвідношення у них біогенних елементів [1, 2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В результаті інтенсивного гідробудівництва суттєво змінилися умови існування гідробіонтів на всій протяжності Дніпра [1]. Відповідними дослідженнями, які стосувалися початкових етапів зарегулювання, встановлено, що у складі іхтіофауни нижнього Дніпра відбулися певні негативні зміни [2]. При цьому важливо відзначити що цей процес триває до сьогодні і притаманний іншим водоймам Азово-Чорноморського басейну [3]. У той же час, об'єктивні дослідження переконливо свідчать про те, що трансформовані акваторії річкових гідроекосистем мають високий біопродукційний потенціал. Кормовий ресурс у складі біопродукційного потенціалу демонструє достатньо високі показники чисельності та біомаси кормових гідробіонтів, які, навіть в умовах скорочення чисельності цінних у промисловому відношенні видів риб, ефективно не використовуються.

Формулювання цілей статті. Завданням досліджень було проведення аналізу стану регулювання рівня розвитку фітопланктону та абіотичних умов у різних ставах Херсонського виробничо-експериментального заводу в сучасних умовах господарювання.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження ефективності стимулювання розвитку фітопланктону шляхом удобрення вирощувальних ставів 2-го порядку Херсонського виробничо-експериментального заводу (ХВЕЗ) мінеральними (аміачною селітрою і суперфосфатом) та органічними добривами (перегноєм) протягом вегетаційного періоду показали, що внесення у ставу на початку літа по 20 кг/га аміачної селітри і по 25 кг/га суперфосфату забезпечило розвиток фітопланктону на рівні 19 г/м³, а у середині літа 23 г/м³ [3].

Удобрення вирощувальних ставів з розрахунку доведення концентрації азоту до 2,0 мг/л і фосфору до 0,5 мг/л і калію до 2,0 мг/л забезпечило розвиток фітопланктону в середньому за вегетаційний період від 35,1 до 44,8 мг/л, а витрати добрив на 1 кг вирощеної риби склали: амонійної і калійної селітри по 228 г, а суперфосфату – 203 г.

Оцінка впливу мінеральних добрив на планктон показала, що багаторазове внесення азотних і фосфатних добрив невисокими дозами дає можливість підтримувати розвиток планктонних водоростей і зоопланктону на достатньому для вирощувальних ставів рівні. Так, при внесенні у стави прийомів від 89,7 до 118,1 кг/га аміачної селітри та від 144,9 до 174,2 кг/га суперфосфату середні за вегетаційні періоди показники біомаси фітопланктону склали в різні сезони від 15,20 до 20,0 г/м³ а продукція водоростей за добу від 12,56 до 16,20 г/м³ [3].

Хороший ефект від стимулювання розвитку фітопланктону шляхом внесення аміачної селітри і суперфосфату невеликими дозами отриманий при удобренні вирощувальних ставів 1 і 2 порядку у Голопристанській ділянці ХВЕЗ (табл. 1).

Таблиця 1. Динаміка біомаси фітопланктону у ставах з різною кількістю мінеральних добрив

| № ставів | Показники | Дата | | | | | | Середні г/м ³ | Всього кг/га |
|----------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------|-----------------|
| | | 28.07 | 30.07 | 09.08 | 20.08 | 30.08 | 20.09 | | |
| 3 | фітопланктон, г/м ³ | 23,0 | 19,0 | 17,0 | 24,0 | 18,0 | 17,0 | 20,1 | |
| | аміачна селітра, кг/га | 17,2 | 20,0 | 17,1 | 11,0 | 7,0 | - | | 62,3 |
| | суперфосфат, кг/га | 15,8 | 10,0 | 15,3 | 10,0 | 8,0 | - | | 59 |
| 5 | фітопланктон, г/м ³ | 19,0 | 23,0 | 28,0 | 24,0 | 22,0 | 21,0 | 22,4 | |
| | аміачна селітра, кг/га | 17,0 | 17,0 | 17,1 | 11,4 | 11,4 | - | | 73,9 |
| | суперфосфат, кг/га | 16,0 | 16,0 | 15,3 | 10,5 | 10,5 | - | | 68,3 |
| 8 | фітопланктон, г/м ³ | 13,0 | 17,0 | 15,5 | 15,5 | 15,5 | 15,0 | 15,6 | |
| | аміачна селітра, кг/га | 17,1 | 17,1 | 11,4 | 10,0 | 6,0 | - | | 61,7 |
| | суперфосфат, кг/га | 15,8 | 15,8 | 10,5 | 11,0 | 7,0 | - | | 60,1 |

Удобрення ставів з 28,07 по 20,09 аміачною селітрою (від 6,0 до 17,2 кг/га) і суперфосфату (від 7,0 до 16,0 кг/га) дало можливість підтримувати біомасу фітопланктону на рівні 13,0 – 28,0 г/м³.

Сумарну продукцію фітопланктону за вегетаційний період можна визначити за показниками середньої біомаси фітопланктону за добу та величиною ефективної первинної продукції (P), яка розраховується як добуток валової первинної продукції (A) і коефіцієнта асиміляції (0,75). При цьому енергетичний коефіцієнт кисню приймають за 3,14, а калорійність сирової речовини водоростей 1 ккал/г. Кормова база риб-фітофагів визначається як половина продукції, кормовий коефіцієнт приймається за 50. Прикладом таких розрахунків може бути визначення сумарної продукції фітопланктону у вирощувальних ставах 2-го порядку ХВЕЗ (табл. 2).

Показники сумарної продукції фітопланктону дають можливість оцінювати забезпеченість риб-фітофагів кормом і прогнозувати потенційну рибопродуктивність в досліджуваних ставах.

Реакція окремих видів водоростей на біогенні елементи. Слід зауважити, що представники різних відділів водоростей потребують для свого розвитку ті чи інші кількості біогенних елементів, зокрема, сприятливі умови для розвитку зелених водоростей створюються при концентрації у воді нітратного азоту 5–10 мг/л, а для діатомових азоту потрібно значно менше. Деякі види синьозелених водоростей здатні поглинати вільний азот. Окремі види водоростей утилізують із води різні солі азоту: так представник синьозелених водоростей *Anabaena* засвоює, в першу чергу амонійний азот, а більшість зелених водоростей

– нітратний. В зв'язку з цим суттєвим моментом раціонального удобрення ставів являється систематичне визначення біологічної потреби планктонних водоростей в основних біогенних речовинах, в першу чергу в азоті і фосфорі та у системаційному контролі за ефективністю їх дії.

Таблиця 2. Розрахунок середніх показників продукції фітопланктону у вирощувальних ставах 2-го порядку ХВЕЗ

| Роки | № ставів | Ефективна первинна продукція | | Середня біомаса фітопланктону г/м ³ | Р/В коефіцієнт добовий | Продукція водоростей за добу г/м ³ | Сумарна продукція фітопланктону за вегетаційний період (135 діб) | |
|------|----------|--|--------|---|---------------------------|--|--|---------|
| | | мгО ₂ *м ³ * добу ⁻¹ | ккал/г | | | | г/м ³ | кг/га |
| 2016 | 2 | 5,9*0,75=4,43 | 13,91 | 18,40 | 0,75 | 13,80 | 1863,0 | 18630,0 |
| | 3 | 6,9*0,75=5,18 | 16,26 | 20,00 | 0,81 | 16,20 | 2187,0 | 21870,0 |
| | 4 | 6,8*0,75=5,10 | 16,01 | 16,70 | 0,95 | 15,86 | 2141,1 | 2141,0 |
| | 2 | 5,35*0,75=4,01 | 12,59 | 18,20 | 0,69 | 12,56 | 1695,6 | 16956,0 |
| | 3 | 6,12*0,75=4,59 | 14,41 | 16,90 | 0,85 | 14,36 | 1938,6 | 19386,0 |
| | 4 | 6,59*0,75=4,94 | 15,51 | 15,20 | 1,02 | 15,50 | 2092,5 | 20925,0 |

Динаміка біогенних елементів у різних ставах залежить, в основному, від таких факторів, як надходження азоту і фосфору у воду за рахунок розкладу органічних речовин і їх утилізації фітопланктоном в процесі фотосинтезу. В зв'язку з цим вміст біогенних елементів у воді протягом сезону коливається в широких межах, а тому перед внесенням у стави чергової дози добрив необхідно визначати потребу ставів в добривах, а значить контролювати правильність розрахунків та корелювати попередньо розроблений графік удобрення ставів і дози добрив. Дослідження ефективності різних методів удобрення ставів аміачною селітрою і суперфосфатом у різних регіонах показали безумовну перевагу внесення добрив на основі визначення біологічної потреби фітопланктону в азоті чи фосфорі, що дає можливість підтримувати певний рівень «цвітіння» води і економне використання добрив. Доцільність застосування чергової дози визначається за рівнем валової первинної продукції, яка для різних ставів оптимальна в межах 8–10 мгО₂/л за добу, а тому удобряють стави потрібно лише при умові, що первинна продукція нижче рекомендованих рівнів.

Для визначення потреби ставів у добривах потрібно дослідити при додаванні якого чи яких удобрювальних речовин підвищується

рівень розвитку фітопланктону. Реакція планктону на підвищення вмісту у воді біогенних елементів визначається за кількістю виділеного чи утилізованого кисню.

Оскільки домінуючі комплекси фітопланктону протягом сезону не повторюються, то визначення потреби фітопланктону в біогенних елементах проводиться не рідше одного разу на місяць.

Для цього серія з 10 склянок з притертими пробками об'ємом біля 100 мл з непофарбованого скла заповнюється водою досліджуваного ставу. Воду для заповнення склянок збирають емаліроване чисте відро з різних ділянок ставу (в залежності від його розміру у 10–15 містах) для отримання середньої проби. Перемішану у відрі пробу за допомогою резинової трубки заливають у склянки таким чином, щоб після їх закриття притертими пробками у склянках не залишилось повітря. Дві закриті склянки обгортають чорним дерматином чи поліетиленовою плівкою, а дві залишають світлими (контрольні). В наступні шість склянок вносять стандартні розчини біогенних елементів: у дві – азоту, у дві – фосфору і у дві розчини азоту і фосфору разом. Склянки герметично закривають, концентрація азоту в них повинна дорівнювати 2,0 мг/л, фосфору – 0,5 мг/л. Для цього у склянку 100 мл потрібно внести по 1 мл стандартних розчинів, які готують наступним чином: в 1л дистильованої води розчиняють 0,572 г азотнокислого амонію NH_4NO_3 (для визначення потреби у азоті) або 0,252 г однозаміщеного фосфорнокислого натрію – $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (для визначення потреби у фосфорі). Склянки встановлюють у воду досліджуваного ставу на глибині прозорості за диском Секкі і експонують у воді весною – дві доби, а літом – одну добу. Після вказаної експозиції у склянках визначають вміст кисню.

Для експозиції склянок зручним являється наступний пристрій у ставу встановлюють металеву трубку діаметром 20-25 мм з просвердленими у верхній її частині отворами в які можна вставляти цвяхи, чи інші металеві штирі. На трубку за допомогою втулки і трьох проволочних тяг закріплюють металеве коло діаметром 25–30 см з напаяними на нього 10 парами металевих штативів довжиною 7–10 см, відстань між штирями біля 4,0 см. Заповнені водою склянки кріпляться на штирях за допомогою резинок. Металеве коло з прикріпленими склянками за допомогою втулки до якої воно прикріплене одівають на трубку і фіксують штирем на глибині прозорості. Після експозиції склянки легко знімаються й передаються для визначення в них вмісту кисню. Найвищий приріст кисню покаже якого з біогенних елементів фітопланктон потребує в першу чергу. Якщо наприклад після експозиції у контрольних склянках вміст кисню буде 5 мг/л, у склянках з додаванням азоту – 7, з додаванням фосфору – 6, а з додаванням азоту і фосфору – 10 мг/л, то це означає, що фітопланктон даного ставу

потребує сумісного внесення азотних і фосфорних добрив. Якщо внесення у став одного з досліджуваних елементів, наприклад азоту не дає підвищення вмісту кисню в порівнянні з контролем, а сумісне застосування з іншим біогенном дає значно більше зростання вмісту кисню ніж один, то це також говорить про потребу в обох добривах. Якщо ж після експозиції склянок з додаванням біогенного елемента приріст вмісту кисню буде нижчим ніж у контролі то це свідчить про пригнічену дію даної концентрації біогенна на фітопланктон. У такому випадку потрібно повторювати визначення потреби в біогеннах з меншими концентраціями біогеннів, наприклад азоту – 1,0–1,5 мг/л, фосфору – 0,2–0,3.

Первинна продукція визначається як різниця вмісту кисню у контрольних склянках і затемнених. Якщо після добової експозиції вміст кисню у світлих склянках буде 14 мг/л, а у затемнених – 2, то валова первинна продукція буде дорівнювати $14 \text{ мг/л} - 2 \text{ мг/л} = 12 \text{ мгO}_2 \text{ л*добу}^{-1}$ тобто в межах оптимуму для рибничих ставів, а тому удобрювати стави не потрібно. Якщо ж первинна продукція буде, наприклад, на рівні $6,0 \text{ мгO}_2 \text{ л*добу}^{-1}$ і фітопланктон проявив потребу у сумісному застосуванні азоту і фосфору то стави потрібно удобрювати аміачною селітрою і суперфосфатом. Доза добрив буде залежати від вмісту біогенних елементів у воді ставу, який визначається згідно практичних керівництв і методичних посібників та інструкцій.

Кількість мінерального азоту (амонійного, нітратного і нітритного) і розчинного фосфору (разову дозу добрив) визначається за формулою:

$$X = \frac{O * (K - K1)}{10 * P},$$

де O – об'єм води даного ставу, м³;

K – запропонована концентрація біогенна, мг/л;

K1 – вміст даного біогенного елемента у воді ставу, мг/л;

P – вміст даного біогенного елемента у застосовуваному добриві, %;

10 – коефіцієнт.

Визначити потрібну для внесення у став кількість аміачної селітри чи суперфосфату можна за наведеною формулою. Для цього кількість амонійної селітри чи суперфосфату з розрахунку на 1 га при глибині ставу 1 м потрібно помножити на показник середньої глибини ставу і його площі. Наприклад, при вмісті у воді 0,4 мг/л азоту по таблиці 1 визначаємо, що на 1 га площі ставу потрібно внести 45,7 кг амонійної селітри, а на увесь став, площа якого 15 га і середня глибина 1,3 м потрібно $45,7 * 15 * 1,3 = 891$ кг селітри.

Удобрення ставів потрібно розпочинати при температурі води 12–13°C, що в умовах різних зон України спостерігається, в основному, в третій декаді квітня – першій декаді травня. Щоб швидко визвати «цвітіння» води, перші дві-три дози добрив доцільно вносити з інтервалом 3–5 діб. У подальшому, при необхідності, удобрювати стави бажано щонеділі, а у кінці серпня та вересні – 2–3 рази в місяць.

Розвиток фітопланктону в удобрювальних ставах залежить не стільки від виду застосованих добрив, скільки від кількості азоту і фосфору що входять до їх складу і їх співвідношення. Оскільки вміст цих елементів у воді кожного конкретного ставу коливається в широких межах то і оптимальні співвідношення азоту до фосфору при внесенні мінеральних добрив у стави також змінюються в межах 4:1 – 8:1, тобто на одну вагову частину фосфору потрібно забезпечити 4–8 вагових частин азоту. Таким чином при удобренні ставів з розрахунку співвідношення азоту і фосфору 4:1 на 1 кг селітри потрібно вносити 1 кг суперфосфату. Практика використання мінеральних добрив у рибничих ставах півдня України показує, що найчастіше оптимальне співвідношення азоту і фосфору – 5:1, тобто на кожен 100 кг суперфосфату, внесеного у стави приходиться близько 150 кг аміачної селітри.

Вапнування ставів. Одним із методів регулювання абіотичних умов у рибничих ставах є їх вапнування. Вапно застосовують як засіб для дезінфекції, як добриво для підвищення рН води і ґрунту та ін. Вапно не тільки консервує накопичені на дні органічні речовини, а й сприяє їх поступовій мінералізації. Чисельними дослідженнями в Україні та за кордоном встановлено позитивний вплив вапна на хімічний склад води і мешканців, як малих, так і великих виробничих ставів [4].

Вапнування корисно не тільки для ставів з кислим середовищем, а й з лужною реакцією води та донних відкладень. Найчастіше виникає потреба у вапнуванні нагульних ставів з полікультурою риб, в яких щільність посадки перевищує 10–13 тис екз./га і рибу інтенсивно годують штучними кормами. В цих умовах у воді звичайно накопичуються органічні речовини, на окислення яких витрачається значна частина розчиненого у воді кисню, що може призвести до його дефіциту. У великих ставах (100 га і більше), де неможливо швидко забезпечити проточність або проаерувати великий об'єм води, вапнування з наступним удобренням мінеральними добривами є одним з основних засобів покращення якості води.

Кількість потрібного для внесення у став вапна в більшості випадків визначається за величинами рН ґрунту. Для ставів з лужною реакцією води і ґрунтів раціональна доза – 20 г негашеного вапна на 1 м³ води при кожному внесенні. За таких умов мінералізація

осаджених у товщі води органічних речовин відбувається значно інтенсивніше, ніж при застосуванні більших доз вапна, що сприяє швидкій регенерації біогенних елементів і їх включенню в біотичний колообіг. У результаті ефективність застосованих добрив зростає, а витрати на виробництво рибної продукції знижуються.

Слід зазначити, що часто бувають ситуації, коли у ставках різко зростає вміст органічних речовин внаслідок відмирання фітопланктону і розкладу невикористаних залишків штучних кормів. В таких випадках доцільно застосувати вищі дози вапна (30–40 г/м³ води) з обов'язковим удобренням після цього азотно-фосфорними добривами.

Кількість вапна, потрібного для обробки ставу, визначається за показниками оптимальних доз, площі ставу і середньої глибини. Виходячи з оптимальної дози 20 г/м³ при середній глибині 1 м для вапнування 1 га ставу потрібно $20 \cdot 10000 = 200 \text{ кг} = 2 \text{ ц}$.

На вапнування ставу площею 10 га з середньою глибиною 1,4 м потрібно $2,0 \cdot 1,4 \cdot 10 = 28,0 \text{ ц}$ вапна за один раз. Вапно гасять водою і у вигляді вапняної води (вапняного молока) вносять по воді у став за допомогою удобрювального агрегату Донрибкомбінату, дощувальних машин ДДН – 45, ДДН – 50, або з ємкості, розміщеної у лодці. Вапнування доцільно виконувати вранці (9-11 год) з тим, щоб через 1,5–2 год., коли частина органічних речовин з товщі води осяде на дно, провести удобрення ставу азотно-фосфорними добривами.

Аміачну селітру і суперфосфат слід вносити окремо розчиненими у воді. За таких умов фітопланктон отримує потрібні для нього біогенні елементи, що сприяє інтенсивному фотосинтезу, внаслідок чого зростає насичення води киснем. Звичайно вже в кінці дня якість води суттєво покращується, зростає показник рН і прозорість води, знижується вміст органічних речовин і вільної вуглекислоти. Якщо якість води покращується мало, то обробку води вапном слід повторити через три-чотири дні також з наступним удобренням азотно-фосфорними добривами.

На практиці буває, що після вапнування ставу гідрохімічний режим верхніх шарів води (50-100 см) покращується, у глибинних шарах зберігається високий вміст вільної вуглекислоти показник рН залишаються низькими. Для життя риб важливе значення має не тільки абсолютний вміст кисню, але і його співвідношення з вуглекислим газом. При співвідношенні $O_2:CO_2$ близькому 0,02 середовище стає пагубним для риб. Так при вмісті біля дна водойми кисню 1 мг/л, а вільної вуглекислоти 40 мг/л співвідношення $O_2:CO_2 = 0,025$, тобто нижні шари води непридатні для існування риб. У таких випадках для покращення якості води доцільно застосовувати негашене вапно у вигляді порошку або роздроблене на мілкі кусочки. Під час осідання на дно мілких частинок вапна відбувається його гасіння: $CaO + H_2O$

$\text{Ca}(\text{OH})_2$. У придонних шарах води гашене вапно взаємодіє з вуглекислим газом $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$. Частинки CaCO_3 осідають на ґрунт, захоплюють з собою і консервують на деякий час надлишок накопичених біля дна органічних речовин. Внаслідок цих процесів гідрохімічний режим у придонних шарах води і у товщі води покращується. Такий вид вапнування ефективно використовується у промислових ставах у Середній Азії, Узбекистані.

Для боротьби з замуленням і закисленням ґрунту А.І. Чорномашанцев і В.В. Мільштейн пропонують у залежності від рН і видів ґрунтів вапнувати стави негашеним вапном. Дію внесеного у стави вапна потрібно розглядати не ізольовано, а у зв'язку зі сформованими у ставах умовами і з розумінням взаємозалежності окремих проявів єдиного кругообігу речовин і енергії у ставах. Вапнування негашеним вапном слід проводити по вологому дну. Весною застосування негашеного вапна потрібно закінчити за 2-3 тижні до заповнення ставів водою. Методи внесення різноманітні. Найчастіше розмелене вапно «пушонка» розсипають рівномірним шаром по дну, або вносять на замулені ділянки за допомогою агрегатів РУМ-3; АРУ-8 та інших, які застосовуються для удобрення полів.

Висновки і пропозиції. В сучасних умовах у ставових господарствах широко застосовується пасовищна форма аквакультури при якій основним методом стимулювання розвитку фітопланктону є внесення у стави мінеральних добрив. Удобрення ставів невисокими дозами азотних і фосфорних добрив дає можливість підтримувати протягом вегетаційного періоду розвиток планктонних водоростей на достатньому для рибничих ставів рівні.

Вирішальну роль у підвищенні біомаси фітопланктону і кормової бази риб-фітофагів виграють мінеральні добрива, які дають можливість підвищувати загальну біомасу і впливати на формування видового складу водоростей шляхом кореляції кількості азоту і фосфору у добривах. Визначення потреби фітопланктону в азоті чи фосфорі дає можливість удобрювати стави оптимальним співвідношенням у ньому азоту і фосфору, отримувати максимальну ефективність від використаних добрив та економно їх витратити.

Вапнування ставів вирішує ряд меліоративних питань (дезінфекцію, підвищення вмісту кальцію, рН води і ґрунту). Вапнування негашеним вапном з наступним удобренням азотно-фосфорними добривами є одним із основних засобів покращення якості води і гідрохімічних умов у великих ставах – понад 100 г.

РЕГУЛИРОВКА УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ФИТОПЛАНКТОНА И АБИОТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В РЫБНЫХ ПРУДАХ

*Козычар М.В., Олифиренко В.В., Подаков Е.С.
Херсонский государственный аграрный университет*

Прудовое рыбоводство в Украине на протяжении многих лет развивалось в направлении интенсификации технологических процессов, нацеленных на повышение объемов производства рыбной продукции с единицы площади прудов, задействованных под производство рыбы. Комплекс таких технологических мероприятий включает повышение плотности посадки рыб, вызывает необходимость повышать объемы расходов искусственных кормов и стимулирования развития естественной кормовой базы путем использования минеральных и органических удобрений.

В современных условиях в прудовых хозяйствах широко применяется пастбищная форма аквакультуры, при которой основным методом стимулирования развития фитопланктона является внесение в пруды минеральных удобрений. Удобрения прудов невысокими дозами азотных и фосфорных удобрений дает возможность поддерживать в течение вегетационного периода развитие планктонных водорослей на достаточном для рыбных прудов уровне.

Решающую роль в повышении биомассы фитопланктона и кормовой базы рыб-фитофагов выигрывают минеральные удобрения позволяющие повышать общую биомассу и влиять на формирование видового состава водорослей путем корреляции количества азота и фосфора в удобрениях. Определение потребности фитопланктона в азоте или фосфоре дает возможность удобрять пруды оптимальным соотношением в нем азота и фосфора, получать максимальную эффективность от использованных удобрений и экономно их расходовать.

Известкование прудов решает ряд мелиоративных вопросов (дезинфекцию, повышение содержания кальция, рН воды и почвы). Известкование негашеной известью с последующим удобрением азотно-фосфорными удобрениями является одним из основных средств улучшения качества воды и гидрохимических условий в больших прудах – более 100 г.

Ключевые слова: фитопланктон, абиотические условия, рыбные пруды, известкование прудов, биомасса.

REGULATION OF PHYTOPLANKTON DEVELOPMENT AND ABIOTIC CONDITIONS IN FISHPONDS

*Kozychar M.V., Olifirenko V.V., Podakov Ye.S.
State Higher Educational Institution «Khershon State Agrarian University»*

For a long time, pond fish farming in Ukraine has been developing in the direction of intensifying technological processes aimed at increasing the production of fish products per unit area of ponds involved in fish production. The complex of such technological measures includes increasing the density of fish landing, which necessitates increasing the amount of artificial feed costs and stimulating the development of the natural forage base through the use of mineral and organic fertilizers. These measures greatly influence the hydrochemical regime, in particular on gas - one of the limiting factors in intensively exploited stacks as well as on the

level of development of phytoplankton, and hence on the magnitude of primary products.

Given the close relationship between abiotic and biotic factors, a complex of intensification measures should be used in such a way as to ensure the formation of favourable hydrochemical and hydrobiological regimes for fish, and therefore, when applying fertilizers to stimulate the development of phytoplankton and increase the value of primary products, it should be borne in mind that : firstly, in intensely exploited stacks, which are grown by the multiculture of fish, the need for phytoplankton in biogenic elements is largely satisfied by the p Take stock of plant residues, products of exchange of fish and residues of artificial feed; Secondly, not only the amount of fertilizer used per unit area, but also the methods of their introduction and the correlation of their biogenic elements, is of great importance in increasing the yield of fish products by creating a good cheerful hydrochemical conditions and maintaining an optimal level of primary production.

In modern conditions, pasture forms of aquaculture are widely used in farms where the main method of stimulating the development of phytoplankton is the introduction of mineral fertilizers into the state. The fertilization of stakes with low doses of nitrogen and phosphorus fertilizers makes it possible to maintain the development of planktonic algae during a vegetation period at a sufficient level for fish ponds.

Mineral fertilizers that enhance the overall biomass and influence the formation of the species composition of algae through the correlation of the amount of nitrogen and phosphorus in fertilizers will play a decisive role in increasing the biomass of phytoplankton and the feed base of fish phytophages. Determination of the need for phytoplankton in nitrogen or phosphorus gives the opportunity to fertilize the optimum ratio of nitrogen and phosphorus to it, to obtain maximum efficiency from used fertilizers and economically waste them.

Liming of ponds solves a number of meliorative issues (disinfection, increasing calcium content, pH of water and soil). The limestone of unfermented lime with the subsequent fertilization with nitrogen-phosphate fertilizers is one of the main means of improving the quality of water and hydrochemical conditions in large stacks - more than 100 g.

Key words: phytoplankton, abiotic conditions, fish steams, liming of ponds, biomass..

ЛІТЕРАТУРА

1. Бугай К.С., Залумі С.Г. Зміни абіотичних умов існування риб у пониззі Дніпра та Дніпровсько-Бузькому лимані після спорудження каскаду водосховищ. Вплив зарегульованого стоку на біологію та чисельність промислових видів риб. К. : Наукова думка, 1967. С. 5-27.
2. Владимиров В.И., Сухойван П.Г., Бугай К.С. Размножение рыб в условиях зарегулированного стока реки. К. : АН УССР, 1965. 395 с.
3. Гейна К.М., Горбонос В.М., Козичар М.В. Умови відтворення риб Дніпровсько-Бузької гирлової системи. *Таврійський науковий вісник*. 2002. Вип. 21. С. 201-204.
4. Мармуль Л.О., Пилипенко Ю.В., Подаков Є.С. Бухгалтерський облік у рибництві: Навчальний посібник. К.: Наукова думка, 2004. 252 с.

REFERENCES

1. Bugay K.S., Zalumi S.G. (1967), *Zminy abiotychnyh umov isnuvannia ryb u ponizzi Dnipra ta Dniprovsko-Buzskogo lymani pislia sporudgennia kaskadu vodoshovysh.* (Influence of the regulated runoff on the biology and number of industrial fish species). Kyiv, Naukova dumka. [in Ukraine].
2. Vladimirov V.I., Suhovain P.G., Bugay K.S. (1965). *Razmnogienie ryb v usloviyah zaregulirovanogo stoka reki* (The reproduction of fish in conditions of flow-regulated river). Kyiv: AN USSR. [in Ukraine].
3. Geyna K.M., Gorbonos V.M., Kozychar M.V. (2002), Conditions for reproduction of fish in the Dnieper-Bug River system. *Tavriyskiy naukoviyy visnyk*. Vol. 21. P. 201-204. [in Ukraine].
4. Marmul' L.O., Pylypenko Yu.V., Podakov Ye.S. (2004). *Buhgalterskyi oblik u rybnyctvi.* (Accounting for Fisheries). Kyiv: Naukova dumka. [in Ukraine].

УДК 597.556.333.11

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2019.1.7>

ОСОБЛИВОСТІ ЖИВЛЕННЯ ПРЕДСТАВНИКІВ *Gobiidae* ШАБОЛАТСЬКОГО ЛИМАНУ В УМОВАХ АНТРОПОГЕННИХ ЗМІН ВОДОЙМИ

Шекк П.В. – д. с.-г. н., професор, shekk@ukr.net
Бургаз М.І. – к. біол. н., marinaburgaz14@gmail.com
Одеський державний екологічний університет

Антропогенні зміни, що відбулись в середині ХХ сторіччя в екосистемі Шаболатського лиману, привели до змін чисельності, просторового розподілу і особливостей живлення найбільш масових представників іхтіофауни.

Зміни якісних і кількісних характеристик основних складових кормової бази Шаболатського лиману відбилися на особливостях живлення найбільш масових представників іхтіокомплексу, в тому числі бентофагів – бичків кругляка *Neogobius melanostomus* і трав'яника *Zosterisessor ophiocephalus*. Бичкові утворюють в лимані досить чисельну промислову популяцію та є важливою ланкою в харчових ланцюгах водойми.

Проведено дослідження особливостей живлення найбільш масових видів бичків Шаболатського лиману – кругляка *Neogobius melanostomus* і трав'яника *Zosterisessor ophiocephalus*. Показано, що зміни стану кормової бази лиману в умовах антропогенної трансформації його екосистеми відбилися на складі раціонів бичків, який зазнав суттєвих змін в порівнянні з попереднім періодом.

В раціонах кругляка переважала риба, амфіподи і креветка, а в трав'яника складала риба і креветка. В харчуванні бичків зменшилась доля моллюсків, але зросло значення ракоподібних і риби. Встановлено, що самці і самки протягом усього року мали подібний спектр живлення.

Бичкові вступають в харчову конкуренцію з іншими представниками іхтіоценозу, істотно впливають на стан кормової бази і продукційні можливості лиману.

Зміни характеру харчування бичків кругляка і трав'яника – найбільш масових представників іхтіокомплексу Шаболатського лиману пов'язані зі змінами якісного складу і продуктивних показників кормової бази водойми які відбулися під впливом низки антропогенних чинників наприкінці минулого століття.

За складом раціону бички Шаболатського лиману відрізнялися також від риб з інших акваторій Азово–Чорноморського басейну.

Ключові слова: Шаболатський лиман, бички: кругляк, трав'яник, склад раціонів, кормова база, антропогенна трансформація.

Вступ. Шаболатський (Будацький) лиман – один з найбільш продуктивних лиманів Дунайсько-Дністровського міжріччя. Сполучення з опрісненим Дністровським лиманом і морем забезпечують унікальність гідролого-гідрохімічного режиму водойми, акваторія якої поділяється на три частини, опріснену (4,5–10,5%), мезогалінну (11,0–16,8%) і морську (13,5,0–19,5%), і різноманіття іхтіофауни яка в окремі

періоди включала до 54 видів риб [1] більшість з яких заходить в лиман для нагулу і відтворення.

Важливою складовою іхтіоценозу лиману є бичкові *Gobiidae* які постійно мешкають в лимані утворюючи тут досить чисельну популяцію. В 1960–1990-х роках багата кормова база лиману забезпечувала швидкий ріст і високу чисельність бичків, які на той час мали важливе промислове значення [2].

Наприкінці ХХ століття антропогенна трансформація водойми під впливом комплексу абіотичних і біотичних чинників привела до корінних змін стану кормової бази, структури і чисельності іхтіофауни, просторового розподілу окремих видів в акваторії лиману [1].

Зміни якісних і кількісних характеристик основних складових кормової бази Шаболатського лиману відбилися на особливостях живлення найбільш масових представників іхтіокомплексу, в тому числі бентофагів – бичків кругляка *Neogobius melanostomus* і трав'яника *Zosterisessor ophiocephalus*.

Мета роботи полягала у дослідженні особливостей живлення представників *Gobiidae* Шаболатського лиману в умовах антропогенної трансформації його екосистеми.

Матеріал і методи досліджень. Іхтіологічний матеріал для дослідження відбирали з промислових знарядь лову (сіток, ятерів і волокуш). Видовий склад іхтіофауни визначали на свіжому матеріалі за допомогою відповідних визначників [3-5]. Для біологічний аналіз відбирали риб і дослідження харчування бичків виконували за загальноприйнятими методами [6].

Дослідження живлення бичкових проводили в весняно-осінній період 2011-2012 рр. Розмірно-масові характеристики бичків відібраних для вивчення живлення представлені в таблиці 1.

Риб, для дослідження харчування, відбирали з активних знарядь лову. Якщо застосовувалися ставні знаряддя лову (сітки, ятері) проби відбиралися щогодини. Видалені шлунково-кишкові тракти фіксували 4% розчином формаліну, попередньо визначивши ступінь наповнення за 5-ти бальною шкалою. Розраховували загальний індекс наповнення шлунків.

Камеральна обробка проб проводилась в лабораторії кафедри водних біоресурсів та аквакультури ОДЕКУ за загальноприйнятою методикою [7].

Таблиця 1. Розмірно-масова характеристика проаналізованих бичків відібраних у Шаболатському лимані для дослідження харчування

| Рік | Сезон | Вид | L, см | W, г | n |
|------|-------|-----------|-----------|-----------|----|
| 2011 | весна | кругляк | 8,5-17,6 | 18,0-80,5 | 25 |
| | | трав'яник | 13,0-18,4 | 30,0-55,6 | 25 |
| | літо | кругляк | 8,0-18,2 | 17,5-75,5 | 25 |
| | | трав'яник | 13,5-22,6 | 26,7-90,5 | 30 |
| | осінь | кругляк | 10,5-18,8 | 19,0-80,0 | 25 |
| | | трав'яник | 12,6-20,5 | 25,0-65,5 | 25 |
| 2012 | весна | кругляк | 8,0-16,5 | 17,6-75,0 | 20 |
| | | трав'яник | 12,7-19,5 | 30,0-65,5 | 25 |
| | літо | кругляк | 9,2-19,0 | 15,5-80,0 | 25 |
| | | трав'яник | 14,2-21,5 | 25,7-80,5 | 20 |
| | осінь | кругляк | 10,5-17,5 | 20,0-67,0 | 20 |
| | | трав'яник | 14,0-21,7 | 27,0-68,5 | 25 |

Статистична обробка результатів дослідження здійснювалася на ПЕОМ відповідно до загальноприйнятих методів.

Результати дослідження та їх обговорення. З середини ХХ сторіччя екосистема Шаболатського лиману зазнала значного антропогенного впливу. Сьогодні вона повільно відновлюється, а стан кормової бази знаходиться на задовільному рівні. Разом з тим, зміни, що відбувалися в попередній період, відбилися на чисельності, просторовому розподілі і особливостях живлення найбільш масових представників іхтіофауни [5].

Один з важливіших компонентів іхтіофауни Шаболатського лиману – представники родини бичкових (*Gobiidae*) представлені трав'яником *Zosterisessor ophiocephalus* і кругляком *Neogobius melanostomus*. Вони утворюють в лимані досить чисельну промислову популяцію. Це важлива ланка в харчових ланцюгах водойми. Бичкові вступають в харчову конкуренцію з іншими представниками іхтіоценозу, істотно впливають на стан кормової бази і продукційні можливості лиману.

Найбільш різноманітним спектр живлення має трав'яник. В його раціоні зустрічалось до 20 харчових об'єктів. В основному це, ракоподібні представлені амфіподами, ідотеями, молоддю голландського краба і креветкою.

Самці і самки протягом усього року мали подібний спектр живлення. У весняний період їх раціон включав 16 компонентів. У шлунках самок найчастіше зустрічалась сферама (48%), у самців – гідробія (33,3%). Важливе місце в живленні в цей період займали ідотеї, мезіди і амфіподи. Самці віддавали перевагу поліхетам, а самки – моллюскам.

У літньо-осінній період в живленні самців і самок трав'яника найчастіше зустрічаються ідотеї, амфіподи і нерейди. Дорослі особини тяжіли до хижацтва.

Раціон цьоголіток включав до 9 харчових об'єктів. Найбільше значення мали: сферама, нерейди, гідробія і ракоподібні (табл. 2).

Бичка трав'яника в лиманах північно-західного Причорномор'я можна віднести до еврифагів, хоча в деяких інших акваторіях його часто позиціонують як хижака.

Таблиця 2. Частота зустрічаємості різних компонентів їжі у раціоні бичка трав'яника у Шаболатському лимані у 2011-2012 рр., (%)

| № | Харчові об'єкти | Весна | | | Літо | | | Осінь | | |
|---|---|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
| | | Juv. | ♀♀ | ♂♂ | Juv. | ♀♀ | ♂♂ | Juv. | ♀♀ | ♂♂ |
| 1 | <i>Actiniasp.</i> | – | – | – | – | – | – | – | – | 11,1 |
| 2 | <i>Nereisdiversicolor</i> | – | – | 3,7 | 25,0 | 13,2 | 28,5 | – | 20,0 | 22,2 |
| 3 | <i>N. sp.</i> | – | – | 3,7 | – | 13,2 | – | – | 5,7 | 7,8 |
| 4 | <i>Abraovata</i> | – | 8,7 | 5,4 | – | – | – | – | – | – |
| 5 | <i>Mytilasterlineatus</i> | – | 13,0 | 7,4 | – | – | – | – | – | – |
| 6 | <i>Hydrobiasp.</i> | – | – | 33,3 | 25,0 | – | – | – | – | – |
| 7 | <i>Mysidaegensp.</i> | – | 11,9 | 13,7 | – | 13,2 | 7,1 | – | 10,2 | 4,7 |
| 8 | <i>Rhithropanopeusharrisitridentata</i> | – | 5,2 | 9,6 | 3,3 | 4,0 | 8,7 | – | 7,0 | 15,5 |
| 9 | <i>Idotheabaltica</i> | – | 18,5 | 17,7 | 2,5 | 16,6 | 17,1 | – | 15,4 | 16,6 |

| | | | | | | | | | | |
|----|-----------------------------------|---|------|------|------|------|------|---|-------|------|
| 10 | <i>Sphaeromaserratum</i> | – | 48,0 | 17,4 | 50,0 | 33,3 | 21,4 | – | 100,0 | 51,1 |
| 11 | <i>Gammaruslacusta</i> | – | 8,7 | 9,0 | 4,5 | 16,2 | 17,5 | – | 15,0 | 14,1 |
| 12 | <i>Gammarussp.</i> | – | 1,4 | 3,2 | 1,1 | 2,5 | 3,6 | – | 2,0 | 2,1 |
| 13 | <i>Palaemonadspersus</i> | – | 5,0 | 4,5 | 1,0 | 7,2 | 12,7 | – | 10,5 | 12,5 |
| 14 | <i>Pomatoschistusmarmoratus</i> | – | 4,3 | 1,5 | – | – | 7,1 | – | – | 11,1 |
| 15 | <i>Zosterisessorophiocephalus</i> | – | 2,3 | 2,0 | – | 20,0 | 7,1 | – | – | 0,5 |
| 16 | <i>Neogobiusmelanostomus</i> | – | 4,3 | – | – | 1,5 | 2,5 | – | 1,5 | 1,5 |
| 17 | <i>N. fluviatilis</i> | – | 2,3 | – | – | 1,5 | 1,8 | – | 1,0 | – |
| 18 | Комахи | – | 4,3 | 0,5 | 1,6 | 13,0 | – | – | – | – |
| 19 | Залишки рослин | – | 1,0 | – | – | – | 13,2 | – | – | – |
| 20 | Детрит | – | 8,7 | 1,2 | – | – | – | – | 1,5 | 0,5 |

Найбільшу частку (за масою) в раціоні трав'яника займали ракоподібні (амфіподи і ізоподи) – від 19,7% (весною) до 60,8% (восени).

Ізоподи, які були представлені в основному *Idothea baltica*, складала до 45,6% від маси раціону (табл. 3).

Таблиця 3. Склад їжі бичка трав'яника у Шаболатському лимані у 2011-2012 рр., (% за масою)

| №№ | Харчові об'єкти | Середнє значення | | | |
|--|---|------------------|-------|-------|--------|
| | | Весна | Літо | Осінь | За рік |
| 1 | <i>Actiniasp.</i> | – | – | 2,3 | 0,8 |
| 2 | <i>Nereisdiversicolor</i> | 8,4 | 7,3 | 1,3 | 5,7 |
| 3 | <i>N. sp.</i> | 4,6 | 3,1 | 1 | 2,9 |
| 4 | <i>Abraovata</i> | 3,6 | – | – | 1,2 |
| 5 | <i>Mytilasterlineatus</i> | 3,2 | – | – | 1,2 |
| 6 | <i>Hydrobiasp.</i> | 1,3 | – | – | 0,4 |
| 7 | <i>Mysidaegensp.</i> | 1,5 | 1,4 | 1,6 | 1,5 |
| 8 | <i>Rhithropanopeusharrisitridentata</i> | 3,5 | 4,3 | 3,4 | 3,7 |
| 9 | <i>Idotheabaltica</i> | 19,7 | 43,8 | 60,8 | 41,4 |
| 10 | <i>Sphaeromaserratum</i> | 2,5 | 2,3 | 7,7 | 4,2 |
| 11 | <i>Gammaruslacusta</i> | 26,9 | 18,2 | 8,4 | 17,8 |
| 12 | <i>Gammarussp.</i> | 5,1 | 1,5 | 2,5 | 3 |
| 13 | <i>Palaemonadspersus</i> | 2,8 | 3,2 | 4,7 | 3,6 |
| 14 | <i>Pomatoschistus marmoratus</i> | 2,1 | 2,5 | 1,8 | 2,1 |
| 15 | <i>Zosterisessor ophiocephalus</i> | 3,3 | 9,5 | 2,1 | 4,3 |
| 16 | <i>Neogobiusmelanostomus</i> | 4,6 | 0,5 | 1,2 | 2,1 |
| 17 | <i>N. fluviatilis</i> | 1,6 | 0,8 | 1,5 | 1,3 |
| 18 | Комахи | 0,2 | 0,5 | – | 0,2 |
| 19 | Залишки рослин | 0,8 | 1,1 | – | 0,6 |
| 20 | Детрит | 4,3 | – | 1,8 | 2 |
| Загальний індекс наповнення шлунків, ‰ | | 111,3 | 141,5 | 100,0 | 117,6 |

Максимальне споживання амфіпод, навпаки, спостерігалось весною (32,0% за масою), поступово знижувалось протягом нагульного сезону і осіню не перевищують 10,9% раціону. В середньому за сезон амфіподи складала 20,8% маси раціону трав'яника (рис. 1).

Частка нереїд в раціоні була максимальною в весняно-літній період (13,0-10,4%), восени не перевищувало 2,3%, а в середньому за сезон складала 8,6% маси раціону. Вагому складову в харчуванні трав'яника в усі сезони мав Голанський краб (*Rhithropanopeus harrisi tridentate*) і трав'яна креветка (*Palaemon adspersus*). Їх доля дещо зростала літом, а в середньому за сезон складала відповідно 3,7 і 3,6% маси раціону. Молюски в харчовій грудці статевозрілих риб зустрічалися тільки весною, а у ювенільних особин літом.

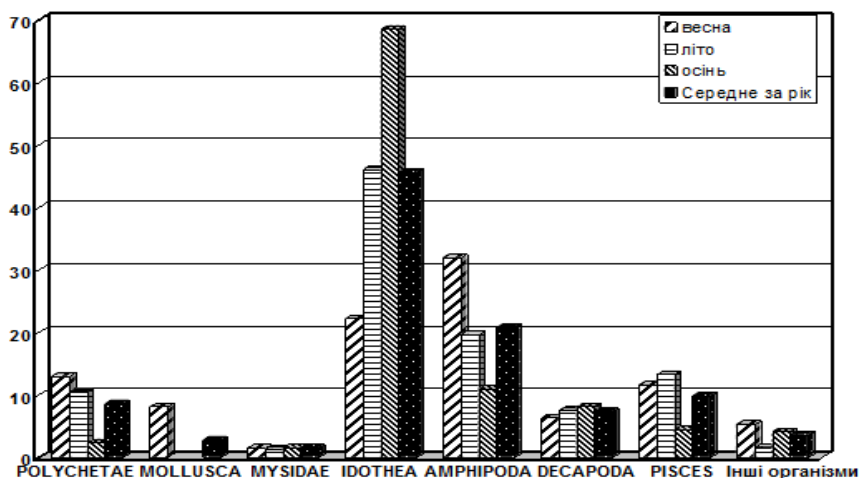


Рис. 1. Сезонні зміни складу раціонів бичка трав'яника (за даними 2011-2012 рр.), (% за масою)

Весною і літом раціон трав'яника включав рибу – різновікових бичків: *Pomatoschistus marmoratus*, *Zosterisessor ophiocephalus*, *Neogobius melanostomus* і *N. Fluviatilis* розміром від 3,2 до 8,5 см. В середньому частка риба не перевищувала 6,8% маси раціону. Серед інших об'єктів, що зустрічалися в шлунках трав'яника, слід відмітити: актинію, личинки комах, залишки водних рослин і детрит. Загальна доля цих компонентів, в середньому не перевищувала 2,8% маси раціону.

Трав'яник, в Шаболатському лимані, харчувався протягом всього року. Максимальна інтенсивність живлення спостерігалася влітку та знижувалась восени. Звужувався, також, харчовий спектр риб. Зменшувалась частка риби і зростала ракоподібних. Загальний індекс наповнення шлунків зростав від мінімуму весною – 111,3 до максимуму – 141,5 літом і знову знижувався восени до 100‰.

У раціон кругляка, в період досліджень, входило 15 харчових об'єктів. Найбільш часто, в шлунках, зустрічається ракоподібні: амфіподами, ідотеї, мізиди, трав'яна і піщана креветка. Голландських краб в харчуванні кругляка в період наших спостережень не зустрічався. Протягом усіх сезонів у харчуванні кругляка зустрічалася також сферома, нереїс та молюски *Abra ovata*, *Mytilaster lineatus*, *Hydrobia sp.* Риба, в живленні кругляка, була представлена бичками:

поматосхістусом, кругляком і пісочником. На відміну від трав'яника в живленні кругляка значне місце займала молодь атерини. Як самці, так і самки кругляка харчувалися рибою протягом усього року, що показує важливість цього компонента живлення в їх раціоні в період наших досліджень (табл. 4).

Таблиця 4. Частота зустрічає мості різних компонентів їжі у раціоні бичка кругляка у Шаболатському лимані у 2011-2012 рр., (%)

| №№ | Харчові об'єкти | Весна | | Літо | | Осінь | |
|----|---------------------------------------|-------|------|------|------|-------|------|
| | | ♀♀ | ♂♂ | ♀♀ | ♂♂ | ♀♀ | ♂♂ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | <i>Nereisdiversicolor</i> | 5,5 | – | 11,1 | 7,1 | 3,8 | 6,7 |
| 2 | <i>Abraovata</i> | 25,0 | – | 11,1 | 7,9 | 33,3 | 5,5 |
| 3 | <i>Mytilasterlineatus</i> | 3,0 | 2,4 | 11,0 | 1,0 | 12,8 | 9,5 |
| 4 | <i>Hydrobiasm.</i> | – | 1,3 | 1,0 | 1,2 | – | 7,8 |
| 5 | <i>Mysidaesp.</i> | 9,9 | 10,7 | 10,2 | 7,1 | 9,2 | 6,7 |
| 6 | <i>Idotheabaltica</i> | 25,5 | 18,7 | 17,5 | 29,1 | 17,4 | 36,6 |
| 7 | <i>Sphaeromaserratum</i> | 35,0 | 87,5 | 20,3 | 21,4 | 26,0 | 35,7 |
| 8 | <i>Gammaruslacusta</i> | 8,5 | 8,0 | 25,2 | 27,5 | 25,0 | 44,1 |
| 9 | <i>Gammarussp.</i> | 2,0 | 2,2 | 2,5 | 2,6 | 32,0 | 12,6 |
| 10 | <i>Crangoncrangon</i> | 24,5 | 12,0 | 12,3 | 10,7 | 11,5 | 12,3 |
| 11 | <i>Palaemonadpersus</i> | 7,0 | 6,5 | 6,2 | 9,7 | 12,0 | 12,2 |
| 12 | <i>Pomatoschistusmarmoratus</i> | 24,5 | 55,0 | 12,0 | 11,1 | 9,7 | 20,0 |
| 13 | <i>Neogobiusmelanostomus</i> (молодь) | 4,3 | – | 1,5 | 2,5 | 1,5 | 1,5 |
| 14 | <i>N. fluviatilis</i> (молодь) | – | 12,6 | 10,5 | 9,5 | 8,6 | 14,0 |
| 15 | <i>Atherinapontica</i> | 1,3 | 12,5 | 23,0 | 20,7 | 18,0 | 20,0 |

Якісний склад раціонів самок і самців розрізнявся незначно. Весною в шлунках самок зустрічалось 13 об'єктів, а у самців – 12, восени – відповідно 14 і 15 об'єктів.

Велике значення в харчуванні кругляка в період досліджень мала риба. Її частка в середньому складала до 23,4% маси раціону (рис. 2).

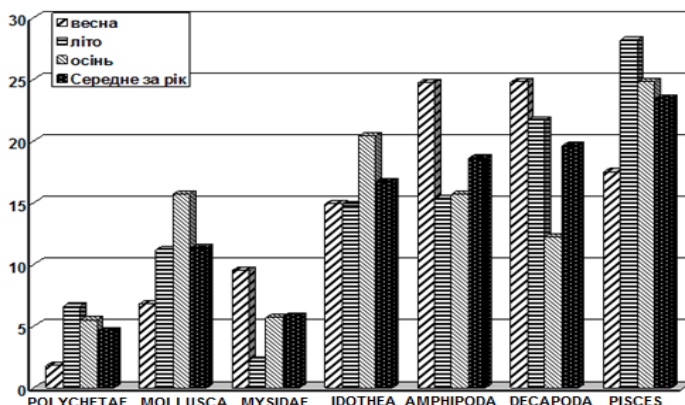


Рис. 2. Сезонні зміни складу раціонів бичка кругляка (за даними 2011-2012 рр.), (% за масою)

Найбільше значення мали бичок поматосхистус (як молодь, так і дорослі особини) і мальки атерини. Пісочник і трав'яник в раціоні кругляка були представлені в основному молоддю і зустрічалися рідше. Значення риби, в раціоні кругляка, зростало з весни до літа і знов знижувалось восени (відповідно 17,5; 28,2 і 24,8% від маси раціону). Частка *Decapoda* в раціоні знижувалась з весни (24,8%) до осені (26,3%) в середньому складаючи 19,6%.

На другому місті виступали *Amphipoda* – в середньому 18,6% маси харчової грудки. Їх доля в раціоні теж зменшувалась з весни до осені з 24,7 до 15,7%. Значення *Idothea* в весняно літній період було стабільно високою (14,9-14,8%), але значно зростала восени (до 20,4% маси раціону).

Доля молюсків коливалась від 6,8 (весною) до 15,7% (восени) маси раціону. В середньому під час наших досліджень двустулкові і червононогі молоски не перевищували 11,3% раціону кругляка.

Найбільш інтенсивно кругляк харчувався весною (91,4‰) і восени (114,3‰). Влітку зустрічалось до 15-25% особин з пустими шлунками. Середньорічний індекс наповнення шлунків кругляка склав 94,3‰.

Складом раціонів бички Шаболатського лиману відрізнявся від риб інших акваторій Азово–Чорноморського басейну.

Так в харчуванні кругляка, в акваторій Азовського моря і приморських лиманів переважали молоски, поліхети, ізоподи, амфіподи і риба [8-10], в Шаболатському лимані, в попередній період (1970–1980 рр.) – поліхети, молоски, ідотейі, та Голландський краб [11]. Натомість в період наших досліджень найбільше значення мали: риба, амфіподи і креветка. Частка молюсків знизилась, а голландський краб в шлунках кругляка не зустрічався.

Харчовий спектр трав'яника також значно змінюється в залежності від водойми і стану кормової бази. Так в Тузловських лиманах основу живлення цього виду до двохлітнього віку складали амфіподи, гамаріди, а у риб старших вікових груп – риба, поліхети і молоски [12], в Хаджибейському і Дністровському лиманах – молоски, поліхети і хірономіди, а риба і молоски були другорядною їжею [10, 13]. Порівняно з попереднім періодом коли в харчуванні трав'яника в Шаболатському лимані переважали ідотейі і поліхети [10], в період наших досліджень в раціоні провідне місце займали: риба і креветка.

Висновки. Склад раціонів бичка кругляка і бичка трав'яника в Шаболатському лимані зазнав суттєвих змін в порівнянні з попереднім періодом.

Замість поліхет, молюсків, ідотей, та голландського краба, які складали основу раціонів кругляка в 1970–1980 рр., В період наших

досліджень найбільше значення мали: риба, амфіподи і креветка. Частка моллюсків знизилась, а голландський краб в шлунках кругляка не зустрічався.

Основу раціону трав'яника в Шаболатському лимані в 1970–1980 рр. складали ідотеї і поліхети, а в період наших досліджень – риба і креветка.

За складом раціону бички Шаболатського лиману відрізнялися також від риб з інших акваторій Азово–Чорноморського басейну.

Зміни характеру харчування бичків кругляка і трав'яника – найбільш масових представників іхтіокомплексу Шаболатського лиману пов'язані зі змінами якісного складу і продуктивних показників кормової бази водойми які відбулися під впливом низки антропогенних чинників наприкінці минулого століття.

ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ГОБИДАЕ ШАБОЛАТСКОГО ЛИМАНА В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ВОДОЕМА

Шекк П.В. – д. с.-х. н., профессор,

заведующий кафедрой водных биоресурсов и аквакультуры, shekk@ukr.net

Бургаз М.И. – к. биол. н., старший преподаватель кафедры водных

биоресурсов и аквакультуры, marinaburgaz14@gmail.com

Одесский государственный экологический университет

Антропогенные изменения, которые произошли в середине XX века в экосистеме Шаболатского лимана, привели к изменениям численности, пространственного распределения и особенностей питания наиболее массовых представителей ихтиофауны.

Изменения качественных и количественных характеристик основных составляющих кормовой базы Шаболатского лимана отразились на особенностях питания наиболее массовых представителей ихтиокомплекса, в том числе бентофагов - бычков кругляка *Neogobius melanostomus* и травяника *Zosterisessor ophiocephalus*. Бычковые образуют в лимане достаточно численную промышленную популяцию и является важным звеном в пищевых цепях водоема.

Проведены исследования особенностей питания наиболее массовых видов бычков Шаболатского лимана – кругляка *Neogobius melanostomus* и травяника *Zosterisessor ophiocephalus*. Показано, что изменения состояния кормовой базы лимана в условиях антропогенной трансформации его экосистемы отразились на составе рационов бычков, который претерпел существенные изменения по сравнению с предыдущим периодом.

В рационах кругляка преобладала рыба, амфиподы и креветка, а у травяника состояла из рыбы и креветки. В питании бычков уменьшилась доля моллюсков, но увеличилось значение ракообразных и рыб. Установлено, что самцы и самки в течение всего года имели подобный спектр питания.

Бычковые вступают в пищевую конкуренцию с другими представителями ихтиоценоза, существенно влияют на состояние кормовой базы и продукционные возможности лимана.

Изменения характера питания бычков кругляка и травяника - наиболее массовых представителей ихтиокомплекса Шаболатского лимана связаны с изменениями качественного состава и продуктивных показателей кормовой базы водоема которые произошли под влиянием ряда антропогенных факторов в конце прошлого века.

По составу рациона бычки Шаболатского лимана отличались также от рыб из других акваторий Азово-Черноморского бассейна.

Ключевые слова: Шаболатский лиман, бычки, кругляк, травяник, состав рационов, кормовая база, антропогенная трансформация.

FEATURES OF SUPPLY OF REPRESENTATIVES OF GOBIIDAE OF THE SHABOLATSKY LYMAN UNDER THE CONDITIONS OF ANTHROPOGENIC CHANGES IN WATER

Shekk P.V. - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture, shekk@ukr.net

Burgaz M.I. — Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer at the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture, marinaburgaz14@gmail.com
Odessa State Ecological University

Anthropogenic changes that took place in the mid-twentieth century in the Shabolat estuary ecosystem led to changes in the number, spatial distribution and feeding patterns of the most abundant ichthyofauna representatives.

Changes in the qualitative and quantitative characteristics of the Shabolat estuary main constituents of the forage base affected the feeding features of the most ichthyocomplex abundant representatives, including benthophagos - gobies of *Neogobius melanostomus* and the herb *Zosterisessor ophiocephalus*. Gobies form in the estuary a fairly large industrial population and are an important link in the food chains of the reservoir.

The study of the feeding characteristics of the Shabolatsky estuary most mass species - round goby (*Neogobius melanostomus*) and grass goby (*Zosterisessor ophiocephalus*) was carried out. It was shown that changes in the estuary forage base in the anthropogenic transformation conditions of its ecosystem were reflected in the composition of the rations of gobies, which experienced significant changes in comparison with the previous period.

Fish, amphipods and shrimp prevailed in rations of round goby and in the grass goby it consisted of fish and shrimp. In the diet of gobies, the proportion of molluscs has decreased, but the importance of crustaceans and fish has increased. It was found that males and females had a similar nutritional spectrum throughout the year.

Gobies enter into food competition with other ichthyocenosis representatives, significantly affect the state of the forage base and production capacity of the estuary.

Changes in the feeding patterns of round and grass steers - the most widespread representatives of the Shabolat estuary ichthyocomplex are related to changes in the qualitative composition and productive indices of the reservoir's feed base, which were influenced by a number of anthropogenic factors at the end of the last century.

According to the composition of the diet, the Shabolatsky estuary's gobies also differed from the fish from other Azov-Black Sea basin waters.

Key words: Shabolatsky estuary, gobies, round goby, grass goby, ration composition, food supply, anthropogenic transformation.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бургаз М.І. Особливості формування іхтіоценозу Шаболатського лиману в умовах антропогенної трансформації водойми: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук.: Одеса, 2018. 20 с.
2. Шекк П.В., Бургаз М.І. Ихтиофауна Шаболатского лимана. Академику Л.С. Бергу 140 лет: Сборник научных статей. Молдова: Бендеры, 2016. С.576-580.
3. Световидов А.Н. Рыбы Черного моря. М.: Наука, 1964. 550 с.
4. Питер С. Мэйтленд., Кит Линсел Атлас Рыб. Определитель пресноводных видов рыб Европы. Санкт-Петербург: Амфора, 2009. 287 с.
5. Мовчан Ю.В. Риби України. К.: Золоті ворота, 2011. 420 с.
6. Пилипенко Ю.В, Шевченко П.Г., Цедек В.В., Корнієнко В.О. Методи іхтіологічних досліджень. Навчальний посібник. Херсон: Олді-Плюс, 2017. 431 с.
7. Боруцкий Е.В. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М.: Наука, 1974. 254 с.
8. Некрасова М.Я. Ковтун И.Ф. Колебания численности бычка кругляка *Gobius melanostomus* Pallas по годам в связи с естественным изменением его кормовой базы в Азовском море. *Вопросы ихтиологии*. 1976. №16. В.2. С. 372-376.
9. Смирнов А.И., Исаевич В.В., Полищук В.В. Питание рыб лимана Сасык. Охрана рыбных запасов и увеличение продуктивности водоёмов южной зоны СССР: Материалы межвузовского совещания. Кишинев: Из-во Кишениевского ун-та, 1970. С. 110-112.
10. Страутман И.Ф. Питание и пищевые взаимоотношения бычков сем Gobidae северо-западной части Черного моря: автореф. дис.... канд-та биол.наук. Одесса, 1972. 26 с.
11. Коренюк А. В., Квач Ю.В., Заморов В.В. Макрзообентос Шаболатского лимана и его значение для бычковых рыб. *Ученые записки Таврического Национального университета им. В.И. Вернадского*. Сер. Биология. 2001. Т. 14. №2. С. 103-106.
12. Долгий В.Н. Материалы по биологии бычка-травяника *Zosterisessor ophiocephalus* (Pallas) в условиях лиманов Тузловской группы. *Ученые записки Кишинева. ун-та*. Сер. Биол. 1962. № 62, вып. 1. С. 129–135.
13. Страутман И.Ф. Питание и пищевые взаимоотношения бычков в Днестровском лимане. *Вестник зоологии*. 1972. №4. С. 35–38.

REFERENCES

1. Burgaz M.I. (2018). Osoblivosti formuvannya ihtiocenuzu Shabolatskogo limanu v umovah antropogennoi transformaciyi vodojmi. Avtoref. dys. na zdobuttja nauk. stupenja kand. biol. nauk. Odesa. [in Ukrainian].
2. Shekk P. V., Burgaz M. I. (2016). Ihtiofauna Shabolatskogo limana. Akademiku L.S. Bergu 140 let: *Sbornik nauchnyh statej*. P.576-580. [in Russian].
3. Svetovidov A.N. (1964) *Rybyi Chernogo moray*. (The Black Sea Fishes). Moscow: Nauka. [in Russian].
4. Piter S. Mejtlend., Kit Linsel. (2009). *Atlas Ryb. Opredelitel presnovodnyh vidov ryb Evropy*. (Atlas of Fishes. Determinant of Europe freshwater fish species). St. Petersburg: Amphora. [in Russian].
5. Movchan Yu.V. (2011) *Ribi Ukrayini*. (Fish of Ukraine). Kyiv: Zoloti vorota. [in Ukrainian].
6. Pylypenko Yu.V, Shevchenko P.G., Tsedek VV, Kornienko V.O. (2017). *Metody ihtiologicalichnyh doslidzhen'* (Methods of ichthyological research). Kherson: Oldi Plus. [in Ukrainian].
7. Borutsky E.V. (1974) *Metodicheskoe posobie po izucheniju pitanija i pishhevnyh otnoshenij ryb v estestvennyh uslovijah* (Methodical manual on study of nutrition and food relations of fish in natural conditions). Moscow: Nauka. [in Russian]
8. Nekrasova M. Ya. Kovtun I.F. (1976) Kolebaniya chislenosti bychka kruglyaka *Gobius melanostomus* Pallas po godam v svyazi s estestvennym izmeneniem ego kormovoj bazy v Azovskom more. *Voprosy ihtologii*. no. 16. vol.2. P. 372-376. [in Russian].
9. Smirnov A.I., Isaevich V.V., Polishuk V.V. (1970). Pitanie ryb limana Sasyk. *Mezhvuzovskoe soveshanie Ohrana rybnnyh zapasov i uvelichenie produktivnosti vodoyomov yuzhnoj zony SSSR*. P. 110-112. [in Russian].
10. Strautman I. F. (1972) Pitanie i pishhevye vzaimootnosheniya bychkov sem Gobidae severo-zapadnoj chasti Chernogo moray. [in Russian].
11. Korenyuk A. V., Kvach Yu.V., Zamorov V.V. (2001) Makrozoobentos Shabolatskogo limana i ego znachenie dlya bychkovyh ryb. *Uchenye zapiski Tavricheskogo Nacionalnogo universiteta im. V.I. Vernadskogo*. Ser. Biologiya. V. 14. no. 2. P. 103-106. [in Russian].
12. Dolgij V.N. (1962) Materialy po biologii bychka-travyanika *Zosterisessor ophiocephalus* (Pallas) v usloviyah limanov Tuzlovskoj gruppy. *Uchenye zapiski Kishinevskogo universiteta*. Ser. Biologiya. no. 62. Vol. 1. P. 129-135. [in Russian].
13. Strautman I.F. (1972) Pitanie i pishhevye vzaimootnosheniya bychkov v Dnestrovskom limane. *Vestnik zoologii*. no. 4. P. 35-38. [in Russian].

МЕТОДИ І МЕТОДИКИ

УДК 631.67:631.6.03

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2019.1.8>

НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ЩОДО ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПРИРОДНОЇ ВОДИ ДЛЯ ЗРОШЕННЯ (НА ПРИКЛАДІ КАХОВСЬКОЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ)

Морозов О.В. – д. с.-г. н., професор

Морозов В.В. – к. с.-г. н., професор

Ісаченко С.О. – аспірант

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»,

morozov-2008@ukr.net

Властивості темно-каштанових залишково слабо- і середньо солонцюватих ґрунтів, процеси і режими в умовах зрошення значною мірою залежать від якості поливної води. В роботі приведені науково-методичні підходи щодо комплексної оцінки якості природної води каховської зрошувальної системи для умов темно-каштанових залишково слабо- і середньосолонцюватих ґрунтів запорізької області.

Система комплексної оцінки якості зрошувальних вод за агрономічними критеріями має бути регіональною і враховувати, насамперед, ґрунтові та гідрогеологічні умови, від яких залежить характер впливу води на властивості ґрунту, еколого-агромеліоративний стан зрошуваного масиву в цілому.

Вода каховського магістрального та розподільчих каналів на каховському зрошуваному масиві за дсту 2730:2015 відноситься до її класу і оцінюється як «обмежено придатна» для зрошення за небезпекою підлуження ґрунту. Зрошувальну воду її класу використовують за умови обов'язкового застосування комплексу заходів щодо запобігання деградації ґрунтів або поліпшення води до показників і класу. За коефіцієнтом, який характеризує небезпеку осолонцювання зрошуваних ґрунтів (за і.п. айдаровим, о.і. головановим) – існує небезпека вторинного осолонцювання.

Для поліпшення якості зрошувальних вод та попередження їх негативного впливу на родючість ґрунтів рекомендується: для покращення стану темно-каштанових залишково слабо- і середньо солонцюватих ґрунтів необхідне проведення заходів із хімічної меліорації (внесення в ґрунт гіпсу, фосфогіпсу, молотого вапняку, суперфосфату, дефекату тощо) та поліпшення якості поливної води; не допускати проведення поливів сільськогосподарських культур непридатною для зрошення водою без попереднього поліпшення її якості хімічними меліорантами (гіпсом, фосфогіпсом, сірчаною кислотою) або

розбавлення водою кращої якості, а в разі неможливості поліпшення якості непридатної для зрошення води хімічними меліорантами, проводити лише зволожуючі поливи; зрошувальні та поливні норми, режими зрошення, способи поливу для різних сільськогосподарських культур у залежності від якості води та властивостей ґрунту мають бути водозбережувальними і ґрунтозахисними.

Ключові слова: зрошення, якість зрошувальної води, агрономічні критерії, ґрунт, меліорація.научно-методические подходы к оценке качества природной воды для орошения (на примере каховской оросительной системы).

Постановка проблеми. Загальна тенденція розвитку землеробства у світі на сучасному етапі спрямована на забезпечення максимально сприятливих умов для життєдіяльності культурних рослин, реалізації їх біологічного потенціалу і, як наслідок, істотного підвищення продуктивності, що можливо лише за умови стабільного управління ґрунтовими режимами – передусім, термічним і водним. Визначальна роль у розв'язанні цього завдання належить зрошенню земель, завдяки застосуванню якого істотно знижується залежність сільськогосподарського виробництва від умов природного волого забезпечення [1].

Аналіз природних умов за сучасних тенденцій трансформації клімату України дає підставу вважати, що на території всієї Степової зони (зони недостатнього та нестійкого зволоження) високо-продуктивне вирощування сільськогосподарських культур, яке гарантує стале продовольче і ресурсне забезпечення держави, можливе тільки за умови зрошення [1]. Зміни клімату спричиняють збільшення основної видаткової статті водного балансу – випаровування і, як наслідок, по-перше, відбувається підвищення мінералізації поверхневих вод, погіршення їхньої якості та обмеження їх придатності для зрошення за агрономічними та екологічними критеріями. По-друге, знижується рівень підґрунтових вод, підвищується їх мінералізація. По-третє, виникає необхідність збільшення кількості та норм вегетаційних, вологозарядкових і промивних поливів [1].

Отже, оцінка якості поливної води є однією з актуальних проблем, яка визначає напрями і перспективи розвитку меліоративного ґрунтознавства і зрошувального землеробства як у світі в цілому, так і в Україні [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Перші системи оцінки якості поливних вод (В.А. Ковда, 1946, Л.П. Розов, 1956) базувалися лише на ступені їх мінералізації і призначалися для визначення тільки небезпеки вторинного засолення ґрунтів [3, 4]. При цьому не враховувався іонний склад солей.

Приблизно у ті ж часи було здійснено кілька спроб класифікувати зрошувальні води за небезпекою вторинного осолонцювання ґрунтів. Зокрема у США почали оцінювати якість води за коефіцієнтом адсорбції натрію SAR, який обчислюється як відношення концентрації катіонів натрію до кореня квадратного із суми концентрацій катіонів кальцію і магнію, поділеної на два (M. Stansfury, 1998) [5, 6]. Але в цій системі оцінки не враховувався вміст катіонів калію, а катіон магнію за своїми властивостями прирівнювався до катіону кальцію, що не відповідає дійсності.

Цей самий недолік наявний і в системах оцінки зрошувальних вод за співвідношенням катіонів натрію, кальцію і магнію (І.Н. Антипов-Каратеев, Г.М. Кадер [7], М.Ф. Буданов [8], О.М. Можейко, Т.К. Воротника [9]). Наступним кроком до комплексної оцінки поливних вод було врахування посилення солонцюючого впливу води на ґрунти за певних концентрацій у ній катіонів магнію та калію [10, 11].

Надалі головною особливістю систем оцінок зрошувальної води за їх впливом на ґрунти стала їх комплексність. Автори цих систем оцінок намагалися врахувати якомога більше показників, на які впливають поливні води (засоленість, лужність, солонцюватість ґрунтів тощо) і визначити кількісні градації тих властивостей зрошуваних вод (водневий, кальцієвий і натрієвий потенціали, їх співвідношення, вміст іонів Cl^- , Mg^{2+} , CO_3^{2-} тощо), які впливають на перелічені показники відповідних ґрунтів (І.П. Айдаров, А.Н. Корольков, 1980 [12]; І.Н. Гоголев, Т.Н. Хохленко, В.Л. Августовська, 1989 [13]; Б.А. Зимовец, Н.Б. Хитров, 1989 [14]).

Проте аналіз цих розробок показав, що наразі не вдалося створити універсальну систему оцінювання, яка б охоплювала всі типи вод і ґрунтів, для зрошення яких ці води використовуються. Система оцінки зрошувальних вод, безумовно, має бути регіональною і базуватися на характеристиках, насамперед ґрунтових та гідрогеологічних, від яких залежить характер впливу води на властивості зрошуваного ґрунту та еколого-агримеліоративний стан зрошуваного масиву в цілому.

Таку систему на основі узагальнення результатів багаторічних досліджень вітчизняних і світових розробок було створено вченими ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» НААН. В цю систему були включені критерії оцінки якості поливних вод за безпекою засолення, осолонцювання, підключення ґрунтів і токсичного впливу на рослини з урахуванням буферних властивостей ґрунтів і термодинамічних підходів. Було виділено три класи придатності води для зрошення різних груп ґрунтів за їхньою буферністю: придатні, обмежено придатні і непридатні, граничні рівні яких було запропоновано визначати за сумою показників. Ця система оцінювання якості води для зрошення стала обов'язковою для застосування в Україні, оскільки на її основі було розроблено і ведено в дію Державний стандарт України «Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії» (ДСТУ 2730-94, 1994) [15].

Проте практичне застосування цього стандарту службами Держводагентства та гідрогеолого-меліоративними експедиціями і партіями впродовж 20 років показало, що ДСТУ 2730-94 не позбавлений недоліків і потребує вдосконалення. Вченими ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» НААН було розроблено новий Національний стандарт України ДСТУ 2730:2015 «Якість доквілля. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії», який ведено в дію 01.07.2016 р. (ДСТУ 2730:2015, 2015) [16].

Отже, актуальність проблеми регіонального оцінювання якості природних вод в контексті конкретних ґрунтово-меліоративних умов та змін клімату є перспективним напрямом досліджень з метою збереження та підвищення родючості зрошуваних ґрунтів, ефективності використання поливних вод і зрошуваного землеробства.

Постановка завдання. Основним завданням досліджень є комплексна оцінка якості природної води для зрошення за

агрономічними критеріями з урахуванням регіональних ґрунтово-гідрогеологічних показників.

Об'єкт дослідження – оцінка якості природної води для зрошення для темно-каштанового залишково слабо- і середньосолонцюватого ґрунту на землях ТОВ «Агролюкс» Якимівського району Запорізької області, землі якого є типовими для значної частини Запорізької області за ґрунтовими, ландшафтно – кліматичними, гідрогеологічними та водогосподарськими умовами.

Матеріали і методи дослідження. Оцінка якості природної води для зрошення є обов'язковою при розробці проектів будівництва, реконструкції та модернізації зрошувальних систем, розробці технологій вирощування поливних сільськогосподарських культур, а також організацій, які контролюють умови експлуатації зрошувальних систем, здійснюють моніторинг якості зрошувальних земель і вод.

Нормування якості зрошувальної води здійснюється за загальноприйнятими показниками:

1. Оцінка якості зрошувальної води за небезпезкою вторинного засолення при тривалому зрошенні:

– мінералізація $M \leq 0,2-1,0$ г/дм³ – вода доброї якості (небезпеки вторинного засолення немає);

– $M = 0,45-1,92$ г/дм³ – вода середньої якості (є небезпека вторинного засолення при тривалому зрошенні);

– $M \geq 1,92$ г/дм³ – вода незадовільної якості (висока небезпека вторинного засолення при тривалому зрошенні).

2. Оцінка токсичності для рослин вмісту в зрошувальній воді іонів Na⁺. При вмісті Na⁺ < 3,0 мг-екв/дм³, вода придатна для зрошення без обмежень.

3. Оцінка токсичності для рослин вмісту в зрошувальній воді іонів Cl⁻. При вмісті іонів до 3-4 мг-екв/дм³, вода придатна для зрошення.

4. Оцінка впливу якості зрошувальної води на можливість розвитку процесів підлужування та осолонцювання зрошуваних ґрунтів. Оцінка здійснюється за вмістом в зрошувальній воді іону HCO₃⁻:

– HCO₃⁻ < 3,5 мг-екв/дм³, вода придатна для зрошення і не викликає процесів підлужування;

– HCO₃⁻ = 3,5-8,5 мг-екв/дм³, вода обмежено придатна для зрошення (при тривалому зрошенні викликає процеси підлужування та осолонцювання);

– HCO₃⁻ > 8,5 мг-екв/дм³, вода не придатна для зрошення.

5. Коефіцієнт, який характеризує небезпеку осолонцювання зрошуваних ґрунтів (за І.П. Айдаровим, О.І. Головановим)

$$K = \frac{Na \times 100\%}{Ca^{2+} + Mg^{2+}} \%$$

Для територій зі слабкодренованими темно-каштановими ґрунтами, схильними до осолонцювання, рекомендується $K \leq 25$ %, при $M_{зр} \leq 0,7-0,8$ г/дм³, pH < 7,5.

6. Коефіцієнт іонообміну (оцінка за небезпезкою підлужування та подальшого осолонцювання за І.М. Антиповим-Каратаєвим)

$$K = \frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{Na^{+} + 0,23M} \%$$

При $K \geq 1,0$ – вода придатна для зрошення і не викликає небезпеки підлужування та осолонцювання. При $K < 1,0$ – вода непридатна для зрошення, викликає процеси підлужування та осолонцювання.

7. Оцінка якості зрошувальної води згідно показника натрієво-адсорбційного відношення SAR:

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} < 10$$

Нормування якості зрошувальної води за агрономічними критеріями (ДСТУ 2730:2015, 2015) [16].

За агрономічними критеріями визначають якість води для зрошення за її впливом на ґрунти, для збереження і підвищення родючості, а також запобігання процесам засолення, осолонцювання і підлуження. Нормування показників якості зрошувальної води за агрономічними критеріями здійснюється з урахуванням складу та властивостей ґрунтів.

Під час оцінювання якості зрошувальної води виділяють три класи її придатності:

– I клас – «Придатна». Зрошувальна вода I класу – придатна для зрошення без обмежень;

– II клас – «Обмежено придатна». Зрошувальну воду II класу використовують за умови обов'язкового застосування комплексу заходів щодо запобігання деградації ґрунтів або поліпшення води до показників I класу;

– III клас – «Непридатна». Зрошувальна вода III класу – вода, показники якої виходять за межі значень, що встановлені для зрошувальних вод другого класу, непридатна для зрошення без попереднього поліпшення її складу.

Результати досліджень. За період досліджень, мінералізація зрошувальної води знаходилась в межах 0,35-0,37 г/дм³. Показник рН води був переважно слаболужний і коливався в межах 8,1-8,5. За хімічним складом вода переважно гідрокарбонатного, магнієво-кальцієвого та кальцієвого типів.

Вода Каховського магістрального та розподільчих каналів на Каховському зрошувальному масиві за ДСТУ 2730:2015 «Якість доквілля. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії» відноситься до II класу і оцінюється як «обмежено придатна» для зрошення на темно-каштанових залишково слабо- і середньо-солонцюватих ґрунтах.

Зрошувальну воду II класу використовують за умови обов'язкового застосування комплексу заходів щодо запобігання деградації ґрунтів або поліпшення води до показників I класу (табл. 1).

Висновки.

1. Властивості темно-каштанових залишково слабо- і середньо солонцюватих ґрунтів, процеси і режими в умовах зрошення значною мірою залежать від якості поливної води.

2. Вода Каховського магістрального та розподільчих каналів на Каховському зрошувальному масиві за ДСТУ 2730:2015 відноситься до II класу і оцінюється як «обмежено придатна» для зрошення за небезпекою підлуження ґрунту. Зрошувальну воду II класу використовують за умови обов'язкового застосування комплексу

заходів щодо запобігання деградації ґрунтів або поліпшення води до показників I класу.

3. За коефіцієнтом, який характеризує небезпеку осолонцювання зрошуваних ґрунтів (за І.П. Айдаровим, О.І. Головановим) – існує небезпека вторинного осолонцювання.

4. Для поліпшення якості зрошувальних вод та попередження їх негативного впливу на родючість ґрунтів рекомендується:

– для покращення стану темно-каштанових залишково слабо- і середньо солонцюватих ґрунтів необхідне проведення заходів із хімічної меліорації (внесення в ґрунт гіпсу, фосфогіпсу, молотого вапняку, суперфосфату, дефекату тощо) та поліпшення якості поливної води;

Таблиця 1. Комплексна оцінка якості природної води за агрономічними критеріями для зрошення темно-каштанових залишково слабо- і середньосолонцюватих ґрунтів Запорізької області

| Показники | Критерії | Роки | | | |
|---|---|--|--|--|--|
| | | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Нормування якості зрошувальної води за загальноприйнятими показниками | | | | | |
| Оцінка якості зрошувальної води за небезпекою вторинного засолення при тривалому зрошенні | загальна мінералізація $M \leq 0,45$ г/дм ³ | вода доброї якості (небезпеки вторинного засолення немає) | вода доброї якості (небезпеки вторинного засолення немає) | вода доброї якості (небезпеки вторинного засолення немає) | вода доброї якості (небезпеки вторинного засолення немає) |
| Оцінка токсичності для рослин вмісту в зрошувальній воді іонів Na ⁺ | Na ⁺ < 3,0 мг-екв/дм ³ | вода придатна для зрошення без обмежень | вода придатна для зрошення без обмежень | вода придатна для зрошення без обмежень | вода придатна для зрошення без обмежень |
| Оцінка токсичності для рослин вмісту в зрошувальній воді іонів Cl ⁻ | Cl ⁻ < 3,0-4,0 мг-екв/дм ³ | вода придатна для зрошення | вода придатна для зрошення | вода придатна для зрошення | вода придатна для зрошення |
| Оцінка впливу якості зрошувальної води на можливість розвитку процесів піддужування та осолонцювання в зрошуваних ґрунтах | HCO ₃ ⁻ < 3,5 мг-екв/дм ³ | вода придатна для зрошення і не викликає процесів піддужування | вода придатна для зрошення і не викликає процесів піддужування | вода придатна для зрошення і не викликає процесів піддужування | вода придатна для зрошення і не викликає процесів піддужування |
| Коефіцієнт, що характеризує небезпеку осолонцювання зрошуваних ґрунтів (за І.П. Айдаровим, О.І. Головановим) | K ≤ 25% | вода придатна | існує небезпека вторинного осолонцювання зрошуваних ґрунтів | існує небезпека вторинного осолонцювання зрошуваних ґрунтів | вода придатна для зрошення |

Продовження табл. 1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|--------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Коефіцієнт іонообміну (оцінка за небезпекою підлужування та подальшого осолонцювання за І.М. Антиповим-Каратаєвим) | $K \geq 1,0$ | вода придана для зрошення | вода придана для зрошення | вода придана для зрошення | вода придана для зрошення |
| Оцінка якості зрошувальної води згідно показника натрієво-адсорбційного відношення SAR | $SAR < 10$ | вода придатна для зрошення | вода придатна для зрошення | вода придатна для зрошення | вода придатна для зрошення |
| Нормування якості зрошувальної води за агрономічними критеріями (ДСТУ 2730:2015, 2015) | | | | | |
| Оцінювання якості зрошувальної води за небезпекою іригаційного засолення ґрунту | - | I клас «Придатна» | I клас «Придатна» | I клас «Придатна» | I клас «Придатна» |
| Оцінювання якості зрошувальної води за небезпекою підлуження ґрунту | - | II клас «Обмежено придатна» | II клас «Обмежено придатна» | II клас «Обмежено придатна» | II клас «Обмежено придатна» |
| Оцінювання якості зрошувальної води за небезпекою осолонцювання ґрунту | - | I клас «Придатна» | I клас «Придатна» | I клас «Придатна» | I клас «Придатна» |
| Оцінювання якості зрошувальної води за небезпекою її токсичного впливу на рослини при поливів дощуванням | - | I клас «Придатна» | I клас «Придатна» | I клас «Придатна» | I клас «Придатна» |

– не допускати проведення поливів сільськогосподарських культур непридатною для зрошення водою без попереднього поліпшення її якості хімічними меліорантами (гіпсом, фосфогіпсом, сірчаною кислотою) або розбавлення водою кращої якості, а в разі

неможливості поліпшення якості непридатної для зрошення води хімічними меліорантами, проводити лише зволожуючі поливи.

– зрошувальні та поливні норми, режими зрошення, способи поливу для різних сільськогосподарських культур у залежності від якості води та властивостей ґрунту мають бути водозберезувальними і ґрунтозахисними.

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ПРИРОДНОЙ ВОДЫ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ КАХОВСКОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ)

Морозов А.В. – д. с.-х. н., профессор

Морозов В.В. – к. с.-х. н., профессор

Исаченко С.А. – аспирант

ГВУЗ «Херсонский государственный аграрный университет»

Свойства темно-каштановых остаточной слабо и средне солончаковых почв, процессы и режимы в условиях орошения в значительной мере зависят от качества поливной воды. В работе приведены научно-методические подходы к комплексной оценке качества природной воды Каховской оросительной системы для условий темно-каштановых остаточной слабо и среднесолонцеватые почв Запорожской области.

Система комплексной оценки качества оросительных вод по агрономическим критериям должно быть региональной и учитывать, прежде всего, ґрунтовые и гидрогеологические условия, от которых зависит характер влияния воды на свойства почвы, эколого-агротелиоративные состояние орошаемого массива в целом.

Вода Каховского магистрального и распределительных каналов на Каховском орошаемом массиве по ГОСТ 2730: 2015 относится к II классу и оценивается как «ограниченно пригодна» для орошения по опасности ошелачивания почвы. Оросительную воду II класса используют при условии обязательного применения комплекса мер по предотвращению деградации почв или улучшения воды до показателей I класса. По коэффициенту, который характеризует опасность осолонцевания орошаемых почв (по И.П. Айдаров, А.И. Головановым) - существует опасность вторичного осолонцевания. Для улучшения качества оросительных вод и предупреждения их негативного влияния на плодородие почв рекомендуется: для улучшения состояния темно-каштановых остаточной слабо и средне солончаковых почв необходимо проведение мероприятий по химической мелиорации (внесение в почву гипса, фосфогипса, молотого известняка, суперфосфата, дефеката и т.д.) и улучшение качества поливной воды; не допускать проведения поливов сельскохозяйственных культур непригодной для орошения водой без предварительного улучшения ее качества химическими меліорантами (гипсом, фосфогипсом, серной кислотой) или разбавления водой лучшего качества, а в случае невозможности улучшения качества непригодной для орошения воды химическими меліорантами, проводить только увлажняющие поливы; оросительные и поливные нормы, режимы орошения, способы полива для различных сельскохозяйственных культур в зависимости от качества воды и свойств почвы должны быть водосберегающими и почвозащитными.

Ключевые слова: орошение, качество оросительной воды, агрономические критерии, почва, мелиорация.

**SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE
QUALITY ASSESSMENT OF NATURAL WATER FOR IRRIGATION
(ON THE EXAMPLE OF THE KAKHOV IRRIGATION SYSTEM)**

Morozov O.V. – Doctor Agricultural Sciences, Professor
Morozov V.V. – Candidate of Agricultural Sciences, Professor
Isachenko S.O. – Postgraduate
SHEI «Kherson State Agrarian University»

Properties of dark-chestnut residual weakly and medium-saline soils, processes and regimes under irrigation conditions largely depend on the quality of irrigation water. The paper presents the scientific and methodological approaches to the comprehensive assessment of the natural water quality of the Kakhovka irrigation system for the conditions of the dark chestnut residual weak and medium-saline soils of the Zaporozhye region.

The system of integrated assessment of irrigation water quality by agronomic criteria must be regional and take into account, first of all, soil and hydrogeological conditions, which determine the nature of the influence of water on soil properties, ecological and agro-ameliorative state of the irrigated massif as a whole.

The water of the Kakhovka main and distribution channels on the Kakhovsky irrigated massif according to DSTU 2730: 2015 belongs to the second class and is rated as „limited suitable” for irrigation at the risk of soil subsidence. Class II irrigation water is used subject to the mandatory use of a set of measures to prevent soil degradation or improve water to Class I indicators. According to the coefficient characterizing the danger of salinization of irrigated soils (according to I.P. Aidarov, O.I. Golovanov) - there is a danger of secondary salinization.

To improve the quality of irrigation water and prevent their negative impact on soil fertility, it is recommended: to improve the condition of dark-chestnut residual weakly and medium-saline soils, it is necessary to carry out measures for chemical reclamation (introduction of gypsum, phosphogypsum, molotophyto, ground ham . and improving the quality of irrigation water; to prevent irrigation of crops unsuitable for irrigation without first improving its quality with chemical ameliorants (gypsum, phosphogypsum, sulfuric acid) or dilution with better quality water; irrigation and irrigation standards, irrigation regimes, irrigation methods for different crops, depending on the water quality and soil properties must be water-saving and soil-protective.

Key words: irrigation, irrigation water quality, agronomic criteria, soil, land reclamation.

ЛІТЕРАТУРА

1. Адаптація агротехнологій до змін клімату: ґрунтово-агрохімічні аспекти: колективна монографія. За наук. ред. С.А. Балюка, В.В. Медведєва, Б.С. Носка. Харків : Стильна типографія, 2018. 364 с.
2. Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України. За ред. В.А. Сташука, С.А. Балюка, М.І. Ромашенка. Київ : Аграрна наука, 2009. 624 с.
3. Ковда В.А. Происхождение и режим засоленных почв. Москва-Ленинград : АН СССР, 1946. Т.1. С. 43-47.

4. Розов Л.П. Мелиоративное почвоведение. Москва, 1956. С. 86-95.
5. Stansfury M. Irrigation and water quality United States perspective. Trans 14th cong. Irrigate and drainage, 1998. 1. 13. P. 185-215.
6. Морозов В.В., Грановська Л.М., Поляков М.Г. Еколого-меліоративні умови природокористування на зрошуваних ландшафтах України. Навч. посібник. Київ-Херсон : Айлант, 2003. 208 с.
7. Антипов-Каратаев И.Н., Кадер Г.М. К мелиоративной оценке поливной воды, имеющей щелочную реакцию. *Почвоведение*. 1961. № 3. С. 60-65.
8. Буданов М.Ф. Требования к качеству оросительных вод. *Водное хозяйство*. Москва. 1965. Вып. I. С. 82-89.
9. Можейко А.М., Воротник Т.К. Гипсование солонцеватых каштановых почв УССР, орошаемых минерализованными водами, как метод борьбы с солонцеванием этих почв. *Труды УНИИП*. Харьков. 1958. Т. III. С. 111-208.
10. Ворітник Т.К., Ладних В.Я. Відновлення ефективної родючості темно-каштанових ґрунтів, зрошуваних лужними водами. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Київ : Урожай, 1975. Вип. 30. С. 67-75.
11. Kanwar J., Kanwar B. Quality of irrigation water. IX Intern. Congress of Soil Science. 1968. 4. P. 391-401.
12. Айдаров И.П., Корольков А.Н. Использование вод повышенной минерализации для орошения земель. *Сб. науч. тр. Всесоюзного объединения Союзводпроект*. Москва. 1980. № 53. С. 9-18.
13. Гоголев И.Н., Хохленко Т.Н., Августовская В.Л. Термодинамический принцип оценки оросительных вод и состояния почв. *Мелиорация и водное хозяйство*. 1989. № 8. С. 24-26.
14. Зимове Б.А., Хитров Н.Б. Оценка пригодности воды для орошения автоморфных почв с учетом их ионно-солевого состава. *Мелиорация и водное хозяйство*. 1989. № 8. С. 26-27.
15. ДСТУ 2730-94. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. Київ : Держстандарт України, 1994.
16. ДСТУ 2730:2015. Якість довкілля. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. Київ : Мінекономрозвитку України, 2015.

REFERENCES

1. Baliuk S.A., Medvediev V.V., Nosko B.S. (2018) *Adaptatsiia ahrotekhnologii do zmin klimatu: gruntovo-ahrokhimichni aspekty: kolektyvna monohrafiia* (Adapting agrotechnologies to climate change: soil-agrochemical aspects: collective monograph). Kharkiv: Stylna typohrafiia. [in Ukrainian]

2. Stashuk V.A., Baliuk S.A., Romashchenko M.I. (2009) *Naukovi osnovy okhorony ta ratsionalnoho vykorystannia zroshuvanykh zemel Ukrainy* (Scientific fundamentals of protection and rational use of irrigated lands of Ukraine). Kiev: Ahrarna nauka. [in Ukrainian]
3. Kovda V.A. (1946) *Proyskhozhdennye y rezhym zasolennykh pochv* (Origin and mode of saline soils). Moscow – Leningrad: Academy of Sciences of the USSR, vol.1. P.43-47. [in Russian]
4. Rozov L.P. (1956) *Melyoratyvnoe pochvovedenye* (Meliorative soil science). Moscow. P. 86-95. [in Russian]
5. Stansfury M. (1998) Irrigation and water quality United States perspective. Trans 14th cong. Irrigate and drainage. 1-13. P. 185-215.
6. Morozov V.V., Hranovska L.M., Poliakov M.H. *Ekoloho-melioratyvni umovy pryrodokorystuvannia na zroshuvanykh landshaftakh Ukrainy: Navchalnyi posibnyk* (Ecological and land reclamation conditions of natural resources in irrigated landscapes of Ukraine: Textbook). Kiev-Kherson: Ailant. [in Ukrainian]
7. Antypov-Karataev Y.N., Kader H.M. (1961) K melioratyvnoi otsenke polyvnoi vody, ymeiushchei shchelochnuuu reaktsiyu (To ameliorative assessment of irrigation water, having an alkaline reaction). *Soil science*, no. 3. P. 60-65.
8. Budanov M.F. (1965) Trebovaniya k kachestvu orosytelnykh vod [Requirements for the quality of irrigation water]. *Water industry*, vol. 1. P. 82-89.
9. Mozheiko A.M., Vorotnyk T.K. (1958) Hypsovanye solontsevatykh kashtanovykh pochv USSR, oroshaemykh myneralizovanyymi vodamy, kak metod borby s solontsevanyem etykh pochv (Plastering of salinized chestnut soils of the USSR, irrigated by mineralized waters, as a method of combating the solonetsation of these soils). *Proceedings UNYYP*, vol. 3. P.111-208.
10. Voritnyk T.K., Ladnykh V.Ya. (1975) Vidnovlennia efektyvnoi rodiuchosti temno-kashtanovykh gruntiv, zroshuvanykh luzhnyymi vodamy. Ahrokhimiia i gruntoznavstvo (Intensive efficacy of dark brown chestnut trees, strewn with puddled waters). *Agrohimiya i practice*, vol. 30. P. 67-75.
11. Kanwar J., Kanwar B. (1968) Quality of irrigation water. *IX Intern. Congress of Soil Science*. P. 391-401.
12. Aidarov Y.P., Korolkov A.N. (1980) Yspolzovanye vod povyshennoi myneralizatsyy dlia orosheniya zemel (Use of high salinity water for irrigation). *Sb. nauch. tr. Vsesoiuznoho obyedeneniya Soiuzvodproekt*. no. 53. P. 9-18.
13. Hoholev Y.N., Khokhlenko T.N., Avhustovskaia V.L. (1989) Termodynamicheskyi pryntsyp otsenky orosytelnykh vod y sostoianiya

- pochv (Thermodynamic principle of irrigation water and soil condition assessment). *Land improvement and water management*. no. 8. P. 24-26.
14. Zymove B.A., Khytrov N.B. (1989) Ocenka prigodnosti vody dlja oroshenija avtomorfnyh pochv s uchetom ih ionno-solevogo sostava (Evaluation of the suitability of water for irrigation of automorphic soils, taking into account their ion-salt composition). *Land improvement and water management*. no. 8. P. 26-27.
 15. Derzhstandart Ukrainy (1994) DSTU 2730-94. Yakist pryrodnoi vody dlia zroshennia. Ahronomichni kryterii (DSTU 2730-94. The quality of natural water for irrigation. Agronomic criteria). Kiev: Derzhstandart Ukrainy.
 16. Minekonomrozvytku Ukrainy (2015) DSTU 2730:2015. Yakist dovkillia. Yakist pryrodnoi vody dlia zroshennia. Ahronomichni kryterii (DSTU 2730: 2015. Quality of the environment. The quality of natural water for irrigation. Agronomic criteria). Kiev: Minekonomrozvytku Ukrainy.

УДК 574.55:574.583:574.587

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2019.1.9>

ASSESSMENT OF THE MARINE ENVIRONMENT QUALITY BY THE METHODS OF BIOINDICATION AND BIOTESTING ON THE EXAMPLE OF THE ODESA REGION

Pentilyuk R.S. – Ph.D. in Agricultural Sciences, Associate Professor

Soborova O.M. – Ph.D. in Geography, Assistant

Kudelina O.Y. – Senior Lecturer

Odessa State Environmental University, olkasobr@gmail.com

The results of the researches of the marine environment quality assessment by the methods of biotesting and bioindication using hydrobionts of the different systematic levels are presented. A preliminary analysis of the reservoir trophism and the quality of the coastal waters was conducted on the basis of the quantitative indicators of toxic and potentially toxic species of microalgae in the Odessa region. The general analysis of the research results of the biodiversity and a biomass of phyto- and zooplankton, and zoobenthos of the Odesa part of the Black Sea is determined.

A quality of the coastal marine environment of the most of the surveyed water areas of the Odessa region has improved over the course of the year but it was somewhat worse for the development of the investigated hydrobionts than in 2015. The water environment of the open areas of the NWBS in general had the significantly better environmental properties for the development of the biological objects. The underlying environment of some of these marine areas was significantly more eutrophied (in terms of a vegetation status of the benthic microphytes) than at the coast of the Odessa region. Surface water masses from the mainland slope of the NWBS in summer were characterized by the significantly better environmental properties for the morphogenesis of the test objects (mussels larvae of the early stages of their development) than all the waters from the coastal and open water areas of this part of the sea explored for the last 9 years.

The methods of biotesting of a quality of the marine environment of the coastal areas of the NWBS using physiological and morphological indicators of the state of the adult Black Sea mussels and their larvae have revealed that a quality of the aquatic environment for the life of these hydrobionts had improved (as compared to a previous year) in the most studied water areas.

In the coastal areas of the sea after the periodic changes in macrophytobenthos mesosappropriate algal species prevail and there is some stabilization of bottom phytocenoses. Compared to previous years a species composition of macrophytobenthos changed significantly in the region of the NWBS. Some brown algae disappeared as the most sensitive to the anthropogenic pressure. But there is a massive development of filamentous green and red algae because of the excess of the pollutants. Thus the adaptation of macrophytes to the changing environmental conditions occurs and it is expressed in a change of a structural organization and in a slight tendency to their restoration at the NWBS.

Key words: The Black Sea, The Odessa Bay, phytoplankton, zooplankton, bioindication, biotesting.

Formulation of the problem. Biodiversity is one of the most advanced methods of assessing the state of the marine biota. Its maximum level is usually observed in the coastal areas at the shallow depths. The biodiversity of the ecosystem also reflects its ecological state [4].

Analysis of the research and publications. Microfitobenthos plays an important role in the structure of aquatic biocenoses. It takes an active part in the cycle of substances and the energy of reservoirs, acting as a primary link of a food chain. The mixotrophic method of feeding many types of algae promotes to the biological purification of the reservoirs. At the same time an excessive development of algae with their subsequent extinction can cause a secondary contamination of the coastal water areas. In the coastal areas of the sea after the periodic changes in macrophytobenthos, mesosappropriate algal species predominate and, as a rule, there is a certain stabilization of bottom phytocoenoses. In the port area of the city of Yuzhny in the Odesa region, which occupies a water part of the Grigoryevsky estuary, especially in the vicinity of the waste water discharges in the Gulf of Odessa, the species diversity of macrophytes is 2-2,5 times less than in the whole Odessa region. In the coastal areas mesosaprobic species of algae are dominated. A quality of the shallow water of the North Western Part of the Black Sea (NWBS) at the present stage refers to moderately polluted. With regard to the open shelf zone, here a share of oligosaprobic species is about 70% which despite the elevated level of eutrophication characterizes this area as relatively clean.

Phytoplankton, as a component of the aquatic ecosystem, is extremely responsive to any changes in the environment and is an effective indicator of an ecological state of the aquatic environment.

Zooplankton is conventionally divided into holoplankton (a real plankton), whose ontogenesis takes place exclusively in the thickness of the water masses, and meroplankton (a temporary component of zooplankton), represented predominantly by larvae of the benthic animals. A number of zooplankton species is significantly increased during the development of meroplankton due to the period of a benthic fauna reproduction.

Historical development of the Black Sea water area and low salinity of its waters cause a sufficient variety of flora and fauna. According to the origin the biota includes: 1) the ancient relict brackish fauna, which is a remnant of the Pontic fauna; 2) the Mediterranean (in other words, the Atlantic) fauna and flora – it is like the youngest invader and now its most complete owner; 3) freshwater forms. The habitat of the zoobenthos of the Black Sea is 23% of the Black Sea area. The lower limit of a macrozoobenthic animal's distribution is located at the depths of 130 m.

A biomass of benthos in the Black Sea is quite high. It is about 100 g/m² in the coastal areas of the Western Crimea, and 100-500 g/m² in the southern shores of the Crimea. The most productive area is the NWBS.

In the Odesa-Danube part of the NWBS at the depths of 10-30 m and 60-80 m benthos develops weakly, which is associated with the long sprat catch and obscure phenomena. In the shelf part of the NWBS at the depths of 30-50 m the maximum of benthos biomass is observed at the places of mollusks cyanosis formation from 200 g/m² to several kilograms per 1 m² (this is where the greatest development of mussels is noted). Starting at the depth of 50-80 m a benthos biomass decreases to 20-50 g/m² and from the depth of 80 m it is several grams per 1 m².

Spatial distribution of macrozoobenthos is very heterogeneous and depends first of all on the nature of the soil and depths. On solid substrates in the coastal waters of the Odessa region of the NWBS the fouling groupings, where bivalve molluscs are dominated (*Mytilus galloprovincialis* and *Mytilaster lineatus*), form. Also multifaceted worms (*Harmothoe imbricata*, *Harmothoe reticulata*) and crustaceans (*Amphibalanus improvisus*, *Dexamine spinosa*, *Microdeutopus gryllotalpa*) are the permanent components of macrozoobenthos in the coastal waters of the NWBS.

Structural-functional changes of the macrozoobenthos communities in the conditions of a long-term research serve as a reliable indicator of the state of the marine ecosystem. Over the past 10 years a species composition of the macrozoobenthos representatives has increased. According to the long-term observations in the coastal region of the Odessa region 130 macrozoobenthos taxons were recorded [4].

Research results. In 2016 when assessing the marine environment quality with the help of the biotesting and bioindication methods using the hydrobionts of the different systematic levels (mussels at the different stages of development and microfitobenthos algae) it was shown that the ecological properties of the environment of the open and coastal areas of the NWBS, different from the influence of the anthropogenic and natural factors on them, differed considerably (Fig. 1) [5].

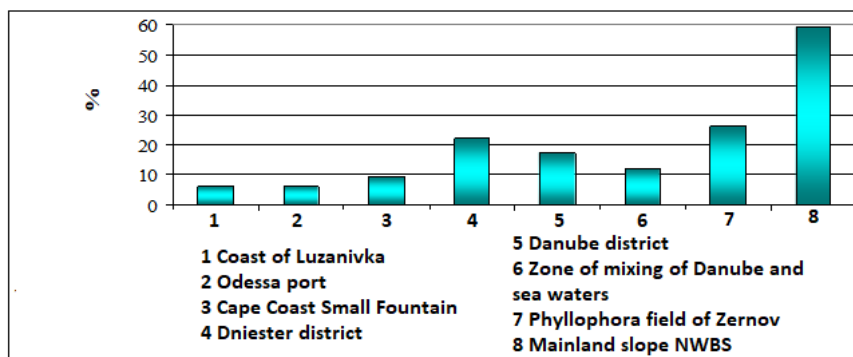


Fig. 1. Development of prodisokohn mussels of a normal morphology during the biotesting of the marine waters of NWBS in the summer season of 2016 (%)

A quality of the coastal marine environment of the most of the surveyed water areas of the Odessa region has improved over the course of the year but it was somewhat worse for the development of the investigated hydrobionts than in 2015. The water environment of the open areas of the NWBS in general had the significantly better environmental properties for the development of the biological objects. The underlying environment of some of these marine areas was significantly more eutrophied (in terms of a vegetation status of the benthic microphytes) than at the coast of the Odessa region. Surface water masses from the mainland slope of the NWBS in summer were characterized by the significantly better environmental properties for the morphogenesis of the test objects (mussels larvae of the early stages of their development) than all the waters from the coastal and open water areas of this part of the sea explored for the last 9 years.

In the spring-summer period 2016 at the NWBS 224 species of phytoplankton which belonged to 8 departments were observed (Fig. 2) [5].

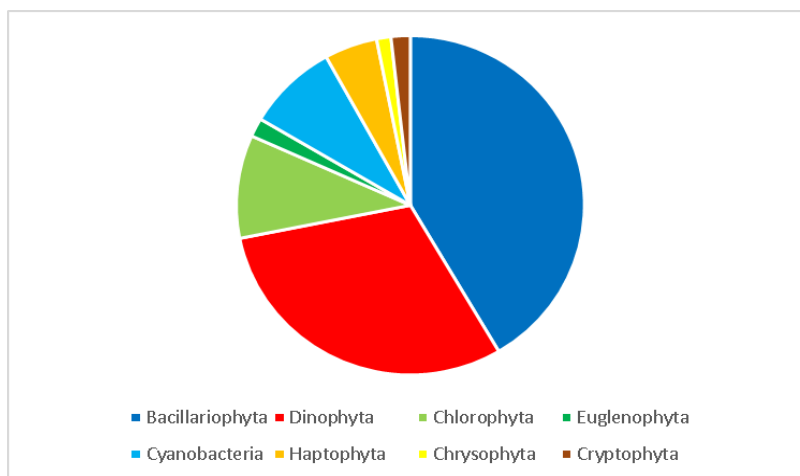


Fig. 2. Phytoplankton species diversity in the waters of the NWBS (may, 2016)

The most significant contribution to the species diversity was made by the representatives of diatoms (93 species) and dinophytes (68 species), the proportion of green algae (22 species), cyanobacteria (19 species) and haptophytovyh (11 species) was a bit less. Euglen (4 species), golden (3 species) and cryptophyte algae (4 species) were insignificant.

In the water area of the Odessa region there was a polydominant complex of phytoplankton species (212 microalgae species and varieties) with a predominance of diatom in both numbers and a biomass (Fig. 3) [5].

In the coastal areas the quantitative indicators of phytoplankton are higher than in the open shelf waters. High values of the quantitative

indicators of phytoplankton in the coastal waters were caused by a flow of several large rivers especially the Danube River.

In the Dniester region, the average number of phytoplankton was 1003 thousand units/l⁻¹, an average biomass – 580 mg m⁻³. The high values of the quantitative indicators in this area were due to the diatoms (*P. Delicatissima*) “bloom”. The maximum "bloom" was observed in the upper layer of the water which was located on the crossroads of the Dniester estuary, which was probably caused by a pollutants inflow within the river runoff. As the river waters flow along the coast and mix with the seawater, the "blooming" moved to the deeper horizons in the direction of a distance from the coastline and was observed only on the lower boundary of the thermocline where a number of diatom *P. Delicatissima* mounted to 1.98 million units / l⁻¹ at the biomass of 0.78 gm⁻³.

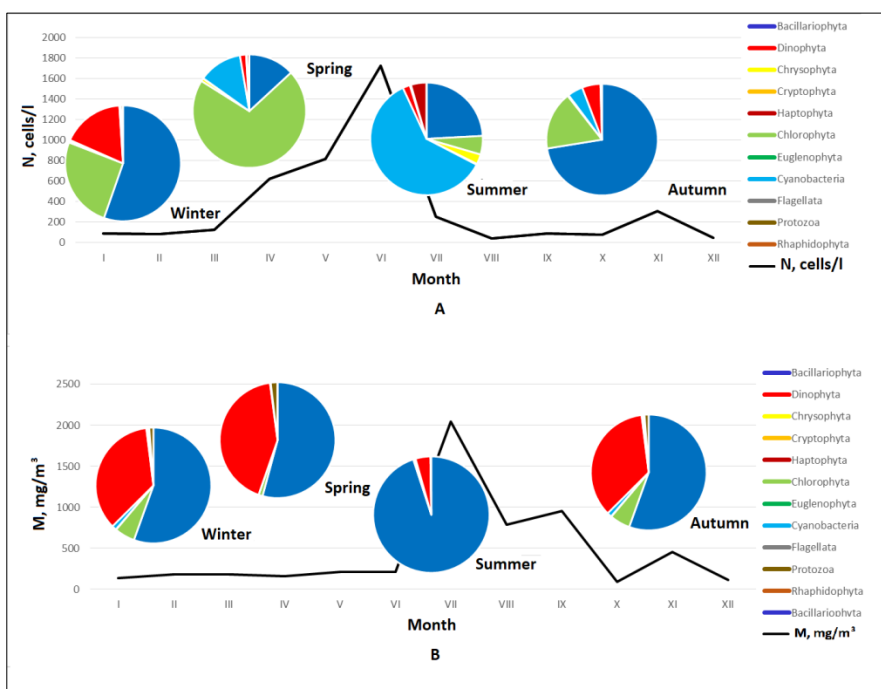


Fig. 3. Quantitative changes of phytoplankton in the Odessa region in 2016 (a-number, thousand units × l⁻¹; b - biomass, mg × m⁻³)

P. delicatissima refers to the potentially toxic species, but in spite of the occasional «blooming» of this species, any humans or animals diseases that were associated with it were not observed in the study area.

In the zone of mixed waters, the average indicators of a number of phytoplankton amounted to 525 thousand units / cubic meters, an average biomass 397 mg m⁻³. In the open waters of the shelf which are the most

distant from the coast, a number of phytoplankton did not exceed 150 ths units / l⁻¹, and biomass 180 mg m⁻³.

The quantitative indicators of phytoplankton decrease with increasing the distance from the coast and increase in the zones of the river runoff influence. This effect was the most pronounced in the upper mixed horizons and on the upper boundary of the thermocline and became smoother with increasing the depth. In the Danube area there was a difference in the quantitative indicators of phytoplankton in more than 100 times compared with the other areas of the NWBS.

28 taxons which are the representatives of freshwater saltwater and marine complexes were registered in the zooplankton composition of the Odessa region. An average biomass was 39.56 mg m⁻³ ± 21.02 mg m⁻³. The changes in a zooplankton biomass during the year are shown in Figure 4 [5].

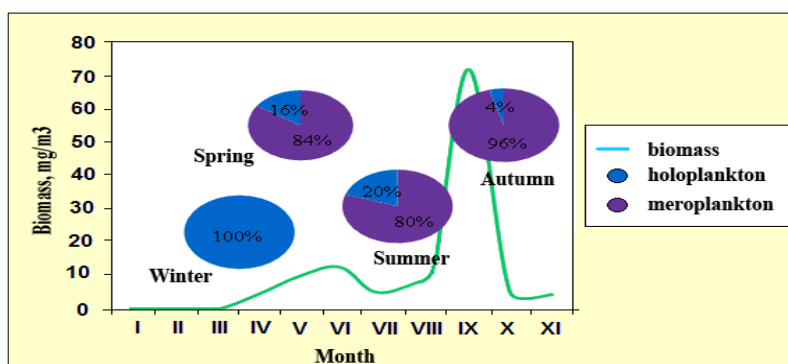


Fig. 4. An average biomass (mg m⁻³) of zooplankton in the Odessa region in 2016

On average in the Odessa region in a seasonal zooplankton biomass two peaks – in summer and autumn – were noted: the first maximum of the biomass was at the end of June, the second was in September, and they were due to the development of the naupliar stages of crustaceans *Balanus* (*Cirripedia*).

There is a constant tendency to improve a state of the zooplankton group, as evidenced by the changes in the structure of zooplankton: a decrease of non-trophic zooplankton (*N. scintillans*), and a simultaneous increase in the number and biomass of a trophic component.

In the Danube Region 21 taxons of zooplankton were registered in autumn, among which there were 12 taxons of crustaceans, and a good state of a forage base for planktophagous fish was observed. An average number and a biomass of zooplankton was 6 827.96 units/m⁻³ ± 6 645.15 units/ m⁻³ and 57.09 units/m⁻³ ± 34.07 units/m⁻³ respectively. Copepoda-invader *Oithonabrevicornis* played a significant role in the formation of the quantitative indicators of a zooplankton development. A state of a zooplankton group of the Danube Region has a tendency to improve their

condition, which is expressed in increasing the diversity, especially crustaceans, in a complexity of the structure and in a reduction of a non-fodder part for fish.

In 2016 105 taxons of macrozoobenthos were detected in the studied areas of the Black Sea shelf in Ukraine. The largest variety was shown by the following groups – *Annelida*, *Crustacea* and *Mollusca*. A number of species varied from 9 to 44 by sample. The Whittaker Beta Spread Diversity Index was 3.28.

Biocenoz of *Chameleagallina* on the sandy soil at the depths from 16 till 24 m (the Dniester district): A total number of animal species in the community was 35, among them: *Polychaeta* – 14, *Phoronida* – 1, *Gastropoda* – 1, *Bivalvia* – 6, *Cirripedia* – 1, *Amphipoda* – 3, *Cumacea* – 2, *Mysida* – 2, *Tanaidacea* – 1 and *Decapoda* – 1. An average number and a biomass reached 2,522 by sample/m² and 353 g/m² respectively. About 80% of the biomass was given by the bivalves – *Chameleagallina*, *Spisulasubtruncata* and *Anadarakagoshimensis*. Polychaetes accounted for about 74% of the population.

Infolithic dirty sand with the thalassinozide overgrown at the depths up to 20 m (the Danube region): In this biocenose 31 taxons belonging to 10 systematic groups (*Anthozoa* – 1, *Polychaeta* – 16, *Gastropoda* – 1, *Bivalvia* – 2, *Cirripedia* – 1, *Amphipoda* – 2, *Cumacea* – 1, *Decapoda* – 5) were identified. An average number and a biomass was 2946 by sample/m² and 45 g/m² respectively.

Biocenose of *Mytilusgallo provincialis*, the biogenic reefs, at the depths from 13 till 19 m: In the macrozoobenthos there are 60 taxons, most of them (40%) belong to Polyhete (*Anthozoa* – 1, *Polychaeta* – 24, *Gastropoda* – 4, *Bivalvia* – 11, *Cirripedia* – 1, *Amphipoda* – 7, *Cumacea* – 2, *Isopoda* – 1 and *Decapoda* – 6). Polychetes and bivalve molluscs reached the highest volume in the samples. An average content of macrozoobenthous populations was 11,364 by sample/m² and 271 g/m² of the number and a biomass respectively.

Terrigenous silt, biocenose of *Melinnapalmata* at the depths from 19 till 24 m: There were 26 species: *Cnidaria* – 3, *Phoronida* – 1, *Polychaeta* – 4, *Gastropoda* – 3, *Bivalvia* – 9, *Amphipoda* – 1, *Decapoda* – 3. In places the biomass of *Mya arenaria* was up to 300 g / m².

Organogenic sand with *Mytilus* biogenic reefs and filamentous / leafy algae at the depths from 31 till 52 m (a district of FPP): 34 taxons belonging to 11 systematic groups were identified: *Polychaeta* – 13, *Bivalvia* – 2, *Amphipoda* – 9, *Isopoda* – 1, *Cumacea* – 1, *Mysida* – 1, *Tanaidacea* – 1, *Echinodermata* – 1, *Tunicata* – 2. An average number and a biomass amounted to 911 by sample/m² and 231.6 g/m². Polycetts were 59% of the total number where *Prionospiomultibranchiata* was 30%. *Mytilusgalloprovincialis* was a sub-dominant in a number and a dominant in a biomass, as a characteristic habitat. Within the macrozoobenthos of the Odessa region (up to 3 m depth) 30 taxons were registered: *Vermes* – 9, *Mollusca* – 7, *Crustacea* – 11, *Varia* – 3. An average population was 6,244

by sample/m², and a biomass was 145,12 g/m². The appearance of some types of crustaceans in the macrozoobenthos indicates an increase in a fish feed base.

According to the obtained results, it can be noted that in general a macrozoobenthos state is satisfactory and tends to improve the condition both in terms of variety and in the quantitative parameters.

13 taxonomic groups (depths 19 – 50 m) were discovered in the meiobenthos of the NWBS. Foraminifera (*Foraminifera*) and nematodes (*Nematoda*) (69% of multicellular meiobenthos) dominated by a number. Crustacea (*Harpacticoida* and *Ostracoda*) represented by a maximum at the depths of 19-28 m (28%) was a sub-dominant group. The maximum biomass was marked up to a depth of 20 m and was formed predominantly by the weight of pseudomembranous ranging from 79% to 99%. The total number of meiobenthos on the mallow soil is almost twice as high as in the shellfish and turmeric shells and three times higher than on the sandy soils. Most of the NWBS areas are characterized by a good environmental state of the benthos according to a structure of the meiobenthic organisms – 57% of the stations are characterized by a good ecological state and 43% of the stations are not meeting a good ecological state according to the WFD criteria.

According to long-term observations of the past years in the winter diatoms and green algae (59% and 16%, respectively) dominated in the species of phytoplankton, dinophytes (11%) also made a significant contribution to a species diversity, 7% belonged to the representatives of haptophytoviyh and cyanobacteria. As a result of severe desalination such freshwater blue-green algae as afaniosomenone and anaben, sea dinophytes (ekziviella, prorocentrum, glenodymium) and diatoms (skeletonema, oscinoidiscus, rhizosolenia and hetoserase) are massively developing. During spring blooming an average diatom biomass was 7 g/m³, in some areas the biomass indicators were 100 and even 200 g/m³, almost entirely due to blue-green algae; during the autumn maximum a biomass of dinophytes reaches up to 2 g / m³.

A biomass of zooplankton in the long-term observations of the past years in the winter period was up to 150 mg/m³, and a large number of jellyfish was noted [4, 5].

Conclusions. The methods of biotesting of a quality of the marine environment of the coastal areas of the NWBS using physiological and morphological indicators of the state of the adult Black Sea mussels and their larvae have revealed that a quality of the aquatic environment for the life of these hydrobionts had improved (as compared to a previous year) in the most studied water areas.

In 2016 in the spring-summer period in the NWBS area there was a development of 224 species of phytoplankton, which belonged to 8 departments. The representatives of diatomaceous and dinophytic microalgae made the most significant contribution to a species diversity. In the waters of the Odessa region there was a polydominant complex of phytoplankton (212 species and varieties of microalgae) with a predominance of diatomaceous species both in numbers and

in a biomass. In the coastal areas the quantitative indicators of phytoplankton are higher than in the open shelf waters. High values of the quantitative indicators of phytoplankton in the coastal waters were caused by a flow of several large rivers especially the Danube River.

In 2016 105 macrozoobenthos taxons were detected in the studied zones of the Black Sea shelf of Ukraine. The largest variety was shown by the following groups – *Annelida*, *Crustacea* and *Mollusca*. A number of species varied from 9 to 44 by sampling. The Whitteker Beta Spread Diversity Index was 3.28. 30 taxons were registered within the macrozoobenthos of the Odessa region (up to 3 meters deep). An average number was 6,244 units/m², and a biomass was 145,12 g/m². The appearance of some types of crustaceans in the macrozoobenthos indicates an increase in a fish feed base. According to the obtained results it can be noted that in general the macrozoobenthos state is satisfactory and tends to improve both by variety and by the quantitative parameters.

In the coastal areas of the sea after the periodic changes in macrophytobenthos mesosappropriate algal species prevail and there is some stabilization of bottom phytocoenoses. Compared to previous years a species composition of macrophytobenthos changed significantly in the region of the NWBS. Some brown algae disappeared as the most sensitive to the anthropogenic pressure. But there is a massive development of filamentous green and red algae because of the excess of the pollutants. Thus the adaptation of macrophytes to the changing environmental conditions occurs and it is expressed in a change of a structural organization and in a slight tendency to their restoration at the NWBS.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МОРСКОЙ СРЕДЫ МЕТОДАМИ БИОИНДИКАЦИИ И БИОТЕСТИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ОДЕССКОГО РЕГИОНА

Пенцилюк Р.С. – к. с.-х. н., доцент

Соборова О.М. – к. геогр. н., ассистент

Куделина О.Ю. – старший преподаватель

Одесский государственный экологический университет, olkasobr@gmail.com

Представлены результаты исследований оценки качества морской среды по методам биотестирования и биоиндикации с использованием гидробионтов различных систематических уровней. Проведен предварительный анализ трофности водоема и качества прибрежных вод на основе количественных показателей токсичных и потенциально токсичных видов микроводорослей в Одесском регионе. Определен общий анализ результатов исследований по биоразнообразию и биомассой фито- и зоопланктона, и зообентоса Одесской части Черного моря.

Качество прибрежной морской окружающей среды большинства обследованных акваторий Одесского региона в течение года улучшилось, но было несколько хуже для развития исследованных гидробионтов, чем в 2015. Водная среда открытых районов СЗЧМ в целом имела значительно лучшие экологические свойства для развития биологических объектов. Придонная

среда некоторых из этих морских участков была более значительно евтрофицирована (по показателям состояния вегетации бентосных микрофитив), чем в прибрежье Одесского региона. Поверхностным водным массам из района материкового склона СЗЧМ летом были присущи значительно лучше экологические свойства для морфогенеза тест-объектов (личинок мидий ранних стадий развития), чем всем исследованным за последние 9 лет водам с прибрежных и открытых акваторий этой части моря.

Методами биотестирования качества морской среды прибрежных районов СЗЧМ с использованием физиолого-морфологических показателей состояния взрослых черноморских мидий и их личинок обнаружено, что качество водной среды для жизнедеятельности этих гидробионтов улучшилось (по сравнению с предыдущим годом) на большинстве исследованных акваторий).

В прибрежных районах моря после периодических изменений макрофитобентоса, преобладают мезосапробные виды водорослей и наблюдается некоторая стабилизация донных фитоценозов. В районе ФПО по сравнению с предыдущими годами видовой состав макрофитобентоса претерпел значительные изменения. Исчезли некоторые бурые водоросли, как наиболее чувствительные к антропогенному давлению. Но наблюдается массовое развитие нитчатых зеленых и красных водорослей, этому, очевидно, способствует избыток БР. Таким образом, происходит приспособление макрофитов к меняющимся условиям внешней среды, выражающееся в изменении структурной организации и незначительной тенденцией к восстановлению на СЗЧМ.

Ключевые слова: Черное море, Одесский залив, фитопланктон, зоопланктон, биоиндикация, биотестирования.

ОЦІНКА ЯКОСТІ МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА МЕТОДАМИ БІОІНДИКАЦІЇ ТА БІОТЕСТУВАННЯ НА ПРИКЛАДІ ОДЕСЬКОГО РЕГІОНУ

Пентилюк Р.С. – к. с.-г. н., доцент

Соборова О. М. – к. геогр. н., асистент

Куделіна О.Ю. – старший викладач

Одеський державний екологічний університет, olkasobr@gmail.com

Представлено результати досліджень оцінки якості морського середовища за методами біотестування та біоіндикації з використанням гідробіонтів різних систематичних рівнів. Проведений попередній аналіз трофності водойми та якості прибрежних вод на основі кількісних показників токсичних та потенційно токсичних видів мікроводоростей в Одеському регіоні. Визначено загальний аналіз результатів досліджень за біорізноманіттям та біомасою фіто- та зоопланктону, і зообентосу Одеської частини Чорного моря

Якість прибережного морського довкілля більшості обстежених акваторій Одеського регіону протягом року покращилась, але була дещо гіршою для розвитку досліджених гідробіонтів, ніж у 2015 р. Водне середовище відкритих районів ПЗЧМ в цілому мало значно кращі екологічні властивості для розвитку біологічних об'єктів. Придонне середовище деяких з цих морських ділянок було значно евтрофікованішим (за показниками стану вегетації бентосних мікрофитів), ніж у прибережжі Одеського регіону. Поверхневим водним масам з району материкового схилу ПЗЧМ влітку були притаманні значно кращі екологічні властивості для морфогенезу тест-об'єктів (личинок мідій ранніх стадій розвитку),

ніж усім дослідженим за останні 9 років водам з прибережних та відкритих акваторій цієї частини моря.

Методами біотестування якості морського довкілля прибережних районів ПЗЧМ з використанням фізіолого-морфологічних показників стану дорослих чорноморських мідій та їхніх личинок виявлено, що якість водного середовища для життєдіяльності цих гідробіонтів покращилася (порівняно з попереднім роком) на більшості досліджених акваторій).

У прибережних районах моря після періодичних змін макрофітобентосу, переважають мезосапробні види водоростей та спостерігається деяка стабілізація донних фітоценозів. В районі ФПЗ у порівнянні з попередніми роками видовий склад макрофітобентосу зазнав значних змін. Зникли деякі бурі водорості, як найбільш чутливі до антропогенного тиску. Але спостерігається масовий розвиток нитчастих зелених і червоних водоростей, цьому, очевидно, сприяє надлишок БР. Отже, відбувається пристосування макрофітів до мінливих умов зовнішнього середовища, що виражається у зміні структурної організації та незначною тенденцією до їх відновлення на ПЗЧМ.

Ключові слова: Чорне море, Одеська затока, фітопланктон, зоопланктон, біоіндикація, біотестування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гончаров А.Ю. Гідрохімічний режим і первинна продукція фітопланктону в районі аварійного випуску стічних вод в Одеській затоці. *Екологія моря*. 2001. С. 60-70.
2. Єременко Т.І. Макрофітобентос. Керівництво по методах біологічного аналізу морської води і донних відкладень (тимчасове). Л.: Гідрометео вид-во, 1980. С. 170-177.
3. Ковалішина С.П., Теренько Г.В., Грандова М.А., Дудник Д.С. Стан планктонних і бентосних спільнот гідробіонтів Одеського прибережжя Чорного моря. Матеріали XI Міжнародної науково-практичної екологічної конференції «Видові популяції і спільноти в природних і антропогенно-трансформованих ландшафтах: стан і методи його діагностики». Росія, Белгород, 20-25 вересня 2010. 107с.
4. Матеріали до Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2015 р. Рукопис УкрНЦЕМ. Одеса, 2016. 26 с.
5. Матеріали до Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2016 р. Рукопис УкрНЦЕМ. Одеса. 2017 р. 24 с.
6. Орлова І.Г., Павленко Н.Е., Попов Ю.И., Український В.В., Коморін В.Н. Результати досліджень гідролого-гідрохімічного режиму Одеського порту в рамках міжнародного проекту «Глобалласт»: тези доп. 4-й міжнародний симпозіум. Екологічні проблеми Чорного моря. Одеса, ОЦНТІ, 31 жовтня-02 листопада 2002. С. 156-161.

7. Зайцев Ю.П., Александрова Б.Г., Миничевой Г.Г. Північно-західна частина Чорного моря: біологія, екологія. Київ: Наукова думка, 2006. 701 с.

REFERENCES

1. Honcharov A.Yu. (2001). Hidroximichnyj rezhym i pervynna produkciya fitoplanktonu v rajoni avarijnogo vypusku stichnyx vod v Ode'kij zatoci. *Ekolohiya morya*. P. 60-70. [in Ukrainian]
2. Yeremenko T.I. (1980). Makrofitobentos (Macrophytobenthos). Kerivnyctvo po metodax biolohichnoho analizu mors'koyi vody i donnyx vidkladen" (tymchasove). Leningrad: Hidrometeo vyd-vo. P. 170-177. [in Ukrainian]
3. Kovalishyna S.P., Teren"ko H.V., Hrandova M.A., Dudnyk D.S. (2010). Stan planktonnyx i bentosnyx spil"not hidrobiontiv Odes"koho pryberezhhzha Chornoho morya. Materialy XI Mizhnarodnoyi naukovopraktychnoyi ekolohichnoyi konferenciyi *Vydovi populyaciyi i spil"noty v pryrodnyx i antropohenno-transformovanyx landshaftax: stan i metody joho diahnostyky*. Rossiya, Belhorod, 20-25.09.2010. [in Ukrainian]
4. Materialy do Nacional"noyi dopovidi pro stan navkolyshn"oho pryrodnoho seredovyshha v Ukrayini u 2015 r. (2016). Rukopys UkrNCEM. Odesa. [in Ukrainian]
5. Materialy do Nacional"noyi dopovidi pro stan navkolyshn"oho pryrodnoho seredovyshha v Ukrayini u 2016 r. (2017). Rukopys UkrNCEM. Odesa. [in Ukrainian]
6. Orlova I.H., Pavlenko N.E., Popov Yu.Y., Ukrayins"kyj V.V., Komorin V.N. (2002). Rezul"taty doslidzhen" hidroloho-hidroximichnoho rezhymu Odes"koho portu v ramkax mizhnarodnoho proektu «Hloballast». Tezy dop. 4-j mizhnarodnyj sympozium *Ekolohichni problemy Chornoho morya*. Odesa, OCNTI, 31.10.2002. P. 156-161. [in Ukrainian]
7. Zajcev Ju.P., Aleksandrova B.G., Mynychevoj G.G. (2006). *Pivnichnozaxidna chastyna Chornoho morya: biolohiya, ekolohiya* (The Northwest of the Black Sea: biology, ecology). Kyiv: Naukova dumka. [in Ukrainian]

СТОРІНКИ ІСТОРІЇ

УДК 574.5/.6 (477.63)(09)

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2019.1.10>

ВИДАТНИЙ УКРАЇНСЬКИЙ ВЧЕНИЙ У ГАЛУЗІ ВОДНИХ БІОРЕСУРСІВ ТА АКВАКУЛЬТУРИ, ЗАСНОВНИК КОСМІЧНОЇ ГІДРОБІОЛОГІЇ ПРОФЕСОР Г.Б. МЕЛЬНИКОВ

До 115-річчя з дня народження

Дворецький А.І. – д. біол. н., професор, dvoretsk@list.ru

Байдак Л.А. – к. іст. н., с. н. с., lbajdak@i.ua

Дніпровський державний аграрно-економічний університет



Розглянуто життя та діяльність видатного українського вченого у галузі водних біоресурсів та аквакультури проф. Г.Б.Мельникова. Відзначено внесок

проф. Г.Б.Мельникова у формування вчення про техногенну трансформацію прісноводних екосистем. За широтою охоплення матеріалу, глибиною його опрацювання, практичною значимістю висновків роботи Г. Б. Мельникова й до теперішнього часу залишаються фундаментальною базою досліджень для фахівців-гідробіологів.

Підкреслено роль Г.Б. Мельникова, у заснуванні нового напрямку гідробіологічної науки – космічної гідробіології. Уловлюючи тенденції розвитку науки у дослідженні космосу Г.Б. Мельников стає ініціатором і фактичним засновником принципово нового напрямку в гідробіологічній науці – космічної гідробіології. Як вчений-біолог професор Г. Б. Мельников, звернув свою увагу на проблему життєзабезпечення космонавтів в умовах тривалих космічних польотів (забезпечення екіпажу повітрям, водою, їжею, утилізація продуктів їх життєдіяльності), яка може бути оптимально вирішена шляхом створення замкнутої екологічної системи (ЗЕС). Під керівництвом Г.Б. Мельникова була розроблена оригінальна методика вивчення дії екстремальних космічних факторів (космічного опромінення, невагомості тощо) на поведінку риб – головного об'єкта «гетеротрофної ланки ЗЕС»; були проведені експериментальні роботи з вивчення поведінки риб в герметичних акваріумах, а також з вивчення раціонів харчування риб на основі хлорели.

Мельников Г.Б. підготував більш ніж 30 кандидатів наук, був науковим консультантом багатьох докторських дисертацій. Він нагороджений орденом Трудового Червоного Прапора, орденом «Знак Пошани», трьома медалями, удостоєний почесного звання Заслуженого діяча науки, був Почесним членом ВГБО, членом Іхтіологічної комісії СРСР, членом редколегії «Гідробіологічного журналу».

Ключові слова: гідроекологія, техногенно трансформовані прісноводні екосистеми, Дніпрогес, Дніпропетровська державна гідробіологічна станція, водосховище, зоопланктон, космічна гідробіологія, іхтіологія.

Георгій Борисович Мельников (22. 01. 1904 – 11. 05. 1973 рр.) народився в с. Чернава Орловської області в сім'ї селянина-бідняка [1, с. 65-66; 3, с. 43]. У 1925 р. розпочав навчання на робітфаці Дніпропетровського інституту народної освіти (зараз ДНУ імені О. Гончара). Після закінчення інституту в 1929 році Г.Б. Мельников був залишений в аспірантурі при Дніпропетровській гідробіологічній станції під керівництвом проф. Д.О. Свіренка, де він досліджував зоопланктон і іхтіофауну порожистої частини Дніпра, новоствореної водойми – Дніпровського водосховища та непроточних водойм степового Придніпров'я. Ще аспірантом Г.Б. Мельников почав викладати в Дніпропетровському робітничому університеті; з 1932 до 1934 рр. він працює доцентом Дніпропетровської Вищої сільськогосподарської школи. У 1930 – 1938 рр. він науковий співробітник Дніпропетровської гідробіологічної станції, з 1938 до 1940 рр. Г.Б. Мельников – директор Дніпропетровської гідробіологічної станції [1, с. 65-66; 3, с. 43]. Одночасно, з 1934 р. до 1940 р., він працював доцентом, а потім завідувачем кафедри зоології Дніпропетровського сільськогосподарського інституту. У 1936 р. Г.Б. Мельников захистив кандидатську, в 1940 р. – докторську дисертацію, в якій узагальнив дослідження змін зоопланктону Дніпра

після створення Дніпровського водосховища. Г. Б. Мельников організував й брав активну участь в експедиціях, що проводилися Дніпропетровською гідробіологічною станцією на порожисту ділянку Дніпра, а потім по Дніпровському водосховищу, яке стало еталоном методології й принципів вивчення впливу гідробудівництва на великих рівнинних ріках на фізико-хімічний та біологічний режим водойм.

Результати вивчення дніпропетровськими гідробіологами процесів формування Дніпровського водосховища склали повний опис фізико-хімічних та біологічних особливостей водної екосистеми колишньої порожистої частини Дніпра, трансформованої в екосистему новоствореної водойми – Дніпровського водосховища. Вивчаючи зоопланктон порожистої ділянки р. Дніпра під впливом побудови греблі Дніпрогесу Г.Б. Мельников підкреслював, що зоопланктон зазнав значних змін. У до дніпробудівській період у зоопланктоні ділянки р. Дніпро, на якій було створене Дніпровське водосховище, кількісно й якісно домінували коловертки (97,47%), а інші групи були представлені ракоподібними: веслоногі рачки – 3,45%, гіллястовусі – 0,08%. Щільність зоопланктерів влітку наближалася до 100 тис. особин на 1 м³ води. У порожистій частині спостерігалось деяке зменшення кількості зоопланктерів завдяки руйнівній дії порогів У перші ж роки затоплення в зоопланктоні стали з'являтися нові форми, – у зв'язку з чим зоопланктон став більш різноманітним у видовому відношенні. Після затоплення в зоопланктоні починають домінувати веслоногі та гіллястовусі рачки. Збільшилися кількісні показники зоопланктону влітку: від 180 тис.екз/м³ до 391 тис.екз/м³ у верхній частині водосховища та від 45 тис.екз/м³ до 369 тис.екз/м³ – у колишній порожистій частині. Г.Б. Мельников зазначав, що збільшення кількості зоопланктерів відбулось завдяки таким чинникам: 1) зростанню вмісту органічних речовин у воді та, відповідно, розвитку фітопланктону; 2) значному уповільненню течії.

За широтою охоплення матеріалу, глибиною його опрацювання, практичною значимістю висновків роботи Г.Б. Мельникова й до теперішнього часу залишаються фундаментальною базою досліджень для фахівців-гідробіологів.

У 1940–1941 рр. Г.Б. Мельников працює завідувачем кафедри дарвінізму Дніпропетровського держуніверситету та деканом біофаку держуніверситету. В евакуації, Г.Б. Мельников працював заступником директора і професором спочатку Сталінградського, а потім Бирського (Башкирія) пединститутів.

З вересня 1944 р. Г.Б. Мельников очолив кафедру гідробіології й іхтіології в Дніпропетровському держуніверситеті, а з 1951 р. до 1964 р. працював ректором Дніпропетровського університету. Г. Б. Мельников суттєво сприяв розвитку держуніверситету, організації підготовки спеціалістів за новими спеціальностями. У ці роки був створений фізико-технічний факультет, що став кузницею з підготовки кадрів у галузі космічної техніки й ракетобудування.

Професором Г. Б. Мельниковим були опубліковані такі роботи: «Донные отложения Днепровского водохранилища» (1948) [5. с. 49–56], «Формирование фауны Днепровского водохранилища после восстановления плотины Днепрогэса» (1950), «Состав ихтиофауны и пути рыбохозяйственного освоения озера Ленина и малых водохранилищ Украины» (1955) [8. с. 32–49], «К проблеме формирования биологического режима в водохранилищах днепровского каскада» (1959), «К вопросу о классификации водохранилищ СССР» (1960), «Гидробиологическая и рыбохозяйственная характеристика малых рек северного Приазовья в связи с современным их состоянием» (1961).

У 1944–1947 рр. дніпропетровськими гідробіологами під керівництвом професора Г.Б. Мельникова були проведені унікальні дослідження «незапланованого експерименту» процесу повернення (після падіння рівня води, спричиненого руйнуванням під час війни греблі Дніпрогесу) сформованого стагнофільного гідробіологічного комплексу водосховища до первинного стану річкового реофільного комплексу. Зібрані, оброблені й узагальнені матеріали щодо результатів відновлення морфологічних та гідрологічних особливостей порожистої ділянки Дніпра, а також зміни флори і фауни в результаті катастрофічного падіння рівня води, були викладені в роботах Г.Б. Мельникова (1948) та в роботах, надрукованих у Віснику НДІ гідробіології, том 8. Г. Б. Мельников (1948) вважав, що катастрофічне падіння рівня води в Дніпровському водосховищі спричило відновлення умов порожистого Дніпра. На підставі досліджень 1944–1946 рр. було з'ясовано, що порожиста ділянка Дніпра чітко розділилася на дві частини: 1-а – від м. Дніпропетровська до Таволжаного острова; 2-а – від Таволжаного острова до греблі Дніпрогесу (залишок водосховища). Перша частина характеризувалася великою швидкістю течії води, піщаним та кам'янистим дном, реофільною та потамофільною флорою та фауною; друга частина – уповільненою течією води, мулистим дном та переважанням лімнофільної флори і фауни. Повного відновлення флори і фауни, характерних для колишньої порожистої ділянки Дніпра, не відбулося.

Враховуючи актуальність та необхідність забезпечення населення рибою, під керівництвом проф. Г.Б. Мельникова в травні 1950 року почали проводитися маршрутні іхтіологічні і гідробіологічні вивчення ставків Дніпропетровської області. В результаті проведених досліджень отриманий матеріал, який був опублікований у «Вестнике научно-исследовательского института гидробиологии. Том X». Г.Б. Мельников опублікував у «Віснику» статтю «Гідробіологічна і рибогосподарська характеристика ставків степової зони України» в якій прийшов до наступних висновків:

- 1). Звільнити всі ставки від сорної риби або шляхом спеціальних методів знищення її, або, що можливо у ставках великих розмірів, шляхом запускання дорослих судаків, які будуть харчуватися за

рахунок сорної риби. Але у такому випадку ставки повинні бути зарибленими годовиками коропу.

2). Звільнити ставки від тугорослого карася шляхом суцільного облову його або на зимовий період залишити ставки сухими для проморожування і таким чином звільнитися від шкідливих і непотрібних тварин і рослин.

3). Зарибити ставки культурними породами коропа.

4). Не допускати у нерестових і виростних ставках росту, а особливо гниття кінського щавеля, який підкислює воду і пригнічує розвиток зоопланктону, за рахунок якого годується молодь коропа.

5). Рибопитомникам слід вирощувати крупний вгодований зарібок культурного коропа.

6). Настійно рекомендувати однорічне ставкове коропове господарство.

7). Ставки, що заросли жорсткою водяною рослинністю, звільнити від останньої, так як ця рослинність наносить шкоду рибному господарству і збільшує загрозу розвитку личинок малярійного комара.

8). Науково-дослідному інституту гідробіології розгорнути роботи з підвищення природної кормової бази ставків шляхом введення нових видів кормових для риб тварин.

9). Дуже замулені ставки слід очищувати від мулу або у крайньому випадку проморожувати у зимовий час.

10). Нові ставки слід, по можливості, робити спускними.

У 1958 році Г.Б.Мельников опублікував монографію «Як вирощувати рибу в нагульних ставках» [14, 44 с], а в 1964 р., разом з О.М. Чапліною, «Поради колгоспним рибоводам» [15, 103 с].

У подальших дослідженнях він приділяв значну увагу молоді риб середньої течії Дніпра (Кременчуг – Дніпродзержинськ), у зв'язку з умовами існування, біології та промисловій характеристиці риб середньої течії Дніпра у зв'язку з прогнозами рибного господарства Дніпродзержинського водосховища.

Уловлюючи тенденції розвитку науки у дослідженні космосу Г.Б. Мельников стає ініціатором і фактичним засновником принципово нового напрямку в гідробіологічній науці – космічної гідробіології. Як вчений-біолог професор Г.Б. Мельников, звернув свою увагу на проблему життєзабезпечення космонавтів в умовах тривалих космічних польотів (забезпечення екіпажу повітрям, водою, їжею, утилізація продуктів їх життєдіяльності), яка може бути оптимально вирішена шляхом створення замкнутої екологічної системи (ЗЕС). На думку Г.Б. Мельникова, для комплексного розв'язання проблем життєзабезпечення людини в умовах космічного польоту замкнута екологічна система має бути *водною замкненою екологічною системою*. В ній разом співіснуюватимуть водна автотрофна і водна гетеротрофна ланки ЗЕС. Під час польоту космонавти будуть забезпечені і киснем для дихання (водна автотрофна ланка ЗЕС) і повноцінним харчуванням рибопродуктами (водна гетеротрофна ланка ЗЕС).

У 1960 р. Г.Б. Мельникова було затверджено науковим керівником нового відділу космічної біології Інституту фізіології ім. акад. Богомольця АН УРСР. В 1961 році він ініціював створення в Дніпропетровському університеті, першої в Україні, лабораторії космічної гідробіології. Дніпропетровський університет став місцем заснування нового напрямку в гідробіології – космічна гідробіологія. Роботи лабораторії космічної гідробіології базувалися на використанні в якості можливих компонентів водної ЗЕС, таких водних організмів, як водорості, зоопланктери, кормові дріжджі, риби та ін.

Під керівництвом Г.Б. Мельникова була розроблена оригінальна методика вивчення дії екстремальних космічних факторів (космічного опромінення, невагомості тощо) на поведінку риб – головного об'єкта «гетеротрофної ланки ЗЕС»; були проведені експериментальні роботи з вивчення поведінки риб в герметичних акваріумах, а також з вивчення раціонів харчування риб на основі хлорели. В 1965 році у своїй доповіді на I з'їзді Всесоюзного гідробіологічного товариства організатор та науковий керівник робіт професор Г.Б. Мельников сформулював проблематику, методологію та завдання космічного рибництва і шляхи його подальшого розвитку.

Мельников Г.Б. підготував більш ніж 30 кандидатів наук, був науковим консультантом багатьох докторських дисертацій. Він нагороджений орденом Трудового Червоного Прапора, орденом «Знак Пошани», трьома медалями, удостоєний почесного звання Заслуженого діяча науки, був Почесним членом ВГБО, членом Іхтіологічної комісії СРСР, членом редколегії «Гідробіологічного журналу».

ВЫДАЮЩИЙСЯ УКРАИНСКИЙ УЧЕНЫЙ В ОБЛАСТИ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ И АКВАКУЛЬТУРЫ, ОСНОВАТЕЛЬ КОСМИЧЕСКОЙ ГИДРОБИОЛОГИИ ПРОФЕССОР Г.Б. МЕЛЬНИКОВ

К 115-летию со дня рождения

Дворецкий А.И. – д. биол. н., профессор, dvoretsk@list.ru

Байдак Л.А. – к. ист. н., с. н. с., lbajdak@i.ua

Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет

Рассмотрена жизнь и деятельность выдающегося украинского ученого в области водных биоресурсов и аквакультуры, основателя космической гидробиологии профессора Г.Б.Мельникова. Отмечен вклад проф. Г.Б.Мельникова в формирование учения о техногенной трансформации пресноводных экосистем. По широте охвата материала, глубине его обработки, практической значимости выводов работы Г. Б. Мельникова и до настоящего времени остаются фундаментальной базой исследований для специалистов-гидробиологов.

Подчеркнута роль Г.Б.Мельникова в основание нового направления гидробиологической науки – космической гидробиологии. Улавливая тенденции развития науки в исследовании космоса Б. Мельников становится инициатором и фактическим основателем принципиально нового направления

в гидробиологической науке - космической гидробиологии. Как ученый-биолог профессор Г. Б. Мельников, обратил свое внимание на проблему жизнеобеспечения космонавтов в условиях длительных космических полетов (обеспечение экипажа воздухом, водой, пищей, утилизация продуктов их жизнедеятельности), которая может быть оптимально решена путем создания замкнутой экологической системы (ЗЕС). Под руководством Б. Мельникова была разработана оригинальная методика изучения действия экстремальных космических факторов (космического облучения, невесомости и т.п.) на поведение рыб - главного объекта «гетеротрофного звена ЗЕС»; были проведены экспериментальные работы по изучению поведения рыб в герметичных аквариумах, а также по изучению рационов питания рыб на основе хлореллы.

Мельников Б. подготовил более 30 кандидатов наук, был научным консультантом многих докторских диссертаций. Он награжден орденом Трудового Красного Знамени, орденом «Знак Почета», тремя медалями, удостоен почетного звания Заслуженного деятеля науки, был Почетным членом ВГБО, членом ихтиологические комиссии СССР, членом редколлегии «Гидробиологического журнала».

Ключевые слова: гидроэкология, техногенно трансформированные пресноводные экосистемы, ДнепрогЭС, Днепропетровская государственная гидробиологическая станция, водохранилище, зоопланктон, космическая гидробиология, ихтиология.

PROFESSOR G. B. MELNIKOV – OUTSTANDING UKRAINIAN SCIENTIST IN THE RANGE AQUATIC BIORESOURCES AND AQUACULTURE, THE FOUNDER OF SPACE HYDROBIOLOGY

To the 115th anniversary of the birth

A.I. Dvoretzky – Doctor of Biology, Profesor, dvoretzk@list.ru

L.A. Bajdak – PhD in History, Senior Scientific Officer, lbajdak@i.ua

Dniprovsk State Agrarian and Economic University

The life and work of the outstanding Ukrainian scientist in the range of aquatic bioresources and aquaculture, Professor G.B. Melnikov which was the founder of space hydrobiology are reviewed. We stress the importance of the the founder of space hydrobiology contribution of prof. G.B. Melnikov in the process of founding of the theory of man-made transformation of freshwater ecosystems. By the breadth of the material coverage, the depth of its processing, the practical significance of the conclusions of the work of G. B. Melnikov, to this day remain the fundamental research base for hydrobiologists.

It was also emphasized the role of prof. G.B. Melnikov in the creation of a new direction in hydrobiological science – space hydrobiology. Catching the development trends of science in space exploration B. Melnikov has become the initiator and actual founder of a fundamentally new direction in hydrobiological science - space hydrobiology. As a biologist, professor G. B. Melnikov, turned his attention to the problem of life support for astronauts in long-term space missions (providing crew with air, water, food, utilization of their waste products), which can be optimally solved by creating a closed ecological system (WEU) Under the leadership of B. Melnikov, an original methodology was developed to study the effect of extreme cosmic factors (cosmic radiation, weightlessness, etc.) on the behavior of fish - the main object of the “WEU heterotrophic link”; experimental

work was carried out to study the behavior of fish in sealed aquariums, as well as to study the diets of fish based on chlorella.

Melnikov G.B. has prepared more than 30 PhDs, has been a scientific advisor to many doctoral theses. He was awarded the Order of the Red Banner of Labor, the Order of the Badge of Honor, three medals, was awarded the honorary title of Honored Worker of Science, was an Honorary Member of the All-Russian State Security Organization, Member of the Ichthyological Commission of the USSR, Member of the Editorial Board of the Hydrobiological Journal.

Key words: hydroecology, technologically transformed freshwater ecosystems, Dneproges, Dnipropetrovsk State Hydrobiological Station, reservoir, zooplankton, space hydrobiology, ichthyology.

ЛІТЕРАТУРА

1. Байдак Л.А., Дворецький А.І. Техногенно трансформовані прісноводні екосистеми. Монографія. Дніпро: Ліра. 2017. 207 с
2. Рева А.Д. История биолого-технологического факультета Днепропетровского государственного университета. Днепропетровск, 1998.
3. Справка об организации института и развитии научных направлений. [Рукопись]. Библиотека НДІ біології ДНУ ім. О. Гончара. 43 с.
4. Мельников Г.Б. Зоопланктон порожистої дільниці р. Дніпра та його зміни під впливом побудування греблі Дніпростану. Під ред. проф. Д.О. Свіренка. *Вісник Дніпропетровської гідробіологічної станції*. Т. II. Дніпропетровськ: Дніпропетровська друкарня школі ФЗУ ім. Косарева, 1937. С. 76–84.
5. Мельников Г.Б. Калитаева Л.С. Донные иловые отложения Днепровского водохранилища. *Вестник научно-исследовательского института гидробиологии*. Авторефераты. Т. VIII. Днепропетровск: Типография завода им. Петровского, 1948. С. 49–56.
6. Мельников Г.Б. Гидробиологические изменения порожистой части р. Днепра в связи с разрушением плотины Днепрогес. *Вестник научно-исследовательского института гидробиологии*. Авторефераты. Т. VIII. Днепропетровск: Типография завода им. Петровского, 1948. С. 79–90.
7. Мельников Г.Б. Ихтиофауна озера Ленина (Днепровского водохранилища) после его восстановления. *Вестник научно-исследовательского института гидробиологии*. Т. XI. К.: Изд-во КГУ им. Т.Г. Шевченко, 1955. С. 163–188.
8. Мельников Г.Б. Состав ихтиофауны и пути рыбохозяйственного освоения озера Ленина и малых водохранилищ Украины. *Вопросы ихтиологии*. 1955. Вып. 3. С. 32–49.
9. Мельников Г.Б. К вопросу о классификации водохранилищ СССР. Труды зонального совещания по типологии и биологическому обоснованию рыбохозяйственного использования внутренних

- (пресноводных) водоемов южной зоны СССР. Кишинев: Штиинца, 1962. С. 155–160.
10. Мельников Г.Б., Булахов В. Л. К вопросу о направленном формировании фауны рыб озера имени Ленина. Труды зонального совещания по типологии и биологическому обоснованию рыбохозяйственного использования внутренних (пресноводных) водоемов южной зоны СССР. Кишинев: Штиинца, 1962. С. 320–323.
 11. Мельников Г.Б. Задачи гидробиологии в связи с освоением космического пространства. *Вопросы гидробиологии*. М., 1965. С. 283–285.
 12. Мельников Г.Б. Закономерности формирования и становления зоопланктона в водохранилищах СССР. *Гидробиологический журнал*. 1966. Т. II. № 2. С. 58–64.
 13. Мельников Г.Б. Итоги развития пресноводной гидробиологии на Украине за 50 лет. Биологическая наука в университетах и педагогических институтах Украины за 50 лет: материалы межвуз. республ. конф. Харьков, 1968. С. 198–202.
 14. Мельников Г.Б. Як вирощувати рибу в нагульних ставках. Дніпропетровське обласне видавництво. 1958. 44 с.
 15. Мельников Г.Б., Чапліна О.М. Поради колгоспним рибоводам. Дніпропетровськ: Промінь. 1964. 103 с.

REFERENCES

1. Bajdak L.A., Dvorec'kij A.I. (2017). Tekhnogenno transformovani prisnovodni ekosistemi. Monografiya. Dnipro: Lira. [in Ukrainian].
2. Reva A.D. (1998). Istoriya biologo-ehkologicheskogo fakul'teta Dnepropetrovskogo gosudarstvennogo universiteta. [in Russian].
3. Spravka ob organizacii instituta i razvitii nauchnyh napravlenij. Dnepropetrovsk. [Rukopis]. Biblioteka NDI biologii DNU im. O. Gonchara. [in Russian].
4. Mel'nikov G.B. (1937). Zooplankton porozhishoi dil'nici r. Dnipro ta jogo zmini pid vplivom pobuduvannya grebli Dniprel'stanu. *Visnik Dnipropetrovs'koї Gidrobiologichnoi Stancii*. Т. II. Dnipropetrovs'k: Dnipropetrovs'ka drukarnya shkoli FZU im. Kosareva. P. 76–84. [in Ukrainian].
5. Mel'nikov G.B., Kalitaeva L.S., EH. L. Bro (1948). Donnye ilovye otlozheniya Dneprovskogo vodohranilishcha. *Vestnik nauchno-issledovatel'skogo instituta gidrobiologii*. Avtoreferaty. Т. VIII. Dnipropetrovs'k: Tipografiya zavoda im. Petrovskogo. P. 49–56. [in Russian].
6. Mel'nikov G.B. (1948). Gidrobiologicheskie izmeneniya porozhishoi chasti r. Dnepra v svyazi s razrusheniem plotiny Dneprogehs. *Vestnik nauchno-issledovatel'skogo instituta gidrobiologii*. Avtoreferaty.

- T. VIII. Dnipropetrovs'k: Tipografiya zavoda im. Petrovskogo. P. 79–90. [in Russian].
7. Mel'nikov G.B. Ihtiofauna озера Lenina (Dneprovskogo vodohranilishcha) posle ego vosstanovleniya (1955). *Vestnik nauchno-issledovatel'skogo instituta gidrobiologii*. T. XI. Kyiv: Izd-vo KGU im. T.G. Shevchenko. P. 163–188. [in Russian].
 8. Mel'nikov G.B. (1955). Sostav ihtiofauny i puti rybohozyajstvennogo osvoeniya озера Lenina i malyh vodohranilishch Ukrainy. *Voprosy ihtologii*. no.3. P. 32–49. [in Russian].
 9. Mel'nikov G.B. (1962). K voprosu o klassifikacii vodohranilishch SSSR. Tr. Zonal'n. soveshch. po tipologii i biol. obosnovaniyu rybohoz. ispol'zovaniya vnutrennih (presnovod.) vodoemov yuzhnoj zony SSSR. Kishinev: SHTiinca. P. 155–160. [in Russian].
 10. Mel'nikov G.B., Bulahov V.L. (1962). K voprosu o napravlennom formirovanii fauny ryb озера imeni Lenina. Tr. Zonal'n. soveshch. po tipologii i biol. obosnovaniyu rybohoz. ispol'zovaniya vnutrennih (presnovod.) vodoemov yuzhnoj zony SSSR. Kishinev: SHTiinca. P. 320–323. [in Russian].
 11. Mel'nikov G.B. (1965). Zadachi gidrobiologii v svyazi s osvoeniem kosmicheskogo prostranstva. *Voprosy gidrobiologii*. Moscow. P. 283–285. [in Russian].
 12. Mel'nikov G.B. (1966). Zakonomernosti formirovaniya i stanovleniya zooplanktona v vodohranilishchah SSSR. *Gidrobiologicheskij zhurnal*. Vol. II. no. 2. P. 58–64. [in Russian].
 13. Mel'nikov G.B. (1968). Itogi razvitiya presnovodnoj gidrobiologii na Ukraine za 50 let. *Biologicheskaya nauka v universitetah i pedagogicheskikh institutah Ukrainy za 50 let: materialy mezhvuz. respubl. konf. Har'kov*. P. 198–202. [in Russian].
 14. Mel'nikov G.B. (1958). YAk viroshchuvati ribu v nagul'nih stavkah. Dnipropetrovs'k: Dnipropetrovs'ke oblasne vidavnictvo. [in Ukrainian].
 15. Mel'nikov G.B., Chaplina O.M. (1964). Poradi kolgospnim ribovodam. Dnipropetrovs'k: Promin'. [in Ukrainian].

УДК 639.2(477)(091)

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2019.1.11>

РИБНЕ ГОСПОДАРСТВО ЗА ЧАСІВ ЗАПОРІЗЬКОГО КОЗАЦТВА

Ткачук А.І. – к. іст. н., доцент

Херсонський державний аграрний університет

У публікації розглядається значення рибного господарства для населення України в пізньому середньовіччі. Рибальство та рибицтво в ставах відігравали виключно важливе значення для мешканців території сучасних українських земель ще з найдавніших часів.

Рибний промисел визначається як одна з основ життєзабезпечення козацтва. Чималий запас рибних ресурсів у річках України дозволяв досить швидко, без особливих витрат часу і засобів, поповнювати харчовий раціон, що визначило рибний промисел одним з головних джерел прожиття запорожців. Запорожці, які займалися рибальством, не мали постійного місця проживання, а селилися, головним чином, «по островах й плавнях, уходячи на зиму у так звані «зимівники». Рибний промисел, як вказують дослідники, на відміну від «звіроловства і випасання худоби», мав досить високий статус у переліку занять запорозьких козаків, що пов'язують із системою їх цінностей. Використання рибних запасів здійснювалося із дотриманням певних правових норм. Для збереження та відтворення риби, заборонялося займатися її ловлею під час нересту або в період нагулу.

Певну увагу приділяється особливостям становлення і ведення ставового рибицтва. Акцентується, що рибне господарство було важливим і необхідним елементом у становленні та розвитку запорізького козацтва. Якщо розведення риби в Європі важливого значення набуло починаючи з XIII ст., на території сучасної України у ставах, які спеціально гатили на невеликих річках, рибу вирощувати розпочали у XIV-XV ст. [4]. На відміну від європейських країн, де гарні стави створювали головним чином у володіннях королів та найбагатших вельмож, в українських землях такі складні водні споруди будувались у великій кількості у Придніпров'ї. Рибицтвом активно займалися в багатьох монастирях. У середині XV ст. вже вміли вирощувати карасів, вирезуба, стерлядь, форель, в багатьох монастирях займалися розведенням коропа та іншої цінної риби.

Таким чином, значення рибного господарства для українського суспільства є непересічним. Отже, рибне господарство було важливим й необхідним елементом у становленні і розвитку запорізького козацтва.

Ключові слова: козацтво, рибні ресурси, рибальство, організація промислу, ставове рибицтво.

Рибальство відіграло виключно важливе значення для мешканців території сучасних українських земель ще з найдавніших часів. Це було зумовлено багатьма факторами, серед яких найголовнішим доцільно виділити багаті природні рибні ресурси

регіону. Так, у писемних джерелах XIV–XVI ст. вилов риби і торгівля нею згадуються як одне з важливих допоміжних видів занять населення України. Зокрема, наявні численні згадки, що рибальство було традиційним промыслом запорозьких козаків. При цьому відмічається, що найбільшими центрами рибальства були Дніпро та гирла повноводних рік басейну Чорного моря, водні артерії Полісся [6].

У XIV–XVI ст. основу економіки українських земель становило землеробство, але традиційні промысли – мисливство, бортництво і рибальство не втратили свого значення. Слід відмітити, що ці промысли нерідко виступали як провідні форми господарської діяльності певної частини населення окремих регіонів. Така ситуація, яка призводила до занепаду аграрної культури, була наслідком постійної загрози як від монгольської навали, так й інших небезпечних сусідів. Натомість, величезні обшири східно- та південноукраїнських земель, чия родючість і багатий рослинний та тваринний світи завжди дивували іноземців, збезлюднівши, перетворилися на суцільні мисливські, рибальські й бортні угіддя («уходи») [9].

У джерелах тих часів існував ідеалізований образ українських земель, а саме Подніпров'я. Так, зокрема литовський дипломат, який мандрував до Криму у XVI ст., описав місцеві природні багатства Київщини наступним чином: «Борисфен плине медом і молоком», а «...собак годують дичиною та рибою, оскільки в річках неймовірна кількість мальків і розмаїття великої рибини» [5]. Цікаво описується рибна ловля на «золотій» Прип'яті, званій так за її природні багатства, у гирлі річки Тур: «...у березні вона наповнюється такою безліччю риби, що спис кинутий в її гущу, застрявав й не падає, ніби його встромили в землю – так густо йде риба. Я й сам би цьому не повірив, якби не бачив багато разів, як звідти безупинно вичерпують рибу й наповнюють нею щоденно близько тисячі возів чужоземних купців, котрі щороку з'їжджаються туди». В той же час ця картина контрастує з даними ревізії 1552 р., згідно з якими в Турі виловлювали 150-200 кг риби, та й то не щороку [9].

Ці терени стали основою особливої форми експлуатації природних багатств – сезонного «уходництва». Щодо організації даного промыслу в Подніпров'ї є наступні спостереження: «користувались з місцевих уходів як мисливці та рибалки з фаху, так і звичайне селянство й міщанство, відриваючись від своєї щоденної праці. Для них уходи були певним резервом, з якого можна було черпати допомогу в той час, коли звичайні селянські та міщанські заняття несподівано давали менше. Тоді-то можна було звернутись до цього додаткового джерела, маючи з нього доповнення до звичайного бюджету. ... Сама діяльність ватаг уходників призвичаювала їх до солідарності, до об'єднання» [9].

Особливістю уходництва XV–XVI ст. було те, що воно охоплювало все нові й нові території, просуваючись все далі в глибину степів, і втягувало у свою орбіту все більшу кількість людей. У результаті це сприяло поступовому переходу від уходництва до осілости [8].

У XV ст. у традиційній становій структурі українського суспільства у Південній Україні формується суспільний статус козацтва. Ця територія відігравала роль буфера між Кримським ханством та володіннями польських і литовських правителів, перебувала поза політичним контролем, не мала постійного населення. Цей край постійно вабив козацтвом своїми природними багатствами, що давали можливість займатися ловлею риби та полюванням [9]. Саме заняття уходництвом у попередні періоди, як вважають вчені, відіграло важливе значення у становленні та життєдіяльності козацтва.

Постійна військова небезпека стримувала господарський розвиток цих територій, не дозволяючи повною мірою проявитися тим галузям, які вимагали довготривалого вкладення сил, умінь і часу для отримання результатів. Саме тому рибальство і мисливство, здобули серед козацтва особливої уваги і розвитку, бо не потрібно було чекати роками, щоб скористатися отриманим врожаєм, просто потрібно було уміти взяти готове у природи. Чималий запас рибних ресурсів у річках дозволяв досить швидко, без особливих витрат часу і засобів, поповнювати харчовий раціон, що визначило рибний промисел одним з головних джерел прожиття запорожців [3, 7].

Перші повідомлення про осідання козаків у Пониззі Дніпра за наявними документальними джерелами відносять до середини XVI ст. За історичними згадками відмічається, що козаки, які ходять з Києва на низ Дніпра за рибою й бобрами, не дозволяли собі жодної сваволі й не чинили збитків підданам перекопського царя, польський король відправив до Києва свого підданого Стрета Солтовича, наказавши йому всіх київських козаків переписати, а той реєстр доставити до Варшави. Король зобов'язував воевод складати списки усіх козаків, яким дозволяли займатися уходництвом на Низу, щоб після повернення, у випадку якихось інцидентів, можна було б їх притягти до відповідальності [8].

На Запоріжжі щороку між куренями «кидали ляси», тобто розподіляли риболовецькі та мисливські угіддя. Ставились до цієї справи відповідально, бо риба також була одним з головних харчових продуктів Війська Запорозького. Водночас чимало риби запорожці продавали або вимінювали її на необхідні речі [6].

Запорожці, які займалися рибальством, не мали постійного місця проживання, а селилися, головним чином, «по островах й плавнях, уходячи на зиму у так звані «зимівники». Рибний промисел, як

вказують дослідники, на відміну від «звіроловства і випасання худоби», мав досить високий статус у переліку занять запорозьких козаків, що пов'язують із системою їх цінностей. Так, запорізька чернь не поважала багатства, бо існував образ справжнього запорожця, який зневажає достаток і «за допомогою пияцтва» марнотратив отриманий достаток, доводячи своє презирство до всього, що стосувалося матеріального благополуччя, благочестя і благоустрою. Тому, яким би великим не було багатство, частіше за все воно прогулювалось і рідко на кілька років лишалось. Запорожці не знали розкоші ані в платті, ані в прикрасах, ані в їжі, потребуючи лише військових та промислових знарядь» [3].

Слід зазначити, що на Запоріжжі створювалися, так звані сапетні заводи, розташовані на великих річках, – підприємства, які спеціалізувались на обробці риби і використовували найману працю. Зокрема, у більш пізні часи, у XVIII ст. на Дніпрі, Південному Бузі, узбережжі Азовського і Чорного морів згадуються рибні заводи, які працювали цілий рік. Для перебування там хазяїв і наймитів узимку будувалися хати і землянки, а влітку – курені [1].

Використання рибних запасів здійснювалося із дотриманням певних правових норм. Для збереження та відтворення риби, заборонялося займатися її ловлею під час нересту або в період нагулу. Дослідники вважають, що запорізькі козаки суворо дотримувались цих неписаних правил [6].

Слід звернути увагу на особливості соціальних об'єднань рибалок тих часів. Так, риболовецькі ватаги Запорозької Січі за своєю організацією поділяють на два види: перший – організовані власне із запорожців, другий – так звані «тафи», що керувалися «господарями». Такі ватаги були притулком не лише козаків, але й різного роду бродяг, що не бажали записуватися до війська і відбувати повинності. Після знищення Запорозької Січі напіввійськова організація риболовецького промислу занепала, однак сам промисел не зник, більше того, хоч й у зміненому виді, але збереглися його основні соціальні об'єднання [7].

Окремо необхідно звернути увагу на певні традиції рибництва, які були закладені запоріжцями. Якщо розведення риби в Європі важливого значення набуло починаючи з XIII ст., на території сучасної України у ставах, які спеціально гатили на невеликих річках, рибу ловити розпочали у XIV-XV ст. [4]. На відміну від європейських країн, де гарні стави створювали головним чином у володіннях королів та найбагатших вельмож, в українських землях такі складні водні споруди будувались у великій кількості у Придніпров'ї. Рибництвом активно займалися в багатьох монастирях. У середині XV ст. вже вмiли вирощувати карасів, вирезуба, стерлядь, форель, в багатьох монастирях займалися розведенням коропа та іншої цінної риби [2].

Дослідники вважають, що запорожці не лишили остронь ставового рибництва і «вміли з неймовірною спритністю спускати всю воду, виловлювати рибу, чистити стави і знову швидко їх наповнювати і водою, і рибою. Крім того, вони розводили просту, звичайну рибу, але мало де вона була така смачна. Мабуть, знали запорожці, який корм, яка вода потрібні рибі. Іноді підкидали вони у став якусь особливу траву, яку риба дуже охоче їсть і від тієї трави завжди здорова». Цікавими є свідчення щодо того, як запорожці годували рибу – вони розрізали гарбуз навпіл, викидали середину, наповнювали порожнину землею, зв'язували половинки і кидали у воду. Гарбуз йшов на глибину і слугував рибакам кормом. Слід відмітити, що цей спосіб вирізняється й тим, що так годували рибу у давній Індії та Японії [2].

Висновок. Таким чином, значення рибного господарства для українського суспільства є непересічним. Починаючи від заселення території України у давні часи, людство використовувало рибний потенціал весь час. У період пізнього середньовіччя різні категорії населення займалися рибальством, але особливо важливе значення цей промысел мав для запорозьких козаків. В умовах військової небезпеки козацтво, завдяки рибальству, могло забезпечити себе поживною їжею і всім необхідним після продажу риби, вони успішно освоїли й рибництво. Отже, рибне господарство було важливим й необхідним елементом у становленні і розвитку запорозького козацтва.

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО ВРЕМЕН ЗАПОРОЖСКОГО КАЗАЧЕСТВА

Ткачук А.И. – к. ист. н., доцент

Херсонский государственный аграрный университет

В публикации раскрывается значение рыбного хозяйства для населения Украины в позднем средневековье. Рыболовство и рыбоводство в прудах играли исключительно важное значение для жителей территории современных украинских земель еще с древнейших времен.

Рыбный промысел рассматривается как одна из основ жизнеобеспечения казачества. Большой запас рыбных ресурсов в реках Украины позволял, без затрат времени и средств, пополнять пищевой рацион. Это делало рыбный промысел одним из главных источников жизни запорожцев. Запорожцы, которые занимались рыболовством, не имели постоянного места жительства. Они селились главным образом «по островам и плавням, уходя на зиму в так называемые «зимовки». Рыбный промысел, как указывают исследователи, в отличие от «звероловства и выпаса скота», имел достаточно высокий статус в перечне занятий запорожских казаков. являясь одним из основополагающих показателей, связанных с системой их ценностей. Использование рыбных запасов осуществлялось с соблюдением определенных правовых норм. Для сохранения и воспроизводства рыбы, запрещалось заниматься ее ловлей во время нереста или в период нагула.

Определенное внимание уделяется особенностям становления и ведения рыбоводства. Акцентируется, что рыбное хозяйство было важным и

необходимым элементом в становлении и развитии запорожского казачества. Если разведения рыбы в Европе важное значение приобрело начиная с XIII в., то на территории современной Украины в прудах начали выращивать в XIV-XV вв. [4]. В отличие от европейских стран, где хорошие пруды создавали главным образом во владениях королей и богатых вельмож, в украинских землях такие сложные водные сооружения строились в большом количестве в Приднепровье. Рыбоводством активно занимались во многих монастырях. В середине XV в. уже умели выращивать карасей, вырезуба, стерлядь, форель, занимались разведением карпа и другой ценной рыбы.

Таким образом, значение рыбного хозяйства для украинского общества незаурядным. Итак, рыбное хозяйство важным и необходимым элементом в становлении и развитии запорожского казачества.

Ключевые слова: казачество, рыбные ресурсы, рыболовство, организация промысла, прудовое рыбоводство.

FISHERY OF THE ZAPORIZHIA COSSACK'S TIMES

*A.I. Tkachuk – Ph.D. in History, Associate Professor
Kherson state Agricultural University*

The value of fishery for the population of Ukraine in the late Middle Age reveals in the publication. Fishing and fish farming in ponds have played an extremely important role for the inhabitants of the territory of the modern Ukrainian lands since ancient times.

Fishery is considered as one of the bases of life support of the Cossacks. A large stock of fish resources in the rivers of Ukraine made it possible, without spending time and money, to replenish the food ration. This made fishing one of the main sources of life for the Cossacks. The Cossacks, who were engaged in fishing, did not have a permanent residence. They settled mainly "on the islands and floodplains, leaving for the winter in the so-called "wintering". Fisheries, as the researchers point out, unlike "hunting and grazing", had a fairly high status in the list of classes of Zaporozhye Cossacks. It was one of the indicators associated with their value system. The use of fish stocks was carried out in compliance with certain legal norms. To preserve and reproduce fish, it was forbidden to engage in its fishing during spawning or during feeding.

Certain attention is paid to features of formation and maintaining fish breeding. It is accented that fishery was an important and necessary element in formation and development of the Zaporizhia Cossacks. If fish breeding in Europe has gained importance starting from the 13th century, then on the territory of modern Ukraine, ponds began to be grown in the 14th-15th centuries. [4]. Unlike European countries, where good ponds were created mainly in the possessions of kings and rich nobles, in Ukrainian lands such complex water structures were built in large numbers in the Dnieper. Actively engaged in fish farming in many monasteries. In the middle of the XV century. already knew how to grow crucian carp, carp, sterlet, trout, were engaged in the cultivation of carp and other valuable fish.

Thus, the importance of fisheries for the Ukrainian sociehas been outstanding. So, fisheries are an important and necessary element in the formation and development of the Zaporozhye Cossacks.

Key words: Cossacks, fish resources, fishery, organization of trade, pond pisciculture.

ЛІТЕРАТУРА

1. Білівненко С.М. Традиції козацького рибальського промислу на Півдні України. *Наукові праці історичного факультету Запорізького національного університету*. Запоріжжя: Просвіта, 2009. Вип. XXVI. С. 191-196.
2. Колос О.М. Історичні аспекти становлення рибництва в країнах східної Європи. URL: <http://base.dnsgb.com.ua/inb/2008-1/08komkse.pdf>.
3. Куманцов М.И. Рыбный промысел казаков Донских, Запорожских, Кубанских. Возникновение и развитие рыболовства Северного Причерноморья. Часть 1. (От древности до начала XX в.). М., 2011. С. 110-127.
4. Лановик Б.Д., Матисякевич З.М., Матейко Р.М. Економічна історія України і світу. К.: Вікар, 1999. 737 с.
5. Литвин М. Про звичаї татар, литовців та московитів. URL: <http://litopys.org.ua/mlytvyn/mlyt01.htm#f9>
6. Макарчук С.А. Етнографія України. Львів: Світ, 1994. 520 с.
8. Печериця Т.В. П. Рябков – дослідник риболовецького промислу Півдня України. Спеціальні історичні дисципліни: питання теорії та методики. Збірка наукових праць та спогадів. – К., 2001.
9. Пірко В.О. Заселення і господарське освоєння Степової України в XVI-XVIII ст. Донецьк: Східний видавничий дім, 2004. 224 с.
10. Русина О.В. Україна під татарами і Литвою. К.: Видавничий дім «Альтернативи», 1998. 320 с.

REFERENCES

1. Bilivnenko S.M. (2009). Tradycii' kozac'kogo rybal's'kogo promyslu na Pivdni Ukrai'ny. Naukovi praci istorychnogo fakul'tetu Zaporiz'kogo nacional'nogo univertsytetu. Zaporizhzhja: Prosvita. no. XXVI. P. 191-196. [in Ukrainian].
2. Kolos O.M. (2008). Istorychni aspekty stanovlennja rybnyctva v krai'nah shidnoi' Jevropy. URL: <http://base.dnsgb.com.ua/inb/2008-1/08komkse.pdf>. [in Ukrainian].
3. Kumancov M.I. (2011). Rybnyj promysel kazakov Donskih, Zaporozhskih, Kubanskih. Vozniknovenie i razvitie rybolovstva Severnogo Prichernomor'ja. Chast' 1. (Ot drevnosti do nachala XX v.). Moscow. P.110-127. [in Russian].
4. Lanovyk B.D., Matysjakevych Z.M., Matejko R.M. (1999). Ekonomichna istorija Ukrai'ny i svitu. Kyiv: Vikar. [in Ukrainian].
5. Lytvyn M. Pro zvychai' tatar, lytovciv ta moskovytiv. URL: <http://litopys.org.ua/mlytvyn/mlyt01.htm#f9> [in Ukrainian].
6. Makarchuk S.A. (1994). Etnografija Ukrai'ny. L'viv: Svit. [in Ukrainian].

7. Pecherycja T.V. P. (2001). Rjabkov – doslidnyk rybolovec'kogo promyslu Pivdnja Ukrainy. Special'ni istorychni dyscypliny: pytannja teorii' ta metodyky. Zbirka naukovyh prac' ta spogadiv. Kyiv. [in Ukrainian].
8. Pirko V.O. (2004). Zaselennja i gospodars'ke osvojennja Stepovoi' Ukrainy v XVI-XVIII st. Donec'k: Shidnyj vydavnychyj dim. [in Ukrainian].
9. Rusyna O.V. (1998). Ukrain'a pid tataramy i Lytvoju. K.: Vydavnychyj dim «Al'ternatyvy». [in Ukrainian].

Наукове видання

ВОДНІ БІОРЕСУРСИ ТА АКВАКУЛЬТУРА

Водные биоресурсы и аквакультура

Water bioresources and aquaculture

Науковий журнал

1/2019

Коректура • М. Бабич
Комп'ютерна верстка • О. Голубченко

Формат 70x100/16. Гарнітура Times New Roman.
Папір офсетний. Цифровий друк. Обл.-вид. арк. 6,73. Ум.-друк. арк. 15,35.
Підписано до друку 30.05.2019. Наклад 100 прим.

Видання та друк: ПП «ОЛДІ-ПЛЮС»
e-mail: oldi-ks@i.ua
73033 м. Херсон, а/с № 15
Свід. сер. ХС № 2 від 16.08.2000 р.