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

ВОДНІ БІОРЕСУРСИ ТА АКВАКУЛЬТУРА

Водные биоресурсы и аквакультура

Water bioresources and aquaculture

Науковий журнал

2/2017

Херсон / 2017

Рекомендовано до друку та поширення через мережу Internet
Вченою радою ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»,
(протокол № 2 від 26.10.2017 року).

Головний редактор – ***Аверчев О.В.***, доктор сільськогосподарських наук, професор.
Науковий редактор – ***Демченко В.О.***, доктор біологічних наук, доцент.
Заступник головного редактора – ***Кутіщев П.С.***, кандидат біологічних наук, доцент.
Відповідальний редактор – ***Воліченко Ю.М.***, кандидат сільськогосподарських наук, доцент.

Члени редакційної колегії:
Агеєц В.Ю. – доктор сільськогосподарських наук, професор (Республіка Білорусь);
Александров Б.Г. – член-кореспондент НАН України, доктор біологічних наук, професор;
Базалій В.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор;
Бех В.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор;
Бойко М.Ф. – доктор біологічних наук, професор;
Бойко П.М. – кандидат біологічних наук, доцент;
Бузевич І.Ю. – доктор біологічних наук, старший науковий співробітник;
Вараді Л. – доктор біологічних наук, професор (Угорщина);
Вовк Н.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор;
Волох А.М. – доктор біологічних наук, професор;
Зубкова О. – доктор-хабілітат біологічних наук, професор (Республіка Молдова);
Ізергін Л.В. – кандидат біологічних наук;
Клименко О.М. – доктор сільськогосподарських наук, професор;
Кольман Р. – доктор сільськогосподарських наук, професор (Республіка Польща);
Костоусов В.Г. – кандидат біологічних наук (Республіка Білорусь);
Наконечний І.В. – доктор біологічних наук, професор;
Осадовський З. – доктор біологічних наук, професор (Республіка Польща);
Пічура В.І. – доктор сільськогосподарських наук, доцент;
Слуквін О.М. – кандидат біологічних наук (Республіка Білорусь);
Федоненко О.В. – доктор біологічних наук, професор;
Харитонов М.М. – доктор сільськогосподарських наук, професор;
Ходосовцев О.Є. – доктор біологічних наук, професор;
Чеканович В.Г. – старший викладач;
Шевченко В.Ю. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент;
Шевченко П.Г. – кандидат біологічних наук, доцент;
Шекк П.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор;
Шкуте А. – доктор біологічних наук, професор (Латвійська Республіка).

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

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

ISSN 2311-2241

© Колектив авторів, 2017
© Херсонський державний аграрний університет, 2017

ПАМ'ЯТІ Ю. В. ПИЛИПЕНКА.....6

ВОДНІ БІОРЕСУРСИ.....16

Бондаренко В., Боришполець С., Джекі Коссон. Плаваючі рибні сперматозоїди – аналіз руху джгутика.....16

Пилипенко Ю.В., Наконечний І.В., Козичар М.В. Оцінка ролі баклана великого (*Phalacrocorax Carbo*) у формуванні запасів водних біоресурсів гідроекосистеми Дніпро-Бузького лиману.....27

Шевченко П.Г., Забитівський Ю.М., Халтурин М.Б. Сиг чудський (*Coregonus maraenoides* Poljakow) озера Світязь Шацького національного природного парку та його морфологічна характеристика 39

ПРОМИСЕЛ.....49

Сербов М.Г. Наукове підґрунтя розвитку рекреаційного рибальства у водоймах України.....49

Федоненко О.В., Маренков О.Н. Встановлення лімітів вилову плітки, ляща, судака та сазана у Запорізькому (Дніпровському) водосховищі на 2018 рік 65

МЕТОДИ І МЕТОДИКИ.....76

Кольман Р., Щепковски М. Використання результатів біометричних досліджень американського веслоноса (*Polyodon Spatula* Walb.) для ранньої діагностики статі.....76

Пилипенко Ю.В., Клименко М.О., Бєдункова О.О. Метод інтегрованої діагностики стану гідроекосистем за цитогенетичним гомеостазом аборигенних видів риб.....83

Слуквин А.М., Сасинович М.А., Алехнович А.В. Удосконаленняя методик відбору біологічних проб і виділення ДНК у довгопалого раку (*Astacus Leptodactylus* Esch.) для проведення молекулярно-генетичних досліджень.....94

ПАМЯТИ Ю. В. ПИЛИПЕНКО.....6

ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ.....16

Бондаренко В., Боришполец С., Джеки Коссон. Плавающие рыбные сперматозоиды – анализ движения жгутика.....16

Пилипенко Ю.В., Наконечный И.В., Козычар М.В. Оценка роли баклана большого (*Phalacrocorax Carbo*) в формировании запасов водных биоресусов гидроэкосистемы Днепро-Бугского лимана.....27

Шевченко П.Г., Забытивский Ю.М., Халтурин М.Б. Сиг чудской (*Coregonus Maraenoides* Poljakow) озера Свитязь Шацкого национального природного парка и его морфологическая характеристика.....39

ПРОМЫСЕЛ.....49

Сербов Н.Г. Научные основы рекреационного рыболовства в водоемах Украины.....49

Федоненко Е.В., Маренков О.Н. Установление лимитов вылова плотвы, леща, судака и сазана в Запорожском (Днепровском) водохранилище на 2018 год 65

МЕТОДЫ И МЕТОДИКИ.....76

Кольман Р., Щепковски М. Использование результатов биометрических исследований американского веслоноса (*Polyodon Spatula* Walb.) для ранней диагностики пола.....76

Пилипенко Ю.В., Клименко М.А., Бедункова О.А. Метод интегрированной диагностики состояния гидроэкосистем за цитогенетическим гомеостазом аборигенных видов рыб.....83

Слуквин А.М., Сасинович М.А., Алехнович А.В. Совершенствование методик отбора биологических проб и выделения ДНК у длиннопалого рака (*Astacus Leptodactylus* Esch.) для проведения молекулярно-генетических исследований.....94

IN MEMORY OF YU. V. PYLYPENKO.....6

WATER BIORESOURCES.....16

Bondarenko V., Boryshpolets S., Jacky Cosson. Swimming fish spermatozoa – analysis of flagellar movemen 16

Pilipenko Yu.V., Nakonechny I.V., Kozychar M.V. Evaluation of the role of the great cormorant (*Phalacrocorax Carbo*) in the formation of aquatic bioresources of the Dnieper-Bug estuary hydroecosystem..... .27

Shevchenko P.G., Zabytivskyj Y. M., Khalturyn M.B. Whitefish *Coregonus maraenoides* Poljakow) lake svitiaz shatsky national nature reserve and its morphological characteristics 39

FISHING.....49

Serbov M.G. Some questions of the scientific justificatio of recreational fisheries in waters of Ukrain ..... .49

Fedonenko O.V., Marenkov O.M. Determination of limits for catches of roach, bream, zander and carp in Zaporizhzhiya (Dnipro) water reservoir for 2018.....65

METHODS AND TECHNIQUES.....76

Kolman R., Szczepkowski M. Use of biometric findings of american paddlefis (*Polyodon Spatula* Walb.) for early sex diagnosis.....76

Pylypenko Yu.V., Klymenko M.O., Biedunkova O.O. Integrated method of hydroecosystem assessment based on cytogenetic homeostasis of native fish specie ..... .83

Slukvin A.M., Sasinovich M.A., Alekhnovich A.V. Improvement of methods for the biological samples' selection and dna-extraction in narrow-clawed crayfish *Astacus Leptodactylus* Esch.) for the molecular-genetic research.....94

ПАМ'ЯТІ Ю. В. ПИЛИПЕНКА

23 сентября 2017 года безвременно ушел из жизни известный ученый в области ихтиологии и экологии, Заслуженный деятель науки и техники Украины, Отличник образования, основатель и главный редактор журнала «Водные биоресурсы и аквакультура» доктор сельскохозяйственных наук, профессор ***Юрий Владимирович ПИЛИПЕНКО****.*

Юрий Владимирович принимал участие в открытии новой в Украине специальности «Водные биоресурсы и аквакультура» (1993 р.), что дало возможность на базе университета начать подготовку специалистов для рыбной отрасли. По его инициативе в 2000 году в университете была открыта специальность «Экология и охрана окружающей среды», а в 2011 – специальность «Лесное та садово-парковое хозяйство».

Осуществлял руководство аспирантами и докторантами по специальностям «Экология», «Ихтиология», «Рыбоводство» и «Водные биоресурсы и аквакультура». Под его руководством защищено 4 кандидатских и одна докторская диссертации. Был членом специализированных ученых советов по защите кандидатских и докторских диссертаций.

Пилипенко Юрий Владимирович – автор и соавтор более 10 патентов на изобретения Украины в области рыбного хозяйства и гидроэкологии, около 300 научных и научно-методических работ в области водных биоресурсов, аквакультуры, гидроэкологии и устойчивого развития экосистем, в том числе 5 учебников, 27 учебных пособий, 6 монографий, 2 справочников, 7 научно-производственных изданий (из них 1 международное издание под грифом NACEE) среди которых: Ихтиологический русско-украинский толковый словарь, Основи рибогосподарської генетики, Генетика риб, Основи фінансової діяльності у рибництві, Основи промислового рибальства: практикум, Екологія малих водосховищ степу України, Моніторинг довкілля, Екологія міських систем, Гідроботаніка, Гідроекологія, Загальна іхтіологія, Костисті та лопатопері риби, Круглороті рибоподібні, хрящові та ганоїдні риби, Спеціальна іхтіологія (в 2-х томах), Методи іхтіологічних досліджень.

Несколько лет назад при Херсонской Торгово-промышленной палате был создан Комитет по экологии и природопользованию, который возглавил Юрий Владимирович. На сайте Херсонской ТПП в рубрике «Херсонщина в лицах» было размещено интервью, которое остается актуальным и сегодня, и раскрывает всю его многогранность, профессионализм, порядочность и человечность.

Юрий Владимирович, представляя Вас, можно сказать, что по зову сердца Вы – ихтиолог-рыбовод, по воле судьбы – Вы эколог, а кто Вы по роду, откуда Ваши корни, что Вас привело в науку, педагогику?

Вы как-то сразу определили двойственность моей судьбы. Да, по образованию я ихтиолог-рыбовод, закончил в 80-м году Калининградский технический институт рыбной промышленности и хозяйства по специальности «Ихтиология и рыбоводство». Очень мечтал ходить в моря и заниматься морской ихтиологией. Манили научные экспедиции в тропики и субтропики, манила морская подводная экзотика. Даже распределение планировалось в «Югрыбпромразведку» (г. Керчь). Но судьба распорядилась по-другому, и я совершенно случайно попал в Херсонский сельскохозяйственный институт. Работал лаборантом, старшим лаборантом, научным сотрудником, занимался научно-производственной деятельностью, которая была направлена на оказание практической помощи рыбокомбинатам южных областей Украины и АР Крым по воспроизводству карпа и растительноядных рыб, по культивированию новых объектов аквакультуры, по рыбохозяйственному освоению водоемов комплексного назначения. Так постепенно и сформировалась моя внутренняя составляющая как ученого. Была завершена работа над кандидатской диссертацией и потом органично моя работа трансформировалась в учебный процесс. Педагогической работе уже отдано больше 30 лет, хотя и наукой занимаюсь, так как она является важнейшей составляющей современного образовательного процесса. Это дало возможность подготовить и защитить впоследствии докторскую диссертацию, опубликовать более 200 работ научного и методического содержания, послужило основой 3 научных монографий и 2 справочных изданий. Научные наработки нашли отражение в 4 учебниках и 18 учебных пособиях, в подготовке и издании которых есть и мой посильный вклад.

Самое удивительное то, что, не стремясь к этому, я продолжил тот жизненный и творческий путь, который связан с моими корнями – моим дедом Катренко Гавриилом Прокоповичем. Он был известным педагогом в 50-70-е годы прошлого столетия, в послевоенное время возглавлял Херсонский учительский институт, был его директором (наст. *ректор*), руководил кафедрой педагогики. Он очень хотел, чтобы я тоже стал педагогом, продолжил его династию. У нас с ним возникли серьезные разногласия

по поводу моего выбора профессии ихтиолога-рыбовода: он его не одобрил, хотя и не препятствовал моему профессиональному становлению. А судьба все же распорядилась мною так, как было прописано и запрограммировано дедом. Думаю, что он мною сейчас бы гордился.

Вы специалист в области ихтиологии и рыбоводства, Ваше базовое образование тоже связано с этим направлением, у Вас большое количество научных трудов. Как произошло, что Вы оказались у истоков экологического образования в Херсонском аграрном университете и сегодня успешно возглавляете коллектив преподавателей и ученых?

Да, такое последовательное и весьма логическое продолжение моей научной и преподавательской деятельности произошло. Работая в области рыбного хозяйства, мы постоянно сталкиваемся с экологическими проблемами водных экосистем и на определенном этапе поняли, что необходимо усилить эту составляющую, дать возможность расширить спектр образовательных услуг. Так возникла идея добавить к специальности «*Водные биоресурсы и аквакультура*», в рамках которой уже более 20 лет осуществляется подготовка ихтиологов-рыбоводов, еще один ракурс, еще одно направление – экологическое. Было принято решение открыть новую специальность «*Экология и охрана окружающей природной среды*» (сегодня – «Экология, охрана окружающей среды и устойчивое развитие»). Мы предприняли все усилия, оценили свои возможности, материальную базу и научно-педагогический потенциал, заложили определенный базис к формированию будущих ученых-педагогов по этому направлению, и в 1999 году открыли эту специальность. Таким образом, уже более десяти лет мы ведем подготовку экологов. В процессе становления специальности мы усилили научный и педагогический потенциал, сформировали достаточно хорошую учебно-методическую базу.

Конечно, кафедра экологии еще очень молодая и рано говорить о школе и существенных достижениях, но есть ли сегодня уже

какие-то серьезные наработки, может быть предложены и реализованы какие-то проекты, в том числе студентами, молодыми специалистами – Вашими выпускниками?

Сложно говорить, чтобы за десять лет реально сформировалась научная школа, реализовались какие-то амбициозные проекты, но, тем не менее, мы уже достигли определенных успехов. В первую очередь добились того, что подготовка ведется по трем образовательным уровням: бакалавр, специалист и магистр. Не каждый университет имеет право на подготовку магистров-экологов. Для этого необходимо соответствующее научное обеспечение, особенно важен кадровый потенциал, необходимо чтобы в учебном процессе принимали участие доктора наук, профессора. Сейчас на кафедре работает четыре доктора наук, профессора, которые являются надежной опорой магистерской подготовки. Кроме этого, при кафедре открыта аспирантура по специальности «Экология», есть уже определенные успехи. В первую очередь, есть прекрасная и амбициозная, в хорошем смысле, молодёжь, которая ведет научные работы по биоиндикации водных экосистем, по изучению редких и исчезающих видов животных, по органическому земледелию и лесомелиорации. Это дает нам основание с оптимизмом смотреть в будущее и надеяться, что в перспективе научная экологическая школа будет сформирована.

Юрий Владимирович, скажите, какая молодежь приходит сегодня учиться в университет, что их приводит в эту специальность, чем они болеют, какими проблемами интересуются?

Картина достаточно пестрая и нельзя сказать, что вся молодежь, которая приходит к нам, определилась и осознанно выбрала свою

будущую профессию. Есть и конъюнктура. Не лучшим образом отразилось на подборе студенческого состава внешнее независимое тестирование. С одной стороны, оно создало возможность более широкого выбора специальностей в нескольких университетах. С другой стороны, как показали итоги набора последних лет, многие абитуриенты не выбирают будущую профессию, а ищут возможность получить бесплатное образование. Но, не смотря на такую ситуацию, есть тот контингент молодежи, который пришел в университет осознанно получить определенную специальность, в том числе на нашем факультете. Без сомнения, мы нацеливаем на них свое основное внимание. При этом, конечно, стараемся не упускать из вида всю студенческую молодежь, стремясь ее адаптировать к продуктивному учебному процессу, дать необходимый объем знаний и умений, развить экологическое мышление, дать им возможность участвовать, в перспективе, в решении экологических проблем и задач.

Уже не первый год Херсонский аграрный университет является соорганизатором ежегодного Международного Экологического Форума «Чистый город. Чистая река. Чистая планета», который проходит в Херсоне, Вы являетесь модератором одной из секций, на которой рассматриваются вопросы управления водными ресурсами, а именно их восстановление, сохранение и рациональное использование. И, конечно, привязываясь к Херсонщине – это экологическое состояние реки Днепр и пойменных водоемов его нижнего течения. Расскажите об этом?

В первую очередь, хотелось бы высказать слова благодарности Херсонской Торгово-промышленной палате, которая открыла такую возможность для публичного собрания и обсуждения мнений в рамках Экологического Форума. Форум является хорошей площадкой для встреч видных ученых, производственников, общественности для обсуждения насущных и актуальных экологических проблем. Форум дает возможность не только поговорить о проблемах, но и найти пути их решения, выработать стратегию и тактику дальнейших совместных действий.

Выступая модератором соответствующей секции, конечно основное внимание мы уделяем экологическим проблемам именно реки Днепр, особенно ее низовьям. А проблемы назрели весьма существенные. Необходимо констатировать, что эта уникальная природная система деградирует. Мы теряем пойменные водоемы, которые катастрофически обмелели, заилились и заросли, утратив полезные объемы пресной воды и способность к самовосстановлению. Исчезают места нереста и нагула ценных видов рыб, что негативно отражается на рыбных запасах и, как следствие, на промысловых уловах. Напряженная экологическая ситуация вызвала

ряд социальных проблем, так как береговая зона низовий Днепра является местом проживания и отдыха большого количества людей. Мы теряем рекреационные ресурсы и привлекательность низовий Днепра как туристической Мекки. Проблем много, и, самое важное, их нужно решать. И если мы все вместе – наука, общественность, производство, все заинтересованные стороны – не поднимемся на защиту и возрождение Днепра, мы его потеряем для будущих поколений. Очень важно не только обратить внимание на проблемы, но и вынести их на обсуждение в международном формате. Так как нет национальных рек, не может быть и национальных экологических проблем.

Юрий Владимирович, скажите, как Вы относитесь к роли общественности в решении экологических проблем, могут ли общественные организации сказать свое веское слово, предложить радикальное решение, которое может быть реализовано?

Увы, в нашем обществе общественность пока отодвинута на второй план. Считаю, что это недооценка очень мощной социальной силы. Во всем мире общественность является достаточно весомым двигателем в решении любых проблем. К общественности, в первую очередь, должны прислушиваться государственные структуры. В действительности, все оказывается в точности наоборот. Очень хотелось бы добиться активной гражданской позиции молодежи в решении экологических проблем. В этой связи, с целью экологического и социального воспитания молодежи, в университете создана студенческая экологическая организация, участники которой регулярно проводят различные экологические акции.

Для того, чтобы сдвинуть с мертвой точки реализацию проектов по охране и восстановлению низовий Днепра, была создана областная общественная организация «Возрождение Днепра», которая должна стать рупором в озвучивании существующих экологических проблем и, соответственно, требовать их решения. Я считаю, что общественность

должна и будет играть существенную роль во всех сферах нашей деятельности.

Что сегодня уже сделано организацией?

Общественная организация «Возрождение Днепра» является инициатором разработки одного очень важного проекта, реализация которого как раз и направлена на решение проблем низовий Днепра. Это «Региональная программа возрождения пойменных водоемов нижнего Днепра», разработкой которой занималась группа ученых. Уже третий год мы ведем активную пропаганду этой программы, она рассмотрена, получила одобрение и поддержку на разных уровнях, как на национальном, так и на международном. Программа прошла ряд этапов обсуждения, есть определенные наработки и позитивные сдвиги. Дополнительно разработан научный проект по созданию научно-производственного аквополигона и получено положительное решение областной администрации о его организации на одном из водных объектов пойменной системы. Это позволит рассмотреть технологические аспекты, предлагаемые наукой по реализации программы, технически апробировать мелиоративные решения. Первые шаги сделаны, но еще очень длинный и трудный путь ждет нас впереди. Это работа не одного года, а на десятилетия. Если удастся реализовать хотя бы часть этой программы и увидеть ее плоды, я буду считать, что моя миссия как ученого и как гражданина-херсонца состоялась и реализовалась. Это будет большой успех и итог моей работы.

Есть ли возможность участвовать в международных проектах, общаться и делиться опытом со своими коллегами за рубежом. В каких формах сотрудничества сегодня это реализовывается?

Сегодня ведется активная работа по налаживанию международного сотрудничества. Университет является участником нескольких проектов, в том числе в области образования. В этом году завершается работа по одному из международных проектов программы ТЕМПУС-ТАСИС, на

перспективу поданы еще три заявки, в которых весомо представлена экологическая составляющая.

Кроме этого, кафедра экологии, непосредственно, и университет, в целом, являются участниками нескольких международных организаций, что позволяет реализовать ряд практических проектов. В качестве примера можно привести участие в международной организации NACEE (*Сеть центров аквакультуры Центральной и Восточной Европы*), которая объединяет представителей около 30 научных организаций и учебных заведений, отдельных ученых и специалистов стран Центральной и Восточной Европы. Ежегодно на съездах NACEE обсуждаются актуальные вопросы в области аквакультуры и рыболовства, формируются многосторонние программы сотрудничества. Съезд предоставляет площадку для обмена идеями и программами, создания совместных проектов. У каждого участника есть возможность внести свои предложения и найти партнеров для сотрудничества, как в области научных исследований, так и в образовательных программах, находить реализацию в решении производственных вопросов.

Еще один пример перспективного международного сотрудничества – мы подали заявку на участие в международном проекте (немецко-польско-болгарско-украинском) по разработке и формированию новой

магистерской программы «Экологическая логистика». Если нам удастся реализовать этот проект, мы получит очень современную магистерскую программу, которая объединит два направления подготовки – менеджмент и экологию. Выпускники этой международной магистерской программы будут иметь весьма выигрышное положение на рынке труда.

Уже понятно, что Пилипенко Юрий и «экология», «ихтиология», «рыбоводство» неразделимы. А чем увлекаетесь в свободное время?

Свободного времени, к большому сожалению, не так и много, его постоянно не хватает. Но, если есть возможность, уделяю внимание семье, даче. Особенно сейчас большую радость и большое вдохновение дает общение с внуком, который согревает душевным теплом, снимает стресс. Стараюсь, по возможности, уделять внимание друзьям. Есть хобби, на которое остается очень мало времени, но которое всегда приносит успокоение и удовлетворение – это филателия. Я уже давно этим увлекаюсь, еще со школьных времен, и здесь проявляется не только мое хобби, но и мое профессиональное внутреннее содержание – собираю марки с изображением представителей водной флоры и фауны. Даже в последнем, выпу-

щенном в этом году, учебном пособии постарался использовать цветные иллюстрации рыбообразных и рыб их изображениями на марках разных стран.

И последние несколько слов для тех, кого заинтересовало интервью, что Вы бы хотели пожелать.

Хотелось бы нам всем пожелать, чтобы мы были взвешены и разумны в своих поступках, бережно относились друг к другу, чтобы думали не о сегодняшнем дне и смотрели на перспективы не просто с оптимизмом, а предпринимали определенные шаги. Очень хотелось бы пожелать всем светлое и более комфортное будущее. Но без решения экологических проблем, его у нас просто нет.

***

Сегодня по решению Ученого совета Херсонского государственного аграрного университета кафедре экологии и устойчивого развития присвоено почетное имя профессора Ю.В. Пилипенко. Установлена мемориальная доска на фасаде главного корпуса университета, ведется работа по созданию автобиографического музея, 25-26 октября 2018 г. будет проведена международная научно-практическая конференция «Экологические проблемы окружающей среды и рационального природопользования в контексте устойчивого развития», посвященная 60-летию со дня рождения Ю.В. Пилипенко.

Мы, коллеги, друзья, близкие, благодарны судьбе за встречу и возможность работать, общаться со светлым, порядочным, талантливым ученым, педагогом, невероятным руководителем, замечательным энергичным жизнерадостным Человеком – ***Юрием Владимировичем ПИЛИПЕНКО****.*

ВОДНІ БІОРЕСУРСИ

UDC 639.3

SWIMMING FISH SPERMATOZOA – ANALYSIS OF FLAGELLAR MOVEMENT[1]

Bondarenko V., Boryshpolets S., Jacky Cosson
University of South Bohemia in Ceske Budejovice, Faculty of Fisheries and Protection of Waters, South Bohemian Research Center of Aquaculture and Biodiversity of Hydrocenoses, Vodnany, Czech Republic,
vbondarenko@frov.jcu.cz

In most animal species, spermatozoa motility is dependent on a long appendage called flagellum. The flagellum behavior during the motility period can provide more deeper understanding of basis of spermatozoa motility in a more detailed way and complementary to the methods used so far which consist mainly in the analysis of fish sperm head behavior (velocity, linearity of tracks, etc) obtained by regular CASA. In the present review, a description of the different mechanisms accounting for sperm flagellum movement is presented, with special emphasis regarding to fish spermatozoa. Features and difficulties encountered when studying fish sperm movement are described in detail.

Key words: flagellum, spermatozoa motility, sperm flagellum movement, fish spermatozoa.

Formulation of the problem. Spermatozoa are highly specialized cells, crucially involved in animal reproduction. Efficiency of subsequent fertilization success depends mainly on their movement ability. Fish spermatozoa swim for very short periods right after being shed in the surrounding medium where fertilization occurs (in most fish species, with external fertilization), but during this brief period, their motility characteristics change in many respects [4].

The structure of sperm flagellum is quite ubiquitous and well in described but nowadays the achievements in this field are still inconspicuous in respect to flagella movement [6]

Understanding of the mechanisms involved in movement of undulipodia (a general term which appoint for both flagella and cilia) can be investigated at several levels of resolution: 1- by observation of the translating motion of the

[1] The present review is dedicated to memory of Yurij Pilipenko.

cell body (head in case of spermatozoon), 2- by description of the variations of the flagellar shape during its active movement, 3- at a macro-molecular level, by dissecting the arrangement of its main components as mainly EM magnification allows to describe them, 4- at the detailed level involved in the description of the operation of each specific element such as the mono-molecular motor part. A global view of the flagellar mechanics need the integration between these 4 levels but for concision and description of our aims, it is more convenient to expose below in details mostly the biophysical approach pointed out in the above 2-description, while the other aspects (1-, 3- or 4-) will be approached as complementary to the targeted hydro-dynamical aspects of quantitative description.

In the present review, we intend to investigate in detail the fish sperm motility characteristics and technics for movement analysis in order to evaluation of sperm flagellum behavio .

1. Specificities and difficulties in the studies of fish sperm moveme

Just after activation by the surrounding medium, sperm flagella of many fish species beat at a high frequency, 50 to 100 Hz but for a short period of time, i.e. thirty seconds to several minutes depending on fish species [11]. The initial velocity of fish sperm cells is very high (150 to 300 µm sec-1), which makes observations and records especially difficult. To study the motility characteristic (velocity of spermatozoa, percentage of motile cells) of these very fast moving cells and to visualize their flagella, several specific methods have been developed allowing the obtainment of images of the tracks followed by sperm head, or alternatively images of flagella obtained in vivo while moving. Nowadays, these methods use video techniques, and in some cases, allow to record sharp images thank to stroboscopic illumination at a frequency up to 800 Hz. The computer assisted processing of the frames or more simply of the head tracks (CASA) allows to compare parameters of movement of fish spermatozoa exposed to various physiological situations, leading to comparative information describing their potency for swimming, in relation to their ability to fertilize and/or to be cryopreserved, but also the sensitivity of their swimming traits to traces of potent chemical pollutants [11].

1.1. Activation of motility.

As fish spermatozoa are usually immotile in the seminal fluid, one must transfer them in a specific solution where motility is activated. The activating solution contains solutes (ions or non-ionizable compounds) which greatly affect the osmotic pressure of the fluid [7]; depending on origin of the fish species, marine or fresh water, the osmotic pressure of activation solution must be significantly higher or lower than that of the seminal fluid, respectively [11]. In some particular species, the osmotic pressure is not the only factor and the concentration of some specific ions needs to be adjusted; this is the case of the K^+ concentration which must be greatly decreased in some species such as trout

[13], sturgeon [1-2], or paddlefish [19] while in others such as turbot [14] and species [17], it is the CO2 concentration which must be highly reduced to very low values. These constrains will dictate the composition of the solution used as optimal swimming medium for motility or, in contrast, optimal diluents preventing motility [25].

1.2. Period of motility.

Usually in many fish species, sperm motility lasts for short periods (several minutes), or even shorter (30 seconds) [2,10]. This means that one should avoid any pre-activation of motility by any fluid eventually contaminating the semen during stripping [15, 21] or by external water [22] or even by a solution used to transiently store sperm (diluent), otherwise, when tested for its motility sperm would be classified as immotile even though its initial potent motility was possibly correct. A second implication is that any appreciation of motility parameters needs microscopical observation, very early in order to get access to values characterizing the most efficient part of the motility period, (earliest one). As this earliest period may be lasting for only few seconds after contact with the activating solution, usually one needs to mix sperm directly in a drop of activating solution (AS) previously set up on the glass slide and to video record this very short period in order to measure motility parameters [8] during this crucial time window. Thus, a “blind” period of several seconds, where no video recording can occur, is inescapable during which mixing in the drop and correct focusing of the microscope is achieved.

1.3. Morphology of fish spermatozoa

The structure of the axoneme, as seen on Fig. 1 is canonically composed of 9 double microtubules (doublets) approximately 20 nm diameter constituting

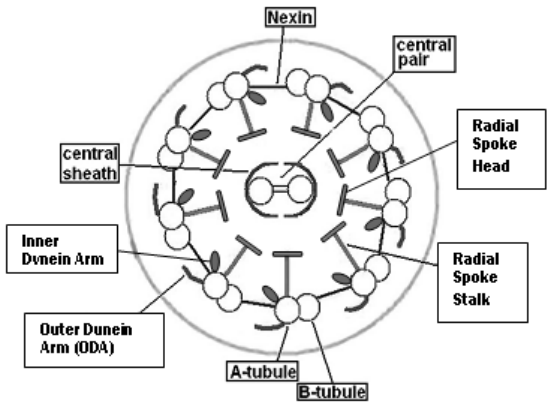

Fig. 1. The “9+2” axoneme of flagella and cilia. The whole structure is wrap in the flagella membrane which is in continuity with the cell membrane

the periphery of a cylinder which centre is occupied by two central microtubules (singlets), the whole scaffold being succinctly referred as “9+2”. Conventionally, the 9 outer doublets are numbered starting from number one located in the plane orthogonal to the plane including the two central singlets; importantly, the former plane allows to define the curvature directions during beating as left or right relatively to that plane; by convention, counting is clockwise when looking from the tip of the flagellum. These microtubules are continuous all the way long of flagella, continuity is a condition of absolute necessity for the motile function of any axonemal doublet microtubule.

The head of fish spermatozoa usually ranges 3-4 µm width (frequently spherically shaped) and this makes them quite easy to observe with a microscope at low magnification. In contrast, the diameter of the sperm tail so called flagellum, which usually ranges less than 1 µm, makes it difficul or even impossible to be observed with a regular microscope, whatever the magnification used (even 40×, 60× or 100×), because of their vigorous movement which blurs the corresponding images. Therefore, observation of moving flagella usually requires two specific adaptations: (a) a dark fiel microscope making flagella appearing as a thin bright white filament ranging 40-60 µm length, on a fully black background, giving rise to a high optical contrast between the flagellum and its surrounding environment; (b) a stroboscopic illumination in order to obtain sharp images of the moving fl - gellum because during each very brief flash of light (ranging one to several micro-second duration, the image of the tail appears without any apparent movement) in successive video frames. Such combination of these observation technologies allows to obtain a detailed morphological analysis of the integrity of the flagellar length [5, 26]. Another feature of fish sperm flagell which turn out to be an advantage for observation resides also in their fla shape: in many fish species, the entire length of flagellum is ribbon shaped instead of cylindrical [23] as in the case of “simple” flagella such as those of sea urchin sperm [9], which makes its ability to diffuse light very efficien when oriented parallel to the direction of the light beam. The consequence is that flagella appear, relatively brighter when observed by dark field microscopy according to specific angles, therefore giving indications regarding its orientation relative to the light beam.

1.4. Sperm motility parameters.

Values of sperm motility parameters rapidly decreased after induction of sperm motility by discharge into activating solution. This general rule applies to most fish species, with variation in the motility duration between species but in most cases leads to full stop within a short period of time (several minutes or less) as already mentioned. This implies that any measured parameter must refer to a precise time point at which it was measured after movement

initiation, when these parameters are used to compare conditions in an intra- or inter-species way [8-10].

Flagella's beat frequency (number of beat cycles in one second) measurements are possible by changing of the frequency of stroboscopic illumination, or by counting the records with a high-speed camera. Velocity is speed of movement sperm head.

Types of velocity with are usually measured:

Velocity curvilinear (VCL) Point to point velocity (total distance traveled) per second.

Velocity average path (VAP) Point to point velocity on a path constructed using a roaming average. The number of points in the roaming average is 1/6th of the frame rate of video used.

Velocity straight line (VSL) Velocity measured using the first point and the average path and the point reached that is furthest from this origin during the measured time period.

1.5. High initial velocity and beat frequency.

Difficulty is that the initial velocity (during the 2-3 seconds following movement initiation) of fish spermatozoa is very high (up to 300 µm /sec), which is a consequence of their high beat frequency (up to 70-100 Hz). Evaluation of these two parameters is very important to obtain, because they occur at a period of the motility phase, which is the most efficient for a spermatozoon to approach and eventually reach the surface of the egg for fertilization. In contrast, this period is very difficult technically to get access to for two main reasons: (a) it follows immediately the blind period of mixing of sperm in the AS on the glass slide and (b) the very fast movement of individual spermatozoa allow them to stay only for very short periods both in focus and inside the observation field of the microscope. Fish sperm flagellum is clearly visible when using high microscopical magnification such as 20× or 40× objective lenses [8-9]

1.6. Density of spermatozoa.

In the seminal fluid, the density of spermatozoa appears very variable depending on fish species. As examples, the following values of sperm density (same units) were observed: 1 to 5.10^9 in carp [24], 50×10^9 in sea bass [15], 5 to 15×10^9 in trout [13] and 0.1 to 4×10^9 in sturgeon [26]. Therefore, the density is usually much too high to clearly distinguish individual cells without dilution of milt in a non-swimming solution. In contrast, the sperm density in milt is high enough to allow a high dilution rate in the AS leading to correct observation of individual swimming cells. An appropriate method to solve the problem of too high density in the seminal fluid is to use a two-step procedure [3]: sperm (including seminal fluid) is diluted at first in a non-swimming solution (a 1:50 dilution ratio is a good starting point) where it can stay without risk of motility activation, then this firstly diluted sperm is secondly diluted in a AS

previously located as a drop on the microscope glass slide. This method needs some knowledge of the conditions where to activate vs inactivate spermatozoa of the investigated fish species. It is frequently necessary to get access at least to two major characteristics of seminal plasma of the given fish species, i.e., concentration of K+ and osmolality [25].

1.7. Energetics.

As already mentioned, motility of fish spermatozoa is lasting for a short period. A main reason appears to be due to limitation of energy by the lack of ATP that occurs very rapidly right after motility activation. Actually, ATP consumption by axonemal dyneins ATPase (acting as motors for generating movement) is much faster than ATP production by the mitochondrion. This phenomenon has been observed in sea bass [15], in turbot [14] and in carp [22] sperm. A consequence is that a sperm cell which have exhausted its ATP store during a first round of motility is potentially able to reinitiate motility after a resting period during which ATP is restored to a normal level in a solution non permissive for motility [4]. It means that there are common examples where spermatozoa, apparently unable to move because of an « accidental » activation (contact with external medium at collection or with urine), could be revived to potential motility after such a resting period [13, 24].

1.8. Computer Assisted Sperm Analysis (CASA).

The method of CASA used for the rapid and objective assessment of sperm motility using the sophisticated image analysis methodology. This method used frequently in human fertility clinics. CASA (computer assisted sperm analysis) frequently used for the analysis of mammalian sperm motility and the human, it is very difficult to used for fish sperm which is generally motile for less than 2 min compared to several hours for mammalian sperm. In the CASA system may automatically measure many parameters, such as: Mean lateral head displacement (ALH); Straightness (STR) – a measure of VCL side to side movement determined by dividing VAP by VCL; Wobble (WOB) VAP/VCL, describes side to side movement of the sperm head. Mean velocity (VAP); Linear velocity (VSL); Curvilinear velocity (VCL); Frequency of head displacement (BCF); Linearity coefficient (LIN)

2. Technik's for fish sperm flagella observatio

2.1. Regular video camera.

A work with regular video camera usually uses stroboscopic illumination is shown below. In each shot, separate positions of a spermatozoon are thus recorded (frequency regular video camera 50 Hz) as observed at 50 or 100 Hz, but more detailed records are possible provided an augmentation of the frequency of stroboscopic illumination is applied, but in this case, one can see an overlapping of the flagellar images (150-300 Hz) making difficult the individualization of each position (Fig. 2).

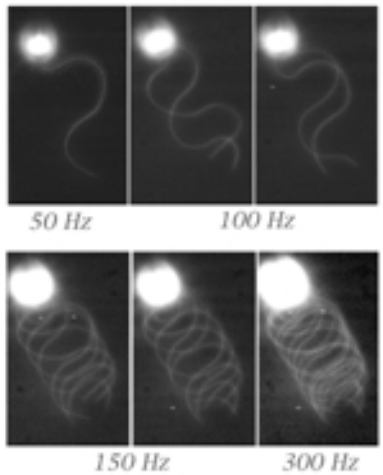

Fig. 2. Example of overlapping: resulting from the augmentation of frequency of stroboscopic illumination to 150 Hz, the image analysis becomes complicated, and at 300 Hz, it becomes impossible

2.2. High-speed video camera.

For sperm observations and for obtained detailed images of moving spermatozoa can be used next technics: Olympus BX50, 500×, with 100× Phase contrast optics (Zeiss Ph 3 NeoFluar 100×Oil immersion) and recorded with a high-speed video camera (Olympus i-speed TR) providing 848x688 pixels spatial resolution, 1000 frames/sec (Fig. 3 and Fig 4.). For regular sperm observations, an Olympus BX50 microscope, with dark-field optics (objective 20×) illuminated by pulsed light from a stroboscopic lamp (Chadwick-Helmut, 9630, USA) was combined with video recording by 3CCD video camera (SONY DXC-970MD, Japan).

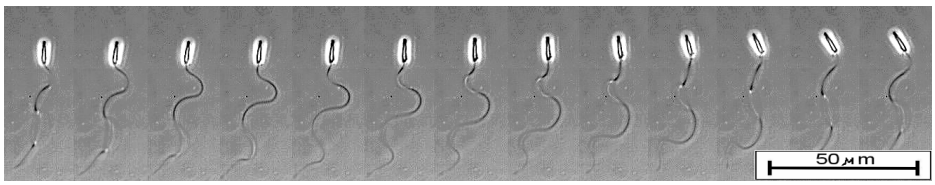

Fig. 3 Example of high resolution video-images (1000 frames per second, the time interval between two images 2 μsec time duration of one full cycle of beating 26 μsec which corresponds to 13 images in this example, for prepare this image rate taken each second frame)

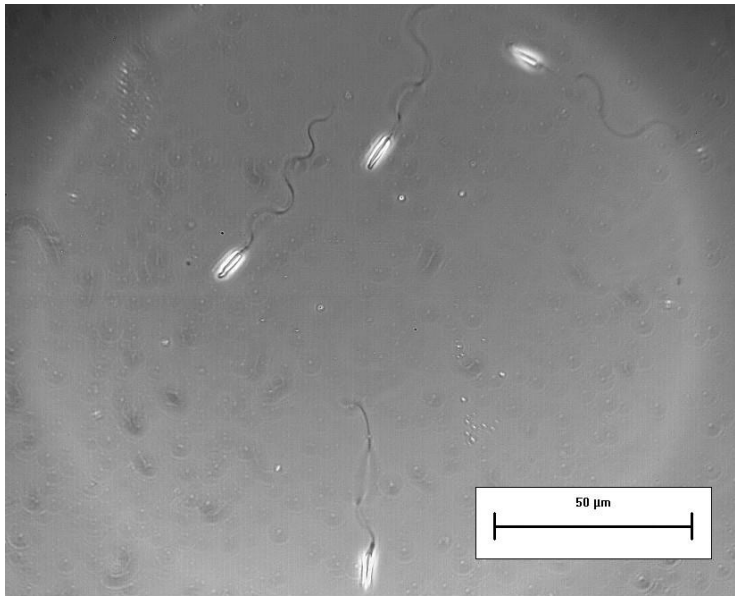

Fig. 4. An example of one individual video frame shot with a high-speed camera at 1000 frames per second, image size 848×688 px., resulting in record of individual positions of flagellum without overlap at high frame rate

Analysis of Fig. 3 and 4 makes it possible to obtain information about the sperm movement such as: direction of movement of the head, rotation of spermatozoon's, wave length, wave amplitude, the number of waves and beat frequency of waves, defects occur in the membrane. The use of high-speed camera allows as to get information about the movement of sperm, not previously been used for the analysis of their mobility for example records collected from high-speed camera we obtained sperm parameters.

Conclusion and perspectives of further research. One main characteristic of fish spermatozoa is that they remain immotile in the fish seminal tract and testes due to the high osmolality and ionic composition of the seminal plasma which prevent sperm motility in fish sperm ducts [18] but a second characteristics is that fish sperm becomes motile after discharge into the aqueous environment due to external signals, e.g. low K+ concentrations in acipenserids or hypo-osmotic shock in freshwater teleost fishes [20] or opposite, for marine fish. During microscopic observation, spermatozoa move at water-glass or water-air interfaces which contrasts with natural situation occurring during fish reproduction where spermatozoa moves in the water column. Fish spermatozoa are also characterized by short and very rapid motility (from 40 sec and up to few minutes) with 50-90 Hz initial frequency of flagella beating [1].

ПЛАВАЮЩИЕ РЫБНЫЕ СПЕРМАТОЗОИДЫ – АНАЛИЗ ДВИЖЕНИЯ ЖГУТИКА

Бондаренко В., Боришполец С., Джеки Коссон
Университет Южной Богемии в Ческе-Будеевице,
факультет рыбного хозяйства и охраны вод, Южночешский научный
центр аквакультуры и биоразнообразия гидроценозов,
Водняны, Чешская Республика,
vbondarenko@frov.jcu.cz

У большинства видов животных подвижность сперматозоидов зависит от длинного придатка, называемого жгутиком. Поведение жгутика в течение периода подвижности может более детально осмыслить основы подвижности сперматозоидов и дополнить методы, используемые до сих пор, которые состоят в основном из анализа поведения головки рыбной спермы (скорость, линейность треков и т. д.), полученных CASA. В статье представлено описание различных механизмов учета движения жгутика спермы с особым акцентом на рыбные сперматозоиды. Подробно описаны особенности и трудности, возникающие при изучении движения спермы рыбы.

Ключевые слова: жгутик, подвижность сперматозоидов, движение жгутика спермы, сперматозоиды рыб.

ПЛАВАЮЧІ РИБНІ СПЕРМАТОЗОЇДИ – АНАЛІЗ РУХУ ДЖГУТИКА

Бондаренко В., Боришполець С., Джекі Коссон
Університет Південної Богемії в Чеське-Будейовіце,
факультет рибного господарства і охорони вод, Південночеський науковий
центр аквакультури і біорізноманіття гидроценозов,
Водняни, Чеська Республіка,
vbondarenko@frov.jcu.cz

У більшості видів тварин рухливість сперматозоїдів залежить від довгого придатка, названого жгутиком. Поведінка джгутика протягом періоду рухливості може більш детально осмислити основи рухливості сперматозоїдів і доповнити методи, що використовуються до цих пір, які складаються в основному з аналізу поведінки головки рибної сперми (швидкість, лінійність треків і т. д.), отриманих CASA. У статті представлено опис різних механізмів обліку руху джгутика сперми з особливим акцентом на рибні сперматозоїди. Детально описано особливості і труднощі, що виникають при вивченні руху сперми риби.

Ключові слова: джгутик, рухливість сперматозоїдів, рух джгутика сперми, сперматозоїди риб.

REFERENCES

1. Alavi S. M. H., Cosson J., Karami M., Amiri B. M., and Akhoundzadeh M. A. Spermatozoa motility in the Persian sturgeon, Acipenser persicus: Effects of pH, dilution rate, ions and osmolality. Reproduction. 2004. – №128. – P. 819–828.
2. Alavi S. M. H., and Cosson J. Sperm motility in fishes. I. Effects of temperature and pH: A review. Cell Biol. Int. 2005. – №29. – P. 101–110.
3. Billard R. Endocrinology and fish culture. Fish physiology and biochemistry. 1989. – №7(1). – P. 49-58.
4. Billard R., Cosson J., Perchec G., and Linhart O. Biology of sperm and artificial reproduction in carp. Aquaculture. 1995. – №124. – P. 95–112.
5. Billard R., Cosson J., and Linhart O. Changes in the flagellum morphology of intact and frozen/thawed Siberian sturgeon Acipenser baerii (Brandt) sperm during motility. Aquac. Res. 2000. – №31. – P. 283–287.
6. Brokaw CJ. Computer simulation of flagellar movement I. Demonstration of stable bend propagation and bend initiation by a sliding filament model. Biophys. J. 1972. – №12. – P. 564–586.
7. Ciereszko A., Ottobre J. S. and Glogowski J. Effects of season and breed on sperm acrosin activity and semen quality of boars. Animal Reproduction Science. 2000. – №64(1). – P. 89-96.
8. Cosson J., Billard R., Cibert C., Dreanno C., Linhart O. and Suquet, M. Movements of fish sperm flagella studied by high speed videomicroscopy coupled to computer assisted image analysis. Pol. Arch. Hydrobiol. 1997. – №44.
9. Cosson J., Dreanno C., Billard R., Suquet M., Cibert C. Regulation of axonemal wave parameters of fish spermatozoa by ionic factors. In: Gagnon C., The Male Gamete: from Basic Knowledge to Clinical Applications, Montréal, Canada, August. 1999. – P. 161-186.
10. Cosson J. The ionic and osmotic factors controlling motility of fish spermatozoa. Aquaculture International. 2004. – №12. – P. 69–85.
11. Cosson J. The motility apparatus of fish spermatozoa. Fish Spermatology S. M. H. Alavi, Cosson J., Coward K. and Rafiee G. Oxford, Alpha Science. 2008. – P. 281–316.
12. Cosson M. P., Billard R. and Letellier L. Rise of internal Ca2+ accompanies the initiation of trout sperm motility. Cell Motil. Cytoskeleton. 1989. – №14. – P. 424–434.
13. Cosson M. P., J. Cosson et al. Synchronous triggering of trout sperm is followed by an invariable set sequence of movement parameters whatever the incubation medium. Cell Motil Cytoskeleton. 1991. – №20(1). – P. 55-68.
14. Dreanno C., Cosson J., Cibert C., Andre F., Suquet M. and Billard R. CO_2 effects on turbot (Scophthalmus maximus) spermatozoa motility. In

Proc. Fifth Int. Symp. Reprod. Physiol. Fish, Austin. Published by Fish Symposium. 1995. – №95. – P. 114.
15. Dreanno C., Suquet M., Desbruyères E., Cosson J., Le Delliou H. and Billard R. Effect of urine on semen quality in turbot (Psetta maxima). Aquaculture. 1998. – №169. – P. 247–262.
16. Fauvel C., Savoye O., Dreanno C., Cosson J., and Suquet M. Characteristics of sperm of captive seabass in relation to its fertilization potential. J. Fish Biol. 1999. – №54. – P. 356–369.
17. Inaba K., Dreanno C., and Cosson J. Control of flatfis sperm motility by CO_2 and carbonic anhydrase. Cell Motil. Cytoskeleton. 2003. – №55. – P. 174–187.
18. Lahnsteiner F., Berger B., Weismann T. and Patzner R. Fine structure and motility of spermatozoa and composition of the seminal plasma in the perch. J. Fish Biol. 1995. – № 47.
19. Linhart O., Cosson J., Mims S. D., Shelton W. L. and Rodina M. Effects of ions on the motility of fresh and demembranated paddlefish (Polyodon spathula) spermatozoa. Reproduction. 2002. – №124.
20. Linhart O., Cosson J., Mims S. D., Rodina M., Gela D., and Shelton W. L. Effects of ions on the motility of fresh and demembranate spermatozoa of common carp (Cyprinus carpio) and paddlefish (Polyodon spathula). Fish Physiol. Biochem. 2003. – №28. – P. 203–205.
21. Perchec G., Jeulin C., Cosson J., Andre F., Billard R. Relationship between sperm ATP content and motility of carp spermatozoa J. Cell. Sci. 1995. – №108(58). – P. 747-753.
22. Perchec G., Cosson M. P., Cosson J., Jeulin C., and Billard R. Morphological and kinetic changes of carp (Cyprinus carpio) spermatozoa after initiation of motility in distilled water. Cell Motil. Cytoskeleton. 1996. – №35. – P. 113–20.
23. Psenicka M., Alavi S. M. H., Rodina M., Gela D., Nebesarova J., and Linhart O. Morphology and ultrastructure of Siberian sturgeon (Acipenser baerii) spermatozoa using scanning and transmission electron microscopy. Biol. Cell. 2007. – №99. – P. 103–115.
24. Redondo-Müller C., Cosson M.-P., Cosson J. and Billard R. In vitro maturation of the potential for movement of carp spermatozoa. Mol. Reprod. Dev. 1991. – №29. – P. 259–270.
25. Rodina M., Cosson J., Gela D. and Linhart O. Kurokura Solution as Immobilizing Medium for Spermatozoa of Tench (Tinca tinca L.). Aquac. Int. 2004. – №12. – P. 119–131.
26. Tsvetkova L.I., Cosson J., Linhart O., Billard R. Motility & fertilizing capacity of fresh & frozen-thawed spermatozoa in sturgeons (Acipenser baeri and Acipenser ruthenus). J. Appl. Ichthyol. 1996. – №12. – P. 107-112.

УДК 639.3:598.235.4(2605)

ОЦІНКА РОЛІ БАКЛАНА ВЕЛИКОГО (*PHALACROCORAX CARBO*) У ФОРМУВАННІ ЗАПАСІВ ВОДНИХ БІОРЕСУРСІВ ГІДРОЕКОСИСТЕМИ ДНІПРО-БУЗЬКОГО ЛИМАНУ

[2]***Пилипенко Ю.В.*** *– доктор с.-г. наук, професор,*
[1]***Наконечний І.В.*** *– доктор біол. наук, професор,*
[2]***Козичар М.В.*** *– канд. с.-г. наук, доцент,*
[1]*Миколаївський національний університет ім. В.О. Сухомлинського,*
[2]*Херсонський державний аграрний університет,*
nakonechniigor@gmail.com

На підставі результатів багаторічних досліджень заподіяна спроба оцінити вплив баклана великого (Phalacrocorax carbo) на функціонування гідробіоценозу Дніпро-Бузького лиману, в межах якого чисельність його популяції зросла до 7,4 тис. птахів. Середній добовий обсяг спожитого бакланом корму, який враховує сезонні, вікові та статеві відмінності, становить 0,65 кг. У харчовому раціоні домінують (87,6%) 3 малоцінні кормові об'єкти – дрібний різновидовий бичок, тюлька і атерина. Спожита бакланом в межах Дніпро-Бузького лиману іхтіомаса, яка орієнтовно сягає до 1,3 тис. т на рік, є вдвоє меншою за обсяги щорічних втрат водних біоресурсів від заморних явищ.

Ключові слова: Дніпро-Бузький лиман, водні біоресурси, баклан великий, чисельність популяції, кормовий раціон.

Постановка проблеми. Геологічно-гідрографічний генезис сучасного чорноморського басейну відрізняє циклічність та досить ущільнена амплітуда коливань водного рівня, межі якої лише впродовж голоцену сягали від – 80 м до +2 м від сучасного [3]. Одним із суттєвих наслідків останніх трансгресій стало затоплення нижніх ділянок річкових долин і виникнення лиманів, особливо «багатими» на які стало узбережжя Північно-Західного Причорномор'я [8]. Виникнення та існування цих лиманних водойм на межі моря і річки зумовлює їх унікальні ландшафтні, гідрологічні і гідрохімічні характеристики та значне біорізноманіття.

Найбільшим за площею лиманним комплексом Чорного моря є Дніпро-Бузький лиман, акваторія та узбережжя якого слугує головними абіотичними компонентами єдиної природної екосистеми, що забезпечує існування специфічного і украй складного біотичного комплексу. Його типовими елементами є чисельні види рибоїдних птахів, із якими пов'язані важливі механізми кругообігу енергії та головних біогенних елементів (вуглець, фосфор, калій, азотовмісні сполуки тощо) між екосистемами моря та суходолу [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Впродовж останнього десятиріччя у видовій структурі рибоїдної орнітофауни, поряд із *Laridae* та *Pelecanus*, зростає роль баклана великого (*Phalacrocorax carbo*), який в цій місцевості до початку 90-х років минулого сторіччя був практично відсутнім. У наявний час у межах Північно-Західного Причорномор'я *Phalacrocorax carbo* є звичайним гніздовим і перелітним видом, основні місця зимівлі чорноморських популяцій розташовані на південному узбережжі Чорного моря та в Середземномор'ї.

Баклан великий – це порівняно крупний (від 1,8 до 3,0 кг) пірнаючий птах, який є «повним» іхтіофагом, тож його локально-гніздова чисельність прямо визначається наявністю та доступністю корму і можливістю колоніального гніздування. Відповідно, найвища чисельність виду в зоні Дніпро-Бузького лиману виникає навесні та восени, коли птахи концентруються в найбільш багатих кормом ділянках акваторії, формуючи там великі сезонні скупчення загальною чисельністю до 10-17 тисяч осіб [7, 10].

Екологічна роль виду в прибережних екосистемах багатогранна і прямо визначається чисельністю птахів та тривалістю сезону відтворення. Найбільш помітна кормова роль баклана, бо дорослий птах впродовж доби споживає 0,7-0,75 кг, а під час вирощування молодняку – до 1 кг риби [9], яку активно виловлює в придонних шарах. Переважно це представники частикових видів із максимальними розмірами до 20-25 см. В якості чисельного рибоїдного птаха баклан наносить певну шкоду запасам промислових риб, але найбільш відчутні збитки спричиняє на водоймах спеціалізованих рибоводних господарств. Це відразу зумовило визначення баклана в якості «шкідливого» виду і позначилось на відповідній людській реакції, викликавши прямий антропогенний пресинг шляхом нищення гніздувань та відстрілу дорослих птахів. Через це практично всі види роду *Phalacrocorax* вже в середині минулого сторіччя набули статусу малочисельних, майже рідкісних видів, але з початку 70-х років саме *Phalacrocorax carbo* продемонстрував здатність до відновлення чисельності та розширення ареалу мешкання. Така тенденція набула свого прояву в Північно-Західній частині європейсько-атлантичного ареалу, потім в Середземномор'ї, Чорноморському басейні і до наявного часу продовжується на Далекосхідно-Тихоокеанській частині ареалу [11].

Чисельність баклана в зоні Дніпро-Бузького лиману до початку 90-х років минулого століття утримувалась на порівняно низькому рівні, але надалі зростання чисельності набуло акцентованої тенденції до подальшого розвитку, набуваючи в окремі роки спалахового типу. Така ситуація несе реальну загрозу дестабілізації іхтіофауни лиману та існуванню прибережно-лісових екотопів і спричиняє низку проблемних питань, які поки що не мають свого вирішення. Одним із таких питань є проблема загальної

оцінки екологічної ролі виду в наявній гідроекосистемі Дніпро-Бузького лиману, а також реальна оцінка міжпопуляційних взаємовідносин птахів із різними представниками іхтіофауни.

У сучасній ситуації ці оцінки зводяться до простого питання представників служби рибоохорони – «чим живляться багатотисячні зграї баклана в лимані, де майже відсутні промислові запаси виду?». Для розкриття даного питання протягом 2007-2017 рр. були виконані чисельні моніторингові та польові дослідження, метою яких є оцінка екологічної ролі *Phalacrocorax carbo* в гідроекосистемі Дніпро-Бузького лиману та його вплив на чисельність популяцій риб. Отримані результати мають багатосторонню і багатокомпоненту структуру та спрямованість, основні кількісні позиції якої відображені в попередніх публікаціях [5, 6, 10]. Останні мають не лише наукове, але й практичне значення, дозволяючи сформувати чітке бачення шляхів вирішення наявної проблеми та озброєння фахівців методичним забезпеченням реалізації екологічно виважених заходів щодо контролю за станом популяцій рибоїдних птахів.

Матеріал та методи. В якості основного аналітичного матеріалу були використанні облікові дані та результати власних досліджень, виконаних у період 2007-2017 рр. під час стаціонарно-моніторингових та експедиційно-польових обстежень акваторії, прибережних ділянок та берегів Дніпро-Бузького лиману. Територія досліджень охоплює практично весь Дніпро-Бузький лиман – від Варваровського моста в м. Миколаєві та від м. Херсону на північній межі і до самого устя лиману в районі м. Очаків.

Найбільші обсяги даних щодо кількісних параметрів візуального обліку птахів отримані з точок контролю, розташованих на Волоській косі Бузького лиману, на мисі Станіслав, на Кінбурському півострові (с. Рибальче та с. Покровське) та поблизу с. Куцуруб Очаківського р-ну. Обстеження колоніальних та окремих гніздових поселень баклана в зоні досліджень виконували в кінці липня та початку серпня, після їх залишення птахами. Окремі обстеження прибережних місць відпочинку птахів та ділянок акваторії виконували восени (жовтень-листопад) і навесні (березень-квітень).

Первинні результати обліків та візуальної фіксації кормових і сезонно-міграційних перельотів птахів піддавали стандартній статистичній обробці.

Результати досліджень та їх обговорення. Накопичені матеріали досліджень щодо екології та чисельності баклана в межах території Дніпро-Бузького лиману свідчать про украй складну роль цих птахів у прибережних екосистемах. Певно, що обсяги наявного матеріалу не доз-

воляють однозначно сформулювати принципи взаємовідносин баклана з іншими компонентами гідробіоценотичних комплексів різного типу, але розкривають магістральні напрямки щодо екологічної оцінки ролі досліджуваного виду та перспективи їх подальшого розвитку.

Закономірно, що одним із перших виступало питання оцінки сумарної іхтіомаси, спожитої бакланами. Враховуючи середні обсяги добового обліку корму, наведені в спеціальній літературі, а також дані власних візуальних обліків годівлі різносезонних груп баклана на різних ділянках акваторії Дніпро-Бузького лиману, в поєднані з випадковими відомостями рибоводів та фахівців мисливського господарства щодо обліків чисельності та видової належності риб, спожитих цими птахами, було визначено середній міжсезонний обсяг корму в межах 0,65 кг/доба. Цей статистично-усереднений обсяг враховує різносезонні, різновікові та різностатеві відмінності живлення *Phalacrocorax carbo* у зоні Дніпро-Бузького лиману. Відповідно, оцінюючи середньо-сезонні (сумарно по міграційним та гніздовим облікам) на межі 45% від максимально облікованих рівнів чисельності осінніх міграційних хвиль (середні за 2014-2017 рр.) у розмірі 7,4 тисяч птахів, щоденно спожита ними сумарна маса корму буде складати майже 5 тон (4810 кг). Сумарний кормовий період баклана в зоні Дніпро-Бузького лиману оцінений в 275 діб (із 15 березня по 1 грудня), тож мінімально-розрахункові щорічні обсяги спожитої бакланом іхтіомаси сягають понад 1,3 тис. тон.

Для порівняння слід відмітити, що офіційно сумарний річний обсяг промислового вилову риби в межах акваторії лиману протягом 2014-2017 рр. не перевищував 300 тон, хоча оцінки реального вилову коливаються в межах 500-600 тон риби щорічно. Таким чином, навіть мінімально-розрахункові обсяги споживання риби місцевою та мігруючими популяціями Phalacrocorax carbo в межах Дніпро-Бузького лиману в 2,5 рази перевищують щорічні експлуатаційні обсяги вилучення риби.

На основі 35 секційних досліджень птахів, які загинули в межах кормових стацій внаслідок потрапляння в рибальські сітки, були обраховані показники видового складу кормових об’єктів та шлункової кормової маси. Встановлено, що видовий склад риб в кормовому раціоні баклана на території Дніпро-Бузького лиману украй строкатий за територіально-локальними та сезонними характеристиками. У той же час, для даної акваторії саме в період 2014-2017 рр. у харчовому раціоні абсолютно переважають 3 малоцінні кормові об’єкти – дрібний різновидовий бичок, тюлька (*Clupeonella cultriventris Nordmann*) І атерина (*Atherina pontica Eichwald*), на яких відповідно припадає (середньо-сезонна медіана) 43,2; 26,8 та 17,6%, що сумарно складає 87,6%. В числі залишкових 12,4% встановлено 17 видів риб. Окрім цього, в сумарному обліку не охоплені ракоподібні

(креветка та краби), різні представники малакофауни, комахоподібні, арбофауна тощо. Середня шлункова маса корму складає 208±105 гр., середня кількість спожитих особин бичка – 8±3,2, тюльки та атерини – 22±9,3.

Незважаючи на вказані локально-сезонні особливості кормового раціону баклана, на всій акваторії цілосезонно головним об'єктом живлення лишається дрібний і середній за розмірами бичок. Навіть ранньої весни та восени за наявності в лимані значної кількості тюльки, атерини і пузанка (*Alosa tanaica Grimm, 1901*) більшу частину (60%+) кормового раціону баклана займають саме бички. За межами лиману, наприклад в зоні розташування рибовідтворювальних комплексів, риборозплідників і спеціалізованих рибоводних підприємств в числі основної здобичі баклана, як правило, виступає молодь культивуємих видів риб.

Таким чином, перша задача дослідження щодо оцінки обсягів споживання рибної біомаси наявною в Дніпро-Бузькому лимані популяцією баклана вирішена. За її результатами встановлено досить значний обсяг вилучення риби в щорічних обсягах на рівні 1,3 тис. тон, що в 2,5 рази більше за обсяги промислового вилучення. Приблизно аналогічні рівні вилову риби в даній акваторії мали місце лише в кінці 70-х років минулого сторіччя. За видовим відношенням основним об'єктом живлення баклана в 2014-2017 рр. виступає бичок (різновидовий), тюлька та атерина. Раніше, в 2007-2010 рр. атерина в складі кормового раціону баклана була практично відсутня.

Друга задача щодо оцінки впливу баклана на стан і відновлення рибних запасів Дніпро-Бузького лиману в методичному плані набагато складніша, що спричинило необхідність системного аналізу з використанням непрямих показників втрати рибної іхтіомаси, викликаних, наприклад, заморними явищами. Даний чинник впливу на водні біоресурси лиману розглядали поряд із багаторічними даними щодо чисельності баклана в акваторії естуарної гідроекосистеми.

Так, явища замору риби в Дніпро-Бузькому лимані є здавна відомими [2, 4], але в останні 20-25 років вони набули майже щорічного прояву та надзвичайної потужності. При цьому причини замору мають різну природу і чинники, серед яких, в першу чергу, слід виділити:

- гіпертермічну нестачу розчиненого кисню;
- насичення води сірководнем морського і «місцеве» походження;
- надкритичну концентрацію біогенних токсинів та органічних сполук азоту.

Здебільшого в кожному окремому прояві замору риби має місце сполучення дії декількох чинників, активність яких прямо лімітується метокліматичними умовами акваторії та прилеглих ділянок морського шельфу. Спільним для них є лише літній період прояву на фоні південних і півден-

но-західних вітрів, що вказує на ключовий фактор ініціації замору – високу температуру. Таким чином, пікова фаза цих явищ майже щороку припадає на 5-15 числа серпня і співпадає з максимальними температурами.

Так, нагрів поверхневих вод лиману до +28-30°С спричиняє виникнення термокліну і припинення газообміну між різними шарами вод вже на глибині 2-3 м. Більш холодні глибинні води без поверхневого поповнення швидко втрачають розчинений кисень і за межею нижче 2,5-2,0 мг/дм^3 виживання риби та молюсків стає неможливим. Подібні процеси стимулюються вітровою активністю, тож швидко охоплюють величезні ділянки акваторії, через що більшість риби в них не встигає їх покинути і буквально змушена викидатись на берег.

Окрім цього, тривала, більше 10-15 діб гіпертермія поверхневих вод провокує виникнення під термокліном суцільних анаеробних зон, де інтенсифікуються процеси сульфатної редукції з утворенням значних об'ємів сірководню «місцевого виробництва». Дія цього чинника спричиняє локальні замори і в таких ділянках шторми викидають на берег вже загиблу рибу, креветку та мідію.

На відміну від сірководню «місцевого» утворення, в пригирлових ділянках лиману значної шкоди завдає сірководень морського походження. Потрапляння останнього в лиман також зумовлено високою температурою поверхневих вод шельфової зони моря, які переміщаючись під дією кругової течії Чорного моря та згінних вітрів, спричиняють апвелінг глибинних мас із високим вмістом «морського» сірководню. Тож сірководневі замори, що зумовлені проникненням морських газонасичених вод в акваторії Дніпро-Бузького лиману, звичайно мають чітку прив'язку саме до приморських ділянок.

Детальне розкриття явищ замору та їх причинності знаходяться поза межами даної роботи і головним чином вони опрацьовані завдяки супутнім даним, отриманим різними установами при підрахунках загиблої риби. Такі кількісні показники, дозволяють оцінювати хоча б відносні обсяги водних біоресурсів та їх біомаси з відповідною прив'язкою до конкретної ділянки акваторії. Вони придатні для поточних оцінок стану гідроекосистеми Дніпро-Бузького лиману та для порівняльних аналітичних узагальнень щодо оцінки вилучення рибної біомаси бакланом. За наявності значного обсягу багаторічних даних щодо замору риби та динаміки чисельності баклана в зоні лиману, для порівняльних досліджень були використані лише дані за 2004-2017 рр.

Саме в 2004 році мав місце один з перших потужних заморів риби, який набув локалізації в гирловій ділянці лиману, де 14 серпня при потужному північно-західному вітрі на 7-ми кілометровій ділянці між селом Куцуруб та містом Очаків було викинуто на берег велику масу бичка-

піщаника, концентрація якого сягала 26-38 екземплярів на 1 м берегової лінії, що за офіційними оцінками склало 230 тис. особин [11]. За нашими підрахунками, ці бички (6-14 см в довжину) мали середню індивідуальну масу 35 г, тож їх сумарна іхтіомаса сягала 8,5 тон. Наступного, 2005 року, 9-10 серпня виник ще більш потужний замор риби, який охопив нижні ділянки Дніпро-Бузького лиману та набув розвитку вздовж Дніпро-Дунайського узбережжя. Сумарні втрати по цій ділянці оцінені в 700 млн. екземплярів бичка, з числа яких на Дніпро-Бузький лиман офіційно визначено 7,9 млн. особин, що в перерахунку на сумарну іхтіомасу складає 276,5 тон. Досить потужний замор мав місце в 2011 році, але завдяки глибоководної локальності прояву, ділянки візуально помітних викидів риби носили спорадичний характер. Про значну потужність даного замору свідчить лише факт викиду на берег Кінбурну 50-60 млн. екземплярів загиблих влітку молодих мідій 1-2-річного віку. В 2014 році, в ніч із 17 на 18 серпня, внаслідок безкисневого замору на 1 м берегової зони Дніпровського лиману було викинуто штормом по 70-90 екземплярів бичка-піщаника [11], сумарна іхтіомаса якого розрахунково сягала 35-40 тон. 4 серпня 2017 року в Бузькому лимані виявлені перші випадки масового замору, які супроводжувались локальними викидами бичка. Характерно, що розвиток замору відбувався в сторону верхів'я лиману. Так, 6 серпня викид бичка відбувся вже в межах міста Миколаєва, а 8 серпня – за 12 км вище міста виявлено загибель 51 тис. екземплярів атерини, 6 тис. бичка і поодиноких екземплярів тарані та карася. На всій цій частині акваторії Бузького лиману загибель риби в подібних обсягах була зафіксована і в наступні 5 днів, але найбільший викид снулої риби мав місце поблизу села Куцуруб Очаківського району. Офіційні оцінки викиду бичка тут майже астрономічні і сягнули 236 млн. екземплярів. Додатково визначено загибель камбали глоси у кількості 4 млн. екземплярів, сріблястого карася – 1,6 млн., молоді кефалей – 4 млн., креветки – 92 млн. [1]. Сумарна біомаса втрачених водних біоресурсів, навіть за самими мінімальними оцінками, сягнула 2,5 тис. тон.

На фоні наведених обсягів втраченої внаслідок щорічних заморів водних біоресурсів (риби, креветки та мідій), спожита протягом року бакланом в межах Дніпро-Бузького лиману іхтіомаса в обсязі 1,3 тис. т є вдвоє меншою за обсяги природних втрат. Закономірно, що наступним виникає більш деталізоване питання – «чи є спожита бакланом біомаси риби близькою до відтворювального потенціалу гідроекосистеми?». Динаміка показників об'єктів, які порівнюються між собою, показує, що вся сумарна маса баклана в зоні Дніпро-Бузького лиману не спричиняє помітних обмежень щодо іхтіофауни цієї водойми (рис.). У разі наявності подібного впливу мало місце явище обмеженості кормової бази для цих птахів,

що в свою чергу, приводило б до обмеження їх чисельності, ознаки якої відсутні до наявного часу.

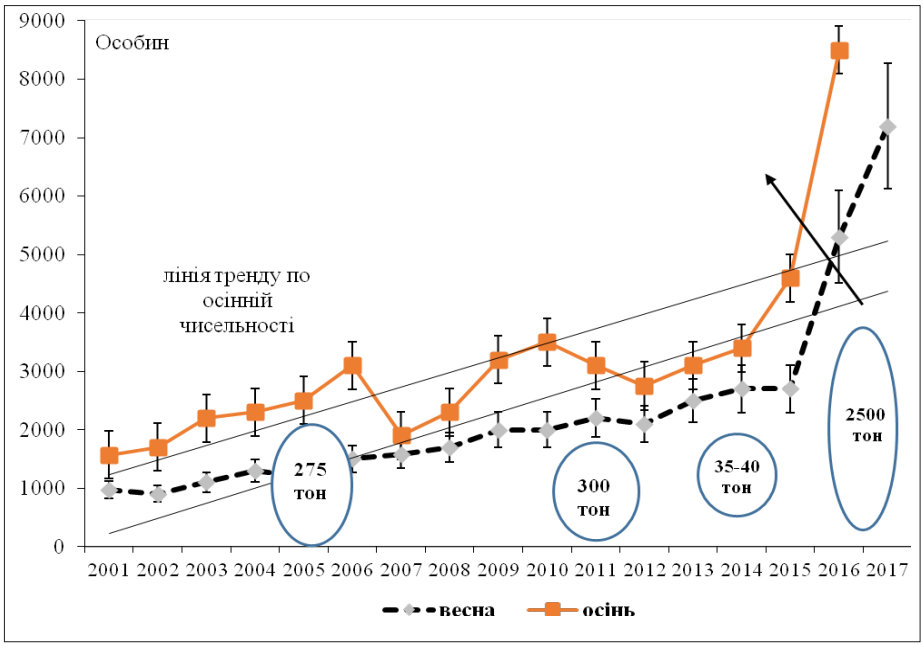

Рис. Динаміка сумарно-сезонних показників чисельності баклана великого та обсяги заморів риби зоні Дніпро-Бузького лиману впродовж 2001-2017 рр.

Окрім цього, обмежувальна дія кормової активності баклана щодо іхтіофауни лиману відсутня навіть на фоні найбільш об'ємних явищ масового замору риби. Це вказує на зовсім незначну роль сучасної чисельності баклана на стан водних біоресурсів у зоні Дніпро-Бузького лиману та досить потужний відтворювальний потенціал естуарної гідроекосистеми, яка продукує настільки великі обсяги біоти, що навіть в умовах надвисоких обсягів загибелі риби внаслідок природних катаклізмів не простежується жодних ознак кормового дефіциту для птахів-іхтіофагів.

Певно, що за нестачі корму, ці птахи були б частково змушені на деякий час (1-2 роки) покидати акваторію лиману і це б мало свій прояв у негативній тенденції чисельності в ті роки, коли виникали найпотужніші заморові явища. Наявні дані щодо чисельності баклана в межах акваторії навпаки, свідчать про неухильне зростання чисельності цих птахів. Навіть щорічна амплітуда коливань чисельності в сторону її зростання має досить згладжену динаміку як навесні, так і восени. Особливо інформативна в цьому відношенні саме осіння чисельність в роки надпотужних заморів, яка не показує будь яких негативних коливань.

Таким чином, сучасна гніздова та пролітна популяція баклана, яка існує в межах Дніпро-Бузького лиману, впродовж останніх 20 років успішно зростає, що вказує на достатнє кормове забезпечення птахів-іхтіофагів, а спричинені ними щорічні обсяги вилучення водних біоресурсів практично не виявляються на фоні значно більшого потенціалу місцевої гідроекосистеми. Уповільнення темпів зростання чисельності рибоїдних птахів, в тому числі й баклана великого, або прояв значних коливань амплітуди їх міжсезонної чисельності буде слугувати прямим показником наближення до критичного рівня (вичерпності) потенціалу гідроекосистеми.

Висновки. Наявні фактичні дані за майже 15 річний період та результати їх аналітичних узагальнень не дають підстав для твердження про помітний шкідливий вплив баклана великого на водні біоресурси в зоні Дніпро-Бузького лиману. Результати багаторічних досліджень навпаки дозволяють припустити, що зростаюча чисельність популяції баклана в зоні Дніпро-Бузького лиману, відіграє певну позитивну екологічну роль, яка полягає у регулюванні щільності популяцій різних виді бичків. Останні, в умовах промислової дестабілізації місцевих іхтіоценозів та елімінації хижацтва судака і окуня, практично необмежені в чисельності, створюють виражені кормові конкурентні відносини з промисловими видами риб і унеможливлюють їх ефективне природне відтворення, що негативно позначається на відновленні і сталому функціонуванні іхтіоценозу естуарної гідроекосистеми.

Системний розгляд явища зростання чисельності баклана великого та освоєння ним акваторії Дніпро-Бузького лиману свідчить про його системну природу і взаємозалежність від факту надмірного розмноження і зростання чисельності таких екологічно пластичних видів як бичкові риби родини *Gobiidae*. Тобто, зростання популяції баклана є формою реакції дестабілізованої гідроекосистеми, спрямованої на нормалізацію видового і кількісного складу біотичного комплексу лиману.

Наявний фазовий період в існуванні популяції баклана великого (*Phalacrocorax carbo*) є звичайним проявом взаємозалежних процесів міжвидової саморегуляції масових видів біоти у межах єдиної гідроекосистеми, а також демонструє закономірні наслідки їх антропогенної та природної порушеності.

ОЦЕНКА РОЛИ БАКЛАНА БОЛЬШОГО (PHALACROCORAX CARBO) В ФОРМИРОВАНИИ ЗАПАСОВ ВОДНЫХ БИОРЕСУСОВ ГИДРОЭКОСИСТЕМЫ ДНЕПРО-БУГСКОГО ЛИМАНА

[2]***Пилипенко Ю.В.*** *– доктор с.-х. наук, профессор,*
[1]***Наконечный И.В.*** *– доктор биол. наук, профессор,*
[2]***Козычар М.В.*** *– канд. с.-х. наук, доцент,*
[1]*Николаевкий национальный университет им. В.А. Сухомлинского,*
[2]*Херсонский государственный аграрный университет,*
nakonechniigor@gmail.com

На основании результатов многолетних исследований предпринята попытка оценить влияние баклана большого (*Phalacrocorax carbo*) на функционирование гидробиоценоза Днепро-Бугского лимана, в пределах которого численность его популяции возросла до 7,4 тыс. птиц. Средний суточный объем потребляемого бакланом корма, который учитывает сезонные, возрастные и половые отличия, составляет 0,65 кг. В кормовом рационе доминируют (87,6%) 3 малоценные кормовые объекты – мелкий разновидовой бычок, тюлька и атерина. Употребленная бакланом в пределах Днепро-Бугского лимана ихтиомасса, которая ориентировочно достигает до 1,3 тыс. т за год, является вдвое меньшой за объемы ежегодных потерь водных биоресурсов от заморных явлений.

Ключевые слова: Днепро-Бугский лиман, водные биоресурсы, баклан большой, численность популяции, кормовой рацион.

EVALUATION OF THE ROLE OF THE GREAT CORMORANT (PHALACROCORAX CARBO) IN THE FORMATION OF AQUATIC BIORESOURCES OF THE DNIEPER-BUG ESTUARY HYDROECOSYSTEM

[2]***Pilipenko Yu.V.*** *– Doctor of agriculture, professor,*
[1]***Nakonechny I.V.*** *– Doctor of biology, professor,*
[2]***Kozychar M.V.*** *– PhD (agriculture), associate professor,*
[1]*Mykolaiv National University after V.A. Sukhomlynskyi,*
nakonechniigor@gmail.com
[2]*Kherson State Agricultural University*

Based on the results of many years of research, an attempt is made to assess the impact of the great cormorant (*Phalacrocorax carbo*) on the hydrobiocenosis of the Dnieper-Bug estuary, where its population has increased up to 7.4 thousand birds. The average daily quantity of food consumed by cormorant, considering seasonal, age and sexual characteristics, is 0.65 kg. Three low-value food organisms – small gobies, sprat and atherine – are dominant (87.6%) in the feeding diet. The amount of ichthyomass

consumed by cormorant in the area of the Dnieper-Bug estuary, which reaches 1.3 thousand tons per year, is twice less than the annual loss of aquatic bioresources due to mass death events.

Key words: Dnieper-Bug estuary, aquatic bioresources, the great cormorant, population numbers, feeding diet.

ЛІТЕРАТУРА

1. Августовский замор рыбы в Днепро-Бугском лимане // Електроний ресурс: https://novosti-n.org/ukraine_articles/read/18653.html
2. Браунер А.А. Заметки о рыболовстве на р. Днестр и Днестровском лимане в пределах Одесского уезда // Сборник Херсонского земства. – 1887. – №3. – С. 1-20.
3. Горячкин Ю.Н. Уровень Черного моря: прошлое, настоящее и будущее / Ю.Н. Горячкин, В.А. Иванов. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2006. – 210 с.
4. Доценко С.Ф. Природные катастрофы Азово-Черноморского региона / С.Ф. Доценко, В.А. Иванов. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2010. – 174 с.
5. Наконечный И.В., Пилипенко Ю.В. Современное состояние популяции баклана большого Phalacrocorax carbo в зоне Днепро-Бугского лимана // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов / Материалы III-й Международной научно-практической конференции. – Минск: Конфидо, 2015. – Ч. 2. – С. 206–210.
6. Пилипенко Ю.В., Наконечний І.В., Козичар М.В. Популяція баклану великого (Phalacrocorax carbo) Дніпровсько-Бузького лиману: стан, проблеми і шляхи вирішення // Чисте місто. Чиста ріка. Чиста планета /VI Міжнародний екологічний форум. – Херсон: ХТПП, 2015. – С. 158–160 .
7. Руденко А.Г., Ардамацкая Т.Б., Яремченко О.А. Многолетний мониторинг поселений большого баклана (Phalacrocorax carbo) на морских заливах Северного Причерноморья // Сборник научных трудов Азово-Черноморской орнитологической станции. – 2008. – Вип. 11. – С. 43-59.
8. Северо-Западная часть Черного моря: биология и экология // Отв. ред. Ю.П. Зайцев, Б.Г. Александров, Г.Г. Миничева. – К.: Наукова думка, 2006. – 703 с.
9. Samusenko I., Nikiforov M., Kozulin A. Status of the cormorant Phalacrocorax carbo in Belarus: distribution and population trends // Ekologia polska. – 1997. – Vol. 45. – № 1. – P. 119-121.

10. Серебряков В.В., Наконечный И.В. Системно-методологічні принципи оцінки явища стрімкого зростання чисельності баклана Phalacrocorax carbo в сучасних умовах Дніпро-Бузького лиману // Науково методичне забезпечення навчальної і практичної підготовки фахівців з охорони, відтворення та раціонального використання гідробіоресурсів для рибного господарства України. – Херсон: ХДАУ, 2015. – С. 102-109.
11. Щеголев И. В., Петрович З. О., Щеголев С. И.. Экология уязвимых видов птиц, заселивших Северное Причерноморье. – Одеса. – 2016. – Том 2. – С. 134-136.

УДК 597.552.51:502.211(204)(477).82

СИГ ЧУДСЬКИЙ (*Coregonus maraenoides* Poljakow) ОЗЕРА СВІТЯЗЬ ШАЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ ТА ЙОГО МОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

[1]***Шевченко П.Г.*** *– канд. біол. наук, професор,*
[2]***Забитівський Ю.М.*** *– канд. біол. наук, ст. н. с.,*
[1]***Халтурин М.Б.***
[1]*Національний університет біоресурсів і природокористування України,*
[2]*Інститут рибного господарства НААН України,*
e-mail: shevchenko.petr@ gmail.com

В озерах Шацького національного природного парку акліматизувався та існує сиг чудський (*Coregonus maraenoides* Poljakow). Даний вид зайняв свою трофічну нішу, живлячись молюсками, які є також вселенцями, що знижує напруженість трофічних взаємовідносин між сигами та аборигенними видами риб. Результати досліджень дають підставу для поновлення акліматизаційних робіт з сигами у Шацьких озерах в сучасних умовах.

Ключові слова: озеро Світязь, сиг чудський, акліматизація, схема вимірювань, морфологія, пластичні і меристичні ознаки.

Постановка проблеми. До заходів з поліпшення якісного складу іхтіофауни та раціонального використання кормових ресурсів водойм належить вселення або акліматизація нових, цінних для промислу видів риб. Для успішної акліматизації надзвичайно важливим є проведення серйозних досліджень та підготовчих робіт, тобто вселення нових видів риб повинно бути біологічно доцільним, науково-обгрунтованим, добре матеріально і технічно підготовленим [14]. На противагу стихійній акліматизації чи проведеній навмання, без належної підготовки і обгрунтування, що мало місце у випадку з карликовим сомиком Шацьких озер. Серед цінних представників іхтіофауни, які за умовами існування найбільш підходили для акліматизації в озера Шацького НПП, із бентофагів слід назвати сига чудського, а з хижаків – вугра європейського [8]. Досвід багаторічної акліматизації саме цих видів риб в озера Шацького НПП показав, що найбільш успішними ці роботи можна вважати лише з вугрем та лише частково з сигом [4, 5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Акліматизаційні роботи зі вселення сига чудського в Шацькі озера були розпочаті у 1951 році шляхом завезенням запліднених ікри в оз. Пулемецьке [5]. Всього за сім років

в озера Пулемецьке і Світязь було інтродуковано понад 13,6 млн. запліднених ікринок. Нажаль, більш життєстійкий матеріал акліматизанта (плідники, різновікова молодь) не використовувався.

Починаючи з жовтня 1955 р. в уловах стали зустрічатись самки сига чудського з добре розвинутими гонадами, які знаходились на IV стадії розвитку. В січні-лютому відмічались особини з вибійними гонадами (VI стадія розвитку). Статевозрілі самки сига чудського були знайдені в оз. Пулемецьке у віці 3^+, їх середня довжина складала 32,8 см, при масі тіла 650,0 г, абсолютна плодючість становила 12 500 ікринок.

Сиги у водоймі споживали в їжу переважно зоопланктонні та бентосні організми, проте основу їжі складали планктонні рачки. У деяких більш крупних сигів шлунки були наповнені залишками риби (верховодки і плітки).

Темп росту сига в оз. Пулемецьке був досить високий. Так, відповідно у віці 0^+ довжина риб складала 14,6 см і маса тіла 36,2 г; 1^+ – 23,6 см і 141,0 г; 2^+ – 29,3 см і 259,0 г; 3^+ – 34,1см і 650,0 г; 4^+ – 39,8 см і 800,0 г.

За даними наших досліджень у складі іхтіофауни Шацького Національного природного парку налічується 27 видів риб, з яких 25 видів є аборигенними мешканцями та 3 – акліматизовані [1]. Стосовно існування в озерах сига чудського (*Coregonus lavaretus lavaretus* Linnaeus) існували різні думки, оскільки про його наявність свідчили лише поодинокі вилови рибалками-любителями, а опубліковані дані стосовно морфології та біології тривалий час були відсутні [9, 12]. Однак, даний вид часто включався різними дослідниками до списків іхтіофауни прісноводних водойм України [1, 2, 7, 9, 12, 15].

Нарешті вперше, у грудні 2006 року в озері Світязь Шацького Національного природного парку було офіційно зареєстровано вилов двох сигів, що дозволило провести детальний морфологічний і рентгенологічний аналіз особин, а також проаналізувати вміст їхніх травних трактів [3].

На думку Ю.М. Забитівського та ін. [3], за морфологічними характеристиками це був сиг-марена (*Coregonus maraena* Bloch) з його специфічною морфою, яка виробил ась у Шацьких озерах. За своїми параметрами ці риби дещо нагадували сига чудського, описаного П.Й. Павловим як *Coregonus lavaretus maraenoides* Poljakow [13], однак вони відрізнялись від останнього довшою антевентральною відстанню та більшою довжиною основи спинного і анального плавців.

Вік виловлених сигів сягав двох років. Печінка становила половину довжини шлунка. Довжина кишківника (разом зі шлунком) в середньому дорівнювала малій довжині тіла (190,00 мм). Кишківник був заповнений увесь, що свідчить про активне живлення риб у цей період. Харчова грудка на 30% складалась із черепашок двостулкових молюсків, 5-10% детриту,

решту становили камінці та піщинки. Середні розміри черепашок і піщинок становили від 0,2 до 3,0 мм. Шлунок був майже порожнім, однак у ньому було виявлено 17 черепашок двостулкових молюсків (Bivalvia), серед яких: 12 – *Anodonta sp*., 2 – *Dreissena polymorpha*, 3 – інші види. Із планктонних організмів трапився один циклоп (*Copepodae*) [3].

Окремі екземпляри сигів періодично виловлювались протягом 2012-2015 рр. і були описані в декількох публікаціях [16–19].

Методика досліджень. Приймаючи до уваги актуальність питання повторної акліматизації сига чудського у Шацьких озерах, виникла потреба у проведенні відповідних досліджень щодо його біологічних та морфологічних особливостей у нових умовах існування. При цьому була використана схема вимірювань риб, що застосовується для роду Сиги (*Coregonus*), наведена на рис. 1, яка має деякі особливості [6, 10, 11]. Так, виміри здійснюють не від вершини рила, а від переднього краю верхньої щелепи. Для сигів наводять виміри площини рила, тобто передньої зовнішньої частини верхньої щелепи між верхньощелеповими кістками (висоту і ширину площини).

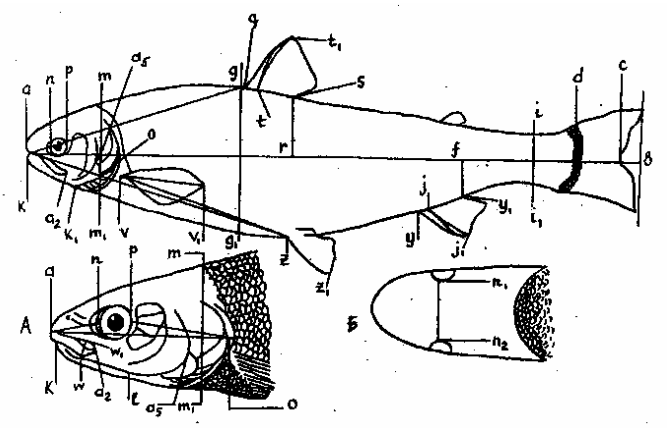

Рис. 1. Схема вимірювань сигових риб [6, 10, 11]:
ab – довжина всієї риби (L); ac – довжина за Смітом (L_{sm}); ad – довжина без хвостового плавця (l); od – довжина тулуба (Iсог); an – довжина рила (lr); np – діаметр ока (do); aa_5 – довжина середньої частини голови (I_{Cm}); po – позаочна відстань (po); ao – довжина голови (lc); aa_2 – довжина верхньої щелепи (mx); ww_1 – ширина верхньої щелепи (Wmx); kk_1 – довжина нижньої щелепи (mn); mm_1 – висота голови біля потилиці (hc); n_1n_2 – ширина голови (io); gg_1 – найбільша висота тіла (H); ii_1 – найменша висота тіла (h); aq – антедорсальна відстань (aD); zd – постдорсальна відстань (pD); av – антепектральна відстань (aP); az – антевентральна відстань (aV); ay – анте-анальна відстань (aA); fd – довжина хвостового стебла (pl); qs – довжина основи спинного плавця (ID);
tt_1 – найбільша висота спинного плавця (hD); yy_1 – довжина основи анального плавця (lA); jj_1 – найбільша висота анального плавця (hA); vv_1 – довжина грудного плавця (IP); zz_1 – довжина черевного плавця (IV); vz – пектровентральна відстань (PV);

zy – вентроанальна відстань (VA)

Надалі для порівняння меристичних і пластичних ознак були використані як результати власних наукових досліджень [4], так й інших авторів, що здійснювались в різні роки в оз. Чудському [13], у водоймах рибного господарства «Пуща-Водиця» [13] та в оз. Світязь [3].

Результати досліджень. У грудні 2012 р. в оз. Світязь, при проведенні контрольних ловів, які здійснювались за допомогою ставних сіток з кроком вічка від 30 до 60 мм, були виловлені 2 сиги довжиною 240 і 260 мм та масою тіла 110 і 133 г, загальний вигляд окремих деталей тіла яких наведено на рис. 2.

Рис. 2. Сиг чудський озера Світязь Шацького національного природного парку (зима 2012 р.):
1 – загальний вигляд; 2 – голова; 3 – зябра; 4 – спинний плавець; 5 – анальний плавець;

6 – грудні плавці; 7 – черевні плавці; 8 – хвостовий та жировий плавці

Не зважаючи на обмеженість доступного іхтіологічного матеріалу, що пов'язано з низькою чисельністю популяції сига чудського в озерах Шацького НПП і практичною його відсутністю у промислі, були проведені відповідні морфологічні дослідження. Аналіз меристичних ознак за період акліматизації чудського сига не виявив суттєвих відмінностей в порівнянні з окремими групами риб з різних місць ареалу та в різні роки (табл. 1).

Таблиця 1. **Меристичні морфологічні ознаки сига чудського (*Coregonus maraenoides* Poljakow), акліматизованого в Україні у 1951-2012 рр.**

Назва морфологічної ознаки	оз. Чудське [13]		Рибне господарство «Пуща-Водиця» [13]		оз. Світязь [3]		оз. Світязь (власні дослідження)
	M	±*m*	*M*	±*m*	*M*	±*m*	*M*
Меристичні ознаки							
Довжина всієї риби (*L*), мм	296,5	318,0	0,6	-	-	250,0	
Довжина без хвостового плавця (*l*), мм	-	-	-	-	194,6	2,3	207,0
Маса тіла (*P*), г	-	-	-	-	-	-	135,4
Маса без нутрощів (*p*), г	-	-	-	-	-	-	121,2
Вік риби, роки	3	3	2	2			
Ступінь наповнення кишківника	-	-	-	-	-	3	
Ступінь перетравності їжі	-	-	-	-	-	4	
Жирність риби	-	-	-	-	-	3	
Кількість променів у *D*	III-IV 9-11	III-V 9-13	III 12	III-IV 11-13			
Кількість променів у *A*	III-IV 10-13	III-V 9-14	II 13	II 12-13			
Кількість променів у *P*	-	-	I 14-15	I 14	II 13		
Кількість променів у *V*	-	-	II 10-11	I 10	II 10-11		
Кількість променів у *C*	-	-	-	-	24	22-24	
Кількість черевних шипиків (*sp. br.*)	-	-	15-64	38,5	0,5	-	
Кількість хребців (*vert.*)	-	-	58-65	62,5	0,5	-	
Кількість лусок у бічній лінії (*l.l.*)	-	-	69-109	92,0	4,0	75,0	
Кількість лусок над бічною лінією (Squ_1)	-	-	-	-	-	-	11,5
Кількість лусок під бічною лінією (Squ_2)	-	-	-	-	-	-	14,0
Кількість лусок у хвостовому стеблі (*Squ pi*)	-	-	-	-	-	-	12,5
Кількість зябрових тичинок	89,5	0,8	-	-	-	-	-
Кількість зябрових променів	8,6	0,2	-	-	-	-	-
Пілоричних придатків	-	-	89-280	-	-	-	

Порівняння індексів пластичних морфологічних ознак у відсотках до довжини тіла риб показало, що з часом відбулись певні зміни. Так, наприклад, збільшились найменша висота тіла, довжина хвостового стебла, довжина і висота спинного та анального плавців. З іншого боку, зменшились найбільша

висота тіла, антеветральна і антеанальна відстані та довжина голови (табл. 2).

Таблиця 2. Пластичні індекси морфологічних ознак сига чудського (*Coregonus maraenoides* Poljakow), акліматизованого в Україні у 1951–2012 рр.

Назва морфологічної ознаки	оз. Чудське [13]	Рибне господарство «Пуща-Водиця» [13]		оз. Світязь [3]		оз. Світязь (власні дослідження)
	M	*M*	±*m*	*M*	±*m*	*M*
Пластичні ознаки: % від довжини тіла						
Довжина тулуба (l_{cor}), мм	-	-	-	-	-	66,83
Найбільша висота тіла (*H*)	24,00	23,05	0,39	23,10	1,70	21,43
Найменша висота тіла (*h*)	7,85	7,05	0,12	8,20	0,30	8,40
Найбільша товщина тіла (*iH*)	-	-	-	10,80	0,30	10,21
Обхват тіла (C_{cor})	-	-	-	-	-	48,03
Антедорсальна відстань (*aD*)	-	-	-	45,70	0,90	37,98
Постдорсальна відстань (*pD*)	-	-	-	42,10	0,30	37,60
Антепектральна відстань (*aP*)	-	-	-	-	-	17,95
Антевентральна відстань (*aV*)	-	45,72	0,37	51,70	0,60	42,40
Антеанальна відстань (*aA*)	-	71,49	0,50	76,70	0,40	62,40
Пектродорсальна відстань (*pD*)	-	-	-	42,10	0,30	-
Пекторовентральна відстань (*PV*)	-	-	-	31,30	0,20	24,58
Вентроанальна відстань (*VA*)	-	-	-	26,70	0,30	21,57
Довжина хвостового стебла (*pl*)	13,25	13,71	0,18	13,10	1,60	14,39
Довжина основи дорсального плавця (*lD*)	11,50	10,88	0,19	13,50	0,10	12,02
Висота дорсального плавця (*hD*)	15,70	15,88	0,26	18,30	0,10	17,39
Довжина основи анального плавця (*lA*)	12,35	10,94	0,19	13,30	0,50	11,19
Висота анального плавця (*hA*)	10,75	10,88	0,28	11,30	0,10	12,60
Довжина пекторального плавця (*lP*)	-	-	-	16,00	0,40	13,59
Довжина вентрального плавця (*lV*)	-	-	-	16,50	0,20	14,39
Довжина каудального плавця (lC_1)	-	-	-	20,70	0,40	16,76
Довжина каудального плавця (lC_2)	-	-	-	-	-	17,58
Довжина жирового плавця (*lJ*)	-	-	-	5,80	0,30	-
Висота жирового плавця (*hJ*)	-	-	-	2,20	0,20	-
Відстань між спинним і жировим плавцями (*DAD*)	-	-	-	-	-	20,41
Відстань між жировим і хвостовим плавцями (*PAD*)	-	-	-	-	-	15,37
Довжина голови (*lc*)	19,75	19,55	0,25	22,40	0,40	18,40

Тобто, аналіз вказує на посилення плавальних функцій сига чудського в оз. Світязь, які відбулись за період акліматизації і набуття ним необхідної для цього форми тіла, що, можливо, пов’язано із сучасним характером живлення та обмеженим забезпеченням кормовими ресурсами. Остання теза зумовлена тим, що оз. Світязь не має значних кормових ресурсів і належить до групи оліготрофних водойм.

Сказане вище підтверджується при проведенні детального аналізу індексів пластичних морфологічних ознак, представлених у % до довжини голови риб (табл. 3).

Таблиця 3. **Пластичні індекси морфологічних ознак сига чудського (*Coregonus maraenoides* Poljakow), акліматизованого в Україні у 1951–2012 рр.**

Назва морфологічної ознаки	оз. Чудське [13]	Рибне господарство «Пуща-Водиця» [13]		оз. Світязь [3]		оз. Світязь (власні дослідження)
	M	*M*	±*m*	*M*	±*m*	*M*
Пластичні ознаки: % від довжини голови						
Довжина рила (*lr*)	23,40	24,55	0,35	30,40	6,40	23,86
Діаметр ока (*do*)	-	-	-	25,00	0,60	22,82
Передорбітальна (передочна) відстань (*or*)	-	-	-	18,30	0,30	-
Посторбітальна (позаочна) відстань (*po*)	-	-	-	53,00	0,60	55,49
Ширина лоба (*io*)	-	-	-	27,20	0,10	25,00
Висота лоба (*ho*)	-	-	-	-	-	3,22
Висота голови (*hc*)	69,50	71,88	1,65	65,10	0,90	44,51
Висота голови біля потилиці (hc_1)	-	-	-	46,20	0,50	62,97
Довжина верхньої щелепи (*mx*)	29,65	27,61	0,59	27,30	0,50	33,71
Висота верхньої щелепи (*hmx*)	-	-	-	11,60	0,20	-
Довжина нижньої щелепи (*mn*)	44,50	40,10	0,69	40,20	0,20	21,78
Висота рильної площинки	10,40	10,05	0,44	-	-	-
Ширина рильної площинки	16,55	16,91	0,32	-	-	-

Так, дещо збільшилась довжина верхньої щелепи риб. Однак, суттєво зменшились довжина нижньої щелепи, висота голови і деякі інші ознаки.

За даними П.Й. Павлова [13] акліматизований в Україні сиг чудський пуща-водицьких водойм за пластичними ознаками мав дещо інші показники: нижче тіло, коротші основи непарних плавців, коротші обидві щелепи, але довше рило та вищу голову, на відміну від сига з Чудського озера.

Помітно, що в умовах України сиг росте значно швидше, ніж у себе на батьківщині, де в однорічному віці він мав довжину тіла лише 8,7 см, а у дворічному – 15,4 см. В Україні протягом літа цьоголітки у серпні-вересні досягали 11,2-11,4 см, а через рік у той самий час – 17,0-17,7 см завдовжки. Це свідчить на користь проведення повторної акліматизації сига чудського, місцем цілеспрямованого формування продуктивної популяції якого можуть бути визначені озера Шацького НПП.

Висновки і пропозиції. Отже, у Шацькому Національному природному парку акліматизувався та існує сиг чудський (Coregonus maraenoides Poljakow), який зайняв свою трофічну нішу, живлячись молюсками (Dreissena polymorpha), які є також вселенцями, що знижує напруженість трофічних взаємовідносин між сигами та аборигенними видами риб.

Таким чином, наведені дані про морфологічні особливості, живлення, ріст та інші біологічні показники сига дозволяють нам зробити

висновок про сприятливі умови його існування в озерах Шацького НПП. Швидкий ріст, раннє статеве дозрівання і розмноження, живлення зоопланктоном і молюсками дозволяють відновити акліматизаційні роботи, а також вимагають продовження досліджень різних аспектів його морфології і способу істування.

СИГ ЧУДСКОЙ (*Coregonus maraenoides* Poljakow) ОЗЕРА СВИТЯЗЬ ШАЦКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА И ЕГО МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

[1]Шевченко П.Г., [2]Забытивский Ю.М., [1]Халтурин М.Б.
[1]Национальний университет биоресурсов и природопользования Украины,
[2]Институт рыбного хозяйства НААН Украины

В озерах Шацкого национального природного парка акклиматизировался и существует сиг чудской (Coregonus maraenoides Poljakow). Данный вид занял свою трофическую нишу, питаясь моллюсками, которые тоже есть вселенцами, что снижает напряжение трофических взаимоотношений между сигами и аборигенными видами рыб. Результаты исследований дают основание для продолжения акклиматизационных работ с сигами в Шацких озерах в современных условиях.

Ключевые слова: озеро Свитязь, сиг чудской, акклиматизация, схема измерений, морфология, пластические и меристические признаки.

WHITEFISH (*Coregonus maraenoides* Poljakow) LAKE SVITIAZ SHATSKY NATIONAL NATURE RESERVE AND ITS MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS

[1]Shevchenko P.G., [2]Zabytivskyj Y. M., [1]Khalturyn M.B.
[1]National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
[2]Institute of Fisheries NAAS of Ukraine

In the lakes of Shatskiy Nanional Nature Reserve has acclimatized and existed whitefish (Coregonus maraenoides Poljakow). This species was taken its trophic niche, feeding on mollusks, which also were invaders, which reduced the tension of trophic relationships between whitefish and native fish species. The results of the investigations have given the grounds for continuing acclimatization works with whitefish in the Shatskiy lakes under modern conditions.

Key words: lake Svitiaz, whitefish, acclimatization, measurement scheme, morphologic, plastic and meristic signs.

ЛІТЕРАТУРА

1. Євтушенко М.Ю. Сучасний стан іхтіофауни та охорона риб озер Шацького природного національного парку / Євтушенко М.Ю., Шевченко П.Г., Коваль М.В., Дячук І.Є., Колесніков В.М. // Шацький НПП (наукові дослідження 1983-1993 рр.). – Світязь, 1994. – С. 194-209.
2. Жукинский В.Н. Адвентивные виды и изменение ареалов аборигенных гидробионтов в поверхностных водных объектах Украины. Сообщение 2. Лучеперые рыбы / Жукинский В.Н., Харченко Т.А., Ляшенко А.В. // Гидробиологический журнал. – 2007. – 43, № 4. – С. 3-24.
3. Забитівський Ю.М Морфологічна характеристика сига з озера Світязь Шацького національного природного парку / Забитівський Ю.М., Леснік В.В., Матейчик В.І. // Еколого-фауністичні особливості водних та наземних екосистем. – Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2008. – С. 193-197.
4. Менюк Н.С. Питание рыб в озерах Свитязь, Пулемецкое и Люцимер Волынской области / Менюк Н.С. // Тр.НИИРХ УАСХН. – 1958, №11. – С. 152-155.
5. Менюк Н.С. Предварительные данные об акклиматизации чудского сига в озере Пулемецком / Менюк Н.С., Симонова Л.Г. // Вопр. ихтиол. – 1962. – Т. 2. – Вып. 2 (23). – С. 367-370.
6. Методичні вказівки до вивчення іхтіології (розділ “Морфометричний аналіз риб”) для студентів біологічного факультету // Алексієнко В.Р., Подобайло А.В. – К.: Київський університет, 1998. – 37 с.
7. Мовчан Ю.В. Риби України (визначник-довідник) / Ю.В. Мовчан. – К.: Золоті ворота, 2011. – 420 с.
8. Носаль А.Д. Рыбное население озёр Волынской и Ровенской областей и промысел рыбы / Носаль А.Д., Симонова Л.Г. // Труды Научно–исследовательского института рыбного хозяйства Украинской академии сельскохозяйственных наук. – К.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы Украинской ССР, 1958. – № 11. – С. 111-131.
9. Підопригора Л.М. Риби Шацького національного природного парку / Підопригора Л.М., Горун А.А., Матейчик В.І., Цвид В.І. // Шацький національний природний парк. Наукові дослідження 1983–1993 рр. – Світязь, 1994. – С.191-194.
10. Правдин И.Ф. Сиги водоемов Карело-финской ССР / И.Ф. Правдин. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1954. – 324 с.
11. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И.Ф. Правдин. – М.: Пищевая промышленность, 1966. –

376 с.
12. Сидоренко М.М. Сучасний стан іхтіофауни та поширення видів вселенців у водоймах Шацького національного природного парку / Сидоренко М.М., Сінчук М.А. // Стан і біорізноманіття екосистем Шацького національного природного парку. – Львів: СПОЛОМ, 2008. – С. 98-100.
13. Фауна України. В 40-а т. Т.8. Риби. Вип.1. Личинкохордові (асцидії, апендикулярії), безчерепні (головохордові), хребетні (круглороті, хрящові риби, кісткові риби – осетрові, оселедцеві, анчоусові, лососеві, харіусові, щукові, умброві) // П.Й. Павлов. – К.: Наук. думка, 1980. – 350 с.
14. Шевченко П.Г. Изменения в ихтиофауне Днепра в пределах Украины во II половине XX столетия / Шевченко П.Г., Мальцев В.И. // Актуальні проблеми аквакультури та раціонального використання водних біоресурсів. – К.: ІРГ УААН, 2005. – С. 291-297.
15. Шевченко П.Г. Ретроспективний огляд формування складу іхтіофауни Шацьких озер Природа Західного Полісся та прилеглих територій / Шевченко П.Г., Ситник Ю.М., Матейчик В.І., Новіцький Р.О. // Зб. наук. праць. – Луцьк: Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2013. – № 10. – С. 149-155.
16. Шевченко П.Г. Морфологічні особливості сига чудського Coregonus maraenoides Poljakow, 1874 за його акліматизації в озері Світязь Шацького національного природничого парку у 1951-2012 рр. / Шевченко П.Г., Халтурин М.Б., Забитівський Ю.М., Матейчик В.І., Ситник Ю.М. // Стан і біорізноманіття екосистем Шацького національного природного парку. – Львів: СПОЛОМ, 2014. – С. 95-101.
17. Шевченко П.Г. Сиг озера Світязь Шацького НПП України та його морфологічна характеристика / Шевченко П.Г., Халтурин М.Б., Матейчик В.І., Ситник Ю.М. // Сучасні пробл. теор. та практ. іхтіології. – Мат. VII Міжн. іхтіол. наук.-практ. конф. – Херсон, 2014. – С. 271-274.
18. Шевченко П.Г. Спеціальна іхтіологія: Підручник у 2-х томах / Шевченко П.Г., Пилипенко Ю.В. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2016. – Т. 1. – 268 с.; Т. 2. – 498 с.
19. Шевченко П.Г. Костисті та лопатопері риби: Навчальний посібник / Шевченко П.Г., Пилипенко Ю.В. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. – 736 с.

ПРОМИСЕЛ

УДК 639.2(476)

НАУКОВЕ ПІДҐРУНТЯ РОЗВИТКУ РЕКРЕАЦІЙНОГО РИБАЛЬСТВА У ВОДОЙМАХ УКРАЇНИ

Сербов М.Г. *– кандидат географічних наук, професор,*
Одеський державний екологічний університет

Представлена оцінка любительського і спортивного рибальства як потужного соціального фактору впливу на природне середовище, водні екосистеми та їх рибні запаси. Надана загальна економічна оцінка рекреаційного рибальства з урахуванням природно-ресурсного потенціалу України як перспективного виду господарської діяльності, одного з факторів економічного становлення та сталого розвитку туристичної і рибогосподарської галузей країни. Надана екологічна оцінка основних груп прісноводних водойм з точки зору організації рекреаційної риболовлі. Визначені головні критерії оцінки екологічного стану об'єктів рекреаційної риболовлі, основні індикатори інтенсивності навантаження на об'єкти рекреаційного лову, а також параметри екологічної системи водойми для визначення ефективного запасу живих водних ресурсів водойми.

Ключові слова: рекреаційне рибальство, водні екосистеми, науковий моніторинг.

Постановка проблеми. Одне з провідних місць серед всіх видів активного відпочинку на природі посідає спортивне і любительське рибальство. Рибна ловля із захоплення одинаків перетворилася на постійне заняття сотень мільйонів людей в усьому світі. Починаючи з 70-х років минулого XX ст. спостерігається стрімкий розвиток аматорського рибальства, а з 90-х років любительське і спортивне рибальство в Україні стає одним із найважливіших елементів впливу на популяції риб у внутрішніх водоймах країни. З кожним роком загальна кількість риболовів-аматорів в Україні зростає, на сьогодні аматорське рибальство – найпопулярніший спосіб активного відпочинку на природі, за наведеними даними нараховується близько 10 млн. рибалок або понад 22% населення країни [2, 9, 12].

Сучасне любительське і спортивне рибальство, під яким розуміється, використання живих водних біоресурсів не тільки з метою їх добу-

вання (вилову), але й активного відпочинку, риболовного екотуризму, збереження і відтворення об'єктів рибальства та навколишнього середовища, все більше набуває рис рекреаційного рибальства. Відповідно до «Кодексу практики любительського рибальства Європейської консультативної комісії по рибному господарству у внутрішніх водоймах (EIFAC)» рекреаційне рибальство визначається як «рибальство, здійснюване людьми в основному зі спортивного інтересу, але з можливою побічною метою вилову риби для домашнього вжитку, але не для подальшого продажу» [3].

Безумовно, захоплення аматорським рибальством може розглядатися не тільки як своєрідний громадський рух – потужний фактор впливу на природне середовище, водні екосистеми та їх рибні запаси, але й як значний чинник фізичного оздоровлення мільйонів людей, який потребує відповідного наукового обґрунтування, економічного та правового управління і регулювання.

Аналіз досліджень та публікацій. Україна має унікальний природно-ресурсний потенціал для ефективного рекреаційного рибальства. Проте, донедавна воно не розглядалося як важливий і перспективний вид господарської діяльності, йому необґрунтовано відводилася другорядна роль, мала місце недооцінка існуючих можливостей об'єктів водного фонду України. Тільки в останні роки почалася системна робота зі створення інституційної бази для рекреаційного рибальства зі спробами імплементації світового досвіду в національний рибогосподарський комплекс.

У наш час близько 100 тисяч квадратних кілометрів малих і середніх водойм країни не освоюються рибною промисловістю через нерентабельність на них промислу [1, 5]. Якщо взяти найменшу рибопродуктивність у цих водоймах – 3 кілограми з гектара, то в цьому випадку щорічні втрати коштовного харчового продукту становлять близько 30 тисяч тонн. У багатьох водоймах рибопродуктивність значно вища, отже, і втрати значно більші.

Створення відповідних умов аматорського рибальства, як популярного способу рекреаційного відпочинку значної частини населення України, передбачає вирішення низки екологічних, біологічних, економічних і правових питань, пов'язаних з відтворенням та акліматизацією риби, організацією любительського і спортивного рибальства з урахуванням економіко-правових вимог чинного законодавства, характеристики водойм, впливу еколого-кліматичних умов, об'єктів рибальства тощо.

У більшості розвинених країн світу аматорське рибальство, риболовний туризм є надрентабельними галузями у сфері туристичних і розважальних послуг. Тому серйозна наукова еколого-економічна оцінка риболовлі в Україні, вивчення соціальних аспектів аматорського рибальства, пошук конкретних рекомендацій щодо обґрунтування, організації та

управління рекреаційним рибальством зараз є конче необхідними, а спрямований розвиток аматорського рибальства спільно з розвитком екологічного (зеленого) туризму, у тому числі іноземного, може стати фактором економічного становлення туристичної і рибогосподарської галузей України та зміцнення позицій держави на міжнародній арені.

У той же час, навіть поверхові оцінки свідчать, що любительсько-спортивний лов риби у прісноводних водоймах України вже протягом 25 років є конкурентом рибному промислу. За даними різних джерел, аматорські улови на внутрішніх водоймах України у порівнянні із промисловими становлять від 30 до 400% [7, 11, 12]. Хоча такі коливання цілком можливі через різні умови у різних регіонах країни, але одночасно вони свідчать також про досить приблизні оцінки масштабів аматорського рибальства. Наприклад, за даними Державного агентства рибних ресурсів України загальний вилов риби риболовами-аматорами на Каховському водосховищі становить близько 85% від загального обсягу промислових уловів, а на Дніпровському водосховищі аматори протягом 1998-2010 років видобували риби в 6-9,5 разів більше ніж професійні рибалки [12].

Так, любительські улови у Дніпровських водосховищах в цілому за кількістю і масою виловлених особин перевищують промислові, наприклад, сріблястого карася за масою в 1,5 рази, за кількістю – в 5 разів; краснопірки відповідно більше – в 74 і 192 рази [2, 12].

Слід зазначити, що видовий склад риби, яка добувається аматорами та промисловиками, значно відрізняється. Так, в уловах аматорів значне місце (до 60-70%) займають малоцінні та тугорослі види, вилов яких економічно збитковий і промислом вони практично не охоплюються. Наприклад, краснопірка, окунь, плоскирка в аматорських уловах зустрічаються набагато частіше ніж в промислових. Бички, частка яких в аматорських уловах Дніпровських водосховищ становить приблизно 28-30%, в промислових уловах зовсім відсутні. Розрізняється також і розмірний склад уловів. Наприклад, середній розмір плітки, яка добувається аматорами, становить 12-15 см, в той час як в промислових уловах він в середньому досягає 28 см [7].

Аналогічна ситуація складається і у наших сусідів. Так, в Білорусі за різними оцінками, за рахунок любительського рибальства з водойм і річок країни щорічно добувається від 3 до 7 тис. т риби, що в 4-10 разів перевищує показники промислового рибальства та більш ніж на 50% вище від максимально можливого розрахункового обсягу вилучення ресурсу. А це означає, що щорічно риби у водоймах Білорусі за масою виловлюється більше, ніж приростає, отже, запаси мають стійку тенденцію до зниження [16].

Наукові дослідження, присвячені стану аматорського рибальства, проведені на Волзьких водосховищах ще у 70-80-х роках XX ст., показали, що в басейні Волги риболови-аматори виловлюють у 6-8 разів більше риби,

ніж підприємства, що займаються промисловим рибальством. За наявними даними загальна вага риби, яку виловлюють за рік 400 тис. рибалок-аматорів в басейні Середньої Волги, досягає 20 тис. т, в той же час загальний промисловий вилов у зазначеному регіоні не перевищує 5 тис. т на рік [14]. Аналогічна ситуація спостерігається в басейні Нижнього Волги, річках Краснодарського краю та Ростовської області [4,18].

Серед зарубіжних країн найбільш розвиненими за рівнем організації спортивного і любительського рибальства, які об'єднуються під загальним терміном – рекреаційне рибальство, слід визнати Канаду і США. У цих країнах, багато в чому завдяки зусиллям державних органів, цей вид господарювання склався у високорентабельну галузь у сфері туристичних і розважальних послуг, яка приносить чималий доход і соціально-економічні вигоди. В такій величезній країні як Канада всі внутрішні води передані на потреби рекреаційного рибальства. Найпростіші економічні розрахунки показують, що розвиток рекреаційного рибальства в цієї країні в 5-10 разів вигідніший від рибного промислу.

Аналіз літературних даних з організації рекреаційного рибальства у країнах Західної Європи та Північної Америки показує, що воно є однією з найбільш прибуткових галузей господарського комплексу країн, яка щорічно приносить до 40% чистого прибутку [17]. Наприклад, загальний щорічний прибуток від цього виду господарювання в Канаді становив у 1996 році майже 50 мільярдів доларів. Зарубіжні вчені вважають, що рекреаційне рибальство дуже вигідне економічно, тому що одна виловлена риба може принести прибуток від 100 до 1000 доларів, в той час як при промисловому рибальстві – до 20-30 доларів [9]. За даними [17] у Сполучених Штатах Америки на один долар затрат у рекреаційному рибальстві доход в середньому становить близько 17 доларів. За оцінками фахівців у розвинутих країнах загальна кількість рибалок-аматорів складає не менше 10 % від загальної чисельності населення країни, в багатьох країнах цей показник значно вищий. Наприклад, у Канаді та Сполучених Штатах Америки не менше 27 % від загальної кількості населення у віці від 6 років і старше активно займаються любительським і спортивним рибальством.

В цілому аналогічна ситуація спостерігається і в країнах Європейського Союзу. З урахуванням багатовікових традицій кожного з народів індустрія рекреаційного рибальства і пов'язаного з ним риболовного туризму з кожним роком набирає обертів. Так, у 2010 році в країнах ЄС налічувалося більше 16 тис. підприємств і ринків, які займалися господарською діяльністю у сфері рекреаційного рибальства та забезпечували майже 150 тис. робочих місць. Їх послугами користувалися 25 млн. риболовів, що складало майже 6,5% населення країн ЄС, а річний фінансовий обсяг послуг досягав близько 7 млрд. євро.

У таблиці наведена загальна характеристика стану рекреаційного рибальства в окремих країнах Європи.

Особливої уваги заслуговує розгляд питань матеріально-технічного забезпечення спортивного і любительського рибальства. В багатьох країнах світу, до яких можливо віднести не тільки вже згадані Канаду і США, але багато інших країн, наприклад, Японію, Китай, Індію, Німеччину, Норвегію, Швецію та ін., виготовлення рибальських знарядь, приладь і аксесуарів – величезна індустрія, яка поставляє на внутрішній і зовнішній ринки високоякісні вироби (вудилища, котушки, штучні принади, волосіні, гачки та ін.) і приносить чималі доходи. В Сполучених Штатах Америки, наприклад, щорічно випускається виробів для рекреаційного рибальства на 20 млрд. доларів, в Канаді – на 2,5 млрд. доларів, в Швеції – більше ніж на 1 млрд. При цьому численні дослідження [2, 3, 8, 10, 17 та ін.] показують, що тільки 12-15% загальних витрат рибалки відносяться безпосередньо до риболовлі, в т.ч. витрати на придбання ліцензій або оплату членських внесків, решта – витрати, які умовно можна назвати «витратами забезпечення», пов'язані з транспортними витратами, оплатою житла, придбанням різних супутніх рибалці аксесуарів, рибальського одягу, спорядження тощо.

Таблиця. **Стан рекреаційного рибальства в окремих європейських країнах [6, 17]**

Країна	Загальна кількість рекреаційних рибалок, осіб	% рекреаційних рибалок від всього населення країни	Мета рекреаційного рибальства		Загальний обрахований вилов, т
			харчування	спорт	
Австрія	155 000	2,0	-	+	4 000
Чехія	281 000	2,7	+	+	3 400
Польща	2 000 000	5,1	+	+	34 000
Словаччина	89 000	1,7	+	+	2 500
Угорщина	328 000	3,2	+	+	4 600
Німеччина	2 350 000	3,0	+	+	35 000
Франція	1 800 000	8,9	-	+	
Фінляндія	2 100 000	4,2	+	+	48 000
Швеція	2 000 000	27,0	-	+	26 000
Велика Британія	2 000 000	3,5	-	+	
Нідерланди	1 300 000	9,0	-	+	
Бельгія	290 000	2,9	-	+	500
Ірландія	144 000	3,7	-	+	
Швейцарія	20 000	3,1	+	+	
Норвегія	900 000	21,4	+	+	
Італія	2 500 000	4,3	+	+	
Іспанія	710 000	1,8	+	+	

Отже, аматорське рибальство сьогодні є важливим фактором соціально-економічного розвитку країни, з яким не можна не рахуватися. З одного боку, рекреаційне рибальство дозволяє освоювати ті запаси водних живих ресурсів, які не повною мірою чи зовсім не охоплюються промислом, включаючи малоцінні види риб, що дозволяє підвищити ефективність рибогосподарського використання водойми. З іншого боку, аматорське рибальство – засіб відпочинку мільйонів громадян України, в чому полягає його велике рекреаційне значення. Соціологічні дослідження, які у великій кількості проводились й проводяться у переважній більшості розвинутих країн Європи, Північної Америки свідчать про те, що любительське і спортивне рибальство сприяють зростанню продуктивності праці, підвищенню загальноосвітнього та культурного рівня населення, фізичному розвитку, збільшенню середньої тривалості життя і працездатного віку [11, 12, 17, 18].

Постановка задачі. Розробка методичних підходів щодо надання рекомендацій по організації рекреаційного рибальства у водоймах України з урахуванням типу водойми, рівня антропогенного впливу зовнішніх факторів, інвентаризаційної оцінки водойми, форм організації господарської діяльності тощо.

Методи досліджень. Структурно-системне дослідження та синтез об’єкту (рекреаційне рибальство) як багатофакторного цілісного комплексу взаємопов’язаних елементів (екологічних, біологічних, економічних, правових, соціальних) і взаємодіючих суб’єктів (екосистема, водні живі біоресурси, риболов-аматор тощо).

Результати досліджень. Ціллю рекреаційного рибальства є створення ефективної системи для забезпечення відпочинку на основі раціонального природокористування та управління у довгостроковій перспективі. Сталий розвиток рибальського туризму, спортивного ы любительського рибальства в цілому залежить від стану об’єктів лову. Програми розвитку рекреаційного рибальства не можуть здійснюватися без забезпечення системи наукового моніторингу по оцінки чисельності і екологічного стану об’єктів рибальства, а також середовища їх проживання. Зазначені заходи повинні надавати об’єктивну інформацію про стан основних об’єктів іхтіофауни, вплив на них рекреаційного рибальства, здійснювати оперативний аналіз змін, прогнозування стану живих ресурсів водного об’єкту та визначення організаційно-управлінській дій.

Історично склалося так, що рекреаційне рибальство досить чітко розділяється на морське і прісноводне. Якщо морське рекреаційне рибальство здійснюється виключно в природному середовищі і його об'єктами є дикі представники іхтіофауни морів і океанів, то рекреаційне рибальство в прісноводних екосистемах має значно більшу кількість організаційних варіацій.

В даний час досить широко поширена думка, що за останні 20-25 років природне прісноводне рибальство зазнало значних, часто несприятливих змін. Ці зміни пов'язані, в першу чергу, з негативним впливом численних антропогенних чинників: забрудненням рибальського середовища, евтрофікацією і закисленням водойм, інтенсивним розвитком гідроенергетики, будівництвом гідротехнічних споруд та ін. Що в свою чергу зумовило перехід від традиційної рибної ловлі в природному прісноводному середовищі до рибальства, заснованому на лові штучно запущеної в водойми риби та інтенсивному зарибленню водойм об'єктами спортивного і любительського рибальства.

Прісноводні водойми України – потенціальні об’єкти любительського і спортивного рибальства суттєво розрізняються між собою по розмірам, будові, стану іхтіофауни, ступеня антропогенного впливу на них, віддаленості від населених пунктів та ін. Кожна з конкретних водоймищ має свої унікальні особливості, приваблюючі для одних рибалок та, навпаки, не цікаві для інших. З урахуванням цього форми організації любительського і спортивного рибальства будуть відрізнятися.

Прісноводні водні об’єкти, які можуть представляти інтерес для організації рекреаційного рибальства, з відомою долею умовності, можуть бути підрозділені на декілька груп [14]:

• *група I* – природні водойми, які не зазнали прямого антропогенного впливу. Віддалені від населених пунктів водойми, розташовані у труднодоступних місцях, річкові та озерно-річкові екосистеми у первісному стані, які не зазнають суттєвого антропогенного впливу та в яких іхтіофауна відповідає натуральній («дикій») структурі та природній динаміці чисельності.

• *група II* – водойми, які зазнали помірного антропогенного впливу. Річкові та озерно-річкові системи, лиманові системи, які зазнали деякі, але не суттєві антропогенні трансформації (нечисленні гідротехнічні споруди, відносно невелика вирубка лісу на водозбірному басейні та ін.). Іхтіофауна зазначених водних об’єктів по видовому складу, структурі та чисельності може відрізнятися від природних показників, але зазначені зміни відносно невеликі.

• *група III* – водойми, які зазнають потужного антропогенного впливу. Водойми, які зазнали у минулому або зазнають у теперішній час, серйозне антропогенне навантаження різного типу (активне використання пойми для потреб сільського господарства, будівництво дамб та гребель, забруднення, браконьєрство тощо). Як правило, зазначені екосистеми знаходяться в найближчий доступності від населених достатньо великих пунктів, промислових об’єктів або великих транспортних магістралей. Зазначені водні об’єкти можуть розглядатися як потенційно перспективні для організації любительського і спортивного рибальства. Однак, в той же

час для підвищення привабливості для рибалок вони потребують проведення науково обґрунтованого комплексу біотехнічних заходів, пов'язаних з розчисткою русла річки, відновлення поймі, штучного відтворення іхтіофауни об'єкту, у т.ч. інтродуцентами.

• *група IV* – водойми культурного призначення. Водойми різних типів та розмірів (стави, водосховища, озера, невеликі річки), які знаходяться під повним або переважним контролем з боку людини. У свої більшості такі водойми знаходяться в безпосередній близькості від великих населених пунктів, за межами природного ареалу представників іхтіофауни. Видовий склад, структура та чисельність об'єктів любительського і спортивного рибальства в таких водоймах підтримується за рахунок штучного відтворення, або природного нересту, який може бути відсутній, або його вкладом можна нехтувати.

Форми організації любительського та спортивного рибальства (елітна риболовля, проведення спортивних змагань, масова риболовля тощо) визначаються побажаннями та ресурсними можливостями об'єкта господарювання. Водний об'єкт повинен відповідати визначеним пріоритетам, в той же час на ньому повинен проводитися повний комплекс робіт по науковому забезпеченню рекреаційної риболовлі.

Необхідна попередня базова наукова оцінка стану водойми (річки, озера, ставa тощо) та об'єктів любительської та спортивної риболовлі, яка явиться основою стратегії розвитку риболовлі та моніторингу експлуатації водного об'єкту в рекреаційних цілях. В першу чергу це стосується водойм *I*-ї та *II*-ї груп, меншою мірою – водойм *III*-ї групи (як правило, базова інформація по ним вже є у наявності, але потребує поточного уточнення та доповнення). Управління водними об'єктами *IV*-ї групи може здійснюватися без комплексних наукових оцінок, але з обов'язковим дотриманням діючих вимог Водного Кодексу України, чинного законодавства у сфері землекористування та раціонального природокористування, рекомендацій рибоводно-біологічного обґрунтування.

Розробка наукового обґрунтування, яка в першу чергу відноситься до водойм *I-III* категорій, повинна починається з інвентаризаційної оцінки іхтіофауни кожної з водойм, на якій планується організувати рекреаційну риболовлю. Інвентаризаційна оцінка в обов'язковому порядку повинна включати [13]:

- визначення видового складу іхтіофауни водойми;
- визначення внутрівидової структури, різноманітність життєвих стратегій тих видів, які розглядаються як цільові об'єкти спортивної та любительської риболовлі;
- визначення категорії видів (масові, рідкісні, ендемічні, види Червоної Книги України або регіональних Червоних Книг);

- виявлення видів-індикаторів стану екосистеми водойми;
- виявлення видів-індикаторів ранньої діагностики змін екосистеми;
- оцінка стану видів – об'єктів любительського і спортивного рибальства (чисельність, строки ходу і нересту, віковий та статевий склад, розподіл та локалізація нерестилищ тощо);
- оцінки джерел антропогенного впливу, загроз та рисків для об'єктів рекреаційної риболовлі;
- відповідність цілей та задач рекреаційної риболовлі, яка планується на визначеній водоймі або її частині, діючим регіональним правилам любительського і спортивного рибальства, а також іншим нормативним актам, які встановлюють обмеження і заборони в цій сфері.

На основі зазначених даних повинні бути визначені пріоритетні та другорядні об'єкти рекреаційної риболовлі для кожного конкретного водного об'єкту. Крім того, повинні бути виявлені рідкісні види та види, що підпадають під статус «особо охороняємих», добування (вилов) яких забороняється і які потребують проведення особливих природоохоронних заходів.

На основі базових наукових обґрунтувань для кожного водного об'єкту розробляється система моніторингу та встановлюються екологічні індикатори, за якими у подальшому проводяться спостереження. Ціллю такого наукового моніторингу повинен бути оперативний збір інформації для визначення змін стану популяції об'єктів іхтіофауни водойми – об'єктів любительського і спортивного рибальства, для прийняття управлінських рішень по забезпеченню сталого використання біоресурсів та, відповідно, сталого розвитку об'єкта господарювання у сфері рекреаційної риболовлі.

Основним принципом при відборі індикаторів моніторингу є виконання умови забезпечення можливості отримання достовірної інформації при обмеженому наборі параметрів, які підлягають контролю. Головними критеріями, по яким можливо оцінювати екологічний стан об'єктів рекреаційної риболовлі та середовища їх мешкання, є наступні дані [58]:

- про динаміку чисельності видів і мінливості біологічної структури популяції;
- про співвідношення видів у водному об'єкті;
- про середовище їх мешкання;
- про біоінвазію чужорідних видів.

Результати наукового моніторингу стану популяції живих об'єктів водного середовища надають можливість провести достовірну оцінку рисків для окремих представників іхтіофауни і середовища їх мешкання. Необхідно заздалегідь визначати можливі небажані наслідки рекреаційного рибальства та розробляти превентивні заходи, які дозволяють їх уникнути.

В випадках виникнення небажаних ситуацій або при появах тенденцій, які можуть до них привести, необхідно терміново вводити корегувальні заходи. Проведення постійного моніторингу стану водного об'єкту, з точки зору забезпечення сталого розвитку любительського і спортивного рибальства, дозволяє управляти біоресурсами водойми саме в такому режимі.

В якості основних індикаторів інтенсивності навантаження, а також для оцінки екологічного стану об'єктів рекреаційного лову можливо, керуючись відповідними рекомендаціями [14, 15], прийняти наступні показники:

- загальна кількість людино-днів перебування рибалок на водоймі;
- кількість безмоторних плавзасобів на водоймі за сезон;
- кількість моторних плавзасобів на водоймі за сезон;
- кількість стаціонарних рибальських таборів або баз;
- середня уловистість по видам риб в екземплярах на людину за день (екз/день).
- середні показники довжини риб в уловах (максимальна, мінімальна, середня) по видам;
- середні вагові показники риб в уловах (максимальна, мінімальна, середня) по видам;
- віковий склад риб в уловах по видам;
- статеве співвідношення по видам.

Моніторинг ресурсів рекреаційного рибальства слід розглядати як багаторівневу інформаційну систему, яка складається з трьох основних блоків:

- біологічної характеристики видів;
- екологічного стану водних об'єктів та об'єктів рибальства (гідрології, навантаження на водойми, видове різноманіття, частота зустрічаємості та розмір об'єктів рибальства);
- розподіл навантаження і інтенсивність рекреаційного рибальства.

Інформація, яка отримується за даними моніторингу, у подальшому використовується для оцінки стану та прийняття управлінсько-господарських рішень для підвищення ефективності та сталого розвитку любительського і спортивного рибальства.

Допустимий рекреаційний вилов для водойм *I-II*-ї груп повинен визначатися на підставі комплексної методики оцінки так званого «ефективного запасу», тобто тієї кількості риб, які можуть дати потомство наступним поколінням без збитку для чисельності популяції. Ефективний запас визначається виходячи з таких параметрів екологічної системи водойми:

- ємність нерестово-виростних угідь, тобто площ водойми, що є потенційно придатними для розмноження і нагулу молоді;

- кормовою базою для молоді та дорослих резидентних риб;
- кількістю ікринок, яка відповідає ємності нерестово-виростних угідь;
- чисельністю маточного стада та його морфометричними характеристиками.

На величину ефективного запасу та відтворення живих водних ресурсів в цілому впливає ціла низка природних і антропогенних факторів, головними з яких є:

- кліматичні фактори, які визначають рівень смертності ікри і молоді (наприклад – літні максимальні температури, зимові мінімальні температури, паводковий режим водойми тощо);
- промислове навантаження, адже, як правило, більшість об'єктів рекреаційного рибальства, що належать у водойма *I-III* груп, є також і об'єктами промислового рибальства, у цьому випадку об'єктами рекреаційного рибальства буде риба не виловлена при промисловому лові;
- антропогенний вплив на екосистеми водойм, який визначає якісні та кількісні характеристики водного середовища (забруднення води і донних відкладень промисловими та побутовими відходами, продуктами сільськогосподарської діяльності, трансформація річкових систем, створення штучних перешкод на шляху руху риб, різні види гідромеліоративних робіт тощо);
- браконьєрство, варіації якого досить значні, від мінімального, яким можна знехтувати для *IV*-ї групи об'єктів, до максимальних величин, які в кілька разів можуть перевищувати обсяги як легального промислового, так і рекреаційного рибальства.

При науковому обґрунтуванні і розрахунку, а отже і визначенні кількості рибалок на водоймі, необхідно брати до уваги наступні чинники:

- престижність об'єкту лову, що може визначати вагу улову або кількість риб (при трофейній риболовлі), яке може (хотів би) зловити рибалка;
- чисельність і структура популяцій пріоритетних і другорядних об'єктів рекреаційного риболовства. Необхідно підкреслити, якщо у водоймах *I-II*-ї груп популяції окремих видів риб знаходяться у депресивному стані, то єдиними доцільним способом організації рекреаційної риболовлі стає вилов за принципом «зловив-відпусти».
- кількість ділянок, що придатні для проведення рекреаційного лову;
- знання біології і поведінки пріоритетних та другорядних об'єктів рекреаційної риболовлі.

Найчастіше, через особливості будови водойми, рельєфу дна, характеру берегової лінії, навіть за умови високої чисельності пріоритетних об'єктів лову, організація і проведення рекреаційного рибальства з використанням максимальної площі ділянок є вкрай важкою справою. Небажаною є ситуація, коли риба концентрується на невеликій кількості рибальських ділянок, що може привести до підвищеної концентрації рибалок на відносно невеликих площах водойми і значних економічних втрат у зв'язку з простоєм більшості інших платних ділянок рекреаційного лову. Тому виходячи із специфіки об'єктів лову, їх чисельності, розподілу на окремих ділянках з урахуванням погодних умов, сезонів року, гідрологічного режиму, необхідно чітко визначити граничну кількість рибалок для кожної з ділянок.

Як правило, на кожній водоймі є специфічні особливості спортивного і любительського рибальства, і для успішної риболовлі потрібно використання особливих прийомів техніки лову і снастей. Від того наскільки специфічні такі прийоми, залежить в кінцевому підсумку успішність риболовлі і, як наслідок, успішність всієї підприємницької діяльності об’єкту господарювання. З цієї точки зору особливе значення набуває ступінь підготовленості єгерської служби (гідів-експертів), які при необхідності повинні надати клієнтам необхідну допомогу та консультації для забезпечення успішної риболовлі.

Висновки. Узагальнюючи успішний досвід багатьох країн світу у застосуванні наукових підходів при організації любительського і спортивного рибальства, впровадженні раціональної системи управління рекреаційними водоймами, можна виділити основні складові даної багаторівневої системи:

1. Науковий підхід в області рекреаційного рибальства повинен, в першу чергу, сприяти прийняттю обґрунтованих стратегічних рішень щодо водних екосистем з метою скорочення ризиків можливих негативних впливів, поліпшення управління аматорським рибальством, забезпечення сталого розвитку рибальського туризму.

2. Сучасні дослідження в галузі рекреаційного рибальства повинні охоплювати не тільки сферу інтересів традиційних рибогосподарсько-біологічних досліджень, але й, безумовно, включати розділи соціально-економічного спектру.

3. Науково-дослідні програми повинні діяти на всіх рівнях багаторівневих систем управління, тобто на місцевому, регіональному, національному та міжнародному, а також залучати до своєї роботи різноманітні організації з управлінськими, виробничими, науково-дослідними та іншими повноваженнями.

4. Фінансова підтримка даних програм повинна забезпечуватися з різних громадських джерел і механізмів фінансування, гарантуючи їх самодостатність.

5. Для успішної організації рекреаційної риболовлі, управління культурним рибним господарством необхідно створити умови для визначення основних питань, які потребують проведення досліджень в області рекреаційного рибальства. Дані умови повинні спиратися на традиційні екологічні знання рибалок-аматорів та інших зацікавлених сторін господарської діяльності і забезпечувати задоволення їхніх потреб.

6. При проведені наукових досліджень необхідно використовувати надійні та достовірні стратегії збору і аналізу даних, що включають відповідні стандартизовані і сертифіковані методи обробки та узагальнення матеріалів досліджень.

7. В обов'язки підприємств і установ з організації любительського рибальства та галузевих органів рибоохорони входить моніторинг та оцінка запасів живих водних біоресурсів, включаючи прогнозування наслідків зміни водної екосистеми в результаті зміни клімату та місць проживання, землекористування, урбанізації, а також інших природних і антропогенних факторів. Успішна реалізація сталої програми з управління рекреаційним рибальством залежить від розробки дієвої системи моніторингу широкого спектру дії.

8. При проведенні досліджень з рекреаційного рибальства необхідно розуміти та враховувати соціальні, економічні, ринкові і інституціональні фактори, які оказують суттєвий вплив на рекреаційне рибальство та риболовів-аматорів.

Серйозна науково обґрунтована еколого-економічна оцінка рекреаційного рибальства в Україні, вивчення його соціальних аспектів, пошук конкретних моделей оптимальної організації господарської діяльності зараз є нагально необхідними. Керований розвиток рекреаційного рибальства спільно зі сталим розвитком екологічного туризму, в тому числі іноземного, може стати одним з найефективніших факторів економічного становлення України та зміцнення позицій держави на міжнародній арені.

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ РЕКРЕАЦИОННОГО РЫБОЛОВСТВА В ВОДОЕМАХ УКРАИНЫ

Сербов Н.Г. *– кандидат географических наук, доцент,*
Одесский государственный экологический университет

Представлена оценка любительского и спортивного рыболовства как мощного социального фактора влияния на природную среду, водные экосистемы и их рыбные запасы. Дана общая экономическая оценка рекреационного рыболовства с учетом природно-ресурсного потенциала Украины как перспективного вида хозяйственной деятельности, одного из факторов экономического становления туристической и рыбохозяйственных отраслей страны. Проведена экологическая оценка основных групп пресноводных водоемов с точки зрения организации ре-

креационного рыболовства. Определены главные критерии оценки экологического состояния объектов рекреационного рыболовства, основные индикаторы интенсивности нагрузки на объекты рекреационного лова, а также параметры экологической системы водоема для определения эффективного запаса живых водных ресурсов водоема.

Ключевые слова: рекреационное рыболовство, водные экосистемы, научный мониторинг.

SOME QUESTIONS OF THE SCIENTIFIC JUSTIFICATION OF RECREATIONAL FISHERIES IN WATERS OF UKRAINE

Serbov M.G. *– candidate of geographical sciences, professor,*
Odessa State Envinronmental University

The estimation of amateur and sport fishing as a powerful social factor of influence on the natural environment, aquatic ecosystems and their fish stocks is presented. The general economic estimation of recreational fishing is given taking into account the natural and resource potential of Ukraine as a promising type of economic activity, one of the factors of economic development of the tourism and fishery industries of the country. An ecological assessment of the main groups of freshwater reservoirs was carried out from the point of view of organizing recreational fisheries. The main criteria for assessing the ecological state of recreational fishing facilities, the main indicators of the intensity of the load on recreational fishing facilities, as well as the parameters of the ecological system of the reservoir for determining the effective stock of living water resources of the reservoir are determined.

Key words: recreational fishing, water ecosystems, scientific monitorin

ЛІТЕРАТУРА

1. Гребінь В.В., Хільчевський В.К., Старук В.А. та ін. Водний фонд України: Штучні водойми – водосховища і ставки: Довідник / за ред. В.К. Хільчевського, В.В. Гребеня. – К.: ЛТД-ПРЕС, 2014. – 164 с.
2. Дослідження Міжнародної дослідницької компанії TNS “Survey: MMI Україна 2009/2+2009/3” [Електронний ресурс]. – режим доступу: http://docslide.net/documents/-tns-mmi.html
3. Європейська хартія рекреаційного рибальства і біорізноманіття [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://flatik.ru ohota--nacionalenij-ohotnichij-jurnal-2011--s-21-22-hartiya-ri
4. Костюрин Н.Н., Барабанов В.В. и др. Методические решения для оценки общей численности рыболовов-любителей, их уловов в Волго-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне (Астраханская область) // Рыбохозяйственные водоемы России. Фундаментальные и прикладные исследования: Материалы Международной науч. конф., посвященной 100-летию ГосНИОРХ. – Спб.: ГосНИОРХ, 2014. – С. 435-445

5. Кражан С.А., Хижняк М.І. Природна кормова база рибогосподарських водойм: Навчальний посібник. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2013. – 330 с.
6. Кузищин К.В., Савваитова К.А., Павлов Д.С. Научные основы организации любительского и спортивного рыболовства и управления лососевыми водоемами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://russiansalmon.org/info/scientific-basis
7. Кузьменко Ю.Г., Спесивий Т.В. Сучасний стан та деякі аспекти регулювання аматорського рибальства як істотного чинника антропогенного впливу на іхтіофауну внутрішніх водойм України // Рибогосподарська наука України. – 2008. – № 3. – С. 25-29
8. Любительское рыболовство и сохранение лососевых в России. Сборник статей / Сост. В.В. Зиничев, Ю.В. Саяпина. – М.: Фонд «Русский лосось», 2010. – 172 с.
9. Микитюк П.В. Присадибне рибництво та любительське рибальство. – К.: Бібліотека ветеринарної медицини, 2000. – 111 с.
10. Михеев В.П. Экология, охота и рыболовство. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 304 с.
11. Новицкий Р.А. Рыборазведение и организация любительского рыболовства: что выгоднее?// Рыбное хозяйство Украины. – 2001. – Вып. 6 (17). – С. 55-56.
12. Новицкий Р.А., Христов О.А. Научные исследования и любительское рыболовство в Приднепровье // Рыбное хозяйство Украины. – 1999. – № 4. – С. 58-60.
13. Пресноводные рыбы: Справочник. – М.: Издательство Астрель, 2001. – 288 с.
14. Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия» в России: результаты и перспективы. Отчет о результатах Проекта в 1997-2003 гг. – М.: Издательство Научного и учебно-методического центра, 2003. – 48с. [Электронный ресурс]. – Режим доступу: http://siteresources.worldbank.org/INTRUSSIANFEDERATION/Resources/305499-1291044797591/2004-01-26_biodiversity_gef_rus.pdf
15. Реймерс Н.Ф. Популярный биологический словарь. – М.: Наука, 1980. – 544 с.
16. Ризевский В.К., Ермолов В.В., Плюта М.В. Определение общего объема изъятия рыбы рыболовами-любителями // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сборник научных трудов. – Минск: 2005. – Вып. 21. – С. 2006-2012.
17. Розумная Л.А. Рекреационное рыболовство и рациональное природопользование: опыт и перспективы развития // Актуальные проблемы социальной политики и экономики / Ученые записки Российского государственного социального университета. – 2011. – № 4. – С. 250-254.

18. Шишанова Е.И. Любительское рыболовство – один из путей повышения экономической эффективности рыболовства // Проблемы и перспективы развития аквакультуры: Материалы Международной науч.-практ. Конференции. – Краснодар: 2001. – С. 274-275.

UDC 639.2.03: 597.5

DETERMINATION OF LIMITS FOR CATCHES OF ROACH, BREAM, ZANDER AND CARP IN ZAPORIZHZHIYA (DNIPRO) WATER RESERVOIR FOR 2018

Fedonenko O.V. *– doctor of biology. sciences, prof.,*
Marenkov O.M. *– candidate biology sciences,*
Oles Honchar Dnipro National University,
Dnipro, gidrobions@gmail.com

The analysis of the current state of roach, straw, bream zander and silver bream populations of the Zaporizhzhya (Dnipro) reservoir was carried out and the size of the admissible industrial extraction of these fish species in 2018 was determined due to the determination of reasonable limits. In the course of the work, the generalized results of ichthyological studies in the water area of the Zaporizhzhya (Dnipro) reservoir during 2010–2017 were used. The basic biological indicators of these fish species were determined, the age and sex structure of the populations were determined, and the values of the industrial reserve were calculated. Basing on the obtained data, the coefficients of natural, industrial and total mortality were determined. The values of the limits of industrial catch of experimental species of fish are calculated

Key words: limits, Zaporizhzhya (Dnipro) reservoir, fisher , zander, silver bream, roach, bream.

Formulation of the problem. The formation of industrial ichthyofauna is characterized by a certain dynamics, which gives grounds for predicting future catches. But in the complex reservoirs, which are under the influence of anthropogenic pressure, destabilization of the ecosystem and unforeseen ichthyological successions occurs, leading to a decrease in industrial stocks of fish. One way to control the number of industrial populations is the long-term seasonal monitoring and ichthyological research, which underlies the biological justification of fishing in the internal waters of the country [1, 2

Nature management in internal waters, which is realized through industrial catch of fish, should have a rational ground, which is realized through measures to preserve and increase the industrial stocks of fish in the Zaporizhzhya (Dnipro) reservoir by forecasting and limiting the catches of certain fish species.

Analysis of recent research and publications, problem statement. At the present stage, due to uncontrolled human activities (excessive selective fishin of older age groups of fish, non-observance of the rules of industrial and amateur fishing, etc.), as well as regulation of river flow and global warming (increased water temperature, increased mineralization, increased area of shallow water with

high sedimentation and overgrown aquatic vegetation) in the Zaporizhzhya (Dnipro) reservoir there is a steady dynamics to the increase of low-value short-cycle species of fish and depletion of the species diversity of industrial species [2, 3]. This also contributes to the fall of the number of predators; the level of reproduction of their populations is at a catastrophically low level.

The results of previous long-term ichthyological and hydroecological studies indicate that the fish-productive potential of the Zaporizhzhya (Dnipro) reservoir is used irrationally, which is reflected in low rates of industrial catches [1–4].

In accordance with the requirements of the current legislation of Ukraine, species, which state may be assessed as unsatisfactory or intensively exploited are subjected to mandatory limitation. In the Zaporizhzhya (Dnipro) reservoir, the catch limit is set for four types of fish: roach, bream, zander and silver bream.

In this regard, the purpose of the work was to carry out a comprehensive assessment of the status of populations of industrial fish species of the Zaporizhzhya (Dnipro) reservoir, which catches are limited, for further development of measures to rationalize their industrial use.

Materials and methods. The research was carried out by order of the Institute of Fisheries of the National Academy of Sciences of Ukraine by the staff of the Oles Honchar Dnipro National University, along with collaborators: private enterprises "RINa", "Foroschuk V.V." and Borisfen-2010 LLC. Control catches were carried out on the basis of permits issued by the Office for the Protection, Use and Reproduction of Water Bioresources and Fishing Regulation in the Dnipropetrovsk Region. The research was conducted on two control and monitoring points located in the Samara Bay and the lower part of the Zaporizhzhya (Dnipro) Reservoir (Voyskove Village). The catches were carried out by standard fish stakes with an angle of 30–120 mm

The object of the study was four species of fish, the catches of which in the Zaporizhzhya (Dnipro) reservoir are subjected to the determination of annual limits for catching: roach, bream, zander and silver bream.

The biological analysis of fish was carried out in accordance with the classical ichthyological methods [5–8] according to the following parameters: standard and absolute body length, individual weight, sex, Fulton coefficient of fattening. Age of fish was determined according to standard ichthyological methods of V.L. Bruzgina [9] and I.I. Chugunova [10]. Parameters of fishing in reservoirs were determined by the methods of P.V. Tyurin [11].

Fish fries were caught in the third decade of July until the first decade of August in shallow waters at standard checkpoints. The catching gear was a fingering trawl of 10 m in length, with a 2 mm mesh size. The relative number of young fish was accepted as the number of yearlings per 100 square meters of catching area. Species of yearlings were determined by A.F. Koblitskaya [8, 12, 13].

Statistical processing of the material was carried out using the computer program STATISTICA 6.0.

Results of research and their discussion. Some researchers note the mandatory limitation of catches of certain resource species, which is associated with the degree of industrial use and the dynamics of stocks. Thus, for all reservoirs of the Dnieper there are obligatory limitation for bream, zander, roach and silver bream [4, 14–16].

In 2017, at the Zaporizhzhya (Dnipro) reservoir, the research catches in the spring period were conducted in full. Hydrological and temperature conditions of spawning were satisfactory. The displacement of the terms of spawning for 3–4 days was noted, due to the protracted and cold spring, but this did not affect the intensity of spawning or its failure. The analysis of catches of fishing gears at the rate of 100 net days of the control kernel for certain species is stable, fluctuating within the limits of indicators for 2014–2016 years, and corresponds to a multi-yearly weighted average. The species composition of the ichtyofauna was represented by species typical for the reservoir. The analysis of age groups and dimensional and weight series does not give grounds for reducing the size of industrial stocks.

The roach (*Rutilus rutilus* Linnaeus, 1758). The average annual catch of roach from 2006 to 2016 reached 144.34 tons. For the last 10 years, the minimum catch of 118 tons was in 2013; the maximum one was in 2009 and reached 167.9 tons. The roach catches in 2016 amounted to 165.03 tons (Table 1).

The age structure of the population of roach had 11 age groups, from 3 (0.95 %) to 12 years (0.95 %). By gender, age groups were distributed as follows: females of 3-12 years old, males of 3–11 years old. The core of the roach population was 4-6 years old individuals – 80.9 %. The average industrial length of roach individuals was kept at the level of 2015–2016 and amounted to 21.8±0.6 cm, the weight was 222.9±12.9 g, and in females the linear and weighted indices were higher respectively by 9 % and 24 %. As in previous years, it is noted that the individuals caught in the Samara Bay of Zaporizhzhya (Dnipro) reservoir were significantly slower in the growth and were characterized by a significant strainability due to the tense ecological state of the ba .

The reproductive core of the roach population was individuals aged 4–6 years. In the spawning population among the females, 5–6-year-olds were dominant, among males the 4–5-year-olds.

The Fulton fattening factor was 2.11±0.04, that is, the roach fattening was practically the same as in previous years. The fattening and fatness ratio (3–4 points) indicates favorable feeding conditions for this species of fish

In 2017, in comparison with 2015, the number of roach in catches of control grids in the Zaporizhzhya (Dnipro) reservoir increased by almost 19 % and amounted to 10846 individuals (2419 kg) per 100 net days. In 2016, there were

7788 individuals. (1659 kg) per 100 net days of control gear, which is less by 15 % than biomass in 2015.

In 2018, we can expect a slight increase in the size of the population of roach, since the 2011 generation was quite productive in comparison with the previous two years, the number of yearlings reached 196 per 100 m2. In 2012, the number of yearlings in the coastal areas was 125.85 per 100 m2. In 2013, the number of roach yearlings in the littoral of reservoir reached 50.68 per 100 square meters, and the number of two-year-olds was 177.39 per 100 square meters. In 2014, the number of roach yearlings in the littoral of reservoir reached 42.15 per 100 square meters, and the number of two-year-olds was 84.11 per 100 square meters. Thus, basing on the results of the analysis of the control of the fish stakes and the results of small-scale fishing, it can be assumed concerning the moderate catch of older age groups on the background of sufficient replenishment, which compensates for the industrial withdrawal of this species.

As in previous years, the main catch of roach was observed for nets with a mesh size of 36–40 mm and amounted to 74 % of the total volume. In the large-mesh grid, the roach hit one-on-one – 1.2 %. According to the indicators of age and size and weight structure of the industrial roach population, the magnitude of industrial replenishment, it can be assumed that the state of the industrial roach population is at a fairly stable level.

Taking into account the natural coefficient (0.26) and total mortality (43.8 %), the magnitude of replenishment and industrial activity, the roach stock in the Zaporizhzhya (Dnipro) reservoir for 2018 was estimated at 1050 tons. The assimilation of the limits in previous years was at the level of 72–82 %. With an optimal catch of about 25 %, we recommend setting a roach catch limit of 210 tons (Table 1).

Bream (*Abramis brama* Linnaeus, 1758). The analysis of the dynamics of industrial catches shows that during 2006–2016 the catch of the bream is fairly stable and remains at the level of 50–67 tons. In 2015, the industrial harvesting of the bream reached 66.58 tons, which is 78.3 % of the established limit (Table 1).

The age structure of the bream is represented by 14 classes; the maximum age in catches was 16 years (0.4 %). The number of age classes in the fishery is at level 12. The core of the population of the bream was individuals aged from 5 to 10 years (92.3 % in the fishery). The static series of the bream had the appearance of a curve with a sufficiently broad vertex for individuals aged 5–7 years and a smooth recession (from 8 to 11 years) with a subsequent gradual decrease in the number of individuals of older age groups. Taking into account the dynamics of catching the bream at 100 net days of the control order, this distribution is due to an increase in the number of modal senior age groups, which are under the main industrial load.

The minimum age groups involved in spawning were in females, 4 years old – 12.4 %, in males 3 years old – 2.3 %. The reproductive core of the population was 4–8 years old fis – 82 %.

The industrial length of individuals according to the data of research fishin was 34.44±0.98 cm; the average weight was 1043.28±86.56 g, which is almost consistent with the figures for 2014–2016. The fluctuation of the minimum and maximum values by weight in the bream was between 260 and 3730 g.

Medium-term values of the Fulton fattening factor over the last ten years are characterized by stability and amount to an average of 2.4±0.05 units.

On average, in 2017, a catch per the 100 net days of control orders amounted to 961 ind. (1002.5 kg), in 2016 – 859 ind. (1003 kg), in 2015 – 994.5 ind. (962.9 kg), in 2014 this indicator was 1008.3 (1050.6 kg). The last five years there is a slight variation of this indicator in the range of 30–50 kg, which indicates a fairly stable state of the industrial bream population.

Approximately 52 % by number (and 64 % by biomass) catches of bream fell into nets with a mesh size of 75-80 mm. During the last seven years, there is a clear tendency to reducing the catches by small-mesh nets with a step a = 30–40 mm, which accounted for 13.2 % of the total catch. Catching bream by nets with a step a = 55–70 mm, that is, those generations that will form the basis of fishing in 2018 reached 37 %, indicating that the industrial core is sufficiently replenished

In 2018, the bream stock will be formed by generations of 2011, 2012, 2013, 2014, which were marked as unproductive – 7.7, 2.38, 0.75 and 4.32 per 100 m^2, respectively.

The catch limit for catching the bream in recent years is kept at the level of 70–90 %, in 2015 it was 76.3 %, in 2016 it was 78.3 %. Taking into account the coefficient of natural mortality (0.19), catch rate (0.26), the number of individuals of older age groups, the stock of bream is estimated at 440 tons today. Because of the low youth replenishment rates, it is advisable to set the catch limit for the bream in 2018 not higher than 25 % of the total stock – 110 tons.

Zander (*Stizostedion lucioperca* Linnaeus, 1758). The industrial catches of zander in the Zaporizhzhya (Dnipro) reservoir during 2006–2016 are characterized by considerable instability and rather low indicators. The catches of this species range from 5.4 tons (2014 figure) to 13.0 tons (2016), which is the result of an overcatch in 2002, after which its catches dropped sharply. The dynamics of industrial catches of zander during the last two years indicates a positive trend and stable development, 81 % of the limit (Table 1).

The age range of zander in control catches had 13 classes (3–14 years old). The core of the industrial population consisted of 4–7 year old individuals (88.4 %). The share of elderly fish in the main was represented by 8–14-year-olds and was 4.9 %. In the population of zander there is an increase in the proportion

of 3-year-old individuals, indicating its rejuvenation. The curve of the static series has a peak in four-year-olds, then in fewer five-year periods, and a gradual decline in curvature since the six-year period was observed. In the current year, the tendency to significant rejuvenation of the zander is also observed, which is caused by the reduction of the right wing of the static series due to the low number of senior-age individuals in catches. Although there is a slight increase in the average age of fish, in 2017 this figure reached 5.04, in 2016 – 4.4 years, and in 2015 it was 3.85 years. Thus, it is possible to note the decisive influence of natural replenishment on structural indicators of the zander population covered by the fisher .

The industrial length of individuals of zander from control nets ranged from 19 to 87 cm, and the average length of industrial length reached 39.99±1.43 cm. The minimum mass of individuals found in fishing gear ranged from 200 g at three years old fish, maximum at 14 years old fish reached 5.38 kg. The average weight of zander was 1053.6±130.9 g. The Fulton fattening factor was at the level of previous years and was 1.9±0.25.

In 2015, on 100 net days of the control order, zander on average in the Zaporizhzhya (Dnipro) reservoir was 287.5 kg, which is 37 kg higher than in 2014. In 2016, catches on 100 net days of control orders amounted to 239 kg (364 ind.), which is 16.8 % less than last year. In the spring of 2017, catches per 100 100 net days of control orders amounted to 708.5 kg (672 ind.), which is the highest figure in the last 10 years

Catches of zander in current year by number and biomass is based on grids with a mesh *a* = 40–50 mm – 61 %. In the grids, with the mesh a = 30–36 mm in 2017, the percentage decrease was observed from 34.8% (2016) to 30.4 % (2017). In the Samara Bay, on a grid with a mesh of 30–32 mm there are about 38 % of the total catch of zander, which is caused by sufficient stiffness of individuals caused by the hydroecological conditions of the bay and anthropogenic loading.

The current stock of zander is provided by generations 2012, 2013 and 2014. The number of yearlings in this period was respectively 0.44, 0.54 and 1.23 ind./100 m^2. The low number of zander was observed in 2010 and 2011 and amounted to 0.10-0.11 ind./100 m^2 for each year; in 2012 and 2013, the number of two-year-olds in shallow waters of the Zaporizhzhya (Dnipro) reservoir reached 1.22 and 1.5 ind./100 m^2. In 2014, the number of two-year-old zander in the littoral reached 0.98 ind./100 m^2.

Thus, taking into account the coefficient of natural mortality (0.26), the catch rate (0.27), the increase in the indicator of industrial activity, the stock of zander in the Zaporizhzhya (Dnipro) reservoir can be estimated at 124 tons. The recommended limit for catching pike perch in 2018 should not exceed 20 tons (Table 1).

As in previous years, there is a significant negative impact on the zander population on the part of fishermen who, in large numbers, catch individuals of under-sized sizes.

Table 1. **Development of catch limits for fish in Zaporizhzhya (Dnip o) reservoir over the last 10 years and determination of catch limits for 2018**

Years	Zander			Bream			roach			Silver bream		
	limit, tons	catches, tons	%	limit, tons	catches, tons	%	limit, tons	catches, tons	%	limit, tons	catches, tons	%
2007	14	9,5	68,2	70	53	75,5	220	161	73,0	70	41	59,0
2008	14	9,8	70,2	75	55,1	73,4	220	144	65,4	70	40	57,3
2009	17	10,81	63,6	80	56,8	71,0	225	167,9	74,6	75	49,0	65,3
2010	12	10,40	86,7	75	58,80	78,4	210	144,57	68,8	70	45,75	65,4
2011	20	14,21	71,1	75	62,41	83,2	180	143,21	79,6	80	52,27	65,3
2012	18	7,35	40,8	75	65,57	87,4	200	141,53	70,8	75	56,45	75,3
2013	9,5 P	8,69	91,47	70,0 P	67,1	95,95	180,0 P	118,09	65,61	63,0 P	52,63	83,53
2014	10,0 L	5,39	53,9	75,0 L	50,7	67,6	190,0 L	122,04	64,23	58,0 L	38,8	66,9
2015	12,0 L	9,743	81,19	80,0 L	61	76,26	187,0 L	133,5	71,41	58,0 L	42,63	73,5
2016	16 L	13,0	81,25	85 L	66,58	78,33	200 L	165,03	82,515	75 L	64,87	86,49
Catch limit												
2017	14,0 L			88,0 L			190,0 L			70,0 L		
2018	20,0 L			110,0 L			210,0 L			90,0 L		

Note: P – is catch forecast, L – is catch of the species is within the established limit.

Silver bream (*Blicca bjoerkna* Linnaeus, 1758). For the last 10 years, the volume of its extraction is kept at the level of 40–64 tons (up to 10 % in total catches). In 2016, the development of the quota was 86.5 %. Silver bream catches are based mainly on individuals aged 4–5 years. In control catches, silver bream are represented by 9 industrial groups, from 3 (0.7 %) to 11 (0.7 %) years. The static series of age indices of silver bream has the appearance of a not symmetric curve with a peak on 4-year-old specimens, as well as a displacement of a row in the right wing due to the catch of 7–11 year old individuals. The increase in catches in the number of individuals of older age groups created conditions for increasing the average age of industrial individuals from 4.7 years (2016) to 5.15 (2017).

The average linear and weight indicators were: industrial length was 17.93±0.50, weight was 157.96±16.84 g. The value of linear and weight indicators almost remained at the level of the past years. The average linear and weight indicators of industrial individuals for almost 10 years are kept almost equal. Females were oppressed in the growth of males by 21 %. In the Samara Bay, individuals of the silver bream were significantly stunted, so it is recommended to remove them with fine-meshed stacked nets

The fattening factor was quite high and reached 2.20±0.17. Stable linear and weight indicators and fattening factors indicate favorable feeding conditions for this species of fish

The research quota for catching silver bream in 2017 was determined as 96.7 %. In 2017, catches of silver bream per 100 net days of the control order of stack nets reached 1332 ind. (210.5 kg), which is 60 % higher than last year's figures. In 2016, catches of silver bream per 100 net days were 653 ind. (126.8 kg), which is 3 % by number and 9.5 % by biomass lower than in 2015, 670 ind. (140.1 kg). The main catch, as in the previous year, fell on the net with mesh size *a*=30–40 mm (78 % by number and 65.4 % by biomass).

The core of the industrial flock of silver bream was the generation of individuals of 2013 and 2014. The number of yearlings of these years was low and was at the level of 0.3 and 1.52 ind./100 m2.

Taking into account the natural coefficient (0.23) and total mortality (44.6 %), the silver bream stock is estimated at 360 tons, taking into account optimal fishing (25 % of the stock), and given the significant increase in the cathes of the species by 100 net days of the control order, we recommend to set the limit for the catch of silver bream in 2018 in the amount of 90 tons (Table 1).

Some specialists note the mandatory limitation of catches of certain resource species, which is related to the degree of industrial use and the dynamics of stocks. Thus, in all reservoirs of the Dnieper, bream, zander, roach and silver bream are subjected to mandatory limitation.

Conclusions and perspectives of further research. The rational use of the industrial ichtyofauna of internal reservoirs is possible in the implementa-

tion of the basics of forecasting and limiting the catches of certain species of fish. For the Zaporizhzhya (Dnipro) reservoir it is expedient to set limits for the catches of four species of fish: roach, bream, zander and silver bream

According to the results of comprehensive ichthyological studies, the catch limits for industrial fish species in the Zaporizhzhya (Dnipro) reservoir for 2018 are set at the next levels: 210 tons for roach, 110 tons for bream, 20 tons for zander and 90 tons for silver bream.

The prospect of the research carried out is to develop approaches and implement the principles of rational nature management using water bioresources, while preserving the reproductive potential of industrial fish species under the conditions of fishing in the Zaporizhzhya (Dnipro) reservoi .

ВСТАНОВЛЕННЯ ЛІМІТІВ ВИЛОВУ ПЛІТКИ, ЛЯЩА, СУДАКА ТА САЗАНА У ЗАПОРІЗЬКОМУ (ДНІПРОВСЬКОМУ) ВОДОСХОВИЩІ НА 2018 РІК

Федоненко О.В. *– доктор біол. наук, проф.,* ***Маренков О.М.*** *– канд. біол. наук, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро*

Проведено аналіз сучасного стану популяцій плітки, ляща, судака та плоскирки Запорізького (Дніпровського) водосховища та визначено величину допустимого промислового вилучення даних видів риб в 2018 році через встановлення обґрунтованих лімітів. В ході роботи використовувалися узагальнені результати іхтіологічних досліджень, що проводилися на акваторії Запорізького (Дніпровського) водосховища протягом 2010–2017 рр. Встановлено основні біологічні показники даних видів риб, визначена вікова та статева структура популяцій, розраховані величини промислового запасу. На підставі отриманих даних визначено коефіцієнти природної, промислової та загальної смертності. Розраховано величини лімітів промислового вилучення дослідних видів риб.

Ключові слова: ліміти, Запорізьке (Дніпровське) водосховище, промисел риби, судак, плоскирка, плітка, лящ.

УСТАНОВЛЕНИЕ ЛИМИТОВ ВЫЛОВА ПЛОТВЫ, ЛЕЩА, СУДАКА И САЗАНА В ЗАПОРОЖСКОМ (ДНЕПРОВСКОМ) ВОДОХРАНИЛИЩЕ НА 2018 ГОД

Федоненко Е.В. *– доктор биол. наук, проф.,* ***Маренков О.Н. –*** *канд. биол. наук, Днепровский национальный университет имени Олеся Гончара*

Проведен анализ современного состояния популяций плотвы, леща, судака и густеры Запорожского (Днепровского) водохранилища и определить величину допустимого промыслового изъятия данных видов рыб в 2018 году путем уста-

новления обоснованных лимитов. В ходе работы использовались обобщенные результаты ихтиологических исследований, проводившихся в течение 2010–2017 гг. Установлены основные биологические показатели данных видов рыб, определенна возрастная и половая структура популяций и рассчитаны величины промыслового запаса. На основании полученных данных определены коэффициенты естественной, промысловой и общей смертности. Рассчитаны величины лимитов промыслового вылова исследуемых видов рыб.

Ключевые слова: лимиты, Запорожское (Днепровское) водохранилище, промысел рыб, судак, густера, плотва, лещ.

REFERENCES

1. Біолого-екологічна та рибогосподарська оцінка малих водойм Дніпропетровської області / О. В. Федоненко, Н. Б. Єсіпова, О. М. Шмагайло, Н. М. Сазанова // Вісник Запорізького національного університету. – 2013. – №1. – С. 68–76.
2. Сучасні проблеми гідроекології: Запорізьке водосховище / О. В. Федоненко, Н. Б. Єсіпова, Т. С. Шарамок та ін. – Д.: ЛІРА, 2012. – 280 с.
3. Федоненко О. В. Сучасний стан та умови відтворення промислової іхтіофауни Запорізького (Дніпровського) водосховища / О. В. Федоненко, Н. Б. Єсіпова, О. М. Маренков, І. П. Ущаповський, О. Б. Бутов // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. – Вип. 160, ч. 1. – 2011. – С. 92–97.
4. Федоненко О. В. Біологічні показники основних видів риб Запорізького водосховища та інших рибогосподарських водойм Дніпропетровської області / О. В. Федоненко, Н. Б. Єсіпова, О. М. Маренков // Рибогосподарська наука України. – № 4. – 2014. – С. 22–34.
5. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / [О. М. Арсан, О. А. Давидов, Т. М. Дьяченко та ін.]; за ред. В. Д. Романенка. – К.: Логос, 2006. – 408 с.
6. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. – Л.: ГосНИОРХ, 1984. – 52 с.
7. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 376 с.
8. Методика збору і обробки іхтіологічних і гідробіологічних матеріалів з метою визначення лімітів промислового вилучення риб з великих водосховищ і лиманів України. Затв. наказом Держкомрибгоспу України 15.12.98, № 166. – К., 1998. – 47 с.
9. Брюзгин В. Л. Методы изучения роста рыб по чешуе и отолитам / В. Л. Брюзгин. – К.: Наукова думка, 1969. – 186 с.

10. Чугунова И. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. (Методическое пособие по ихтиологии) / И. И. Чугунова. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 164 с.
11. Тюрин П. В. Биологические обоснования регулирования рыболовства на внутренних водоемах / П. В. Тюрин. – М.: Пищепромиздат, 1963. – 119 с.
12. Коблицкая А. Ф. Определитель молоди пресноводных рыб / А. Ф. Коблицкая – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 208 с.
13. Methods for fish biology / Edited by Carl B. Schreck and Peter B. Moyle. – Bethesda, Maryland, USA, 1990. – 685 p.
14. Бузевич І. Ю. Сучасний стан промислової іхтіофауни Каховського водосховища / І. Ю. Бузевич // Рибогосподарська наука України. – № 4. – 2008. – С. 4–9.
15. Чуклін А. В. Принципи встановлення допустимих обсягів вилову водних біоресурсів у Дніпровських водосховищах / Чуклін А. В. // Рибогосподарська наука України. – № 3. – 2012. – С. 3–8.
16. Бузевич І. Ю. Сучасний стан промислу на дніпровських водосховищах / І. Ю. Бузевич // Рибне господарство. – 2004 – Вип. 63. – С. 16–18.

МЕТОДИ І МЕТОДИКИ

УДК 639.3:597.423

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ АМЕРИКАНСКОГО ВЕСЛОНОСА (POLYODON SPATULA WALB.) ДЛЯ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ПОЛА

Кольман Р. *– д. с.-х. н., проф.,*
Щепковски М. *– д. с.-х. н.,*
Институт пресноводного рыбного хозяйства, г. Ольштын,
r.kolman@infish.com.pl

На основании проведенных биометрических исследований ремонта веслоноса в возрасте 6+, выращенных в прудовых условиях на юге Польши, констатировали, что самки превышали самцов по показателям среднего веса (на 13,6%), длины тела (*Lt, Lc*), длины головы (*C*) и рострума (*R*). Наблюдали статистически достоверные разницы абсолютных и относительных величин высоты грудных (*hP*) и брюшных (*hV*) плавников. У исследуемых рыб обнаружили статистически достоверные корреляции между длиной головы (*C*) и длиной рострума (*R*), между абсолютной (*Lt*) и малой длинами (*Lc*) тела, при чем их величины у самок и самцов статистически отличались.

Ключевые слова: аквакультура, американский веслонос, морфометрия, половое созревание, диагностика пола.

Постановка проблемы. В процессе формирования стад производителей в условиях аквакультуры желательно как можно раньше определить в ремонтном стаде пол отдельных особей, что необходимо для создания оптимальной половой структуры стада будущих прозводителей при ограниченных финансовых затратах. Эта проблема особенно актуальна по отношению к поздно созревающим видам рыб, к которым принадлежат осетрообразные, в том числе и веслонос [1, 2, 9]. В случае с такими рыбами, которые созревают в возрасте значительно больше десяти лет, достигая при этом значительной массы тела, выращивание и содержание лишнего количества самцов связана с ненужными затратами. В стадах, предназначенных для искусственного воспроизводства и последующего получения

посадочного материала, количество самцов, из-за их высокой продуктивности, может быть ограничено до половины количества самок. Применение разработанных биотехнологий криоконсервации молок позволяет их численность уменьшить ещё больше [5, 7].

Резкое уменьшение численности натуральных популяции осетровых в конце XX века вызвало развитие технологии формирования стад самок осетровых рыб для получения пищевой икры в условиях аквакультуры [6]. В таких стадах самцы оказываются лишними, что обуславливает выбраковку незрелых самцов и, по достижению товарной массы, их реализацию. К культивируемым для этих целей осетровым можно добавить веслоноса, который характеризуется не только исключительной диетической ценностью мяса и икры, но отличается и высокими производственными показателями, в том числе и темпом роста [12].

Применяемые в настоящее время на практике прижизненные методы раннего определения пола, в том числе и УЗИ-диагностика, у веслоносов, которые выращены в хороших прудовых условиях, не дают однозначные результаты. Причинами этого, как показывают собственные наблюдения, являются высокая жирность мяса и большое количество внутренного жира, при очень объёмном пищеводе, что искажает реальную картину. В этой связи, были предприняты попытки найти у веслоноса другие показатели, которые можно применить для ранней диагностики пола. При этом предположили, что для решения данной задачи можно использовать биометрические показатели.

Целью проведенных исследований было сравнение биометрических показателей незрелых веслоносов для выявления достоверных различий, обусловленных полом рыб.

Методика исследования. Исследования проводили на группе веслоносов (*Polyodon spatula* Walb.) в возрасте 6+, которые были выращены в земляных прудах в поликультуре с карпом. Выловленные из прудов особи были посажены в проточные бассейны. Непосредственно перед исследованиями рыб вводили в состояние полной анестезии путем нанесения на жабры аэрозоля раствора препарата "PORPISCIN" польского производства, согласно разработанной процедуре [10].

Измерения провели на 20-ти самках и 17-ти самцах, пол которых определяли на основе еще слабо выраженных второстепенных половых признаков – вида и формы полового отверстия, а также проявляющейся у некоторых самцов "жемчужной сыпи". Проведение наружных наблюдений дополнительно сопровождалось результатами биопсии гонад. Рыб взвешивали индивидуально при помощи электронных весов с точностью до 5 г. У каждой особи измеряли 16 биометрических показателей (рис. 1), из которых 4 (*Lt, Lc, C* и *R*) при мощи линейки с точностью до 1 мм, остальные электронным штангенциркулем с точностью до 0,1 мм.

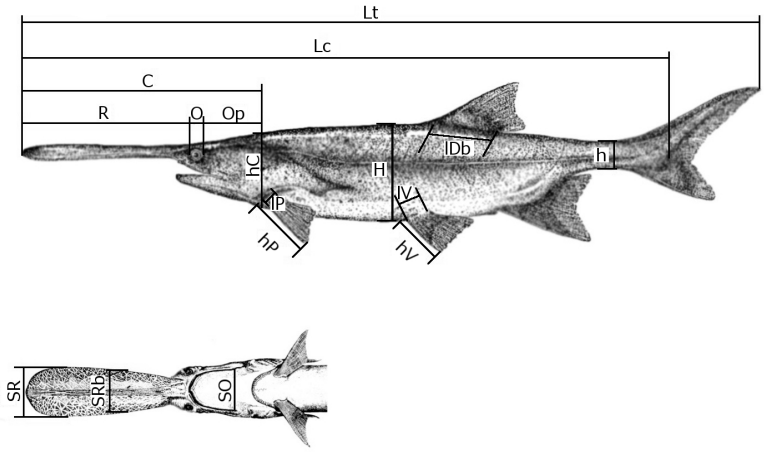

Рис. 1. Схема измерений пластических показателей у американского веслоноса (*Polyodon spatula* Walb.):
Lt – общая (абсолютная) длина, см; Lc – малая длина тела, см; C – длина головы, см; H – максимальная высота тела, см; h – минимальная высота тела, см; lP – длина грудного плавника, см; hP – высота грудного плавника, см; lV – длина брюшного плавника, см; hV – высота брюшного плавника, см; lDb – длина основания спинного плавника, см; R – длина рострума, см; hC – высота головы, см; SO – ширина ротового отверстия, см; Op – заглазничная длина головы, см; O – диаметр глаза, см; SR – максимальная ширина рострума, см; SRb – ширина рострума на высоте основы усиков, см

Для сравнения пропорции тела рыб, полученные значения биометрических показателей выразили в виде относительных величин [11]. Для статической и графической обработки результатов использовали программу Exccell. Для оценки достоверности разниц между биометрическими показателями самцов и самок использовали тест t-Studenta.

Результаты исследований. Особи веслоноса, которые подверглись биометрическим исследованиям, характеризовались высоким темпом роста, о чем свидетельствует их средние массы тела, значительно превышающие показатели, которые достигали особи аналогичного возраста при выращивании в прудовых условиях Рыбоводного центра "Горячий ключ" (Краснодарский край, Россия) [3, 4]. Так, несмотря на более благоприятные температурные условия черноморской климатической зоны в сравнении с предгорными районами юга Польши, вес самок в возрасте 6+ был выше на 22, а самцов на 15%, что свидетельствует о хороших кормовых условиях в прудах, в которых выращивали исследуемых рыб.

Сравнивая весовые показатели исследуемых особей отмечено, что средняя масса самок (*W*) была на 13,6 % выше, чем у самцов, а их длина тела (*Lc*) превышала на 5,3% длину самцов (табл. 1). Это позволяет кон-

статировать, что самки характеризовались более высокой упитанностью. Следствием более высоких линейно-весовых показателей самок была большая на 4,7% длина их головы (*Op*) и на 6,6% длина рострума (*R*), а также большая высота тела (*H*). Кроме этого у самок были статистически достоверно установлены более высокие размеры грудных (*hP*) и брюшных (*hV*) плавников.

Таблица 1. **Сравнение биометрических показателей у самцов и самок американского веслоноса (*Polyodon spatula* Walb.)**

Биометрический показатель	Самцы		Самки	
	Avg	Std	Avg	Std
W, кг	10,66*	1,16	11,93*	1,15
Lt, см	117,50**	4,60	123,67**	4,94
Lc, см	105,93*	4,12	110,37*	4,67
C, см	42,38*	1,33	44,87*	1,85
H, см	21,62*	0,95	22,41*	1,04
h, см	4,86	0,29	5,08	0,27
hP, см	9,57**	0,95	11,21**	0,83
hV, см	6,66**	0,46	7,20**	0,30
lD, см	11,43	0,64	11,77	0,43
R, см	28,54**	1,01	30,28**	1,27
hC, см	14,11	1,67	14,06	1,40
SO, см	11,00	0,97	10,70	0,31
Op, см	12,91	0,67	13,49	0,66
O, см	1,20	0,06	1,26	0,09
SR, см	7,81	0,17	8,06	0,57
SRb, см	7,34	0,30	7,47	0,38

Примечание: * – $p < 0.01$; ** – $p < 0.001$

Определенную разницу в темпе роста самок и самцов веслоноса наблюдали и в Краснодарском крае России [3, 4]. Однако, в условиях Рыбоводного центра "Горячий ключ" в ремонтном стаде этого вида самки превышали самцов по масе и длине тела до возраста 5^+, в более позднем возрасте по этим показателям начали доминировать самцы.

На основе анализы относительных значении биометрических показателей (рис. 2 и 3) можно констатировать, что больше всего отличий между самцами и самками веслоноса наблюдается в районе головы. В пределах туловища у исследуемых особей (рис. 2) отмечены две статистически существенные разницы, а именно подтверждаются большие размеры у самок грудных (*%hP/lP*) и брюшных (*%hV/Lc*) плавников.

Анализ относительных биометрических показателей головы (рис. 3) подтвердил гипотезу, что самки характеризуются более длинным (*%SR/R*) и узким (*%SRb/R*) рострумом.

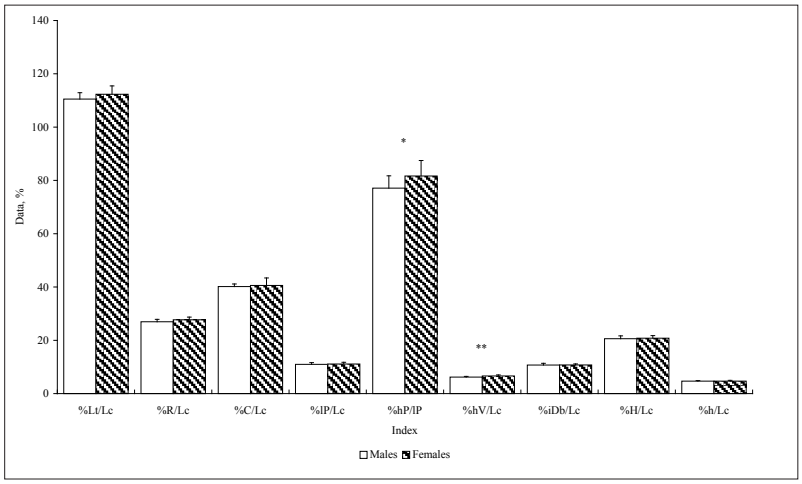

Рис. 2. Сравнение относительных величин биометрических показателей туловища самцов и самок американского веслоноса *(* – p < 0.05; ** – p < 0.01)*

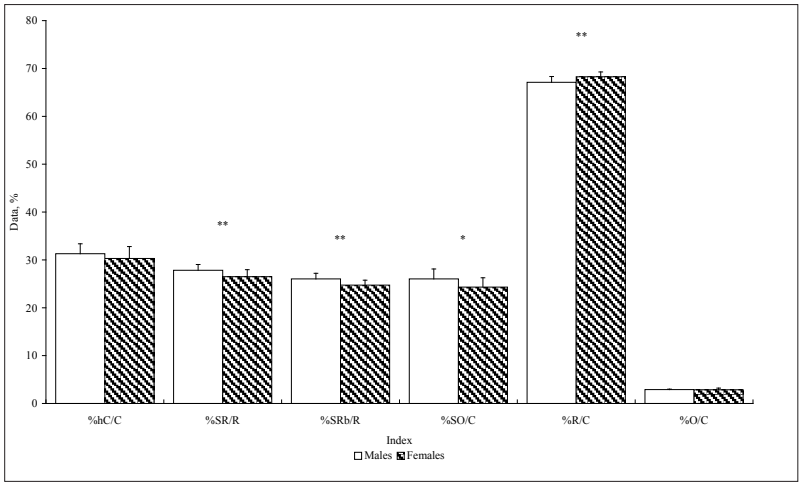

Рис. 3. Сравнение относительных величин биометрических показателей туловища самцов и самок американского веслоноса *(* – p < 0.05; ** – p < 0.01)*

Выводы. На основе анализа результатов проведенных биометрических исследований группы особей американского веслоноса, выращиваемых в земляных прудах в условиях юга Польши, можно сформулировать следующие выводы:

1. Самки исследуемых веслоносов в возрасте 6^+ были крупнее самцов, что проявлялось в их большей на 13,6% массе тела (*W*) и большей на 5,3% малой длине тела (*Lc*).

2. Статистически достоверные разницы между абсолютными и относительными биометрическими показателяни, которые обусловлены полом, наблюдали в случае высоты грудных (*hP*) и брюшных плавников (*hV*), а также длины (*R*) и ширины рострума (*SR*).

На этой основе можно предполагать, что эти показатели могут быть пригодны для неинвазийной диагностики пола у ремонта американского веслоноса.

ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ БІОМЕТРИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ АМЕРИКАНСЬКОГО ВЕСЛОНОСА (*POLYODON SPATULA* WALB.) ДЛЯ РАННЬОЇ ДІАГНОСТИКИ СТАТІ

Кольман Р. *– д. с.-г. н., проф.,* ***Щепковски М.*** *– д. с.-г. н.*
Інститут прісноводного рибного господарства, м. Ольштин, Польща

На підставі проведених біометричних досліджень ремонту веслоноса у віці 6^+, які були вирощені у ставових умовах на півдні Польщі, констатували, що самиці перевищували самців за показниками середньої маси (на 13,6%), довжини тіла (*Lt, Lc*), довжини голови (*C*) і роструму (*R*). Спостерігали статистично достовірні різниці абсолютних і відносних величин висоти грудних (*hP*) та черевних (*hV*) плавців. У досліджуваних риб визначили статистично достовірні кореляції між довжиною голови (*C*) і довжиною рострума (*R*), між абсолютною (*Lt*) і малою довжинами (*Lc*) тіла, при цьому їх величини у самиць та самців статистично відмінні.

Ключові слова: аквакультура, американський веслоніс, морфометрія, статеве дозрівання, діагностика статі.

USE OF BIOMETRIC FINDINGS OF AMERICAN PADDLEFISH (*POLYODON SPATULA* WALB.) FOR EARLY SEX DIAGNOSIS

R. Kolman, M. Szczepkowski
Inland Fishery Institute, Olsztyn, Poland

The studies of biometric features of selected paddlefishes aged 6^+ years were performed. It was confirmed, that females are characterized by higher body weight above (13,6%), body length (*Lt*, *Lc*) as far as head length (*C*) and rostum length (*R*) in compare with males. Moreover, statistically significant differences were determined under absolute and relative levels of height of pectoral fins (hP) and ventral fins (*hV*). The correlation between head (*C*) and rostum length (*R*) as well as total (*Lt*) and body length (*Lc*) it was confirmed in studied fishe

Keywords: Aquaculture, American paddlefish, morphometry, sex maturation, sex determination

ЛИТЕРАТУРА

1. Васецкий С.Г. Рыбы семейства Polyodontidae. / С.Г. Васецкий // Вопросы ихтиол. – 1971. – 11, 1: 26-42.
2. Виноградов В.К. Веслонос как обьект рыбоводства и акклиматизации. / В.К. Виноградов, Л.В. Ерохина, Е.А. Мельченков, В.Г. Чертихин // Состояние и перспективы научно-практических разработок в области марикультуры. – М.: Изд. ВНИРО, 1996. – С. 45-51.
3. Ильясова В.А. Гаметогенез и половые циклы у веслоноса. Сообщение 2. Сперматогенез. / В.А. Ильясова // Растительноядные рыбы и новые объекты аклиматизации и рыбоводства. – М.: Изд. ВНИИРХ, 1988. – Вып. 54. – С. 35-39.
4. Ильясова В.А. Гаметогенез и половые циклы у веслоноса. Сообщение 1. Оогенез / В.А. Ильясова, Е.А. Мельниченков // Растительноядные рыбы и новые объекты аклиматизации и рыбоводства. – М.: Изд. ВНИИРХ, 1988. – Вып. 54. – С. 30-35.
5. Цветкова Л.И. К проблеме сохранения геномов осетровых рыб путем криоконсервации молок / Л.И. Цветкова, В.И. Ананев, О.В. Докина, Н.Д. Пронина, С.В. Царкова, Н.А. Козовкова // Осетровые на рубеже вака. – М.: Изд. ВНИРО, 2000. – С. 32-33.
6. Bronzi P. World sturgeon aquaculture, an overview / P. Bronzi, C. Ceapa, M.S. Chebanov, J. Gessner, R. Kolman, M. Pourkazemi, H. Rosenthal, P. Willot // 6th International Symposium on Sturgeon. Book of Abstracts – Oral Presentation. – Wuhan, China. – 2009. – P. 166-167.
7. Glogowski J. Fertilization rate of Siberian sturgeon (Acipenser baeri Beandt) milt cryopreserved with methanol / J. Glogowski, R. Kolman, M. Szczepkowski, A. Horvath, B. Urbanyi, P. Sieczynski, A. Rzemieniecki, J. Domagala, W. Demianowicz, R. Kowalski, A. Ciereszko // Aquaculture. – 2002. – 211. – P. 367-373.
8. Kolman R. Jesiotry / R. Kolman // Wyd. IRŚ. – 1999. – 136 s.
9. Kolman R. Wiosłonos amerykański – perspektywiczny obiekt polikultury. / R. Kolman // Kom. Ryb. – 1997. – № 3. – S. 13-16.
10. Kolman R. Dojrzewanie ryb jesiotrowatych / R. Kolman, V. Krilova, O. Filipova, B. Szczepkowska, M. Szczepkowski // Kom. Ryb. – 1997. – 5. – S.: 1-3.
11. Krylova V.D. Morfobiological studies of sturgeons / V.D. Krylova, L.I. Sokolov. – Moskva, VNIRO, 1981. – 49 p.
12. Sherman I.M. Biologiczno-hodowlana charakterystyka tarlaków wiosłonosa Polyodon spatula (Walb.) na tle problemów związanych z udomowieniem gatunku w warunkach gospodarstw Ukrainy / I.M. Sherman, R. Kolman, V.Yu. Shevchenko, V.A. Korniyenko // Kom. Ryb. – 2003. – 5. – S. 6-8.

УДК 597.2.5:591.11:574.5

МЕТОД ІНТЕГРОВАНОЇ ДІАГНОСТИКИ СТАНУ ГІДРОЕКОСИСТЕМ ЗА ЦИТОГЕНЕТИЧНИМ ГОМЕОСТАЗОМ АБОРИГЕННИХ ВИДІВ РИБ

[1]***Пилипенко Ю.В.*** *– д. с.-г. наук, проф.,*
[2]***Клименко М.О.*** *– д. с.-г. наук, проф.,*
[2]***Бєдункова О.О.*** *– канд. с.-г. наук, доцент,*
[1]*Херсонський державний аграрний університет, Україна,*
pilipenko_yurii@ukr.net
[2]*Національний університет водних ресурсів*
і природокористування, м. Рівне, Україна

Наведено експрес-метод діагностики еколого-токсикологічного стану водного об'єкту за допомогою мікроядерного (MN) тестування периферійної крові (за частотою ядерних порушень еритроцитів) аборигенних видів риб, який передбачає проведення польового (відбір гематологічного матеріалу, формування та первинна обробка «кров'яних» препаратів) і лабораторного (фарбування препаратів, їх опрацювання, аналіз та оцінка) етапів досліджень. Метод дає високу точність і оперативність визначення рівня антропогенного впливу на представників іхтіофауни, передбачає проведення діагностики стану водного об'єкту за допомогою інтегральної 5-бальної шкали.

Ключові слова: гідроекосистема, біомоніторинг, аборигенні види риб, кров, мікроядерне тестування, діагностика, інтегральна шкала.

Постановка проблеми. В останні роки все більшої актуальності набувають питання оцінки стану гідроекосистем різного типу і походження згідно з вимогами водокористувачів, фіксації та прогнозування змін, що відбуваються в них під дією антропогенних чинників, обґрунтування на їх підставі компенсаційних природо- й водоохоронних заходів. Одночасно постає проблема конструювання високопродуктивних екосистем, забезпечення їх сталого функціонування, керування і контролю за процесами формування як якісних характеристик води, так і водних біоресурсів.

В умовах дедалі зростаючого антропогенного навантаження гідроекосистеми виявились надзвичайно уразливими, оскільки акумулюють більшу частину забруднюючих речовин, які потрапляють на територію водозбору та інтегрують всі зміни навколишнього середовища. Тривалий вплив забруднюючих речовин призводить до структурно-функціональних перебудов як абіотичної, так і біотичної складових гідроекосистем, які

відрізняються від їх природних модифікацій, що виключає можливість їх повернення до вихідного стану [9, 15].

При оцінках екологічних наслідків забруднення вод, в рамках екосистемного інтегрованого підходу, на думку науковців перевагу слід надавати дослідженню різних видів риб. Зокрема, такі світові системи моніторингу як Environmental Monitoring and Assessment Program (EMAP, 1992), Mid-Atlantic Highlands Assessment (MAHA, 1997), European Environment Agency (EEA, 2003), Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality (ANZECC and ARMCANZ, 2000), Environment Canada (EC, 2004), для оцінки рівня забруднення водних об'єктів, особливо речовинами токсичного характеру, використовують відгуки певних функціональних систем організму риб. Проте слід зазначити, що достовірність подібних оцінок залежить як від досвіду виконавців, так і від наявності інтегральних систем критеріальної оцінки водойм, розміщених в різних фізико-географічних зонах [6].

Аналіз наявного досвіду вирішення окресленої проблеми доводить, що основним напрямом на перспективу тут має стати розробка нових експрес-методів, які зможуть використовуватись як засоби оперативної і достовірної діагностики екологічного стану гідроекосистем різного типу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні достатнє поширення отримала діагностика стану водних об'єктів, що заснована на методах біотестування та біоіндикації. Перші передбачають лабораторну оцінку реакцій рослинних або тваринних тест-організмів різних систематичних груп, які вводяться у водне середовище на певний час та спрямовані на виявлення факту гострої або хронічної токсичності досліджуваних зразків води по відношенню до контрольних. Застосування подібних методів ускладнюється необхідністю тривалого дотримання чистоти експерименту, крім того використання в якості тест-організмів лабораторних культур гідробіонтів досить часто призводить до недостатньої достовірності результатів діагностики, наслідком чого є низька результативність дій, спрямованих на відновлення порушеної природної рівноваги гідроекосистем. У біоіндикаційних дослідженнях, на відміну від біотестування, використовується аборигенні гідробіонти, які адаптовані до життя і відтворення в умовах конкретних водоймах, навіть у разі значного забруднення останніх комунальними, промисловими та сільськогосподарськими стоками. Однак, більшість методів оцінки резистентності водної флори та фауни мають складнощі технічної реалізації через сезонну мінливість присутності більшості індикаторних видів гідробіонтів [5].

У спеціальній літературі відмічається, що не існує єдиного універсального критерію відносно оцінок усіх можливих сценаріїв змін стану гідроекосистем. Наприклад, при оцінках ступеню евтрофування водойм

найбільш чітку картину демонструють зміни фітопланктонних угруповань [22, 27], закислення вод – зообентосу [14, 24], токсичного забруднення – порушення в організмі риб [10, 13].

Оскільки діагностика стану гідроекосистем передбачає з'ясування відгуку біотичної складової саме на токсичні ефекти, вчені продовжують вдосконалювати підходи щодо системних досліджень, зосереджуючи їх на окремих представниках іхтіофауни. Зокрема, в умовах інтенсивного забруднення стійкість організму риб визначалась здатністю ефективно метаболізувати та виводити токсичні речовини [12]. Патологічні зміни в тілі риб дозволили визначити ступінь токсичності водного середовища [30], оцінити кумулятивні ефекти [25, 26], а також сформувати уявлення про потенційну небезпеку для людини групи речовин, що надходять до водойм [21]. Перерозподіл токсичних речовин між тканинами риб використовували для оцінки термінів, які мали місце після забруднення водойми [18, 30]. При цьому слід відмітити, що застосування подібних інформативних засобів діагностики має свій суттєвий недолік – наявність спеціально оснащеної лабораторії та вузько спеціалізованої кваліфікації експерта-дослідника.

За відсутності лабораторних умов, для швидкої діагностики досить зручними виявились експрес методи з використанням мікроядерного тесту клітин периферійної крові риб, перевага яких полягає у простоті відбору матеріалу в польових умовах, порівняно незначних часових та матеріальних затратах, можливості опрацювати достатньо великий масив даних [28].

Патоморфологічні зміни стану клітин красної крові у вигляді формування двоядерних еритроцитів або утворення одного чи кілька мікроядер, зафіксовано Є.Ю. Крисановим [8] при дослідженнях різних видів риб у природних водоймах різного рівня забруднення. Поява таких клітинних порушень відмічається в низки видів морських та прісноводних риб як під дією кумулятивного токсикозу [29], так і у випадку токсичного стресу [23]. Вкрай низьким ступенем цитогенетичної стабільності та підвищеним рівнем спонтанних генетичних порушень відрізняється щука [11, 17]. Цитологічні зміни у плітки (*Rutilus rutilus* L.) і щуки (*Esox lucius* L.) виявлені в річковій системі (р. Случ, Рівненська область, Україна) з різним ступенем антропогенного навантаження [1, 2], у стерляді (*Acipenser ruthenus* L.) в Пониззі Дніпра [16]. Аналогічні порушення в клітинах крові виявлені у сазана (*Cyprinus carpio* L.), краснопірки (*Scardinius erythrophthalmus* L.), карася (*Carassius auratus* L.) при проведенні досліджень в лабораторних умовах [3, 19, 20].

При цьому необхідно враховувати, що для з'ясування ефектів комбінованих забруднень гідроекосистем та їх діагностика повинна проводитись в умовах реального часу за показовими та відносно простими в технічному виконанні методами і методиками оцінок фізіологічного стану організмів риб [4].

Методика проведення мікроядерного тесту еритроцитів крові риб. Метою даної методичної розробки є висвітлення експрес-методу оцінки еколого-токсикологічного стану водного об'єкту за допомогою мікроядерного (*MN*) тестування периферійної крові аборигенних видів риб [7]. Метод дає можливість оцінити цитогенетичний гомеостаз як на рівні окремого організму риб, так і на рівні популяції, що є індикатором стресу та відображує наявність дії мутагенних факторів у гідроекосистемі в режимі реального часу.

Застосування даної методики передбачає проведення біоіндикаційних досліджень у два етапи – польовий і лабораторний. У польових умовах здійснюється відбір гематологічного матеріалу, формування «кров'яних» препаратів і їх первинна обробка, в лабораторних умовах – фарбування препаратів, подальше їх опрацювання, аналіз та оцінка.

Польовий етап передбачає здійснення наступних послідовних операцій:

1. Взяття крові риб – здійснюється за допомогою ін'єкційного шприцу з серця, або з підшкірної хвостової артерії. При заборі крові з серця місце між грудними плавцями з боку черевця обробляють 70% спиртом для видалення слизу, що містить фермент тромбокіназу, оброблене місце просушують серветкою. Голку шприцу вводять у напрямку голови з боку черевця по сагітальній лінії між грудними плавцями під кутом 45º до фронтальної площини. При заборі крові з підшкірної артерії у молоді риб пункцію проводять у точці перетину бічної лінії та перпендикулярної до неї лінії, що йде від анального отвору, у риб старших вікових груп – у точці перетину бічної лінії та перпендикулярної до неї лінії, що йде від заднього краю анального плавця.

За певних обставин допускається відбір крові з хвостової артерії при відрізанні хвостового плавця риби ножем або скальпелем. Перед цим необхідно зрізати спинний і анальний плавці, видалити луску і слиз, протерти шкіру спиртом. Потім відсікають хвостове стебло по медіальній лінії позаду анального плавника і збирають кров за допомогою пастерівської піпетки.

При взятті крові не можна тиснути на м'язи тіла риби, аби уникнути потрапляння тканинної рідини, що може вплинути на результати досліджень.

2. Формування «кров'яного» препарату – здійснюється шляхом нанесення невеличкої краплі взятої від риби крові на предметне скло на відстані 1-1,5 см від його кінця, після чого великим і вказівним пальцями правої руки беруть за ребро шліфоване скло, встановлюють його до поверхні предметного скла під кутом 30-45° і акуратно підводять тильним боком до краплі крові, в результаті чого вона розтікається. Потім ковзним рухом

шліфованого скла вперед кров рівномірно розподіляють у вигляді мазка по предметному склу. Правильно приготовлений мазок має бути рівномірним, поступово сходити нанівець, не мати розривів.

3. Первинна обробка «кров'яних» препаратів передбачає, в першу чергу, підсушування готових мазків на повітрі до зникнення вологого блиску, після чого їх фіксують у стаканчиках із 96° етиловим спиртом протягом 5-10 хв. По закінченню фіксації препарати виймають зі спирту пінцетом, розміщують вертикально на фільтрувальний папір та очікують випаровування спирту. Можливий варіант фіксації, при якому спирт наносять за допомогою піпетки на поверхню підсушених і розташованих горизонтально мазків.

Лабораторна обробка отриманих у польових умовах «кров'яних» препаратів передбачає проведення наступних послідовних операцій:

1. Фарбування мазків – проводять у два цикли. Спочатку препарати фарбують розчином метиленового синього з дистильованою водою (1:5), для чого їх розміщують у чашках Петрі з фарбою на 10-15 хв. Після закінчення фіксації препарати виймають із фарби пінцетом, промивають у дистильованій воді та чекають їх повного висихання на повітрі. Подалі препарати фарбують азур-еозином за Романовським (з додаванням буферу) у розрахунку 10-12 крапель фарби на 10 мл дистильованої води, розміщуючи їх у чашках Петрі з фарбою на 15-20 хв. Після закінчення фіксації препарати виймають із фарби пінцетом, промивають у дистильованій воді та чекають їх повного висихання на повітрі.

Можливий варіант фіксації, при якому фарби наносять за допомогою піпетки на поверхню підсушених і розташованих горизонтально мазків.

2. Аналіз «кров'яних» препаратів – виготовлені мазки розглядають під мікроскопом спочатку при малому, потім при великому збільшенні. Проглядаючи і підраховуючи близько 1000 еритроцитів, проводять типізацію їх мікроядер за схемою, яка відображена на рисунку.

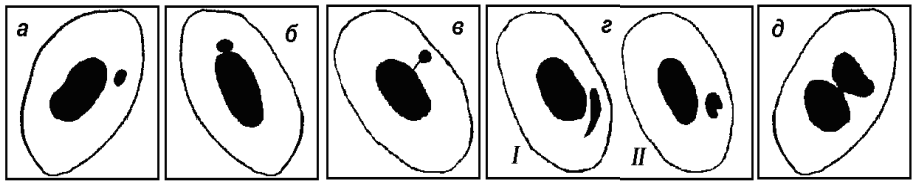

Рис. Типи мікроядер еритроцитів крові риб:
а – мікроядра «стандартного» виду; б – «прикріплені»; в – «з'єднані ниткою хроматину» з ядром; г-I – несформований ядерний матеріал у вигляді паличок; г-II – несформований ядерний матеріал у вигляді клубків; д – округлі утворення ядерного матеріалу достатньо великих розмірів (двоядерність)

Якщо за певних обставин неможливо провести аналіз 1000 еритроцитів, результати виражають за допомого мікроядерного індексу, як відношення кількості клітин з ядерними порушеннями до загальної кількості проаналізованих клітин. Для обліку ядерних порушень вибірок різних видів риб зручно користуватись зведеною таблицею (табл. 1). Кінцеві результати підрахунків виражають в проміле (‰) для окремої вікової категорії та виду риб із зазначенням середньоквадратичної похибки.

Таблиця 1. **Зведена таблиця обліку ядерних порушень еритроцитів крові риб (зразок)**

Вид риб	Стать та вік особин	Кількість проаналізованих клітин	Кількість клітин з порушеннями				Частота порушень, ‰		
			мікроядра	два ядра	інші	Всього	на особину	на вікову групу	на вид
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	♂ / 0+	N_1	X_1	Y_1	Z_1	$\sum_1$	$M_1 = (\sum_1 *1000)/N_1$	$\overline{M}\pm m$	$\overline{M}\pm m$
	♀ / 2+	N_2	X_2	Y_2	Z_2	$\sum_2$	$M_2 = (\sum_2 *1000)/N_2$		
	…	...	...	...	...	...	...	$\overline{M}\pm m$	
	…	...	...	...	...	...	...		
	…	...	...	...	...	...	...	$\overline{M}\pm m$	
	…	...	...	...	...	...	...		
	…	...	...	...	...	...	...		
	…	...	...	...	...	...	...	$\overline{M}\pm m$	
	♂ / 4+	N_n	X_n	Y_n	Z_n	$\sum_n$	$M_n = (\sum_n *1000)/N_n$		
		$\sum(N_1-N_n)$	$\sum(X_1-X_n)$	$\sum(Y_1-Y_n)$	$\sum(Z_1-Z_n)$	$\sum(\sum_1-\sum_n)$			

3. Оцінка отриманих даних – передбачає проведення діагностики здоров'я досліджуваного водного об'єкту за допомогою інтегральної шкали (табл. 2), яку було розроблено спираючись на факторні статистичні залежності критеріїв якості поверхневих вод річок Поліської зони України із частотою ядерних порушень еритроцитів крові риб. Дана шкала передбачає можливість якісної інтегральної оцінки річкових гідроекосистем за групою цитогенетичних порушень найбільш масових видів риб, які формуються внаслідок комбінованих ефектів автохтонного та алохтонного забруднення водного середовища.

Серед переваг «Методу інтегрованої діагностики стану річкових гідроекосистем за цитогенетичним гомеостазом аборигенних видів риб» слід виділити наступні позиції:

- локальність, тобто врахування фонових концентрацій забруднюючих речовин без необхідності їх вимірювань;

Таблиця 2. **Інтегральна шкала діагностики екологічного стану річкових гідроекосистем за цитогенетичними порушеннями еритроцитів крові аборигенних видів риб**

Частота ядерних порушень еритроцитів крові аборигенних видів риб, ‰						Якісна характеристика цитогенетичного гомеостазу організму	Група цитогенетичних ушкоджень	Інтегральний стан «здоров'я» гідроекосистеми
верховодка (*Alburnus alburnus* L.)	плітка (*Rutilus rutilus* L.)	красноперка (*Scardinius erythrophthalmus* L.)	окунь (*Perca fluviatilis* L.)	сріблястий карась (*Carassius gibelio* Bloch)	лящ (*Abramis brama* L.)			
≤1	≤1,5	≤1	≤1,5	≤0,5	≤1,5	Непорушений	I	**Сприятливе** (відсутність прояву комбінованих ефектів забруднень)
1,1–2,0	1,6-3,5	1,1–2,5	1,6–3,0	0,6-1,5	1,5–2,0	Умовно непорушений	II	
2,1-3,5	3,6-5,0	2,5–3,5	3,1–4,5	1,6–2,0	2,1–3,5	Початкові порушення	III	**Насторожуюче** (помітний прояв комбінованих ефектів забруднень)
3,6-4,5	5,0-6,5	3,6-4,5	4,6–6,0	2,0-2,5	3,6–5,0	Середні порушення	IV	**Загрозливе** (значний прояв комбінованих ефектів забруднень)
≥4,6	≥6,6	≥4,5	≥6,0	≥2,6	≥5,1	Помітні порушення	V	**Критичне** (максимальний прояв комбінованих ефектів забруднень)

- оцінка впливу не ізольованих шкідливих чинників, а реально існуючих у водному середовищі комплексу речовин;
- врахування віддалених наслідків впливу забруднення на рибні ресурси та гідроекосистему;
- можливість визначення верхньої та нижньої межі діючих факторів;
- можливість уточнення якісних характеристик цитогенетичного гомеостазу риб у міру накопичення нових даних про адаптації їх організмів до шкідливих впливів;
- можливість і зручність проведення порівняльних оцінок різних досліджуваних гідроекосистем.

Висновки. Результатом використання пропонованого методу є можливість отримання інтегральної відповіді про еколого-токсикологічний стан водойм за показниками частоти зустрічі мікроядер та несформованого ядерного матеріалу в еритроцитах периферійної крові риб. Метод дає високу точність визначення рівня антропогенного впливу на представни-

ків іхтіофауни та оперативність заключення про екологічний стан гідроекосистеми. Технічний результат досягається тим, що визначення частоти зустрічі ядерних порушень в еритроцитах проводиться для різновікових груп найбільш масових аборигенних видів риб дослідних водойм. Перевагою пропонованого методу є спрощення процедури біомоніторингу та можливість його проведення як початківцями, так і досвідченими експертами.

МЕТОД ИНТЕГРИРОВАННОЙ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ГИДРОЭКОСИСТЕМ ЗА ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИМ ГОМЕОСТАЗОМ АБОРИГЕННЫХ ВИДОВ РЫБ

[1]***Пилипенко Ю.В.*** *– д. с.-х. наук, проф.,*
[2]***Клименко М.А.*** *– д. с.-х. наук, проф.,*
[2]***Бедункова О.А.*** *– канд. с.-х. наук, доцент,*
[1]*Херсонський государственный аграрный университет, Украина,*
pilipenko_yurii@ukr.net
[2]*Национальный университет водных ресурсов и природопользования,*
г. Ровно, Украина

Представлен экспресс-метод диагностики эколого-токсикологического состояния водного объекта при помощи микроядерного (*MN*) тестирования периферийной крови (по частоте ядерных нарушений эритроцитов) аборигенных видов рыб, который предусматривает проведение полевого (отбор гематологического материала, формирование и первичная обработка «кровяных» препаратов) и лабораторного (покраска препаратов, их обработка, анализ и оценка) этапов исследований. Метод дает высокую точность и оперативность определения уровня антропогенного влияния на представителей ихтиофауны, предусматривает проведение диагностики состояния водного объекта при помощи интегральной 5-бальной шкалы.

Ключевые слова: гидроэкосистема, биомониторинг, аборигенные виды рыб, кровь, микроядерное тестирование, диагностика, интегральная шкала.

INTEGRATED METHOD OF HYDROECOSYSTEM ASSESSMENT BASED ON CYTOGENETIC HOMEOSTASIS OF NATIVE FISH SPECIES

Pylypenko Yu.V., Klymenko M.O., Biedunkova O.O.

The authors present a rapid method for assessing the ecological and toxicological state of water bodies basing on the results of micronucleus (*MN*) test of peripheral blood (the frequency of nuclear violations in red blood cells) in native fish species which includes field (haematological material selection, formation and primary processing of

"blood" solutions) and laboratory (colouring of solutions, their processing, analysis and evaluation) research stages. The method provides high accuracy and efficient response regarding the level of human impact on fish fauna representatives; it anticipates assessment of the water body according to an integrated 5-point scale.

Keywords: hydroecosystem, biomonitoring, native fish species, blood, micronucleus test, assessment, integrated scale.

ЛІТЕРАТУРА

13. Бєдункова О.О. Гомеостаз риб як інструмент оцінки критичних навантажень на гідроекосистему малої річки. / О.О. Бєдункова // Гідробіолог. журнал. – Т. 52, №3. – 2016. – С. 26-34.
14. Бєдункова О.О. Стабільність розвитку та цитогенетичний гомеостаз іхтіопопуляцій річки Случ у сучасних умовах антропогенного навантаження / О.О. Бєдункова // Рибогосподарська наука України. – Вип. № 1 (31). – К., 2015. – С. 56-70.
15. Влияние загрязнения водной среды ионами Pb2+, Cd2+ и нефтью на накопление генетически индуцированных повреждений рыб / Габибов М.М., Абдуллаева Н.М., Ортабаева Л.М. [и др.] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Т. 13, № 1(5). – 2011. – С. 1068-1070.
16. Горовая А.И. Мониторинговый контроль состояния экосистем на основе цитогенетических методов / А.И. Горовая, Т.В. Скворцова, А.В. Павличенко, С.М. Лисицкая // Збірник наукових статей «ІІІ-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю». – Вінниця, 2011. – Том. 1. – С. 314-317.
17. Клименко М.О. Моніторинг довкілля. / М.О. Клименко, Н.В. Кнорр, Ю.В. Пилипенко. – К: Кондор, 2010. – 286 с.
18. Клименко М.О. Огляд підходів до оцінювання «здоров'я» гідроекосистем за показниками гомеостазу риб / М.О. Клименко, Ю.В. Пилипенко, О.О. Бєдункова // Вісник Дніпропетр. університету. Біологія, екологія. – 24 (1). – 2016. – С. 61-71.
19. Клименко М.О. Спосіб експрес-оцінки стану гідроекосистем за MN-тестом периферійної крові риб / М.О. Клименко, Ю.В. Пилипенко, О.О. Бєдункова // Патент на корисну модель № 109166. UA.МПК (2016.01) G01N33/18. – Бюл. № 15. – 2016.
20. Крысанов Е.Ю. Анеуплоидия и хромосомный мозаицизм у рыб. // Автореф. … канд. биол. наук: Институт эволюционной морфологии и экологии им. А.Н. Северова. / Е.Ю. Крысанов. – М., 1987. – 20 с.
21. Кудерский Л.А. Последствия хозяйственной деятельности на внутренних водоемах / Л.А. Кудерский // Материалы 38 Пленума Ихтиологической комиссии. – М., 1990. – С. 52–79.

22. Кудерский Л.А. Рыбы как биологические индикаторы состояния водной среды / / Л.А. Кудерский / Методы ихтиологических исследований: Тез. докл. І-го Всес. симпозиума по метода ихтиолог. исследованй – Л., 1987. – С. 71-73.
23. Лугаськова Н.В. Видовая специфика цитогенетической стабильности рыб в условиях эвтрофного водоема. / Н.В. Лугаськова. – М. : Экология. – 2003. – № 3. – С. 235-240.
24. Микряков Д.В. Влияние некоторых экологических факторов на содержание антигенреагирующих лимфоцитов в организме карпа Cyprinus carpio / Д.В. Микряков, В.Р. Микряков, В.М. Степанова //Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов: расширенные материалы IV Международной конференции. – Ярославль: Филигрань, 2015. – С. 202-209.
25. Моисеенко Т.И. Морфофизиологические перестройки организма рыб под влиянием загрязнения (в свете теории С.С. Шварца) / Т.И. Моисеенко // Экология, 2000. – № 6. – С. 463-472.
26. Моисеенко Т.И. Зональные особенности закисления вод / Т.И. Моисеенко, Н.А. Гашкина // Водные ресурсы. – 2011. – Т. 38, № 1. – С. 1-17.
27. Пилипенко Ю.В. Екологія малих водосховищ Степу України: Монографія / Ю.В. Пилипенко. – Херсон: Олди-плюс, 2007. – 303 с.
28. Пилипенко Ю. Сравнительный анализ цитогенетического гомеостаза годовиков стерляди (Acipenser ruthenus) разного происхождения / Ю.Пилипенко, Н. Клименко, О. Бедункова, В. Плугатарьов // Международ. научно-практ. конференция «Аквакультура осетровых: современные тенденции и перспективы». – Херсон: Гринь Д.С., 2016. – С. 137-144.
29. Смагин А.И. Цитогенетическое исследование рыб из водохранилища вблизи размещения отходов ПО «МАЯК» / А.И. Смагин, Н.В. Лугаськова, Т.Б. Меньших // Проблемы радиоэкологии. – Вып. 7. – Екатеринбург. – 2005. – С. 97 – 118.
30. Albalat A., Potrykus J., Pempkowiak J., Porte C. Assessment of organotin pollution along the Polish coast (Baltic Sea) by using mussels and fish as sentinel organisms // Chemosphere. – 47. – 2002. – Pg. 165-171.
31. Arhipchuk V.V., Garanko N.N. Using the nucleolar biomarker and the micronucleus test on in vivo fish fin cells. // Ecotoxicol. Environ. Saf. – 62(1). – 2015. – Pg. 42-52.
32. Cavas T. In vivo genotoxicity evaluation of atrazine and atrazine-based herbicide on fish Carassius auratus using the micronucleus test and the comet assay // Food Chem. Toxicol. – 49. – 2011. – Pg. 1431-1435.
33. Dórea J.G. Persistent, bioaccumulative and toxic substances in fish: Human health considerations // Sci. Total Environ. – 400. – 2008. – Pg. 93-114.

34. Garmendia M., Borja Á., Franco J., Revilla M. Phytoplankton composition indicators for the assessment of eutrophication in marine waters: Present state and challenges within the European directives // Mar. Pollut. Bull. – 66. – 2013. – Pg. 7-16.
35. Gutiérrez J.M., Villar S., Plavan A.A. Micronucleus test in fishes as indicators of environmental quality in subestuaries of the Río de la Plata (Uruguay) // Mar. Pollut. Bull. – 91. – 2015. – Pg. 518-523.
36. Halsband C., Kurihara H., Potential acidification impacts on zooplankton in CCS leakage scenarios //Mar. Pollut. Bull. – 73. – 2013. – Pg. 495-503.
37. He M., Luo X., Chen M., Sun Y., Chen S., Mai B. Bioaccumulation of polybrominated diphenyl ethers and decabromodiphenyl ethane in fish from a river system in a highly industrialized area, South China. // Sci. Total Environ. – 419. – 2012. – Pg. 109-115.
38. Jayaprakash M., Kumar R. S., Giridharan L., Sujitha S.B., Sarkar S.K., Jonathan M.P. Bioaccumulation of metals in fish species from water and sediments in macrotidal Ennore creek, Chennai, SE coast of India: A metropolitan city effect // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 120. – 2015. – Pg. 243-255.
39. Karadžić V., Subakov-Simić G., Krizmanić J., Natić D. Phytoplankton and eutrophication development in the water supply reservoirs. //Garaši and Bukulja (Serbia). Desalination. – 255. – 2010. – Pg. 91-96.
40. Ledebur M., Schmid W. The micronucleus test methodological aspects Mutation Research // Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis. – 19. – 1973. – Pg. 109-117.
41. Nunes E.A., Lemos C.T., Gavronski L., Moreira T.N., Oliveira N.C.D., Silva J. Genotoxic assessment on river water using different biological systems // Chemosphere. – 84. – 2011. – Pg. 47-53.
42. Torres L., Nilsen E., Grove R., Patiño R. Health status of Largescale Sucker (Catostomus macrocheilus) collected along an organic contaminant gradient in the lower Columbia River, Oregon and Washington, USA // Sci. Total Environ. – 484. – 2014. – Pg. 353-364.

УДК 595.384:575.17

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИК ОТБОРА БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБ И ВЫДЕЛЕНИЯ ДНК У ДЛИННОПАЛОГО РАКА (ASTACUS LEPTODACTYLUS ESCH.) ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

[1]***Слуквин А.М.*** *– к. б. н.,*
[1]***Сасинович М.А.,***
[2]***Алехнович А.В.*** *– к. б. н.,*
[1]*ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»,*
[2]*ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам»*

По результатам анализа литературных источников и проведенных научно-исследовательских работ разработана методика прижизненного отбора биологических проб у длиннопалого рака (*Astacus leptodactylus* Esch.) для осуществления генетических исследований. Разработанная методика предусматривает наименее травматическое получение биологического материала путем удаления у трехлетков раков части пятой ходильной ноги (переоподы Y). Экспериментальным путем было установлено, что величина удаленного участка длиной 30 мм достаточна для получения необходимое количество мышечной ткани с целью выделения качественной ДНК (с двойным повтором) и не представляет опасности для жизни раков. Усовершенствована методика фенол-хлороформного выделения ДНК из биологических образцов десятиногих раков, предложен протокол проведения исследований.

Ключевые слова: длиннопалый рак, методики, биологические образцы, выделение ДНК.

Постановка проблемы. В мире год от года растет спрос на морских и пресноводных ракообразных, как деликатесного продукта питания и это закономерно. Раки являются ценными пищевыми объектами, которые по калорийности (72 ккал/100 г), содержанию жиров (2,83%), протеина (17,13%), витаминов группы В, содержанию кальция, не уступают пресноводным рыбам [12]. С точки зрения экологии, раки являются природными санитарами водоёмов, поедающими органику растительного и животного происхождения. Общеизвестный факт – чем больше раков в водоёме, тем чище считается вода. Раки всегда используются как тест–объекты в экологических исследованиях водных объектов различного типа [10].

По данным ФАО за последние десять лет (1995-2015) объем вылова и производства пресноводных ракообразных в мире возрос почти в 3 раза

и составил более 6,9 млн. тонн [13]. Успешному развитию промысла и производства раков способствуют высокие цены на ракообразных (в Финляндии до 6 евро за одного благородного рака, в Беларуси до 15 долларов за 1 кг длиннопалого рака), большая востребованность этого деликатесного продукта на внутреннем и внешнем рынках. Привлекательность данного направления связана и с безотходной технологией производства продукции ракообразных, которая обусловлена наличием в карапаксах раков хитина, меланина и хитозана, нашедших свое широкое применение от медицины (БАД-Тяньши, радиопротекторы), продуктов питания (рачьи шейки, соусы) и до сельского хозяйства (защитная обработка семян растений) [12, 15–17].

Анализ последних публикаций. Согласно литературным источникам, БССР занимала одно из первых мест в Советском Союзе по промыслу раков. Так, к 1940 г. промысловый вылов раков из естественных водоемов превышал 40 тонн [4]. После войны улов раков сильно сократился, и в 1950 г. было добыто только 17,6 тонн. В дальнейшем, уловы раков стали снижаться и в настоящее время раки в водоемах страны малочисленны, промысловый лов, практически, не ведется, а широкопалый рак с 1981 г. был даже занесен в Красную книгу Беларуси. В этой связи существует настоятельная необходимость для проведения генетических исследований в популяциях раков, с дальнейшим выделением наиболее гетерогенных, которые будут служить маточными стадами для зарачивания перспективных водоемов и увеличения промысловых запасов длиннопалого рака в водоемах Беларуси. Помимо этого, необходимо уточнить видовой статус длиннопалого рака (*Astacus leptodactylus* Esch.) в водоемах Республики Беларусь, который в ряде научных публикаций представлен комплексом видов [2, 10, 5–7, 9, 14, 18, 21, 24].

Постановка задания и методика исследования. С 2016 года Государственное научное учреждение «Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси» совместно с ГНПО «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам» начаты научно-исследовательские работы на тему «Изучение генетического разнообразия водных и околоводных беспозвоночных» (Государственная программа научных исследований «Биотехнологии» 2016-2020 гг., подпрограмма 2 «Структурная и функциональная Геномика»). В рамках выполняемого проекта, впервые в Беларуси проводится изучение генетического разнообразия у длиннопалого рака (*Astacus leptodactylus* Esch.), обитающего водоемах Брестской и Гомельской областей.

Основными задачами первого этапа выполнения НИР являлись:

– поиск и анализ современных методов отбора биологического материала у десятиногих раков и подбор экономически оправданных методик выделения ДНК;

– апробация эффективных и ресурсосберегающих методов и методик отбора биологического материала и выделения ДНК для изучения генетического полиморфизма у длиннопалых раков;
– создание банка биологических образцов и банка ДНК длиннопалого рака для их передачи в Республиканский банк ДНК животных микроорганизмов и растений.

Методика отбора биологического материала у десятиногих раков для генетических исследований имеет свою специфику.

По данным многих исследователей лучшим временем для отлова раков и сбора биологических проб является период спаривания, когда самки и самцы концентрируются на небольших, локальных участках водоемов, где их легко можно отловить [1, 11, 19, 20, 22, 23, 25–27]. Так как в этот период в большинстве стран существует запрет на вылов раков, то для научных целей необходимо брать разрешение на их отлов в органах охраны природы.

Поиск и анализ литературы по методикам отбора биологических проб для генетических исследований у десятиногих раков показали, что при проведении научных исследований редко используют методики декапитации животных, а в основном применяют способы прижизненного отбора биологического материала после изъятия раков из водоемов. Методики умерщвления животных, как правило, предусматривают отбор биологических образцов у целого организма раков разного возраста [1].

Для прижизненного отбора биологического материала используют, преимущественно, взрослых особей (трехлетков раков) и пробы отбирают из следующих органов и частей тела: гонады, первая пара ходильных ног (клешня или переопода I); пятая пара ходильных ног (переоподы Y); антенны (усики), плавательные конечности (плеоподы или брюшные ноги) [11, 19, 20, 22, 23, 25–27]. При этом способе, раков в живом виде, возвращают в водоем, из которого они были выловлены.

Результаты исследований. В результате проведенных исследований был выбран и усовершенствован прижизненный метод забора биологического материала, который осуществляется с отловленными раками непосредственно на воде или на берегу водоема. Он предусматривает наименее травматическое получение биологического материала путем удаления с помощью простерилизованных ножниц у трехлетков раков части (до 30 мм) пятой ходильной ноги (переоподы Y). Все манипуляции с раками при отборе биологических проб выполняются в резиновых перчатках на руках и марлевых повязках на лице.

Экспериментальным путем было установлено, что величина удаленного участка пятой ходильной ноги у рака длиной 30 мм вполне достаточна, чтобы с двойным повтором получить необходимое количество мышечной

ткани для выделения качественной ДНК. При этом, как показала практика, данная процедура отбора биологических проб не представляет опасности для жизни животных.

При необходимости, у раков изучают морфометрические показатели, плодовитость (у самок), а также проводят диагностику на инфекционные и паразитарные заболевания. Пойманные раки, после обора проб, замеров, взвешивания, клинического осмотра, возвращаются в водоем. Было установлено, что восстановление удаленных участков пятой ходильной ноги у раков происходит за счет регенерации уже в течение очередной линьки.

Отобранные биологические пробы с помощью стерильного пинцета помещают в небольшие по объему (на 1,5 мл) пробирки типа Эппендорф и заливают 75% этанолом. Каждую пробирку подписывают водостойким маркером, с указанием номера пробы. В полевом журнале под номером пробы отмечают названия водоема, ориентировочный возраст животного, пол особи, дату отбора проб. Пробирки с пробами помещают в штативах и размещают в термоконтейнерах. Следует отметить, что такой способ позволяет компактно размещать большое число биологического материала как в переносных (при выполнении экспедиционных работ), так и в стационарных холодильных установках, обеспечивая температуру хранения – 200С. В лаборатории подписи на пробирках дублируются в рабочем журнале с указанием исследователя, отобравшего пробы.

Далее работы с биологическим материалом выполняются в лабораторных условиях. Перед работой инструменты (ножницы, пинцеты, скальпели, препаровальные иглы) стерилизуются путем обжигания над пламенем спиртовки. Пинцетом из пробирки с фиксатором извлекается часть пятой ноги (до 30 мм) и при помощи ножниц отбирается первый образец размером 5-10 мм для дальнейшей работы по извлечению мышечной ткани. Оставшуюся часть ноги либо помещаем обратно в пробирку и сохраняют в коллекции, либо отбирают еще один образец (5-10 мм) для повторного выделения ДНК. Часть пробы, как правило, используется для передачи биологического материала раков в Республиканский банк ДНК, созданный на базе ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси». Для извлечения мышцы из образца, с помощью ножниц разрезают хитиновую поверхность панциря, пинцетом и препаровальной иглой выделяют мышечный материал, который помещают в новую пробирку Эппендорф, заливают буфером и ставят на лизис. После проведенных манипуляций инструментарий протирают спиртом для подготовки и обработки следующей пробы к выделению ДНК.

Весьма важным положением является выбор оптимальной методики выделения ДНК из биологических образцов десятиногих раков. В этой связи, был проведен анализ специальной литературы по методам выделе-

ния ДНК у раков, который показал, что, как и при работе с другими животными, они должны соответствовать следующим основным требованиям [3, 8]: лизис биологического материала, селективная экстракция (сорбция), концентрирование из больших объемов, отделение ингибирующих ПЦР компонентов, разделение ДНК и РНК, высокий процент выхода, возможность калибровки и положительного контроля, отсутствие контаминации, малые временные затраты, возможность автоматизации.

Методы выделения нуклеиновых кислот по основным физическим и биохимическим признакам разделяют на два класса – жидкофазные и твердофазные [3, 8]. При этом, нами был выбран менее затратный – классический жидкофазный метод выделения ДНК, описанный в многочисленных работах зарубежных исследователей [11, 19, 20, 22, 23, 25–27]. Применяя данный метод, выделенную у раков ДНК можно длительное время хранить в банке ДНК, с возможностью ее использования при проведении других исследований по генетике раков. Следует отметить, что наиболее приближенная к нашим условиям по оборудованию и реактивам оказалась методика выделения ДНК, которую используют польские коллеги [26, 27], представленная по протоколу тремя последовательными этапами. Краткое описание манипуляций по каждому из этапов представлено ниже.

На *I этапе* проводятся следующие манипуляции:

- стерильным скальпелем или ножницами выделяется фрагмент мышечной ткани размером приблизительно 5-8 мм2 и помещается в 1,5 мл пробирку Эппендорф;
- добавляется 400 мкл лизирующего буфера и, непосредственно перед лизисом, добавляется 5 мкл протеиназы К (10 мг/мл), с последующим перемешиванием;
- проводят инкубирование на протяжении ночи при температуре 45°С.

II этап предусматривает проведение следующих манипуляций:

- добавляется 500 мкл смеси фенол/хлороформ/изоамиловый спирт (25:24:1) и тщательно перемешивается на протяжении 5 минут;
- проводят центрифугирование при 12000 об/мин на протяжении 10 минут;
- аккуратно переносят верхнюю водную фазу (не задевая интерфазу) в стерильную микроцентрифужную пробирку;
- проводят повторные операции по предыдущим пунктам II этапа до тех пор, пока интерфаза не станет чистой;
- переносят верхнюю водную фазу в новую пробирку, добавляют 500 мкл хлороформа, перемешивают 5 минут, центрифугируют при 12000 об/мин на протяжении 6 минут;
- переносят верхнюю водную фазу в пробирку и добавляют 1 мл холодного 96% этанола;

- пробирку после перемешивания помещают в холодильник (-20°С) как минимум на 30 минут, лучше на ночь.

На завершающем *III этапе* осуществляются следующие манипуляции:

- проводят центрифугирование при 12000 об/мин на протяжении 20 минут, с последующим аккуратным удалением спирта;
- добавляют 1 мл холодного 70% этанола, сбивают осадок покачиванием 50 раз, центрифугируют при 12000 об/мин на протяжении 10 минут, осторожно удаляют спирт;
- высушивают осадок при комнатной температуре на протяжении 30-60 мин;
- растворяют осадок ДНК в 100 мкл деионизированной воды.

Концентрацию и чистоту выделенной ДНК определяют на спектрофотометре типа NanoPhotometer P360 (Implen, Германия). Спектрофотометрический анализ степени загрязнения полученных препаратов ДНК белками проводят на основе соотношения коэффициентов поглощения A260/A280 (норма в диапазоне 1,8-2,0). В качестве примера, в таблице представлены показатели концентрации и чистоты выделенной ДНК длиннопалого рака, обитающего в озере Соминское (Брестская область, Республика Беларусь).

Таблица. **Концентрация и чистота выделенной ДНК из части биологических проб длиннопалого рака**
(оз. Соминское, Брестская область, Республика Беларусь)

Название образца	Соотношение коэффициентов поглощения A260/A280	Концентрация, нг/мкл
1	2,18	415
2	2,07	388
3	2,16	395
4	2,38	435

Как свидетельствуют представленные данные спектрометрии, есть необходимость в очистке ДНК от РНК. В этом случае, для снижения содержания РНК, используются РНК-азы, которые расщепляют РНК не повреждая ДНК [8].

Качество выделенной ДНК проверяют электрофоретически в 1% агарозном геле (рис.), для чего полученный раствор ДНК в количестве 4 мкл наносят на агарозный гель, содержащий бромистый этидий (0,5 мкг/мл).

На рассматриваемом примере установлено, что фракция фрагментов ДНК длиннопалого рака размером 10-20 тыс. пар оснований и более составляла бóльшую часть от общего количества выделенной ДНК, что свидетельствует о пригодности полученных образцов для дальнейшего анализа.

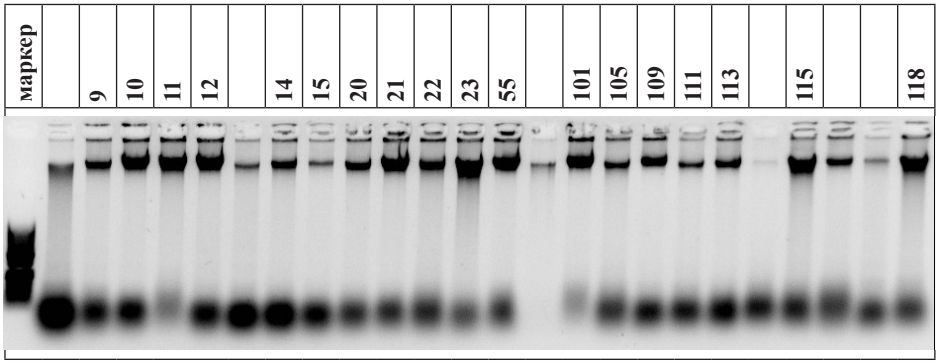

Рис. Электрофореграммы образцов ДНК длиннопалого рака
(Astacus leptodactylus Esch.*)*

Таким образом, проведенные научно-исследовательские работы позволили реализовать поставленные задачи по разработке и совершенствованию методик прижизненного отбора биологического материала и выделения ДНК ракообразных, которые могут быть рекомендованы к практическому применению.

Выводы и предложения. На основе анализа литературных данных и экспериментальным путем была разработана методика прижизненного отбора проб биологических материала у длиннопалого рака (*Astacus leptodactylus* Esch.) для проведения генетических исследований. Выбрана и усовершенствована более дешевая ресурсосберегающая фенол-хлороформная методика выделения ДНК у длиннопалого рака, позволяющая длительное время хранить и использовать ДНК для научных исследований. Разработанные методики могут быть использованы как при проведении соответствующих научно-исследовательских работ, так и в учебном процессе при подготовке специалистов в области генетики, гидробиологии, экологии, аквакультуры.

УДОСКОНАЛЕННЯЯ МЕТОДИК ВІДБОРУ БІОЛОГІЧНИХ ПРОБ І ВИДІЛЕННЯ ДНК У ДОВГОПАЛОГО РАКУ (*ASTACUS LEPTODACTYLUS* ESCH.) ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

[1]***Слуквин А.М.*** *– к. б. н.,*
[1]***Сасинович М.А.,***
[2]***Алехнович А.В.*** *– к. б. н.,*
[1]*ДНУ «Інститут генетики і цитології НАН Білорусії»,*
[2]*ДНВО «Науково-практичний центр НАН Білорусії по біоресурсам»*

За результатами аналізу літературних джерел і проведених науково-дослідних робіт розроблено методику прижиттєвого відбору біологічних проб у довгопалого раку (Astacus leptodactylus Esch.) для забезпечення генетичних досліджень. Розроблена методика передбачає найменш травматичне отримання біологічного матеріалу шляхом видалення у трьохліток раків частки п'ятої ходильної ноги (переоподи Y). Експериментальним шляхом було визначено, що величина видаленої частки довжиною 30 мм достатня для отримання необхідної кількості м'язової тканини з метою виділення якісної ДНК (з подвійним повтором) і не представляє загрози для життя раків. Удосконалено методику фенол-хлороформного виділення ДНК з біологічних зразків десятиногих раків, запропоновано протокол проведення досліджень.

Ключові слова: довгопалий рак, методики, біологічні зразки, виділення ДНК.

IMPROVEMENT OF METHODS FOR THE BIOLOGICAL SAMPLES' SELECTION AND DNA-EXTRACTION IN NARROW-CLAWED CRAYFISH (*ASTACUS LEPTODACTYLUS* ESCH.) FOR THE MOLECULAR-GENETIC RESEARCH

[1]***Slukvin A.M.*** *– Ph. D.,*
[1]***Sasinovich M.A.,***
[2]***Alekhnovich A.V.*** *– Ph. D.,*
[1]*Institute of Genetics and Cytology, National Academy of Sciences of Belarus,*
[2]*The Scientific and Practical Center for Bioresources,*
National Academy of Sciences of Belarus

Based on the analysis results of the literary sources, the techniques (methods) for intravital selection of biological samples (the plot of the fifth pair of walking legs (pereiopods Y) and phenol-chloroform DNA extraction in narrow-clawed crayfish (Astacus leptodactylus Esch.) have been chosen and improved to the molecular-genetic research.

Keywords: narrow-clawed crayfish, methods, biological samples, DNA extraction.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азизов А.П. Популяционно-генетическая характеристика длиннопалых раков Astacus leptodactylus (Eschscholtz,1823) Каспийского моря с применением RAPD техники / А.П. Азисов // Доклады НАНА. – 2014. – №1. – С. 1-7.
2. Алехнович А.В. Речные раки Беларуси в современных условиях. Распространение, динамика численности, продукционно-промысловый потенциал / А.В. Алехнович. – Минск, 2016. – 302 с.
3. Антонова О.С. Эффективные методы выделения нуклеиновых кислот для проведения анализов в молекулярной биологии / О.С. Антонова [и др.] // Научное приборостроение. – Т. 20. – 2010. – № 1. – С. 3-9.
4. Беляев В.И. Справочник по рыбоводству и рыболовству / В.И. Беляев. – Минск, 1986. – 224 с.
5. Биология и промысел речных раков в БССР // Труды белорусского отделения ВНИОРХ / под ред. А.Л. Штейнфельд. – Минск, 1957. – Т. 1. – С. 17-42.
6. Бирштейн Я.А. Пресноводные Decapoda СССР и их географическое распространение / Я. А. Бирштейн, Л. Г. Виноградов. – М.: Зоол. журнал. – Т. 13. – 1934. – С. 39-70.
7. Бродский С.Я. Фауна Украины – Высшие раки / С.Я. Бродский. – К.: Наукова думка, 1981. – 203 с.
8. Воронова Н.В. Видовая идентификация тлей – вредителей плодовых и ягодных культур методом молекулярной диагностики: метод. пособие / Н.В. Воронова, С.В. Буга, В.П. Курченко. – Минск: БГУ, 2011. – 30 с.
9. Кулеш В.Ф. Речные раки как ценнейший ресурсный компонент фауны Беларуси / В.Ф. Кулеш, А.В. Алехнович, Г.П. Прищепов // Природные ресурсы Беларуси. – 1998. – № 1. – С. 39-49.
10. Мицкевич О.И. Раколовство и раководство на водоемах Европейской части России / О.И. Мицкевич. – Санкт-Петербург, 2006. – 207 с.
11. Межжерин С.В. Особенности аллозимной изменчивости в популяциях длиннопалых раков (Pontastacus BOTT, 1950) в пределах Украины / С.В. Межжерин, Е.И. Жалай, В.С. Костюк // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія. – 2012. – № 32. – С. 140–144.
12. Слуквин А.М. Разработка биотехнологии воспроизводства и получения посадочного материала длиннопалого рака (Astacus leptodactylus Esch.) в условиях рыбоводных предприятий Брестской области / А.М. Слуквин, В.В. Ус. – Минск: Беларус. навука, 2011. – С. 195-242.
13. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры 2016. Вклад в обеспечение всеобщей продовольственной безопасности и питания [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://old.belal.by/elib/fao/791.pdf. Дата доступа: 05.12.2016.

14. Старобогатов Я.М. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / Я.М. Старобогатов. – СПб, 1990. – С. 177-183.
15. Утеушев Р.Р. Разработка технологии комплексной переработки панцирьсодержащего сырья из ракообразных Волго-Каспийского региона: дисс. кандидата технических наук / Р.Р. Утеушев. – Москва, 2006. – 24 с.
16. Утеушев Р.Р. Хитин из панцирьсодержащих отходов речных раков Волго-Каспийского региона / Р.Р. Утеушев, М.Д. Мукатова. – М.: Рыбная промышленность. – № 1. – 2006. – С. 16-18.
17. Франченко Е.С. Получение хитозана из панциря речных раков / Е.С. Франченко [и др.]. – М.: Известия ВУЗов. – №5-6. – 2005.
18. Цукерзис Я.М. Речные раки / Я.М. Цукерзис. – Вильнюс, 1989. – 142 с.
19. Alaranta A. Genetic differences among noble crayfish (Astacus astacus) stocks in Finland, Sweden and Estonia based on the its1 region / A. Alaranta [et al.] // Bull. Fr. Pêche Piscic. – 2006. – P. 965-976.
20. Edsman L. Genetic differentiation between noble crayfish, Astacus astacus (L.), populations detected by microsatellite length variation in the RDNA its1 region / L. Edsman // Bull. Fr. Pêche Piscic. – 2002. – №367. – P. 691-706.
21. Holdich D.M. Background and functional morphology / D.M. Holdich. – Oxford, 2002. – P. 3-29.
22. Kalayci G. Molecular Identification of Astacus leptodactylus and Austropotamobius torrentium Using mtDNA-RFLP Method / G. Kalayci, S. Akhan // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 2016. – Vol. 16. – P. 789-795.
23. Khoshkholgh M. Genetic variation in the narrow-clawed crayfish (Astacus leptodactylus) populations as assessed by PCR-RFLP of mitochondrial COI gene / M. Khoshkholgh, S. Nazari // Molecular Biology Research Communications. – 2015. – P. 225-237.
24. Longshaw M. Biology and Ecology of Crayfish / M. Longshaw, P. Stebbing. – Florida: CRC Press, 2016. – 375 p.
25. Maguire I. Two distinct evolutionary lineages of the Astacus leptodactylus species-complex (Decapoda: Astacidae) inferred by phylogenetic analyses / I. Maguire [et al.] // CSIRO PUBLISHING. Invertebrate Systematics. – 2014. – № 28. – P. 117–123.
26. Skuza L. Molecular characterization of the noble crayfish (Astacus astacus L.) population from Pomeranian lakes (north-western Poland) based on mitochondrial DNA / L. Skuza // Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems. – 2016. – №13. – 417 p.
27. Soroka M. Application of mitochondrial DNA in the identification of diverse crayfish species / M. Soroka // Polish journal of natural sciences. – 2008. – Vol 23(3). – P. 624–634.

ВОДНІ БІОРЕСУРСИ ТА АКВАКУЛЬТУРА

Водные биоресурсы и аквакультура

Water bioresources and aquaculture

Науковий журнал

2/2017

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

Формат 70x100/16. Гарнітура Times New Roman.
Папір офсетний. Цифровий друк. Обл.-вид. арк. 12,09. Ум.-друк. арк. 10,93.
Підписано до друку 30.10.2017. 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.