

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

ВОДНІ БІОРЕСУРСИ ТА АКВАКУЛЬТУРА

Водные биоресурсы и аквакультура

Water bioresources and aquaculture

Науковий

журнал

1 / 2018

Херсон / 2018

Рекомендовано до друку та поширення через мережу Internet
Вченою радою ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»,
(протокол № 3 від 05.11.2018 року).

Головний редактор – Пічура В.І. – доктор сільськогосподарських наук, доцент.
Заступник головного редактора – Демченко В.О., доктор біологічних наук.
Відповідальний редактор – Корнієнко В.О. – кандидат сільськогосподарських наук,
доцент.
Відповідальний секретар – Дюдяєва О.А. – старший викладач.

Члени редакційної колегії:

Аверчев О.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор;
Агесц 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;
Берегова Г.Д. – доктор філософських 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;
Демченко В.О. – доктор біологічних наук;
Зубков О. – доктор-хабілітат біологічних наук, професор (Республіка Молдова);
Ізергін Л.В. – кандидат біологічних наук;
Клименко О.М. – доктор сільськогосподарських наук, професор;
Костоусов В.Г. – кандидат біологічних наук (Республіка Білорусь);
Кутіщев П.С. – кандидат біологічних наук, доцент;
Наконечний І.В. – доктор біологічних наук, професор;
Осадовський З. – доктор біологічних наук, професор (Республіка Польща);
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 (Латвія).

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

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

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

ЗМІСТ

АКВАКУЛЬТУРА	6
<i>Запрянова Д., Атанасов А., Ніколов Г., Койнарські Т.</i> Порівняльне дослідження деяких біохімічних параметрів трьох видів риб родини лососевих у Болгарії.....	6
<i>Козій О.М., Шерман І.М.</i> Гістоморфологічна характеристика стадій зрілості ікри стерляді (<i>Acipenser ruthenus</i>) в умовах замкненого водопостачання.....	14
<i>Корнієнко В.О., Плугатарьов В.А., Мошнягул К.І.</i> Визначення оптимальної щільності посадки мальків стерляді (<i>Acipenser ruthenus</i>) при формуванні ремонтно-маточних стад.....	24
ВОДНІ БІОРЕСУРСИ	34
<i>Сасінович М.О., Слуквін О.М., Алехнович А.В.</i> Генетичний поліморфізм довгопалого раку (<i>Astacus leptodactylus</i> Esch.) в озерах Білоруського Полісся.....	34
<i>Маренков О.М., Зінченко А.А.</i> Науково-біологічне обґрунтування встановлення лімітів вилову риби в Запорізькому (Дніпровському) водосховищі на 2019 рік.....	47
<i>Соборова О.М.</i> Актуальні аспекти евтрофікації вод Одеської затоки.....	59
ПРОМИСЕЛ	69
<i>Дворецький А.І., Катан Л.І., Байдак Л.А., Добровольська О.В., Рожков В.В., Удовицький В.О., Волков В.І., Стрілець Р.О.</i> Еколого-економічна стратегія розвитку рибного господарства Придніпров'я.....	69
<i>Харитонов М.М., Онищенко О.М., Дворецький А.І.</i> Оцінка екологічного стану акваресурсу р. Оріль у межах Дніпропетровської області.....	87
МЕТОДИ І МЕТОДИКИ	95
<i>Оліфіренко В.В., Козичар М.В.</i> Токсико-біологічна оцінка риби та гідробіонтів за допомогою тест-об'єктів.....	95
<i>Шахман І.О., Бистрянцева А.М.</i> Математична модель оцінки впливу видобувних робіт на рибні запаси.....	101
СТОРІНКИ ПАМ'ЯТІ	111

СОДЕРЖАНИЕ

АКВАКУЛЬТУРА	6
<i>Запрянова Д., Атанасов А., Николов Г., Койнарски Т.</i> Сравнительное исследование некоторых биохимических параметров трех видов рыб семейства лососевых в Болгарии.....	6
<i>Козий А.М., Шерман И.М.</i> Гистоморфологическая характеристика стадий зрелости икры стерляди (<i>Acipenser ruthenus</i>) в условиях замкнутого водоснабжения.....	14
<i>Корниенко В.А., Плугатарев В.А., Мошнягул К.И.</i> Определение оптимальной плотности посадки мальков стерляди (<i>Acipenser ruthenus</i>) при формировании ремонтно-маточных стад.....	24
 ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ	34
<i>Сасинович М.А., Слуквин А.М., Алехнович А.В.</i> Генетический полиморфизм длиннопалого рака (<i>Astacus leptodactylus</i> Esch.) в озерах Белорусского Полесья.....	34
<i>Маренков О.Н., Зинченко А.А.</i> Научно-биологическое обоснование установления лимитов вылова рыбы в Запорожском (Днепровском) водохранилище на 2019 год.....	47
<i>Соборова О.М.</i> Актуальные аспекты эвтрофикации вод Одесского залива.....	59
 ПРОМЫСЕЛ	69
<i>Дворецкий А.И., Катан Л.И., Байдак Л.А., Добровольская О.В., Рожков В.В., Удовицкий В.О., Волков В.И., Стрелец Р.О.</i> Эколого-экономическая стратегия развития рыбного хозяйства Приднепровья.....	69
<i>Харитонов М.М., Онищенко А.Н., Дворецкий А.И.</i> Оценка экологического состояния акваресурса р. Орель в пределах Днепропетровской области.....	87
 МЕТОДЫ И МЕТОДИКИ	95
<i>Олифиренко В.В., Козичар М.В.</i> Токсико-биологическая оценка рыбы и гидробионтов с помощью тест-объектов.....	95
<i>Шахман И.А., Быстрянцева А.Н.</i> Математическая модель оценки влияния добывающих работ на рыбные запасы.....	101
 СТРАНИЦЫ ПАМЯТИ	111

CONTENTS

AQUACULTURE.....	6
<i>Zapryanova D., Atanasoff A., Nikolov G., Koynarski T.</i> Comparative study on some biochemical parameters in three species of salmonidae family farmed in Bulgaria.....	6
<i>Koziy A.M., Sherman I.M.</i> Histomorphological characteristic of stages of ripeness of caviar (<i>Acipenser ruthenus</i>) in conditions of closed water supply.....	14
<i>Kornienko V.O., Plugatarov V.A., Moshnjagul K.I.</i> Determination of optimal planting density of sturgeon (<i>Acipenser ruthenus</i>) juveniles in the formation of breeding stock.....	24
 WATER BIORESOURCES.....	 34
<i>Sasynovich M.A., Slukvin A.M., Alehnovich A.B.</i> Genetic polymorphism of long-clawed crayfish (<i>Astacus leptodactylus</i> Esch.) in the lakes of the Belarus Polesia.....	34
<i>Marenkov O.M., Zinchenko A.A.</i> Scientific biological reasons for the establishment of fish capture limits in Zaporizke (Dnipro) reservoir for 2019.....	47
<i>Soborova O.M.</i> Actual aspects of Odesa bay water eutrophication.....	59
 FISHING.....	 69
<i>Dvoretzkyi A.I., Katan L.I., Baidak L.A., Dobrovolska O.V., Rozhkov V.V., Udovytskyi V.O., Volkov V.I., Strilets R.O.</i> Environmental economic development strategy fisheries transportation.....	69
<i>Kharytonov M.M., Onyshchenko O.M., Dvoretzky A.I.</i> Assessment of the ecological status of the Oryl river aquaresources within the Dnipropetrovsk region.....	87
 METHODS AND TECHNIQUES.....	 95
<i>Olifirenko V.V., Kozichar M.V.</i> Toxic-biological assessment of fish and hydrobinons by test-objects.....	95
<i>Shakhman I.A., Bystriantseva A.N.</i> Mathematical model of assessment the impact of extraction works on fish stocks.....	101
 PAGES OF MEMORY.....	 111

АКВАКУЛЬТУРА

UDC 639.2/.3

COMPARATIVE STUDY ON SOME BIOCHEMICAL PARAMETERS IN THREE SPECIES OF SALMONIDAE FAMILY FARMED IN BULGARIA

¹Zapryanova D., ¹Atanasoff A., ²Nikolov G., ¹Koynarski T.

¹Faculty of Veterinary Medicine, Trakia University, 6015 Stara Zagora, Bulgaria

²Faculty of Agriculture, Trakia University, 6015 Stara Zagora, Bulgaria

The purpose of the present project was to establish the physiological range of some blood biochemical parameters of the three most commonly used fish species of Salmonidae family in Bulgaria. The plasma biochemical profile was used as an indicator for fish welfare. At the same time the focus of this study was to identify any differences and similarities in biochemical indices in the blood of these three salmonids. Blood levels of biochemical parameters of three freshwater fishes, rainbow trout (*Oncorhynchus mychiss*), brown trout (*Salmo trutta fario*) and brook trout (*Salvelinus fontinalis*) were measured to establish the normal range, to serve as baseline data for evaluating health status. For the purposes of this project, 12 samples were obtained per each trout species from private fish farm within months October-November, when the water temperature was optimal for trout species ($\approx 13.8^{\circ}\text{C}$). Blood was drawn from the vena caudalis in heparinized containers. For biochemical analysis plasma were obtained by centrifugation (5 min at 3000 rpm) of samples. Plasma was kept frozen up to the time it was analyzed. Blood biochemical parameters were determined using a semi-auto analyser (Mindray BA-88, Shenzhen, China) with commercial diagnostic kits (Giese, Diagnostics, Italy). The statistical analysis was performed using one-way analysis of variance (ANOVA). The results were processed with software Statistica v.10 (StatSoft Inc., 2002). In this study were analyzed concentrations of total protein, albumin, globulins, urea, creatinine, cholesterol, alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase, calcium, phosphorus.

The main aquaculture fish species in Bulgaria are the rainbow trout. Our findings do not show any significant differences for ALT activity and albumin values between rainbow and brook trout. Contrary, the mean calcium concentrations between these two species were the same. The obtained values of plasma globulins and phosphorus in rainbow trout were higher than other two fish species. The concentration of urea, creatinine, total protein, cholesterol and AST activity of rainbow trout were close of those reported for the brown trout. Results, obtained in this manuscript, revealed the baseline values and provide knowledge of some biochemical parameters of three of the most used species of Salmonidae family in Bulgaria. Recent results, although showing differences can be used as an important tool for monitoring of fish health and physiology condition. The data of the present investigation were similar to those found in previous studies of ours on the same three trout types wherein differences of some immunity parameters were determined as well.

Key words: biochemical parameters, rainbow trout, brown trout, brook trout.

Introduction. Although aquaculture in Bulgaria comprises fresh water fish farming and marine farming, the aquaculture of freshwater fish (including trout species) is a bigger part of commercial production (almost 95% of the Bulgarian aquaculture). The main cold-water aquaculture species in Bulgaria are the trout species: rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), brown trout (*Salmo trutta fario*) and brook trout (*Salvelinus fontinalis*) (Koynarski et al, 2017). The trout family includes more than 40 species, where the usual commercial production includes just a few of them. In the present work, we planned to focus on three of the most common. As a difficulty in estimating health of farmed fish is the lack of sufficient information on the normal range of biochemical blood parameters in order to determine baseline levels.

The analysis of blood biochemical parameters are very important and can be used as a diagnostic tool in piscine medicine (Tripathi, 2003). Some pathologic changes are reflected in blood plasma before the clinical signs of the disease appear. The values for some hormones, enzymes and ions may be used as indicators of health status for different animal species as well as fish (Labarrère et al., 2013).

The aim of this study is to evaluate the reference values in three of the most used species of *Salmonidae* family (rainbow trout, brown trout and brook trout) in Bulgaria to supplement the information in the existing database that used to determine the health status of *Salmonidae*. The dates of this work contribute to knowledge of the baseline of biochemical parameters of three of the most used salmonids farmed in Bulgaria.

Materials and methods. The three trout species – rainbow, brown and brook trout were grown under intensive technology in concrete tanks in private fish farm located near the town of Peshtera, Bulgaria. For the purposes of this project, 12 samples were obtained per each trout kind, where the total number of investigated fish was 36. Samples for the study were obtained from commercial size fish (>24 months old fish) within months October-November, when the water temperature was optimal for trout species ($\approx 13,8^{\circ}\text{C}$).

Blood was drawn from the *vena caudalis* in heparinized containers. The collected blood (approximately 2,0-2,5 ml) has been centrifuged at 3000 rpm for 5 min at room temperature and was immediately separated and stored at -20°C until analysis. Plasma biochemical parameters were analysed using a semi-auto analyser (Mindray BA-88, Shenzhen, China) with commercial diagnostic kits (Giese, Diagnostics, Italy). In the present work were analyzed values of total protein (TP), albumin (Alb), globulins (Glb), alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), calcium (Ca), phosphorus (P), cholesterol (Ch), urea (U) and creatinine (Cr). The statistical analysis was performed using one-way analysis of variance (ANOVA). The results were processed with software Statistica v.10 (StatSoft Inc., 2002). All results are presented as mean and standard deviation of the mean (Mean $\pm$ SD).

Results and discussion. Statistically processed data for the evaluated biochemical indices of three freshwater fishes farmed in Bulgaria – rainbow

trout (*Oncorhynchus mychiss*), brown trout (*Salmo trutta fario*) and brook trout (*Salvelinus fontinalis*) are shown in Table 1. All results are presented as mean and standard deviation of the mean (Mean $\pm$ SD).

Statistical analysis of the plasma alanine aminotransferase activity emphasized non-significant differences between rainbow and brook trout (28,00 $\pm$ 10,63 and 29,5 $\pm$ 9,46 U/L, respectively). Interestingly, these results were found much superior compared to the brown trout data (20,83 $\pm$ 6,11 U/L) ($P<0,05$).

Furthermore, differences in aspartate aminotransferase activity between rainbow and brook trout were observed as well (378,3 $\pm$ 11,1 U/L and 532,8 $\pm$ 20,77 U/L). The levels of blood urea have very close values among rainbow and brown trout (0,59 $\pm$ 0,31 mM/L and 0,61 $\pm$ 0,17 mM/L, respectively) compared to the third species (0,92 $\pm$ 0,26 mM/L). In case of available protein profile, the differences were determined when compared to total protein concentrations.

Table 1. Results on some biochemical parameters of rainbow trout, brown trout and brook trout. Mean and standard deviation (Mean $\pm$ SD) with minimum and maximum values in breaks

Assessed blood parameters	Rainbow trout (<i>Oncorhynchus mychiss</i>)	Brown trout (<i>Salmo trutta fario</i>)	Brook trout (<i>Salvelinus fontinalis</i>)
ALT (U/L)	28,00 $\pm$ 10,63 (10-43)	20,83 $\pm$ 6,11 (13-30)	29,50 $\pm$ 9,46 (20-47)
AST (U/L)	378,3 $\pm$ 11,1 (280-570)	405,0 $\pm$ 10,72 (263-594)	532,8 $\pm$ 20,77 (349-908)
Urea (mM/L)	0,59 $\pm$ 0,31 (0,20-1,09)	0,61 $\pm$ 0,17 (0,45-0,87)	0,92 $\pm$ 0,26 (0,65-1,38)
Total protein (g/L)	34,16 $\pm$ 4,83 (28-40)	36,83 $\pm$ 4,44 (31-42)	29,5 $\pm$ 6,34 (20-35)
Albumin (g/L)	22,33 $\pm$ 7,91 (10-30)	28,00 $\pm$ 3,16 (24-33)	20,33 $\pm$ 9,89 (11-34)
Globulins (g/L)	11,83 $\pm$ 4,21 (6-18)	8,83 $\pm$ 2,40 (5-11)	9,33 $\pm$ 6,21 (1-20)
Cholesterol (mmol/L)	0,45 $\pm$ 0,14 (0,24-0,62)	0,57 $\pm$ 0,11 (0,44-0,76)	n.d
Creatinine (μ mol/L)	182,4 $\pm$ 47,35 (118-236)	195,5 $\pm$ 82,66 (71-320)	n.d
Calcium (mM/L)	3,26 $\pm$ 0,26 (2,88-3,58)	3,47 $\pm$ 0,40 (3,0-4,21)	3,26 $\pm$ 0,3 (2,87-3,66)
Phosphorus (mM/L)	4,47 $\pm$ 1,71 (3,00-7,73)	3,42 $\pm$ 0,52 (2,89-4,27)	4,05 $\pm$ 0,75 (3,02-4,95)

The rainbow and brown fish had higher protein levels (34,16 $\pm$ 4,83 g/L and 36,83 $\pm$ 4,44 g/L, respectively) compared to total protein of brook trout (29,5 $\pm$ 6,34 g/L). Analysis of the plasma albumin concentrations pointed that the two species have roughly similar values, namely rainbow and brook trout. Globulins levels

The determination of plasma enzymes activities is a useful diagnostic tool for terrestrial mammalian physiological condition. As in mammals, after functional damage of tissues of fish, some enzymes can be detected in plasma. Also, in lower vertebrates like fish as recently used enzyme activities to monitor impaired metabolic function of the cell (Akinrotimi et al., 2018). In fish, the most commonly used enzymes to indicate environmental pollution, toxicity and can be seen as non-specific indicators of damage are alanine and aspartate aminotransferases (Kopp et al., 2010). Among trout species studied, ALT activity shows close levels but in terms of AST's activity, they show very high values. High levels of AST have been reported by some other authors (Edsall, 1999; Talas et al., 2013). The obtained data for plasma ALT and AST in rainbow trout are similar of those reported by Cakici and Aydin (2006), Talas et al., (2013). The survey values regarding activity of AST show evident differences between three studied fish species but the most important are between rainbow and brook trout with the highest value being measured at brook fish. Higher AST levels could be a consequence of enhanced liver production or increased enzyme leakage due to impaired permeability and disruption of cellular membranes. The plasma ALT concentration of brook trout in our study is significantly higher than that of studied fish in Kopp et al., (2013) research and also the AST values in our investigation are lower than in their study. On the other hand, this author has obtained results for the levels of calcium, phosphorus and urea of brook trout, which are very similar to those found in this project. In the literature available to us, there is insufficient information about the normal range of the plasma chemistry of this species. We hope our study will provide additional information on variation of these biochemical indices in healthy brook trout. The results of rainbow trout which we received about plasma total protein, albumin and globulins are similar of those reported by Cakici and Aydin

(2006). Moreover, previous study performed by Bernet et al., (2001) lends support to our finding about total protein levels and urea derivate in brown trout during autumn season. Creatinine, generated from muscle metabolism, produced from creatine and filtered mainly by the kidney. This phenomenon allows this molecule to be used as an indicator of kidney function. Increased level of creatinine means renal dysfunction or renal disease (Kulkarni and Pruthviraj, 2016). It should also be taken into account that the environment, diet, age of fish may affect the different values for creatinine. In our investigation, in all studied fish species observed the creatinine concentration found to be high as compared to other fishes reported. They were not consistent with data reported by other authors (Cakici and Aydin, 2006; Charoo et al. 2013; Talas et al, 2013) who report lower creatinine levels than those found by us. Conversely, Esmaeili et al., (2017) observed higher values of ours. In other hand, plasma transaminase concentrations in our study were comparable with the same authors. Cholesterol is a lipid that is located in the cell membranes of all tissues of the body and is transported into the blood of all animals. The reference intervals of cholesterol obtained in this study were significantly lower those values reported by other authors (Talas et al., 2013; Cakici and Aydin, 2016) but were similar compared to results show by Esmaeili et al., (2017). Wallaert and Babin (1994) reported seasonal variations and reproductive cycle affecting lipid levels during spawning in trout. On the other hand, cholesterol values are responsive to changes in nutritional status, too (Kopp et al., 2013).

In our survey, the determined blood chemistry indices of the studied trout species are similar of those reported by other authors to the fresh water fish despite the presence of certain differences. The present results are similar to those found in previous studies of ours on three types of trout (Koynarski et al., 2017) wherein also differences in some immunity parameters were detected.

Conclusion. The data from this preliminary study exhibit information for some biochemical parameters of rainbow, brown and brook trout farmed in Bulgaria. Current results, revealed the baseline values and provide knowledge of blood indices of the three of the most used species of *Salmonidae* family in our country.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ БИОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТРЕХ ВИДОВ РЫБ СЕМЕЙСТВА ЛОСОСЕВЫХ В БОЛГАРИИ

¹Запрянова Д., ¹Атанасов А., ²Николов Г., ¹Койнарски Т.

¹Факультет ветеринарной медицины, Университет Тракия,
6015 Стара Загора, Болгария

²Факультет сельского хозяйства, Университет Тракия,
6015 Стара Загора, Болгария

Целью настоящего проекта было установить физиологический диапазон некоторых биохимических параметров крови трех наиболее часто используемых видов

рыб семейства лососевых в Болгарии. Биохимический профиль плазмы использовался как показатель благосостояния рыб. В то же время внимание фокусировалось на выявлении любых различий и сходств в биохимических показателях крови этих трех видов лососевых. Проводились измерения уровня биохимических параметров у трех видов пресноводных рыб: радужной форели (*Oncorhynchus mychiss*), кумжи (*Salmo trutta fario*) и американской палии (*Salvelinus fontinalis*) – чтобы установить нормальный диапазон, который послужил бы базовыми данными для оценки состояния здоровья рыб. В соответствии с целями этого проекта 12 образцов были получены на каждый вид форели из частной рыбоводной фермы в течение месяцев октябрь-ноябрь, когда температура воды была оптимальной для данных видов ($\approx 13,8^{\circ}\text{C}$). Кровь отбирали из хвостовой вены в гепаринизированные контейнеры. Для биохимического анализа плазму получали методом центрифугирования (5 мин при 3000 об / мин) образцов. Плазма сохранялась в замороженном состоянии до начала анализа. Биохимические параметры крови определяли с помощью полуавтоматического анализатора (Mindray BA-88, Shenzhen, China) с диагностическими наборами (Giese, Diagnostics, Italy). Статистический анализ проводился с использованием одностороннего анализа дисперсии (ANOVA). Результаты были обработаны благодаря программному обеспечению Statistica v.10 (StatSoft Inc., 2002). Основным видом аквакультуры в Болгарии являются радужная форель. Наши результаты не показывают каких-либо существенных различий в отношении активности АЛТ и альбумина между радужной и кумжи. Напротив, средние концентрации кальция между этими двумя видами были одинаковыми. Полученные значения глобулинов плазмы и фосфора в радужной форели были выше, чем у других двух видов рыб. Концентрация мочевины, креатинина, общего белка, холестерина и активности АСТ радужной форели была близка к показателям кумжи. Результаты, полученные в этой рукописи, выявили базовые значения и предоставили знания о некоторых биохимических параметрах трех наиболее используемых видов семейства лососевых в Болгарии. Недавние результаты, хотя и демонстрирующие различия, могут быть использованы в качестве важного инструмента для мониторинга состояния здоровья рыб и физиологического состояния.

Ключевые слова: биохимические параметры, радужная форель, кумжа, американская палия.

ПОРІВНЯЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕЯКИХ БІОХІМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТРЬОХ ВИДІВ РИБ РОДИНИ ЛОСОСЕВИХ У БОЛГАРІЇ

¹Запрянова Д., ¹Атанасов А., ²Ніколов Г., ¹Койнарські Т.

*¹Факультет ветеринарної медицини, Університет Тракія,
6015 Стара Загора, Болгарія*

*²Факультет сільського господарства, Університет Тракія,
6015 Стара Загора, Болгарія*

Метою цього проекту було встановлення фізіологічного діапазону деяких біохімічних параметрів крові трьох найбільш часто використовуваних видів риб родини лососевих у Болгарії. Біохімічний профіль плазми використовувався як показник добробуту риб. У той же час увага фокусувалася на виявленні будь-

яких відмінностей і подібностей у біохімічних показниках крові цих трьох видів лососевих. Проводилися вимірювання рівня біохімічних параметрів у трьох видів прісноводних риб, таких як: райдужна форель (*Oncorhynchus mychiss*), кумжа (*Salmo trutta fario*) і американська палія (*Salvelinus fontinalis*) – щоб встановити нормальний діапазон, який послужив би базовими даними для оцінки стану здоров'я риб. Відповідно до цілей цього проекту 12 зразків були отримані на кожен вид форелі з приватної рибоводної ферми протягом жовтня-листопаду, коли температура води була оптимальною для даних видів ($\approx 13,8^{\circ}\text{C}$). Кров відбирали з хвостової вени в гепаринізовані контейнери. Для біохімічного аналізу плазму отримували методом центрифугування (5 хв. при 3000 об / хв.) зразків. Плазма зберігалася в замороженому стані до початку аналізу. Біохімічні параметри крові визначали за допомогою напівавтоматичного аналізатора (Mindray BA-88, Shenzhen, China) з діагностичними наборами (Giese, Diagnostics, Italy). Статистичний аналіз проводився з використанням одностороннього аналізу дисперсії (ANOVA). Результати були оброблені завдяки програмному забезпеченню Statistica v.10 (StatSoft Inc., 2002). Основним видом аквакультури в Болгарії є райдужна форель. Наші результати не показують будь-яких істотних відмінностей у ставленні активності АЛТ і альбуміну між райдужною фореллю та кумжею. Навпаки, середні концентрації кальцію між цими двома видами були однаковими. Отримані значення глобулінів плазми і фосфору в райдужній форелі були вище, ніж в інших двох видів риб. Концентрація сечовини, креатиніну, загального білка, холестерину і активності АСТ райдужної форелі була близька до показників кумжі. Результати, отримані в цьому рукописі, виявили базові значення і надали знання про деякі біохімічні параметри трьох найбільш використовуваних видів родини лососевих у Болгарії. Нещодавні результати, хоча і демонструють відмінності, можуть бути використані в якості важливого інструменту для моніторингу стану здоров'я риб і фізіологічного стану.

Ключові слова: біохімічні параметри, райдужна форель, кумжа, американська палія.

REFERENCES

1. Akinrotimi O.A., Edun O.M., Ukwe O.I.K. (2018): Effects of Anaesthetics on Metabolic Enzyme Activities in African Catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Journal of Fisheries Sciences.com*, 12(1): 022-028.
2. Bernet D., Schmidt H., Wahli T., Burkhardt-Holm P. (2001): Effluent from a Sewage Treatment Works Causes Changes in Serum Chemistry of Brown Trout (*Salmo trutta* L.). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 48(2): 140-147.
3. Cakici H., Aydin S. (2006): Changes in Blood Parameters of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) after Physical Pollution. *Journal of Applied Animal Research*, 29: 77-80.
4. Charoo S.Q., Chalkoo S.R., Qureshi, T.A. (2013): Sexual Differentiation in Blood Biochemistry of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *International Journal of Advanced Fisheries and Aquatic Science*, 1(1): 32-38, Article ID Sci-115.
5. Edsall C.C. (1999): A Blood Chemistry Profile for Lake Trout. *Journal of Aquatic Animal Health*, 11: 81–86.

6. Esmaeili M., Kenari A.A., Rombenso A. (2017): Immunohematological status under acute ammonia stress of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) fed garlic (*Allium sativum*) powder-supplemented meat and bone meal-based feeds. *Comparative Clinical Pathology*, 26(4): 853-866.
7. Kopp R, Palíková, M. Navrátil, S. Kubíček, Z. Ziková, A. Mareš, J. (2010): Modulation of biochemical and haematological indices of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.) exposed to toxic cyanobacterial water bloom. *Acta Vet Brno*, 79: 135-146.
8. Kopp R., Lang Š., Brabec T., Mareš J. (2013): The influence of physicochemical properties of water on plasma indices in brook trout (*Salvelinus fontinalis*, Mitchill) reared under conditions of intensive aquaculture. *Acta Vet. Brno*, 82: 427-433.
9. Koynarski T., L. Sotirov, A. Atanasoff, G. Nikolov, D. Zapryanova, G. Georgiev 2017. Complement pathways and its variations within three distinct trout species. *Scientific Papers Veterinary Medicine Timisoara*, 50(1): 103-109.
10. Kulkarni R., Pruthviraj C.B. (2016): Blood Creatinine and some Enzyme Levels in Four Species of Indian Carp Fishes Collected from a Local Aquatic Body. *International Letters of Natural Sciences*, 60: 13-17.
11. Labarrère C., Carvalho de Faria P.M., de Alencar Teixeira E., Melo M. (2013): Blood chemistry profile of surubim hybrid fish (*Pseudoplatystoma Reticulatum*) raised in different stocking densities. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, 37(3): 251-258.
12. Suárez Y.R., de Souza, M.M. Ferreira, F.S. Pereir, M.J. da Silva, E.A. Ximenes, L.Q.L., de Azevedo, L.G. Martins, O.C. Júnior, S.E.L. (2011): Patterns of species richness and composition of fish assemblages in streams of the Ivinhema River basin, Upper Paraná River. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 23(2): 177-188.
13. Talas Z.S., Gulhan M.F. (2013): Effects of various pollen concentrations on some biochemical and hematological parameters and paraoxanase activity in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 12(4): 928-937.
14. Tripathi N.K., Latimer K.S., Lewis T.L., Burnley V.V. (2003): Biochemical reference intervals for koi (*Cyprinus carpio*). *Comparative Clinical Pathology*, 12(3): 160-165.
15. Wallaert C., Babin P. J. (1994): Age-related, sex-related, and seasonal changes of plasma lipoprotein concentrations in trout. *Journal of Lipid Research*, (35): 1619-1633.

УДК 597.0/5–14

ГИСТОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТАДИЙ ЗРЕЛОСТИ ИКРЫ СТЕРЛЯДИ (*Acipenser ruthenus*) В УСЛОВИЯХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

*Козий А.М., Шерман И.М. – д. с.-х. н., профессор
ГВУЗ «Херсонский государственный аграрный университет»
kozij67@gmail.com*

Изучена динамика развития икры пятилетних особей стерляди. Показана последовательность определённых стадий и специфика цитологических процессов. Полученные данные могут быть использованы для получения качественной овулированной икры в условиях замкнутого водоснабжения.

Ключевые слова: овогония, овоцит, стадия зрелости, фолликул.

Постановка проблемы. На фоне глобального сокращения объёмов рынка рыбной продукции в последние 10-12 лет активное развитие получает икорное осетроводство, которое сконцентрировано для удовлетворения возрастающего потребительского спроса на ценную деликатесную продукцию – пищевую икру из осетровых рыб [1]. Вместе с тем следует учесть, что динамика развития половых клеток в гонадах – продолжительный и сложный процесс, нормальный ход которого зависит от целого ряда внешних и внутренних факторов. При этом исключительно значимы возрастные особенности, условия содержания и обеспечение кормами, вследствие чего развитие половых клеток может ускоряться или замедляться, а в некоторых случаях даже останавливаться. В этой связи актуальность изученных ранее проблем ни в коей мере не снижается и в настоящее время.

Анализ последних исследований и публикаций. Большинство украинских и зарубежных осетровых рыбоводных хозяйств ориентируются на формирование продукционных стад с целью получения пищевой икры из чистых видов осетровых рыб, таких как русский осётр и стерлядь [7]. Вместе с тем многочисленные исследования в области динамики развития воспроизводительной системы объектов аквакультуры чаще всего осуществлялись на базе видов, относящихся к разным систематическим группам, что позволило обнаружить ряд отличий, связанных с видовой спецификой [8]. Таким образом, несмотря на общность научных подходов в этой области, шкала

зрелости яичников под влиянием видовой специфичности лишена своей универсальности, что на практике затрудняет или делает невозможным ее использование. В связи с динамикой развития половых желез наибольший интерес, с нашей точки зрения, представляет информация, которую предлагает А.А. Иванов, где стадии зрелости яичников объединяются с гистологией, которая характеризует фактическое отображение процесса [3]. Согласно данным, которые приводит автор, для *Cyprinidae* и *Percidae* существуют стадии зрелости, предложенные С.И. Кулаевым и В.А. Мейеном, для осетровых – шкала А.Я. Недошивина, А.В. Лукина, Л.Л. Молчановой. Каждая из этих шкал представляет исключительный научный интерес, имеет очевидное практическое значение, но диапазон их использования ограниченный, возможный к применению только для данных групп рыб. Не беря под сомнение достоинство этих шкал, О.Ф. Сакун и Н.А. Буцкая разработали универсальную шкалу для абсолютного большинства промысловых видов рыб [6]. Предложенная оптимизированная и адаптированная шкала позволяет определять стадии зрелости яичников по внешнему виду и гистологическому строению [4; 5].

Постановка задания и методы исследования. Исследования были проведены в ноябре 2017 г. и апреле 2018 г. в условиях замкнутого водоснабжения (УЗВ) рыбоводного предприятия «Оазис-Бисан» с учётом достаточности кормовой базы и оптимума показателей гидроцикла. Гистологические исследования образцов гонад были проведены на базе лаборатории гистологии, цитологии и эмбриологии Черноморского национального университет имени Петра Могилы, а также проблемной научно-исследовательской лаборатории оптимизации использования водных биоресурсов рыбохозяйственно-экологического факультета ГВУЗ-а «Херсонский ГАУ», с соблюдением двукратной повторности. В процессе выполнения опыта соблюдены основные биоэтические положения Конвенции Совета Европы о правах человека и биомедицине (от 04.04.1997 г.). Камеральную обработку гистологических проб гонад осуществляли при помощи разработанного специального оборудования и комбинированной заливки тканей гидробионтов [4]. Общие морфометрические исследования икры выполнены при помощи оптического оборудования «E. Leitz diaplano Wetzlar». Освещение микропрепаратов производилось галогеновым осветителем «Linvatec-2» (мощность 10-240 Вт). Дополнительное контрастирование гистопрепаратов осуществлялось с помощью мультиформного фильтра ФГПМ-2,5*.

Микроснимки выполнены камерой «Nikon F-70» с применением бинокулярной насадки 1,6х и компьютерного определителя экспозиции съемки «Minolta-EK». Корректирующая обработка полученных

микроснимков была проведена с помощью компьютерных программ «Adobe Photochop CS 2», «Microsoft Office Picture Manager», «F S Viewer».

Результаты исследования. Показано, что независимо от скорости созревания гонад воспроизводительная система демонстрирует последовательность определённых стадий и специфику последовательно сменяющих друг друга цитологических процессов [9]. Так, в самом начале процесса половые клетки самок могут быть представлены овогониями, или молодыми (ювенильными) овоцитами. Овогонии развиваются и делятся, что ведет к увеличению их количества. Этот период в развитии половых клеток свойственен неполовозрелым (ювенальным) молодым особям и получил название периода деления овогоний (рис. 1).

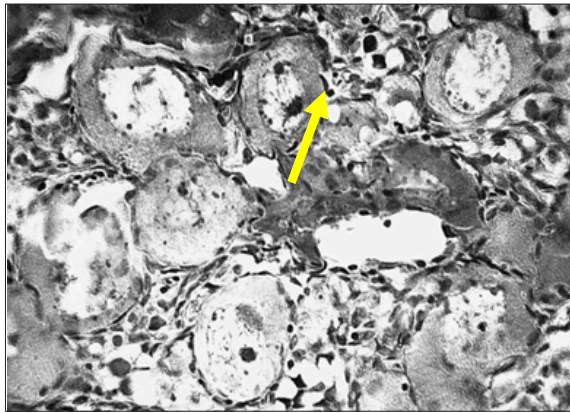


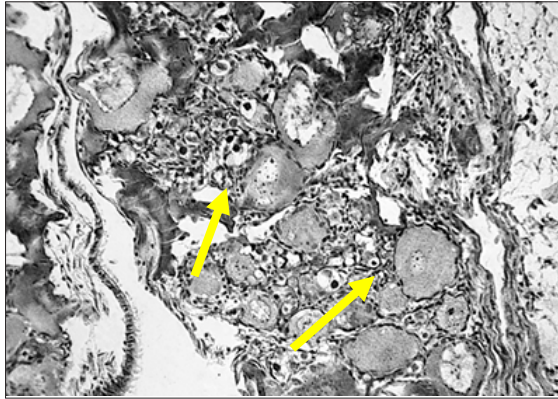
Рис. 1. Яичник пятилетней особи стерляди (*Acipenser ruthenus*).

Период деления овогоний (I стадия зрелости).

Гематоксилин Бёмера, фукселин Харта в модификации. 200^x

Овогонии – самые мелкие клетки с круглым светлым ядром, на фоне которого отчётливо выделяется ядрышко, окружены тонким слоем цитоплазмы (овоплазмы). Это так называемые «резервные» клетки, которые не участвуют в данном нересте. Ювенильные овоциты, у которых оболочка из фолликулярного эпителия ещё не сформировалась, сравнительно невелики.

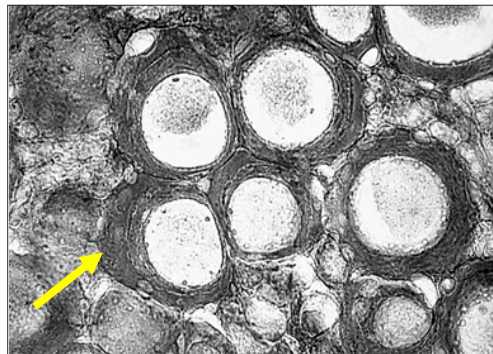
Впоследствии часть овогоний прекращает делиться, в их ядре проходит период перестроек (так называемый сенаптенный путь), оно начинает увеличиваться в размерах. В молодых овоцитах происходит увеличение количества овоплазмы – эту стадию развития (II стадию зрелости) называют периодом протоплазматического роста (рис. 2).



*Рис. 2. Яичник пятилетней особи стерляди (*Acipenser ruthenus*).
Период протоплазматического роста (II стадия зрелости).
Гематоксилин Бёмера, фукселин Харта в модификации. 120^x*

Микрофотография показывает, что молодые овоциты составляют основную массу половых клеток. На гистологических препаратах отчётливо заметно, что значительное количество овоцитов проходит конечные фазы этого периода: они имеют относительно большие размеры за счёт увеличения ядра и объёма овоплазмы.

На III стадии развития половые железы хорошо развиты. Яичники заполняют половину объёма брюшной полости и содержат овоциты, видимые невооруженным глазом. Овоциты увеличивают свои размеры за счёт увеличения объёма протоплазмы в результате накопления трофических компонентов, представленных зернами (гранулами) желтка и каплями жира. Этот период развития овоцитов имеет название периода трофоплазматического, или большого роста (рис. 3).



*Рис. 3. Яичник пятилетней особи стерляди (*Acipenser ruthenus*).
Период трофоплазматического роста (III стадия зрелости).
Гематоксилин Гейденгайна. 100^x*

Завершение периода роста характеризуется тем, что овоциты достигают размеров, многократно превышающих начальные размеры овогоний. В цитоплазме овоцитов, вступивших в стадию большого роста, начинают накапливаться жир и желток, при этом они мутнеют и теряют прозрачность. Данные процессы идут параллельно: жир накапливается в околоядерной зоне, а желток – в периферической зоне цитоплазмы.

Характерным признаком овоцитов стадии трофоплазматического роста является движение навстречу друг другу накапливающихся в цитоплазме жира и желтка; клетки растут, в то время как фолликулярный эпителий остается однослойным. У стерляди, благодаря аккумуляции в верхнем слое цитоплазмы мелких гранул буровато-чёрного пигмента, овоциты приобретают характерную для них темную окраску.

Процесс образования оболочки овоцита сложен: сначала на поверхности овоцита образуются микроворсинки, у основы которых формируется тонкий слой гомогенного бесструктурного материала, непосредственно контактирующего с поверхностью овоцита и находящегося на некотором расстоянии от фолликулярных клеток. По мере увеличения накопления желточных включений в овоците формируется еще один слой, состоящий из пучков трубчатых структурных элементов (рис. 4).

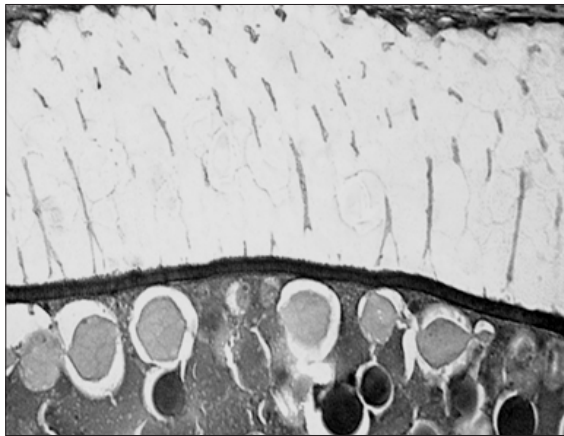


Рис. 4. Оболочка овоцита пятилетней особи стерляди (Acipenser ruthenus). Период трофоплазматического роста (III стадия зрелости яичника). Гематоксилин Гейденгайна, фукселин Харта в модификации. 800^x

Микроснимок показывает: он размещается между тонким гомогенным пластом и поверхностью цитоплазмы. После этого внутренний структурный слой плавно переходит в гомогенный внешний, и оба слоя образуют единую оболочку. У *Acipenser ruthenus* и некоторых других видов рыб эта оболочка состоит из двух слоёв (внешнего и внутреннего).

Исходя из данных микрофотографии, видно, что оболочка пронизана многочисленными канальцами, в каких лежат ворсинки овоцита. Уже при малых увеличениях микроскопа на оболочке овоцита видна характерная радиальная исчерченность, образованная тончайшими порами канальцев, что и лежит в основе названия – «радиально-исчерченная оболочка» (*zona radiata*). На её поверхности образуется вторичная оболочка, которая состоит из радиально расположенных столбиков (сотовый слой). Такую оболочку называют ноздреватой, или сотовой.

На IV стадии развития икринки крупные практически полностью достигают соответствующих размеров и массы и занимают большую часть полости тела яичника. Цвет яичников у различных видов варьирует в широких границах. Обычно у осетровых он серый или практически чёрный, что связано со степенью пигментации овоцитов.

В яичниках присутствуют овоциты, которые завершили трофоплазматичний рост и готовы к овуляции при икрометании в период нереста (рис. 5).

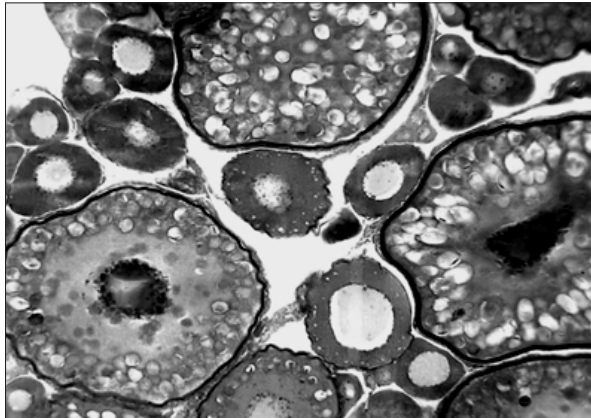


Рис. 5. Икра пятилетней особи стерляди (*Acipenser ruthenus*) в период завершения трофоплазматического роста (IV стадия зрелости яичника). Замороженный срез, толлуидиновый синий. 40^х

В яичнике между созревающими овоцитами присутствуют также и овоциты, находящиеся на стадии протоплазматического роста (резервный фонд).

Овоциты, которые закончили трофоплазматический рост и достигли характерных размеров для икринок данного вида рыб, вступают в период созревания – период, который завершает развитие половых клеток. Характерным диагностическим признаком этого явления служит смещение ядра овоцита к микропиле. Микропиле представляет собой канал,

пронизывающий *zona radiata*. Этот канал имеет форму воронкообразного углубления на поверхности оболочек, которое заканчивается коротким конечным каналцем, открывающимся в цитоплазму в середине *zona radiata*. Смещение ядра в овоците приводит к полярности размещения ядра и желтка: на одном полюсе (анимальном) – ядро и основная масса цитоплазмы, на втором (вегетативном) – желток и жир. В дальнейшем полное или частичное слияние желтка с жиром придаёт прозрачность овоцитам.

V стадией развития завершается процесс подготовки овоцитов к оплодотворению. У овоцитосетровых ядрышки ядра растворяются, а карิโอлема приобретает складчатость на вегетативной стороне, через которую карิโอплазма частично выходит в цитоплазму. В этой части овоцита образуется большая лакуна, которая заполнена материалом, не содержащим желтковых гранул. Ядро стремительно сокращается в размере, карิโอплазма в значительной мере смешивается с цитоплазмой, а незначительная ее часть представлена островками, напоминающими своеобразную ажурную сетку. После завершения этого процесса оболочка ядра растворяется, начинается мейотическое деление. Процесс завершается освобождением овоцитов от фолликулярной и соединительнотканной оболочек. Фолликулы разрываются, и овоциты выпадают в полость яичников или в полость тела (рис. 6).

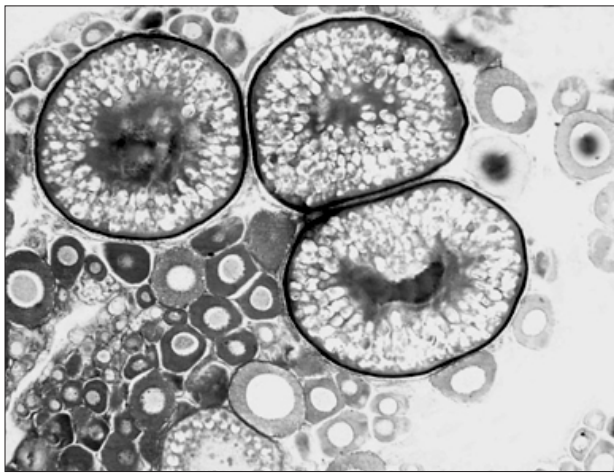


Рис. 6. Яичник пятилетней особи стерляди (*Acipenser ruthenus*) (V стадия зрелости). Замороженный срез, толлуидиновый синий. 40^x

Разрыв фолликулов и их выход в полость яичников (овуляция) у одних протекает синхронно. Фолликулы, которые лопнули, остаются в яичниках, где со временем они резорбируются.

VI стадия отображает посленерестовое состояние половых желез, половые клетки выведены в процессе нереста. В этот период яичники у стерляди имеют небольшие размеры, характеризуются дряблостью. Типичным для них является багрово-красный цвет, вызванный многочисленными кровоизлияниями, связанными с разрывами фолликулов. Опустошённые фолликулы и отдельные зрелые икринки, которые остались в яичниках невыведенными в процессе нереста, дегенерируют и резорбируются (рис. 7).

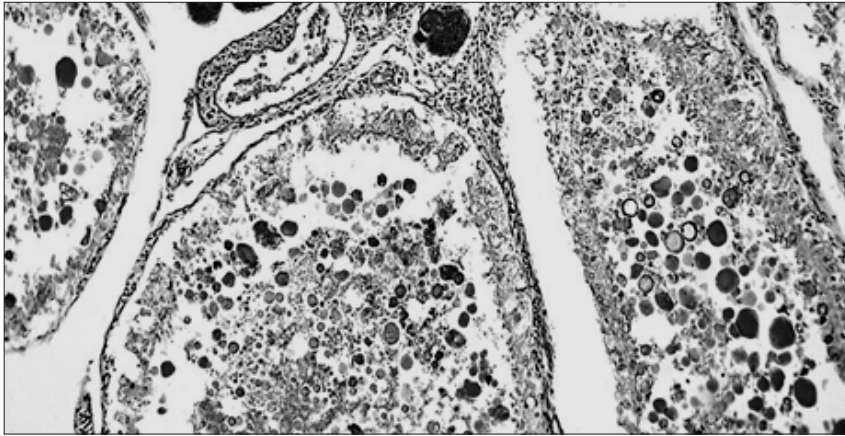


Рис. 7. Яичник пятилетней особи стерляди (*Acipenser ruthenus*) (VI стадия). Начало резорбции. Гематоксилин Бёмера, фукселин Харта в модификации. 80×

Состав половых клеток, образующих резервный фонд, представлен структурами, которые отвечают II стадии зрелости яичников. Таким образом, очередной цикл в этом случае начинается из II стадии зрелости яичников [2].

Выводы и предложения. Полученные фактические данные представляют для рыбоводов очевидную теоретическую заинтересованность и практическую значимость. Поскольку современные и перспективные технологии разведения рыб и получения пищевой икры базируются на глубоких знаниях особенностей формирования воспроизводительной системы, становится очевидным, что важным аспектом информированности специалиста является изучение гистологического строения гонад рыб на фоне хода стадий зрелости половых продуктов. Окончательное и объективное гистологическое заключение открывает реальные возможности повысить управляемость получения качественной овулированной икры, искусственного воспроизведения, а также позволяет развить и усовершенствовать практику охраны редких и исчезающих видов рыб.

ГІСТОМОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТАДІЙ ЗРІЛОСТІ ІКРИ СТЕРЛЯДІ (*Acipenser ruthenus*) В УМОВАХ ЗАМКНЕНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Козій О.М. – аспірант

Шерман І.М. – д. с.-г. н., професор

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

Вивчено динаміку розвитку ікри п'ятирічних особин стерляді. Показана послідовність певних стадій і специфіка цитологічних процесів. Отримані дані можуть бути використані для отримання якісної овульованої ікри в умовах замкненого водопостачання.

Ключові слова: овогонія, овоцит, стадія зрілості, фолікул.

HISTOMORPHOLOGICAL CHARACTERISTIC OF STAGES OF RIPENESS OF CAVIAR (*Acipenser ruthenus*) IN CONDITIONS OF CLOSED WATER SUPPLY

Koziy A.M. – Postgraduate Student

Sherman I.M. – Doctor of Agricultural Sciences

Kherson State Agricultural University

The dynamics of the development of caviar of five-year species of the *Acipenser ruthenus* was studied. The sequence of certain stages and the specificity of cytological processes are shown. The obtained data can be used to obtain high-quality ovulated caviar in a closed water supply.

Key words: ovogonia, oocytes, stage of maturity, follicle.

ЛІТЕРАТУРА

1. Абросимов С.С. Пути повышения эффективности искусственного воспроизводства осетровых // Материалы IV международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы биологии, нанотехнологии и медицины», Ростов-на-Дону, 2011. С. 169–171.
2. Баранникова И.А. Особенности регуляции функции половых желез рыб. Онтогенез. 1975. Т. 6. № 1. С. 3–10.
3. Иванов А.А. Физиология рыб. М.: Мир, 2003. 284 с.
4. Козий М.С. Оценка современного состояния гистологической техники и пути усовершенствования изучения ихтиофауны. Херсон: Олди-плюс, 2009. 310 с.
5. Козий М.С. Гистоморфологические особенности ихтиофауны юга Украины. Херсон: Гринь Д.С., 2011. 324 с.

6. Сакун О.Ф., Буцкая Н.А. Определение стадий зрелости и изучение половых циклов рыб. Мурманск: Изд. Полярн. НИИ морск. рыб. хоз-ва и океаногр., 1978. 47 с.
7. Селюков А.Г. Овогенез и половые циклы самок пеляди озера Ендырь (бассейн Оби). Вопросы ихтиологии. 1986. Т. 26. В. 2. С. 294–302.
8. Сильянова З.С. Овогенез и стадии зрелости рыб семейства Nototenidae. Вопросы ихтиологии. 1981. Т. 21. В. 4. С. 682–694.
9. Callard G.V. Autocrine and paracrine role of steroids during spermatogenesis: Studies in *Squalus acanthias* and *Necturus maculosus* // J. Exp. Zool., 2012. V. 261. P. 132–142.

УДК 639.3.59

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ЩІЛЬНОСТІ ПОСАДКИ МАЛЬКІВ СТЕРЛЯДІ (*ACIPENSER RUTHENUS*) ПРИ ФОРМУВАННІ РЕМОНТНО-МАТОЧНИХ СТАД

¹ Корнієнко В.О. – к. с.-г. н., доцент,

² Плугатарьов В.А., Мошнягул К.І.

¹ ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

frank438@ukr.net

² «Виробничо-експериментальний Дніпровський

осетровий рибовідтворювальний завод імені академіка С.Т. Артющика»

vedorz@mail.ru

Однією з найбільш складних ланок технології вирощування осетрових на Дніпровському рибовідтворювальному заводі є формування та подальше утримання ремонтно-маточних стад осетрових. У статті наводяться дані спеціальних досліджень впливу щільності посадки мальків стерляді на основні рибничі показники. У результаті проведених досліджень було визначено, що збільшенням щільності посадки стерляді зменшується темп росту маси тіла, погіршуються показники виживаності отриманих мальків та рибопродуктивність. Оптимальною щільністю посадки під час вирощування посадкового матеріалу, який буде використано в подальшому для формування ремонтно-маточного стада, слід вважати 75 тис. екз/га. Середня маса отриманих мальків даного варіанту коливалася в межах $2,59 \pm 0,25$ – $2,68 \pm 0,30$ г і в середньому складала $2,63 \pm 0,27$ г, за середнього виходу вирощування у 67,59%.

Ключові слова: щільність посадки, стерлядь, стави, ріст, середня маса, рибопродуктивність, виживаність.

Постановка проблеми. Осетрові завжди були цінними об'єктами аквакультури, вирощування їх здійснюється як для зариблення природних водойм, так і для отримання товарної продукції і товарної ікри. Протягом усього розвитку осетрівництва, і особливо в останні 25-30 років, вирощування товарної продукції осетроподібних проводилося практично виключно високоінтенсивними методами із застосуванням високих щільностей посадки на фоні оптимізації фізико-хімічного режиму, спрямованого на формування природної кормової бази та годівлі збалансованими кормами. Екстенсивні та пасовищні форми господарювання в осетрівництві в сьогоденні використовуються виключно для вирощування мальків-покатників, мальків та цьоголітків, якими зарибляються природні водойми для поновлення чисельності осетрових в межах нативного ареалу, що зумовлено необхідністю мінімізувати

антропогенний вплив на молодь під час формування головних етологічних процесів, пов'язаних із формуванням активної пошукової реакції та реакції на хижаків. Але за будь-якої форми організації осетрового господарства в сучасності нагальною потребою є формування власних ремонтно-маточних стад.

Існують два принципово різних підходи до формування ремонтно-маточних стад в умовах спеціалізованих рибничих господарств. Один із них пов'язаний із доместикацією плідників, виловлених у природних умовах. Інший шлях пов'язаний із формуванням ремонтно-маточних стад від ікри, тобто вирощуванням ремонту різних вікових груп та плідників в умовах рибничих господарств із проведенням обов'язкового селекційно-племінного відбору. Останній шлях є найбільш доцільним, дозволяє сформувати ремонтно-маточних стада з особин, які характеризуються найбільш високими рибоводними, селекційними та продуктивними якостями. Саме цей шлях формування ремонтно-маточних стад прийнято на Виробничо-експериментальному Дніпровському осетровому рибовідтворювальному заводу (ВЕДОРЗ).

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Останні дослідження, спрямовані на адаптацію технології штучного відтворення осетрових до сучасних умов спеціалізованих рибничих господарств, також вказують на необхідність оптимізації заходів інтенсифікації вирощування посадкового матеріалу в ставах, особливо з огляду на погіршення якості плідників. У спеціальній літературі вказано, що нормативна щільність посадки під час вирощування цьоголіток осетрових, стерляді зокрема, складає 80-100 тис. екз./га, а вихід із вирощування за таких щільностей посадки складає 65-75% [1-5]. Підвищення щільності посадки вище 120 тис. екз./га призводить до зменшення у два рази середньої маси молоді на фоні значного розбігу в індивідуальній масі окремих екземплярів, зменшується виживаність молоді до 45-38% [6], що супроводжується різким погіршенням визначальних фізіологічних показників цьоголітків [7]. При цьому загальновідомо, що застосування нормативних щільностей посадки під час вирощування посадкового матеріалу стерляді в ставах із недостатньою біомасою кормових об'єктів та в неспеціалізованих ставах супроводжується підвищенням відходом мальків, що викликало необхідність додаткового вивчення даної проблеми. Зменшення щільності посадки із 110,0 тис. екз./га до 50,0 тис. екз./га і підвищення норми органічних добрив до 7 т/га, внесення маточної культури дафнії 2-3 рази на сезон (3-5 кг/га), навпаки, оптимізує ситуацію в ставах. За 35-40 діб молодь російського осетра досягає середньої маси в 5-6 г за виживаності приблизно 50% [8].

Постановка завдання. Формування ремонтно-маточних стад осетроподібних від ікри передбачає вирощування ремонту всіх вікових

груп, при цьому до вирощування молодшого ремонту застосовуються особливі вимоги, що пов'язане з необхідністю сформувати в даних вікових групах необхідні потенції росту, що в подальшому буде визначати швидкість статевого дозрівання і, відповідно, характер репродуктивного росту.

Існуючі технології вирощування мальків, мальків-покатників та цьоголіток осетроподібних передбачають високі нормативні щільності посадки, що викликане, в першу чергу, необхідністю максимально раціонального використання виробничих потужностей осетрових заводів, які досить обмежені. У той же час вирощений посадковий матеріал, що в подальшому буде використано для формування ремонтно-маточних стад, повинен мати відповідні лінійно-масові показники на фоні високих потенцій росту. Останнє під час вирощування рибопосадкового матеріалу за випасної технології, що застосовується на ВЕДОРЗ, можливе за умов корегування існуючих нормативів, у тому числі і щільності посадки в стави. Саме ця проблема і стала вирішальною у формуванні задач, що лягли в основу проведених досліджень.

Матеріали та методи досліджень. Спеціальні дослідження з вивчення впливу щільності посадки на результати вирощування мальків осетроподібних були проведені на базі вирощувальних ставів осетрового заводу, загальна площа експериментальної бази складала 16 га. Матеріалом досліджень слугували личинки та мальки стерляді (*Acipenser ruthenus*). Під час постановки експерименту було сформовано 3 варіанти із щільністю посадки личинок в 60, 80 та 100 екз/га при розбіжності середньої маси посадкового матеріалу від 154,0 до 179,0 мг. Термін вирощування складав 30 діб. Аналіз результатів вирощування проводився за основними рибничими показниками [1]; методики, що застосовувалися, були загальноновживаними в рибогосподарських дослідженнях [9–13]. Технологія вирощування відповідала загальновідомій [1].

Результати досліджень. Проведені дослідження показали, що фізико-хімічний режим ставів за отриманими параметрами був достатньо сприятливим для культивування стерляді. У ході вирощування посадкового матеріалу температура води коливалася в межах 22,1–28,3°C, кисневий режим мав зворотній до ходу температур характер і коливався в межах 4,2–5,9 мг/дм³, рН коливався на рівні від 7,2 до 7,9, вміст основних біогенних елементів тримався на рівні, близькому до оптимального.

Середньосезонні біомаси кормових гідробіонтів в експериментальних ставах були на високому для розвитку стерляді рівні і свідчили про достатній розвиток елементів кормової бази. Найбільша біомаса зоопланктону за весь період вирощування спостерігалась у ставах I варіанту з мінімальною щільністю посадки, в яких вона не зменшувалась нижче 6,2 г/дм³, досягаючи 13,0 г/дм³. У ставах інших варіантів біомаса зоопланктону була значно меншою, коливалася в межах від 2,4 до 5,4 г/дм³. Найбільша біомаса

зообентосу за весь період вирощування спостерігалась у ставах першого варіанту, в яких вона коливалася в межах середньосезонних значень у 2,11 – 4,02 г/дм² і окремих випадках досягала 10,04 г/дм². У ставах інших варіантів біомаса зообентосу була меншою і коливалася в межах від 1,22 до 3,39 г/дм².

Проведені дослідження показали суттєвий вплив щільності груп на результати вирощування мальків стерляді (рис 1).

Найкращі показники середньої маси мальків стерляді та їх виходу з вирощування були природно характерними для експериментальних груп I варіанту, яку зарибляли з мінімальною щільністю посадки в 75 тис. екз/га. Середня маса отриманого посадкового матеріалу даного варіанту коливалася в межах 2,59±0,25 – 2,68±0,30 г і в середньому складала 2,63±0,27 г, за середнього виходу вирощування у 67,59%. Необхідно відмітити також, що в ставах даного варіанту спостерігалися найбільші показники біомаси кормових організмів.

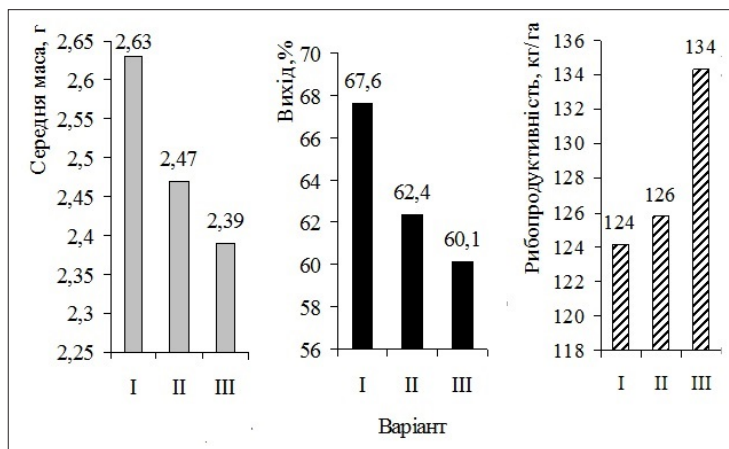


Рис. 1. Результати вирощування рибопосадкового матеріалу стерляді (*Acipenser ruthenus*)

Мінімальні показники середньої маси та виживаності були характерними для експериментальних груп III варіанту, що вирощувались із максимальною щільністю посадки в 100 тис. екз/га, яка є близькою до нормативної. Середня маса отриманих мальків даного варіанту коливалася по ставах у межах 2,36±0,47 – 2,43±0,24 г і в середньому складала 2,39±0,35 г, за середнього виходу вирощування в 60,14%. Середні показники маси та виживаності спостерігалися в експериментальних групах II варіанту, що вирощувалися із щільністю посадки у 87,5 тис. екз/га. Середня маса отриманих мальків даного варіанту коливалася в межах 2,14±0,37 – 2,73±0,33 г і в середньому складала 2,47±0,34 г, за середнього виходу з вирощування в 62,35%.

Натомість, що є природним, найбільші показники рибопродуктивності були характерними саме для експериментальних груп, які вирощувалися з максимальною щільністю, рибопродуктивність ставів III варіанту коливалася в межах 129,18 – 140,79 кг/га і в середньому складала 134,29 кг/га.

Різниця в щільності посадки відповідно відображалася і на характері реалізації росту мальків у період вирощування (рис. 2)

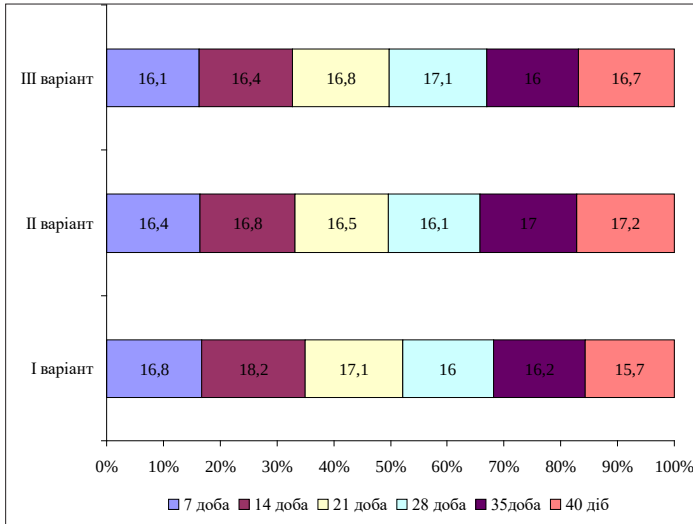


Рис. 2. Характер реалізації росту мальків стерляді (*Acipenser ruthenus*) у період вирощування

Як видно з рисунку 2, мальки першого варіанту експерименту відрізнялися найшвидшим ростом у перші три тижні вирощування, досягнувши в цей період 52,1% реалізації росту. У той же час результативність масонакопичення мальків інших варіантів у цей же період була дещо меншою і коливалася в межах 49,3–49,7%. Різниця в щільності посадки відображалася і на швидкості росту маси тіла. Найгірші показники росту були характерними для експериментальних III варіанту, різниця в рості порівняно з іншими варіантами експерименту досягала в окремі періоди 2,3–4,4%. Найменша різниця між експериментальними групами спостерігалася в перші 10 діб вирощування. Максимальні відносні прирости маси тіла мальків по всіх варіантах експерименту в межах 2,20 – 2,32% були характерні в перші доби вирощування, що пояснювалося, ймовірно, достатньою забезпеченістю мальків їжею внаслідок меншої, ніж в інші періоди вирощування, харчовою конкуренції. Відповідно, мінімальні відносні прирости маси в межах 0,18–0,19 спостерігалися в останні доби вирощування.

Відомо, що за пасовищного вирощування характер росту мальків стерляді в ставах у значному ступені залежить від забезпеченості їжею.

Проведений аналіз показав, що в складі живлення цюголітків стерляді всіх експериментальних варіантів протягом вирощування звичайними в харчовій грудці стада стерляді були форми ракоподібних (*Daphia* sp.), детрит, личинки комах (*Chironomidae*), олігохети (*Oligochaetae*). Зустрічалось шість кормових компонентів.

У живленні особин стерляді I варіанту, виловлених у травні, переважали рештки кормових організмів та детрит, їх об'єм у складі харчової грудки складав 47,69%. Певну роль відігравали дафнія (42,56%) та яйця дафнії (9,01%). У червні особини I варіанту живилися головним чином дафніями, об'єм яких у харчовій грудці складав 30,65%. Значно меншу роль у цей період відігравали рештки кормових організмів та детрит (18,31%) та личинки хірономід (14,51%). У липні в живленні особин I варіанту переважали рештки кормових організмів та детрит – 52,71%, також певну роль відігравала дафнія – 38,95%. Значно меншу роль відігравали личинки хірономід 4,39%.

У живленні особин стерляді II варіанту, виловлених у травні, переважала дафнія, її об'єм у складі харчової грудки складав 49,12%. Певну роль відігравали рештки кормових організмів та детрит (39,15%) та яйця дафнії (10,44%). У червні особини II варіанту живилися, головним чином, рештками кормових організмів, об'єм яких у харчовій грудці складав 47,5%. Значно меншу роль у цей період відігравали личинки хірономід (27,18%) та дафнія (21,59%). У липні переважали рештки кормових організмів та детрит – 50,01%, також певну роль відігравала дафнія – 29,56%. Значно меншу роль відігравали личинки хірономід – 14,43%.

У живленні особин стерляді III варіанту, виловлених у травні, переважала дафнія, їх об'єм у складі харчової грудки складав 46,15%. Певну роль відігравали рештки кормових організмів (42,35%) та яйця дафнії (10,65%). У червні особини III варіанту живилися головним чином рештками кормових організмів та детритом, об'єм яких у харчовій грудці складав 46,16%. Значно меншу роль у цей період відігравали дафнія (33,85%) та личинки хірономід (10,18%). У липні в харчових грудках переважали рештки кормових організмів та детрит – 52,14%, також певну роль відігравала дафнія – 32,86%. Значно меншу роль відігравали личинки хірономід – 9,55%.

Незважаючи на різницю в характері живлення молоді в окремих варіантах експерименту, високий середній рівень загального індексу наповнення кишково-шлункового тракту ($204,5-237,1 \text{ ‰}$) свідчив про достатнє забезпечення мальків кормами і характеризував їх інтенсивне живлення.

Проведений аналіз взаємного впливу технологічних та екологічних складників на результати проведення даних експериментальних робіт показав високу залежність головних рибогосподарських показників від щільності посадки під час вирощування стерляді в ставах (рис. 3).

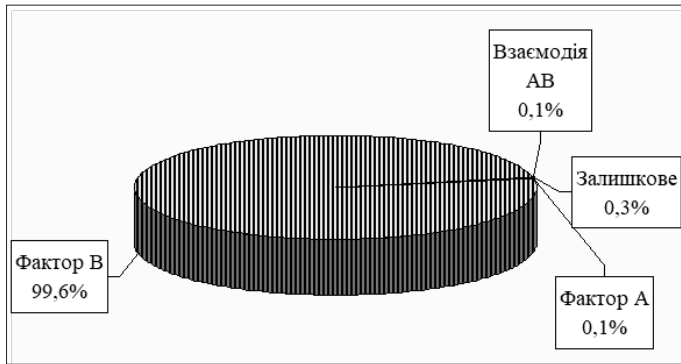


Рис. 3. Взаємодія та вплив величини кратності годівлі та щільності посадки на результати вирощування мальків стерляді (*Acipenser ruthenus*)

А – середня маса при зарибленні, мг;

В – щільність посадки, тис.екз/га.

Величина значущості щільності посадки в загальному об'ємі впливу складала 99,6%, значущість середньої маси посадкового матеріалу натомість була дуже низькою і складала всього 0,1%. Вивчення взаємного впливу обох факторів також показали незначну взаємодію, їх взаємний вплив на результати експерименту не перевищував 0,1%. На фоні цього розрахований критерій Фішера за основним фактором впливу був більшим за теоретичний, що вказувало на достовірність отриманих даних.

Висновки та перспективи. У результаті проведених досліджень та аналізу їх результатів було визначено, що в незалежності від впливу окремих еколого-технологічних параметрів на фоні сталих абіотичних параметрів зовнішнього середовища на результативність вирощування стерляді із збільшенням щільності посадки в ставах погіршуються рибогосподарські показники, зменшується темп росту маси тіла, показники виживаності отриманих мальків та рибопродуктивність. Оптимальною щільністю посадки під час вирощування посадкового матеріалу, який буде використано в подальшому для формування ремонтно-маточного стада, слід вважати 75 тис. екз/га. Середня маса отриманих мальків даного варіанту коливалася в межах $2,59 \pm 0,25$ – $2,68 \pm 0,30$ г і в середньому складала $2,63 \pm 0,27$ г, за середнього виходу вирощування в 67,59%. При цьому стерлядь, що вирощувалася за даної щільності посадки, відрізнялася найшвидшим ростом, особливо в перші три тижні вирощування, досягнувши в цей період 52,1% реалізації росту, що в подальшому повинно відобразитися на майбутньому рості у всіх вікових групах за умов створення сприятливих умов мешкання. У той же час дослідження показали, що під час вирощування посадкового матеріалу стерляді для зариблення природних водойм в умовах вирощувальних ставів із достатнім розвитком кормової

бази на рівні не менше 2,5-5,5 г/дм³ зоопланктону та від 1,5 до 3,5 г/дм² зообентосу щільність посадки може складати 190-200 тис. екз/га. За такої щільності посадки підрощеної личинки в ставах із достатньою кормністю в нормативні строки можливо отримати життєстійкий посадковий матеріал стерляді середньою масою 2,3-2,5 г із рівнем виживаності за умови вирощування в 58-62%.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ПОСАДКИ МАЛЬКОВ СТЕРЛЯДИ (*ACIPENSER RUTHENUS*) ПРИ ФОРМИРОВАНИИ РЕМОНТНО-МАТОЧНЫХ СТАД

Корниенко В.А. – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
ГБУЗ «Херсонский государственный аграрный университет», *frank438@ukr.net*
Плугатарев В.А., Мошнягул К.И.
Производственно-экспериментальный
Днепропетровский осетровый рыболовный завод
vedorz@mail.ru

Одним из наиболее сложных звеньев технологии выращивания осетровых на Днепровском рыболовном заводе является формирование и дальнейшее содержание ремонтно-маточных стад осетровых. В статье приводятся данные собственных специальных исследований влияния плотности посадки мальков стерляди на основные рыбохозяйственные показатели. В результате проведенных исследований и анализа их результатов было определено, что с увеличением плотности посадки стерляди уменьшается темп роста массы тела, ухудшаются показатели выживаемости выращенных мальков и общая рыбопродуктивность. Оптимальной плотностью посадки при выращивании посадочного материала стерляди, который будет использован в дальнейшем для формирования маточного стада, следует считать 75 тыс. экз/га. Средняя масса полученных мальков данного варианта колебалась в пределах 2,59±0,25 – 2,68±0,30 г и в среднем составляла 2,63±0,27 г, с средним выходом с выращивания в 67,59%.

Ключевые слова: плотность посадки, стерлядь, пруды, рост, средняя масса, рыбопродуктивность, выживаемость.

DETERMINATION OF OPTIMAL PLANTING DENSITY OF STURGEON (ACIPENSER RUTHENUS) JUVENILES IN THE FORMATION OF BREEDING STOCK

*Kornienko V.O. – Candidate of Agricultural Science,
Associate Professor*

*Kherson state agricultural university
frank438@ukr.net*

*Plugatarov V.A., Moshnjagul K.I.
Dneprovskiy sturgeon fish breeding factory
vedorz@mail.ru*

One of the most difficult elements in the technology of sturgeon cultivation at the Dnieper hatchery is the formation and further maintenance of sturgeon repair broodstock. In the article the data of own special researches of influence of density of landing of fry sterlet on the basic fish-economic indicators are resulted. As a result of the conducted research and analysis of their results, it was determined that with increasing sterlet stocking density the body weight growth rate decreases, the survival rates of the grown fry and the overall fish productivity deteriorate. The optimum of stocking density in the cultivation of sterlet planting stock, which will be used later for the formation of a repair broodstock, should be counted as 75,000 specimen/ha. The average weight of the obtained fry of this variant ranged within 2.59 ± 0.25 - 2.68 ± 0.30 g and averaged 2.63 ± 0.27 g, with an average growth from cultivation of 67,59%.

Key words: stocking density, sterlet, ponds, growth, average weight, fish productivity, survival.

ЛІТЕРАТУРА

1. Еколого-технологічні основи відтворення і вирощування молоді осетроподібних / Шерман І.М., Шевченко В.Ю., Корнієнко В.О., Ігнатів О.В. Херсон: Олді-Плюс, 2009. 348 с.
2. Мильштейн В.В. Осетроводство. Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1982. 152 с.
3. Корниенко В.А., Билык А.В., Мошнягул К.И. Влияние плотности посадки на эффективность выращивания покатной молоди русского осетра для зарыбления Нижнего Днепра «Actual status and conservation of natural population of sturgeon fish Acipenseridae. Aktualny stan i ochorona naturalnych populacji ryb jesiotrowatych Acipenseridae»: в зб. міжн.наук.-практ. конф. Olsztyn (Польща), 2014. С. 227–230.
4. Корниенко В.А., Билык А.В., Мошнягул К.И. Влияние основных технологических параметров и состояния кормовой базы на результативность выращивания мальков – покатников русского осетра (Acipenser gueldenstaedtii Brandt, 1833) // «Аквакультура осетровых: современные тенденции и перспективы»: Материалы междунар. научно-практ. конф. 18 мая 2016 г. Херсон: Гринь Д.С., 2016. С. 91–97.

5. Билык А.В. Новые технологии в выращивании покатной молоди русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833) // «Сучасні проблеми теоретичної та практичної іхтіології»: Матеріали VIII Між нар. іхтіологічної наук.-практ. Конф. 17-19 вересня 2015 р. Херсон: Грінь Д.С., 2015. С. 26–29.
6. Аквакультура осетрообразных: учебно-практическое пособие / Л. Васильева и др. Херсон: Грінь Д.С., 2016. 238 с.
7. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб / Под ред. М.С. Чебанова. Анкара: ФАО. 2010. 325 с.
8. Камоликова Л.И., Зайцева Л.А. Возможности совместного выращивания молоди осетра и севрюги // Рациональные основы ведения осетрового хозяйства. Материалы междунар. научно-практ. конф. Волгоград. 1981. С. 96–97.
9. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос) / Под ред. Л.А. Кутиковой, Я.И. Старобогатова. Ленинград: Гидрометеиздат, 1977. 511 с.
10. Жадин В.И. Методы гидробиологических исследований. Москва: Высшая школа, 1960. 189 с.
11. Алёкин О.А. Основы гидрохимии. Ленинград: Гидрометиздат, 1970. 443 с.
12. Пилипенко Ю.В., Корнієнко В.О. Методика збору та обробки матеріалів по живленню риб. Херсон: РВВ «Колос» ХДАУ, 2009. 34 с.
13. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології. Киев: Фитосоциоцентр, 1998. 231 с.

ВОДНІ БІОРЕСУРСИ

УДК 595.384:575.17

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОЛИМОРФИЗМ ДЛИННОПАЛОГО РАКА (*Astacus leptodactylus* Esch.) В ОЗЕРАХ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

¹Сасинович М.А., ¹Слуквин А.М., ²Алехнович А.В.

¹Институт генетики и цитологии НАН Беларуси
Республика Беларусь, 220072, г. Минск, ул. Академическая, 27,
marina.sasinovich@yandex.ru; A.Slukvin@igc.by;

²ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам»
Республика Беларусь, 220072, г. Минск, ул. Академическая, 27,
alekhnovichav@gmail.com

В статье изложены результаты проведенных работ по генотипированию и изучению генетического полиморфизма длиннопалого рака (*Astacus leptodactylus* Esch.), обитающего в озерах Олтуш и Соминское Брестской области. Использовались два митохондриальных гена – COI и 16s rRNA.

При оценке видовой принадлежности раков по гену COI мт ДНК было установлено, что в обоих озерах с вероятностью 99% обитает вид десятиногих раков – длиннопалый рак (*Astacus leptodactylus* Esch.).

В ходе исследований была адаптирована методика прижизненного отбора биологического материала у длиннопалого рака (*Astacus leptodactylus* Esch.), а также усовершенствована методика выделения ДНК из мышечной ткани длиннопалого рака.

Впервые в стране был создан банк ДНК и биологических образцов длиннопалого рака.

Работа выполнена в рамках задания 2.11 «Изучение генетического разнообразия водных и околотовных беспозвоночных» государственной программы научных исследований «Биотехнологии» 2016-2020 гг., подпрограммы «Структурная и функциональная Геномика».

Ключевые слова: длиннопалый рак, генетический полиморфизм, генотипирование, биологический материал, банк ДНК.

Введение. Изучение генетического полиморфизма у десятиногих раков имеет важное теоретическое и практическое значение как для оценки биологического разнообразия в популяциях десятиногих раков, определения видового состава, обнаружения гибридных особей, оценки устойчивости раков к болезням, так и для разработки мероприятий по сохранению вида и увеличению промышленных запасов длиннопалого рака в водоемах Беларуси [1]. Анализ литературы по генетическим

исследованиям у длиннопалых раков показал, что при проведении работ, основанных на электрофорезе белков, были установлены низкие уровни вариаций в популяциях пресноводных раков [2; 3]. Ранее, для проведения генетических исследований у десятиногих, использовался RAPD-PCR анализ, однако результаты такого анализа оказались малоинформативными при оценке генетической гетерогенности в популяциях раков [4; 5; 6]. В течение последнего десятилетия были разработаны новые молекулярные методы, которые позволили обнаружить более высокую степень генетической изменчивости в популяциях пресноводных раков. В большинстве работ генетическая дифференциация популяций раков была оценена с использованием митохондриальной ДНК. Преимущества мтДНК как инструмента в генетических исследованиях популяций широко рассмотрены в литературе [7]. Так, было установлено, что в связи с материнским режимом наследования мтДНК ее широко используют для исследования генетических различий и эволюционной истории между видами и внутри видов. Важным также является тот факт, что мтДНК способна сохранять историю прошлых изоляций, даже в случае современного привнесения чужеродных групп. Доказано, что мтДНК оказалась превосходным инструментом для изучения популяционной генетики животных, выше или ниже видового уровня [8]. Ряд исследователей считают, что в будущем мтДНК может помочь в определении таксономического своеобразия отдельных групп раков, выбрать приоритеты для реализации программ по сохранению видового разнообразия [9]. В последнее время мтДНК стали использовать как генетический маркер, способный идентифицировать видовую и популяционную принадлежность изучаемых гидробионтов [10–17]. Польскими коллегами было установлено, что для изучения генетической структуры в популяциях десятиногих раков наиболее информативными являются фрагменты генов мтДНК COI (680 п.н.) и 16S рРНК (530 п.н.) [18; 19].

Таким образом, для генотипирования и изучения генетического полиморфизма длиннопалого рака в водоемах Брестской области были выбраны последовательности митохондриальной ДНК, а именно, фрагменты гена мтДНК COI (680 п.н.) и 16S рРНК (530 п.н.), которые являются наиболее информативными при проведении таких исследований.

Цель работы – оценить возможности использования двух митохондриальных генов (COI и 16S rRNA) для проведения работ по генотипированию и изучению генетического полиморфизма длиннопалого рака (*Astacus leptodactylus* Esch.), обитающего в водоемах Брестской области.

Материалы и методы. Для генетических исследований прижизненным способом отобраны пробы у длиннопалого рака из наиболее

ракопродуктивных озер Брестской области: Олтуш (Малоритский район) – 16 проб; Соминское (Ивацевичский район) – 15 проб. Биологический материал отбирался у взрослых особей, помещался с помощью стерильного пинцета в небольшие по объему (на 1,5 мл) пробирки типа Эппендорф и заливался 96% этанолом. Для выделения ДНК использовался стандартный фенол-хлороформный метод выделения ДНК у десятиногих раков [7; 19]. Концентрацию и чистоту выделенной ДНК определяли на спектрофотометре IMPLEN spectrophotometer Nanogram (Germany). Качество выделенной ДНК проверяли электрофоретически в 2% агарозном геле.

Все праймеры были синтезированы в ОДО «Праймтех» (Минск). ПЦР осуществляли с использованием амплификатора C1000™ ThermalCycler (Bio-Rad, США). Для получения целевых фрагментов митохондриального гена цитохромоксидазы 1 субъединицы (COI) и гена 16SrRNA были использованы следующие пары праймеров и программы амплификации (табл. 1).

Таблица 1. Отобранные для анализа праймеры и протоколы ПЦР

Название	Последовательность	Программа амплификации
LCO1490 forward	GGTCAACAAATCATA AAGATATTGG	 1. Иниц. денатурация 95°C 90 сек. 2. Денатурация 95°C 30 сек. 3. Отжиг 45 °C 60 сек. 5 циклов 4. Элонгация 72°C 90 сек. 5. Денатурация 95 °C 30 сек. 6. Отжиг 55°C 45 сек. 27 циклов 7. Элонгация 72°C 60 сек. 8. Финальная элонгация 72 °C 7 мин.
HCO2198 reverse	TAAACTTCAGGGTG ACCAAAAAATCA	
16S-F	CCTGTTTANCAAAAAACAT	Иниц. денатурация 95°C 3 мин. Денатурация 95°C 40 сек. Отжиг 53 °C 50 сек. 30 циклов Элонгация 72°C 60 сек. Финальная элонгация 72 °C 5 мин.
16S-R	AGATAGAAACCAACCTGG	

Реакционная смесь для ПЦР составляла 10 мкл: 5 мкл буфера DreamTaqPCRMasterMix (2X), 0,2 мкл каждого праймера, 3,6 мкл MiliQ и 1 мкл ДНК-матрицы.

Электрофоретическое разделение фрагментов ДНК проводили в 2% агарозном геле с добавлением флуоресцентного красителя Ethidiumbromide. Длины, получаемых в ходе реакции ампликонов (ПЦР-фрагментов) составили 680 п.н. и 530 п.н. для COI и 16SrRNA, соответственно (рисунки 1 и 2).

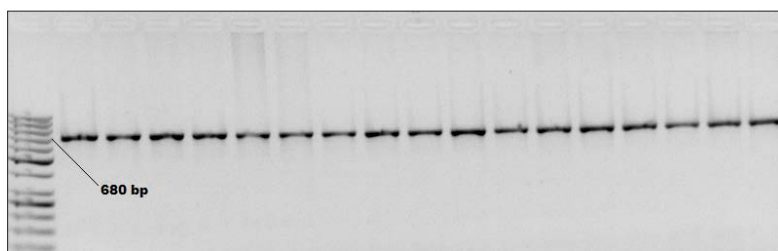


Рис. 1. Электрофореграмма продуктов амплификации гена COI

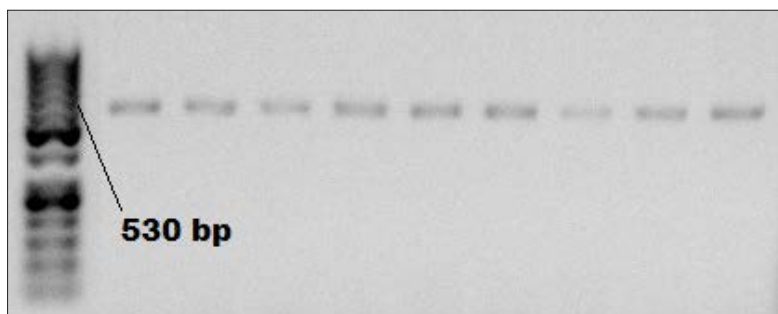


Рис.2. Электрофореграмма продуктов амплификации гена 16srRNA

Продукты ПЦР сразу после амплификации очищали ферментами, добавляя в каждый образец по 0,3 мкл экзонуклеазы (Exo1) и по 0,9 мкл фосфатазы (FastAP), и инкубировали при 37 оС 30 минут. Для остановки реакции нагревали смесь до 80 оС 15 минут.

Для подготовки образцов к секвенированию проводилась терминальная ПЦР. Реакционная смесь для ПЦР составляла 8 мкл: 1,6 мкл буфера BrightDyeTerminator (Nimagen, Netherlands), 0,8 мкл терминатора BrightDyeTerminator (Nimagen, Netherlands), 3,6 мкл MiliQ, 0,5 мкл прямого праймера и 1,5 мкл продуктов предыдущей ПЦР. Программа амплификации представлена в таблице 2.

Заключительным этапом при подготовке образцов для секвенирования являлась очистка терминатора после ПЦР по следующему протоколу:

1. по 30 мкл 96% спирта в каждую пробирку;
2. по 2 мкл 5М уксусной кислоты (смесь перемешивалась на вортексе);
3. 30 минут смесь выдерживалась в морозильной камере;
4. центрифугирование 10 минут (супернатант сливался);
5. по 130 мкл 70% спирта;
6. центрифугирование 10 минут (супернатант отбирался дозатором);
7. открытые пробирки ставились в термостат на 45°С до полного высыхания осадка.

Табл. 2. Программа амплификации терминальной ПЦР

1. Иници денатурация 96°C 1 мин.		40 циклов
2. Денатурация 96°C 10 сек.		
3. Отжиг 55 °C 5 сек.		
4. Элонгация 60 °C 4 мин.		

Проведение капиллярного электрофореза осуществлялось в Республиканском центре геномных биотехнологий.

Результаты секвенирования анализировались с помощью программы MEGA7.

Результаты исследований и обсуждение. Сравнение популяций озера Олтуш и Соминское по гену COI

Первым этапом в анализе последовательностей было их сравнение с уже известной, имеющейся последовательностью гена COI, размещенной в GenBank. Все образцы (31) были с 99% вероятностью отнесены к нашему исследуемому виду *Astacus leptodactylus* Esch.

Следующим этапом в анализе последовательностей было их выравнивание с помощью программы MEGA7 (рис. 3).

После выравнивания размер последовательности гена COI составил 639 нуклеотидов у популяции озера Соминское, а у озера Олтуш – 632 нуклеотида. После выравнивания последовательностей были рассчитаны парные генетические дистанции для каждой популяции.

До выравнивания

Species/Abbrv	Group Name	
1. 94		GRGATGATTTTGGTSCWTCAGSSKTRAAATGTGGGAACCTCTTTAGAGATATTTTTCGGGTTGAGCTAGGYCAAC
2. 95		WGTGATTTTGGGMYTGCGGKKAAATAGTGGGAACCTCTTTAGAGATATTTTTCGGGTTGAGCTAGGYCAAC
3. 96		GWGWTGATTTTGGGMYTGCGGKKAAATAGTGGGAACCTCTTTAGAGATATTTTTCGGGTTGAGCTAGGYCAAC
4. 97		TGATGCGCTGGTCRCWCGKTSKTAGTGGGAACCTCTTTAGAGATATTTTTCGGGTTGAGCTAGGYCAAC
5. 98		WTKTGTGATTTTGGGMYTGCGGKKAAATAGTGGGAACCTCTTTAGAGATATTTTTCGGGTTGAGCTAGGYCAAC
6. 99		WTKTGTGATTTTGGGMYTGCGGKKAAATAGTGGGAACCTCTTTAGAGATATTTTTCGGGTTGAGCTAGGYCAAC
7. 100		KTWGTGATTTTGGGMYTGCGGKKAAATAGTGGGAACCTCTTTAGAGATATTTTTCGGGTTGAGCTAGGYCAAC
8. 101		CTTGTGATTTTGGGMYTGCGGKKAAATAGTGGGAACCTCTTTAGAGATATTTTTCGGGTTGAGCTAGGYCAAC
9. 102		TTTTGTGATTTTGGGMYTGCGGKKAAATAGTGGGAACCTCTTTAGAGATATTTTTCGGGTTGAGCTAGGYCAAC
10. 103		TTTTGTGATTTTGGGMYTGCGGKKAAATAGTGGGAACCTCTTTAGAGATATTTTTCGGGTTGAGCTAGGYCAAC
11. 104		TTTTGTGATTTTGGGMYTGCGGKKAAATAGTGGGAACCTCTTTAGAGATATTTTTCGGGTTGAGCTAGGYCAAC
12. 105		TTTTGTGATTTTGGGMYTGCGGKKAAATAGTGGGAACCTCTTTAGAGATATTTTTCGGGTTGAGCTAGGYCAAC
13. 106		TTTTGTGATTTTGGGMYTGCGGKKAAATAGTGGGAACCTCTTTAGAGATATTTTTCGGGTTGAGCTAGGYCAAC
14. 107		TTTTGTGATTTTGGGMYTGCGGKKAAATAGTGGGAACCTCTTTAGAGATATTTTTCGGGTTGAGCTAGGYCAAC
15. 108		TTTTGTGATTTTGGGMYTGCGGKKAAATAGTGGGAACCTCTTTAGAGATATTTTTCGGGTTGAGCTAGGYCAAC

После выравнивания

Species/Abbrv	Group Name	
1. 94		CCCTTTTCCCTTTGACCTGATTTTATTAACGGCGTTCTTTTACCTTTATCTTTA...CCGGGTTAGCGAGTGCCTAT
2. 95		CCCTTTTCCCTTTGACCTGATTTTATTAACGGCGTTCTTTTACCTTTATCTTTA...CCGGGTTAGCGAGTGCCTAT
3. 96		CCCTTTTCCCTTTGACCTGATTTTATTAACGGCGTTCTTTTACCTTTATCTTTA...CCGGGTTAGCGAGTGCCTAT
4. 97		CCCTTTTCCCTTTGACCTGATTTTATTAACGGCGTTCTTTTACCTTTATCTTTA...CCGGGTTAGCGAGTGCCTAT
5. 98		CCCTTTTCCCTTTGACCTGATTTTATTAACGGCGTTCTTTTACCTTTATCTTTA...CCGGGTTAGCGAGTGCCTAT
6. 99		CCCTTTTCCCTTTGACCTGATTTTATTAACGGCGTTCTTTTACCTTTATCTTTA...CCGGGTTAGCGAGTGCCTAT
7. 100		CCCTTTTCCCTTTGACCTGATTTTATTAACGGCGTTCTTTTACCTTTATCTTTA...CCGGGTTAGCGAGTGCCTAT
8. 101		CCCTTTTCCCTTTGACCTGATTTTATTAACGGCGTTCTTTTACCTTTATCTTTA...CCGGGTTAGCGAGTGCCTAT
9. 102		CCCTTTTCCCTTTGACCTGATTTTATTAACGGCGTTCTTTTACCTTTATCTTTA...CCGGGTTAGCGAGTGCCTAT
10. 103		CCCTTTTCCCTTTGACCTGATTTTATTAACGGCGTTCTTTTACCTTTATCTTTA...CCGGGTTAGCGAGTGCCTAT
11. 104		CCCTTTTCCCTTTGACCTGATTTTATTAACGGCGTTCTTTTACCTTTATCTTTA...CCGGGTTAGCGAGTGCCTAT
12. 105		CCCTTTTCCCTTTGACCTGATTTTATTAACGGCGTTCTTTTACCTTTATCTTTA...CCGGGTTAGCGAGTGCCTAT
13. 106		CCCTTTTCCCTTTGACCTGATTTTATTAACGGCGTTCTTTTACCTTTATCTTTA...CCGGGTTAGCGAGTGCCTAT
14. 107		CCCTTTTCCCTTTGACCTGATTTTATTAACGGCGTTCTTTTACCTTTATCTTTA...CCGGGTTAGCGAGTGCCTAT
15. 108		CCCTTTTCCCTTTGACCTGATTTTATTAACGGCGTTCTTTTACCTTTATCTTTA...CCGGGTTAGCGAGTGCCTAT

Рис. 3. Выравнивание последовательностей гена COI популяции *Astacus leptodactylus* озера Соминское

При расчете внутривидовых генетических дистанций оказалось, что средние значения парных генетических дистанций в обеих популяциях, рассчитанные по белок-кодирующим областям гена COI, имеют невысокие значения и различаются несущественно (оз. Соминское – 0,003, Олтуш – 0,002). Также не наблюдалось зависимости значения генетической дистанции от числа анализируемых последовательностей.

Затем был проведен расчет процентного содержания переменных сайтов нуклеотидов, а также расчет процентного содержания синонимичных и несинонимичных замен нуклеотидов. Все расчеты также производились в программе MEGA7. Как видно на рисунке 4, в анализируемых последовательностях популяции озера Соминское было обнаружено 13 переменных сайтов нуклеотидов из 639.

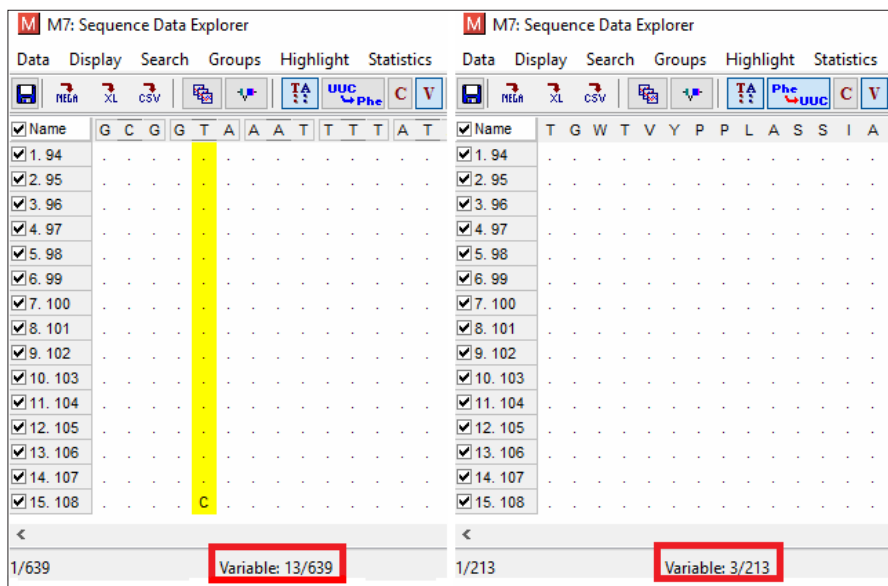


Рис. 4. Переменные сайты нуклеотидов (справа) и аминокислот (слева) в гене COI популяции озера Соминское

Процентное содержание переменных сайтов рассчитывалось по формуле:

$I = V \cdot 100\% / D$, где I – процент переменных сайтов; V – число переменных сайтов; D – общая длина последовательности.

Таким образом, процент переменных сайтов нуклеотидов у раков по озеру Соминское составил 2,04%.

Расчет процентного содержания несинонимичных замен осуществляется по той же формуле:

$N = V_n * 100\% / D$, где N – процент несинонимичных замен нуклеотидов; V_n – число несинонимичных замен нуклеотидов; D – общая длина последовательности. Число синонимичных замен рассчитывается по формуле: $S = I - N$, где S – процент синонимичных замен нуклеотидов; I – процент вариабельных сайтов; N – процент несинонимичных замен нуклеотидов.

Таким образом, процент несинонимичных замен составил 0,47%, а число синонимичных – 1,57%.

При анализе данных, полученных для раков из популяции озера Олтуш, было установлено, что число вариабельных сайтов нуклеотидов было 9 из 632 нуклеотидов и 6 аминокислот из 210.

Таким образом, процент вариабельных нуклеотидов составил 1,42%, из которых несинонимичных замен 0,95%, а синонимичных – 0,47%. На основании полученных результатов можно заключить, что ген COI у *Astacus leptodactylus* характеризуется низкой внутривидовой вариабельностью. Внутривидовые генетические дистанции по отдельным участкам гена COI существенно не различаются. Нуклеотидные последовательности отдельных участков гена обладают высоким, иногда 100% сходством. В то же время наличие внутривидовой вариабельности, обеспеченное нуклеотидными заменами, подтверждает применимость этого гена для диагностики не только видов, но и внутривидовых форм. Число вариабельных сайтов нуклеотидов в последовательностях гена COI популяции раков озера Соминское в 1,44 раза выше, чем озера Олтуш, однако процентное содержание несинонимичных замен было в 2 раза выше в популяции рака в озере Олтуш, чем в озере Соминское. При оценке видовой принадлежности раков по гену COI было установлено, что в обоих озерах, обитает вид десятиногих раков – длиннопалый рак (*Astacus leptodactylus* Esch.) (с вероятностью 99%).

Сравнение популяций озера Олтуш и Соминское по гену 16s rRNA

Также, как и для гена COI, первым этапом в анализе последовательностей было их сравнение с уже известной, имеющейся последовательностью гена 16srRNA, размещенной в GenBank. Все 31 экз. образцов были с 83–95% вероятностью отнесены к исследуемому виду длиннопалый рак (*Astacus leptodactylus* Esch.), однако имелось также и большое сходство с близкородственным видом *Astacus astacus*. Следующим этапом в анализе последовательностей было их выравнивание с помощью программы MEGA7. Следует отметить, что уже на этом этапе было заметно большое количество нуклеотидных замен и вставок в последовательностях обеих популяций раков (рисунок 5).

Species/Abbr	Group Name	
1. 94		T T A T G A C C G T G C T A A G S T A G C R T A A T C A T T A G T C T T T T A A T T G A A G G C T S G W A T R A A T
2. 95		C C G G T A T T A T G A C C G T G C T A A G S T A G C G T A A T C A T T A G G C T T T T A A T T G A A G G C T G G A T
3. 96		C C Y G G T A T T A T G A C C G T A A T C A T G A C A G T A A T T G A A G G C T G G A T A A A T G G T T G G C A A G A T
4. 97		G G T A T T A T G A C C G T G C T A A G S T A G C G T A A T C A T T A A G A A A A K G A A G S C T G G A A A T
5. 98		A A G G T A C C G T A A T C A T T A G R C A A T A T T G A A G G C T G G A A T A A T T G G T T G G A C A A G A A T
6. 99		C C T C S G T A G C G T A A T A T T A G G C A A G T A A T T G A A G G C T G G A A T A A T T G G T T G G A C A A T
7. 100		C C G G T A T T A T G A C C G T G C T A A G S T A G C G T A A T C M T T A S C T T T T A A T T G A A G G C T G G A T
8. 101		Y T T A T G A C C G W G S T A A G S T A G C G T A A T R G A A G G C C C C T T W A G C T G C A A T A A T S G T
9. 102		A T T A T G A C C G T C M A G S T A G C G T A C C T A C S T A T T C T T T T A A T T G A A G G C T G G A A C A A T
10. 103		C C G C G S G T A T T A T G A C C G T G C T A A G G T A G C G T A A T G A A A A G A C T T T A A T T G A A G G C T
11. 104		A T G A C C G T G C T A A G G T A G C G T A A T C A T T A G T C T T T T A A T T G A A G G C T G G A A T A A T T G G T
12. 105		T T A T G A C C G T G C T A A G S T A G C R T A A T C M T T A G T C T T T T A A T T G A A G G C T G G A T R A A T
13. 106		A T G A C C G T G C T A A G S T A G C R T A A T C M T T A K T C T T T T A A T T G A A G G C T G G A A T R A A T G T
14. 107		T A T G A C C G T G C T A A G S T A A G C G T A A T C A T T A G T C T T T T A A T T G A A G G C T G G A A T A A T G T
15. 108		T T A T G A C C G T G C T A A G S T A G C R T A A T C A T T A G T C T T T T A A T T G A A G G C T G G A T R A A T

До выравнивания

Species/Abbr	Group Name	
1. 94		T T T T A A T T G A A G G C T G G A A T A A A T G G T T G G A C A A G A A A T A A G C T G T C T T A A A T A A A A
2. 95		T T T T A A T T G A A G G C T G G A A T A A A T G G T T G G A C A A G A A A T A A G C T G T C T T A A A T A A A A
3. 96		A A G T A A T T G A A G G C T G G A A T A A A T G G T T G G A C A A G A A A T A A C T G T C T T A A A T A A A A
4. 97		G A A A A A T T G A A G G C T G G A A A A A A T G G T T G G A C A G A A T C C A A G C T T C T T A A A T A A A A
5. 98		A A T A A A T T G A A G G C T G G A A T A A A T G G T T G G A C A A G A A A T A A G C T T C T T A A A T A A A A
6. 99		A A G T A A T T G A A G G C T G G A A T A A A T G G T T G G A C A A G A A A T A A G C G G C T C T T A A A T A A A A
7. 100		T T T T A A T T G A A G G C T G G A A T A A A T G G T T G G A C A A G A A A T A A G C T G T C T T A A A T A A A A
8. 101		A G G C C C T T A A G G C T G G A A T A A A T G G T T G G A C A A G A A T A A A A G G G G A A A A T A A A A
9. 102		T T T T A A T T G A A G G C T G G A A C C A A T G G T C G G A C A A C A A A T A A G C T G T C T T A A A T A A A A
10. 103		T T T T A A T T G A A G G C T G G A A T A A A T G G T T G G A C A A G A A A T A A G C T G T C T T A A A T A A A A
11. 104		T T T T A A T T G A A G G C T G G A A T A A A T G G T T G G A C A A G A A A T A A G C T G T C T T A A A T A A A A
12. 105		T T T T A A T T G A A G G C T G G A A T A A A T G G T T G G A C A A G A A A T A A G C T G T C T T A A A T A A A A
13. 106		T T T T A A T T G A A G G C T G G A A T A A A T G G T T G G A C A A G A A A T A A G C T G T C T T A A A T A A A A
14. 107		T T T T A A T T G A A G G C T G G A A T A A A T G G T T G G A C A A G A A A T A A G C T G T C T T A A A T A A A A
15. 108		T T T T A A T T G A A G G C T G G A A T A A A T G G T T G G A C A A G A A A T A A G C T G T C T T A A A T A A A A

После выравнивания

Рис. 5. Выравнивание последовательностей гена 16srRNA популяции *Astacus leptodactylus* озера Соминское

После выравнивания размер последовательности гена 16srRNA составил 500 нуклеотидов у популяции озера Соминское, а у озера Олтуш – 487 нуклеотидов. После того как последовательности были подготовлены, были рассчитаны парные генетические дистанции для каждой популяции.

При расчете внутривидовых генетических дистанций оказалось, что средние значения парных генетических дистанций в обеих популяциях, рассчитанные по белок-кодирующим областям гена, имеют более высокие значения, чем рассчитанные для гена COI, и сильно различаются между двумя популяциями (оз. Соминское – 0,052, Олтуш – 0,269).

Следующим этапом анализа был расчет процентного содержания переменных сайтов нуклеотидов, а также расчет процентного содержания синонимичных и несинонимичных замен нуклеотидов. Все расчеты также производились в программе MEGA7.

Name	A	T	C	A	T	A	G	T	C	T	T	Name	K	A	V	L	P	C	G	S	V	I
1. 94												1. 94										
2. 95												2. 95										
3. 96												3. 96										
4. 97												4. 97										
5. 98												5. 98										
6. 99												6. 99										
7. 100												7. 100										
8. 101												8. 101										
9. 102												9. 102										
10. 103												10. 103										
11. 104												11. 104										
12. 105												12. 105										
13. 106												13. 106										
14. 107												14. 107										
15. 108												15. 108										

1/500 Variable: 128/500 1/166 Variable: 62/166

Рис. 6. Вариабельные сайты нуклеотидов (справа) и аминокислот (слева) в гене 16srRNA популяции озера Соминское

Name	C	A	A	G	G	G	C	C	G	C	C	Name	Q	S	G	R	R	I	M	T	V	L	S	R	N
1. 109												1. 109													
2. 110												2. 110													
3. 111												3. 111													
4. 112												4. 112													
5. 113												5. 113													
6. 114												6. 114													
7. 115												7. 115													
8. 116												8. 116													
9. 117												9. 117													
10. 118												10. 118													
11. 119												11. 119													
12. 120												12. 120													
13. 121												13. 121													
14. 122												14. 122													
15. 123												15. 123													
16. 124												16. 124													

1/487 Variable: 293/487 1/162 Variable: 127/162

Рис. 7. Вариабельные сайты нуклеотидов (справа) и аминокислот (слева) в гене 16srRNA популяции озера Олтуш

Процентное содержание вариабельных сайтов рассчитывалось по той же формуле, что и для гена COI.

Таким образом, процент вариабельных сайтов нуклеотидов ДНК раков оказался высоким для обоих озер (25,6% и 60,1% для озер Соминское и Олтуш, соответственно), что согласно последним литературным данным

является характерным для генов митохондриального генома среди гидробионтов при отборе на адаптацию к экстремальным условиям среды обитания [20]. Дальнейшее вычисление синонимичных и несинонимичных замен оказалось уже невозможным, так как процент вариабельности нуклеотидных сайтов оказался слишком высок для этого гена. Наибольшую вариабельность по гену 16srRNA показала популяция длиннопалого рака в озере Олтуш.

Заключение. При оценке видовой принадлежности раков по гену COI мтДНК было установлено, что в обоих озерах обитает вид десятиногих раков – длиннопалый рак (*Astacus leptodactylus* Esch.) (с вероятностью 99%). Продемонстрировано также, что в целом ген COI характеризуется достаточно низкой внутривидовой генетической вариабельностью. Установлено, что у раков из озера Олтуш, она была в 1,4 раза ниже, чем у раков из озера Соминское (1,42% и 2,04%, соответственно).

Относительно генетической вариабельности гена 16s rRNA был установлен очень высокий уровень полиморфизма в популяциях раков для обоих озер (25,6% и 60,1% для озер Соминское и Олтуш, соответственно), что является характерным для генов митохондриального генома среди гидробионтов при отборе на адаптацию к экстремальным условиям среды обитания [20]. Высокие уровни полиморфизма по гену 16s rRNA у длиннопалых раков из озер Соминское (Ивацевичский район) и озера Олтуш (Малоритский район) (при дополнительном исследовании раков из этих озер на наличие возбудителя рачьей чумы, других возбудителей инфекционной и паразитарной природы) дают нам основание полагать, что маточные стада из этих озёр обладают высокой степенью генетического полиморфизма и могут быть пригодны для интродукцирования в другие озёра Брестской области, соответствующие оптимальным условиям для обитания длиннопалых раков.

В ходе исследований была адаптирована методика прижизненного отбора биологического материала у длиннопалого рака (*Astacus leptodactylus* Esch.), а также усовершенствована методика выделения ДНК из мышечной ткани длиннопалого рака.

Впервые в стране был создан банк ДНК и биологических образцов длиннопалого рака (акты от 21.11.2016 г. о передаче биологического материала и ДНК в Республиканский банк ДНК человека, животных, растений и микроорганизмов).

Работа выполнена в рамках задания 2.11 «Изучение генетического разнообразия водных и околотовных беспозвоночных» государственной программы научных исследований «Биотехнологии» 2016-2020 гг., подпрограммы «Структурная и функциональная Геномика».

ГЕНЕТИЧНИЙ ПОЛІМОРФІЗМ ДОВГОПАЛОГО РАКУ (*Astacus leptodactylus* ESCH.) В ОЗЕРАХ БІЛОРУСЬКОГО ПОЛІССЯ

¹Сасіновіч М.О., ¹Слуквін О.М., ²Алехнович А.В.

¹Інститут генетики і цитології НАН Білорусі,
marina.sasinovich@yandex.ru; A.Slukvin@igc.by;

²ДНВО «Науково-практичний центр НАН Білорусі з біоресурсів»,
alekhnovichav@gmail.com

У статті викладені результати проведених робіт щодо генотипування та вивчення генетичного поліморфізму довгопалого раку (*Astacus leptodactylus* Esch.), що мешкає в озерах Олтуш і Соминське Брестської області. Використовувалися два мітохондріальні гени – COI і 16s rRNA.

При оцінці видової приналежності раків за геном COI мтДНК було встановлено, що в обох озерах з імовірністю 99% мешкає вид десятиногого раку – довгопалый рак (*Astacus leptodactylus* Esch.).

У ході досліджень було адаптовано методику прижиттєвого відбору біологічного матеріалу у довгопалого раку (*Astacus leptodactylus* Esch.), а також удосконалено методику виділення ДНК з м'язової тканини довгопалого раку.

Уперше в країні було створено банк ДНК і біологічних зразків довгопалого раку.

Роботу виконано в рамках завдання 2.11 «Вивчення генетичного різноманіття водних і навколоводних безхребетних» Державної програми наукових досліджень «Біотехнології» 2016-2020 рр., підпрограми «Структурна і функціональна Геноміка».

Ключові слова: довгопалый рак, генетичний маркер, генетичний поліморфізм, генотипування, біологічний матеріал, банк ДНК.

GENETIC POLYMORPHISM OF LONG-CLAWED CRAYFISH (*Astacus leptodactylus* Esch.) IN THE LAKES OF THE BELARUS POLESIA

¹Sasinovich M.A., ¹Slukvin A.M., ²Alehnovich A.B.

¹Institute of Genetics and Cytology of the National Academy of Sciences of Belarus
Republic of Belarus, 220072, Minsk, Akademicheskaya Street, 27,
marina.sasinovich@yandex.ru; A.Slukvin@igc.by;

²SSPO «Scientific and Practical Center for Bioresources NAS of Belarus»
Republic of Belarus, 220072, Minsk, Akademicheskaya Street, 27,
alekhnovichav@gmail.com

The article presents the results of the work on genotyping and the study of the genetic polymorphism of long-clawed crayfish (*Astacus leptodactylus* Esch.) living in the lakes of Oltush and Sominsk, Brest region. Two mitochondrial genes, COI and 16s rRNA, has been used.

When assessing the species of crayfish by the COI mtDNA gene, it was found that in both lakes, with a probability of 99%, there was a species of decapod crayfish – a long-clawed crayfish (*Astacus leptodactylus* Esch.).

In the course of the research, the technique of the lifetime selection of biological material in long-clawed crayfish (*Astacus leptodactylus* Esch.) was adapted, and the method for isolating DNA from the muscle tissue of long-clawed crayfish was improved.

For the first time in the country, a bank of DNA and biological samples of long-clawed crayfish has been created.

The work was performed as part of task 2.11 “Study of the genetic diversity of aquatic and near-water invertebrates” of the state program of scientific research “Biotechnology” 2016-2020, the subprogram “Structural and functional Genomics”.

Key words: long-clawed crayfish, genetic polymorphism, genotyping, biological material, bank of DNA.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алехнович А.В. Речные раки Беларуси в современных условиях: распространение, динамика численности, продукционно-промысловый потенциал / Минск: Беларуская навука, 2016. 303 с.
2. Agerberg A. Genetic variation in three species of freshwater crayfish, *Astacus astacus* L, *Astacus leptodactylus* Esch and *Pacifastacus leniusculus* (Dana), revealed by isozyme electrophoresis. *Hereditas*. 1990. Vol. 113. P. 101–108.
3. Fevolden S.E. Allozymic variation among populations of noble crayfish, *Astacus astacus* L, in southern Norway: implications for management / S.E. Fevolden, T. Taugbol, J. Skurdal. *Aquat. Fish. Manag.* 1994. Vol. 25 P. 927–935.
4. Азизов А.П. Популяционно-генетическая характеристика длиннопалых раков *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) Каспийского моря с применением RAPD техники. Доклады НАН Азербайджана. 2014. № 1. С. 1–7.
5. Macaranas J.M. Assessment of genetic variation in wild populations of the redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*, von Martens 1868) by means of allozyme and RAPD-PCR markers [et al.]. *Marin Freshwater Res.* 1995. Vol. 46. P. 1217–1228.
6. Gouin N. Population genetic structure of the endangered freshwater crayfish *Austropotamobius pallipes*, assessed using RAPD markers / N. Gouin [et al.]. *Heredity*. 2001. Vol. 87. P. 80–87.
7. Schulz R. Status of the noble crayfish *Astacus astacus* (L.) in Germany: monitoring protocol and the use of RAPD markers to assess the genetic structure of populations. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 2000. No. 356. P. 123–138.
8. Avise J.C. *Molecular Markers, Natural History, and Evolution*. New York, NY: Chapman and Hall, 1994. 511 p.
9. Moritz C. Animal mitochondrial DNA: relevance for population biology and systematic / C. Moritz, T.E. Dowling, W.M. Brown. *Annu. Rev. Eco. System.* 1987. Vol. 18. P. 269–292.

10. Слуквин А.М. Генетическая идентификация стерляди (*Acipenserruthenus L.*), выращенной в ОАО «Рыбхоз «Полесье» Пинского района Брестской области по микросателлитным маркерам / А.М. Слуквин, О.Ю. Конева, М.И. Лесюк. Молекулярная и прикладная генетика. 2009. Т. 9. С. 146–152.
11. Billington N. Mitochondrial DNA diversity in fishes and its implications for introductions / N. Billington, D.N. Hebert. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1991. Vol. 48. P. 80–94.
12. Largiader C.R. Assessment of natural and artificial propagation of the white-clawed crayfish (*Austropotamobius pallipes* species complex) in the Alpine region with nuclear and mitochondrial markers / C.R. Largiader [et al.]. Mol. Eco. 2000. Vol. 9. P. 25–37.
13. Liua Z.J. DNA marker technologies and their applications in aquaculture genetics / Z.J. Liua, J.F. Cordes. Aquaculture. 2004. Vol. 238. P. 1–37.
14. Fopp-Bayat D. Microsatellite DNA analysis of starlet (*Acipenserruthenus Brandt*) from the five European river drainage areas / D. Fopp-Bayat [et al.]. Aktualnystaniaktywnaochronanaturalnychpopulacjirybjesiotrowatychzagroźonychwyginięciem: Olsztyn. 2008. P. 223–234.
15. Барминцева А.Е. Использование микросателлитных локусов для установления видовой принадлежности осетровых (*Acipenseridae*) и выявления особей гибридного происхождения / А.Е. Барминцева, Н.С. Мюге. Генетика животных. 2013. Т. 49, № 9. С. 1093–1105.
16. Мюге Н.С. Полиморфизм контрольного региона митохондриальной ДНК восьми видов осетровых и разработка системы ДНК-идентификации видов / Н. Мюге и др. Генетика. 2008. Т. 44, № 7. С. 913–919.
17. Слуквин А.М. Эффективный способ видовой идентификации и обнаружения гибридов у стерляди (*Acipenserruthenus L.*). Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. 2015. № 31. С. 168–177.
18. Soroka M. Application of mitochondrial DNA in the identification of diverse crayfish species. Polish J. Nat. Sci. 2008. Vol. 23, No. 3. P. 624–634.
19. Skuza L. Molecular characterization of the noble crayfish (*Astacus astacus L.*) population from Pomeranian lakes (north-western Poland) based on mitochondrial DNA. Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems. 2016. – № 13. P. 417–422.
20. Consuegra S. Patterns of natural selection acting on the mitochondrial genome of a locally adapted fish species. S. Consuegra, J. Elgan, E. Verspoor. Genetics Selection Evolution. 2015. P. 47–58.

УДК 639.2.03: 597.5

НАУКОВО-БІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ЛІМІТІВ ВИЛОВУ РИБИ В ЗАПОРІЗЬКОМУ (ДНІПРОВСЬКОМУ) ВОДОСХОВИЩІ НА 2019 РІК

Маренков О.М. – к. біол. н.

Зінченко А.А.

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
gidrobions@gmail.com*

Визначено актуальний стан промислових популяцій плітки, ляща, судака та плоскирки – основних ресурсних видів риб Запорізького (Дніпровського) водосховища, вилов яких здійснюють у межах розрахованих лімітів. Встановлено основні біологічні показники дослідних видів риб, визначена вікова та статева структура популяцій, розраховані величини промислового запасу. Визначено коефіцієнти природної, промислової та загальної смертності та розраховано величини лімітів допустимого промислового вилучення плітки, ляща, судака та плоскирки на 2019 рік. Дотримання вказаних лімітів на вилучення водних біоресурсів дозволить проводити промисловий вилов даних видів риб без екологічного збитку для водойми.

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

Постановка проблеми. Основні напрями розвитку рибної галузі України відображені в загальнодержавних та регіональних програмах і концепціях («Концепція Державної цільової програми розвитку аграрного сектору економіки на період до 2020 року», «Концепція розвитку рибного господарства Дніпропетровської області на 2015–2019 роки»). Серед них одне з головних місць відводиться збільшенню рибопродуктивності внутрішніх водойм за рахунок ефективного використання та регулювання їх природного потенціалу. Це стосується, насамперед, дніпровських водосховищ та інших великих природних і штучних водойм.

Експлуатація промислової іхтіофауни Запорізького (Дніпровського) водосховища характеризується певними динамічними процесами, які можна використовувати для прогнозування майбутніх уловів риб. На сьогодні у водосховищах багатоцільового призначення, що знаходяться під антропогенним навантаженням, спостерігаються процеси дестабілізації екосистем і виникають непередбачені сукцесії в іхтіоценозах, що негативно впливає на промислові запаси риб. Дієвим способом контролю стану чисельності популяцій риб є безперервний

моніторинг промислової іхтіофауни, який відображається в біологічних обґрунтуваннях промислового вилову водних біоресурсів на внутрішніх водоймах України [1; 2].

У результаті надмірного селективного вилову риб старших вікових груп, періодичного порушення правил рибальства, браконьєрського вилову, а також в умовах зарегулювання річкового стоку та внаслідок глобального потепління (підвищилася температура води, збільшилися показники мінералізації, розширилися площі мілководь, які часто заростають водною рослинністю та активно замулюються) в Запорізькому (Дніпровському) водосховищі спостерігається підвищення чисельності малоцінних у промисловому значенні видів риб і зниження видового біорізноманіття промислових видів [2; 3]. Поширенню короткоциклових видів риб сприяє також падіння чисельності рибоїдних хижаків, рівень природного відтворення яких знаходиться на досить низькому рівні.

Промисловий вилов риби у Запорізькому (Дніпровському) водосховищі повинен мати раціональне підґрунтя, яке базується на впровадженні заходів збереження популяцій та підвищення запасів промислових видів риб шляхом щорічної розробки науково-біологічних обґрунтувань прогнозів і лімітів промислового вилову окремих видів риб.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, мета роботи. На сьогодні рибопродуктивний потенціал Запорізького (Дніпровського) водосховища використовується нераціонально, що закономірно відображається на досить низьких показниках промислових уловів риб [1–4]. У відповідності до діючих нормативно-правових актів в Україні щорічному обов'язковому лімітуванню обсягів вилову піддаються ті види риб, стан яких оцінюється як незадовільний або вони знаходяться під значним навантаженням з боку промислового рибальства. Починаючи з 2014 року на водосховищах Дніпра щорічно встановлюються ліміти виловлення чотирьох видів риб: плітки, ляща, судака та плоскирки.

У зв'язку із цим метою даної наукової роботи було комплексне визначення стану популяцій плітки, ляща, судака та плоскирки Запорізького (Дніпровського) водосховища для встановлення величини лімітів промислового виловлення даних видів риб у 2019 році.

Матеріали та методи досліджень. Іхтіологічні дослідження виконували на замовлення Держрибагенства України та Інституту рибного господарства Національної академії аграрних наук України із залученням матеріально-технічної бази співвиконавців: ПП «РІНа», ТОВ «Борисфен-2010» і ПП «Форошук В.В.». Вилов риби здійснювали на підставі дозволів на спеціальне використання водних біоресурсів (№ 000030/2016 та № 000031/2016 від 13 квітня 2016 року), виданих Управлінням охорони, використання і відтворення водних біоресурсів та регулювання рибальства в

Дніпропетровській області (нині Управління державного агентства рибного господарства у Дніпропетровській області). Дослідження стану іхтіофауни здійснювали на контрольно-спостережних пунктах, які розташовані на акваторії Самарської затоки (с. Одиноківка 48°50'60" N, 35°18'87" E та с. Новоселівка 48°57'35" N, 35°23'50" E) і в нижній ділянці Запорізького (Дніпровського) водосховища (с. Микільське-на-Дніпрі 48°12'09" N, 35°10'49" E та с. Військове 48°10'29" N, 35°10'20" E). Вилов риби проводили з використанням набору контрольного порядку ставних сіток із кроком вічка $a=30-120$ мм.

Об'єктом іхтіологічних досліджень були види риб, вилов яких у Запорізькому (Дніпровському) водосховищі обмежується щорічними лімітами: судак звичайний, плітка звичайна, лящ звичайний та плоскирка звичайна. Біологічний аналіз дослідних видів риб проводили з використанням загальноприйнятих іхтіологічних методів досліджень [5–8] за такими показниками: визначення статі, виміри промислової та абсолютної довжини тіла, визначення віку, встановлення індивідуальної маси особин, розрахунок коефіцієнту вгодованості риб за Фультоном. Вік риб визначали за лускою з використанням методичних рекомендацій В.Л. Брюзгіна [9] та І.І. Чугунової [10], а також використовуючи модифікований та запатентований спосіб, який базується на застосуванні приладу ВВР-1, робота якого основана на використанні поляризаційного світла [11; 12]. Із метою визначення розмірно-вікової структури популяцій користувались методом Морозова-Майорової [8]. Розрахунок параметрів промислового рибальства в Запорізькому (Дніпровському) водосховищі на 2019 рік здійснювали методом П.В. Тюріна [13] з додатковими рекомендаціями [8]. Мальків дослідних видів риб відловлювали в третій декаді липня – першій декаді серпня мальковим неводом довжиною 10 м, висотою 1,0 м, із кроком вічка $a=2$ мм. Малькові облови здійснювали в прибережних біотопах водосховища за мережею фіксованих контрольних точок. Визначення чисельності та біомаси цьоголіток і дволіток риб здійснювали на 100 м² площі облову та виражали в екз./100 м² і г/100 м² відповідно. Видову приналежність риб визначали за А.Ф. Коблицькою [8; 14; 15]. Статистичне опрацювання цифрових матеріалів і розрахунки коефіцієнтів смертності проводили з використанням пакетів прикладних програм Microsoft Excel 2007 і STATISTICA 6.0.

Результати дослідження. На Дніпровському (Запорізькому) водосховищі аналіз іхтіологічного матеріалу проводили під час науково-дослідних ловів і контрольних зйомок уловів користувачів водних біоресурсів. Аналіз улову знарядь лову з розрахунку на 100 сіткодів контрольного порядку за окремими видами стабільний коливався в межах показників 2014–2017 років та відповідав багаторічному

середньовиваженому показнику. Видовий склад іхтіофауни представлений характерними для водосховища видами риб.

За даними Державного агентства рибного господарства в Дніпропетровській області, у 2017 році в Запорізькому (Дніпровському) водосховищі вилучено 1027,4 тонни риб. Серед яких найбільший відсоток припав на карася сріблястого – 49,84% (що на 6,7% більше, ніж у минулому році). Наступною в промислових уловах домінувала плітка звичайна – 15,53% (що на 5% менш, ніж у 2016 році), рослиноїдні – 6,9%, потім лящ та плоскирка – по 6% (рис. 1).

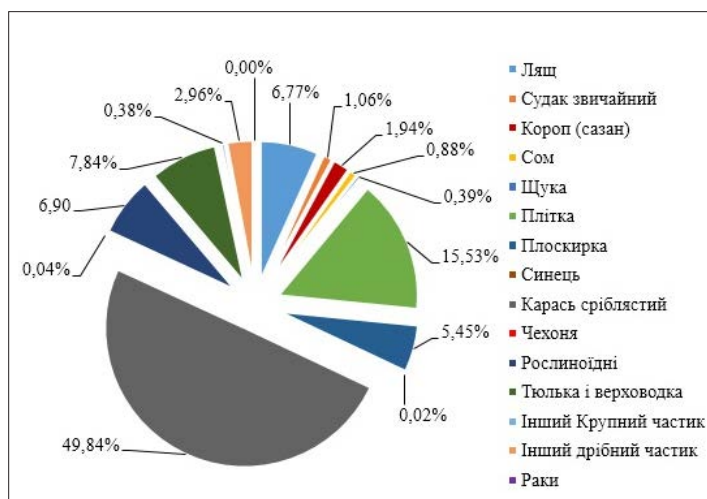


Рис. 1. Відсоткове співвідношення промислових видів риб в уловах Запорізького водосховища в 2017 році, %

Ряд фахівців-дослідників відмічають обов'язкове лімітування вилову окремих ресурсних видів риб з огляду на ступінь їх промислового освоєння та врахування величини їх запасів. Із урахуванням цього у водосховищах Дніпра обов'язковому лімітуванню підлягають чотири види риб: плітка, лящ, судак і плоскирка [4, с. 16–18].

Плітка звичайна (*Rutilus rutilus* Linnaeus, 1758). Середньорічний багаторічний вилов плітки з 2008 по 2017 роки сягав 145,5 т. За останні 10 років мінімальний вилов у кількості 118 т припадав на 2013 рік, максимальний на 2009 рік – 167,9 т [19]. Улов плітки в 2017 році складав 159,03 т (табл. 1).

Віковий склад популяції плітки нараховував 12 вікових груп – від 3-х (0,85%) до 13 років (0,75%). За статтю вікові групи розподілялись так: у самиць – 3–13-річні особини, у самців – 3–12-річки. Ядро популяції плітки складали 4–6-річні особини – 82,1%. Середньовиважена промислова

довжина особин плітки трималась на рівні 2016–2017 років та становила $22,1 \pm 0,7$ см, маса – $240,4 \pm 15,2$ г, причому в самиць лінійні та вагові показники були вищими відповідно на 7% і 18% . Як і в попередні роки, відмічається, що особини, вилучені в Самарській затоці Запорізького (Дніпровського) водосховища, достовірно відставали в рості та характеризувалися значною тугорослістю, що зумовлено напруженим екологічним станом затоки.

Репродуктивним ядром популяції плітки були особини 4–6 років. У нерестовій популяції серед самиць переважали 5–7-річні особини, серед самців – 4–6-річні особини. Вгодованість плітки за Фультоном практично залишилася на рівні попередніх років – $2,1 \pm 0,06$. Коефіцієнт вгодованості та жирність (3–4 бали) свідчать про сприятливі умови нагулу для даного виду риб.

У 2017 році в перерахунку на 100 сіткодів кількість плітки в уловах сіток контрольного порядку в Запорізькому (Дніпровському) водосховищі становила 10846 екз. (2419 кг). У 2018 році на 100 сіткодів контрольних знарядь лову припадало 8784 екз. (2111,8 кг), що за біомасою риб менше на 13% , ніж показник 2017 року.

У 2019 році можна очікувати збереження чисельності популяції плітки, оскільки генерація 2012 року була досить врожайною в порівнянні з попередніми роками: чисельність цьогоріток сягала 125,85 екз./100 м². У 2013 році чисельність цьогоріток плітки в літоралі водосховища сягнула 50,68 екз./100 м², а чисельність дволіток – 177,39 екз./100 м². У 2014 році чисельність цьогоріток плітки в літоралі водосховища сягнула 42,15 екз./100 м², а чисельність дволіток – 84,11 екз./100 м².

Таким чином, за результатами аналізу контрольного порядку ставних сіток та результатів малькових обловів можна зробити припущення щодо помірного вилучення старших вікових груп на фоні достатнього поповнення, яке компенсує промислове вилучення даного виду.

Як і в попередні роки, основний улов плітки спостерігався для сіток із вічком 36–40 мм і становив 70% від загальних обсягів. У крупновічкові сітки плітка потрапляла поодинокі – 1,4% . За показниками вікової та розмірно-вагової структури промислової популяції плітки, величини промислового поповнення, можна вважати, що стан промислової популяції плітки знаходиться на досить стабільному рівні.

Ураховуючи коефіцієнт природної (0,28) та загальної смертності (0,4), величину поповнення та промзусилля, розраховано запас плітки в Запорізькому (Дніпровському) водосховищі на 2019 рік в обсязі 1 тис. т. Засвоєння лімітів у попередні роки було на рівні 72–84%. За умов оптимального вилову близько 25% рекомендуємо встановити ліміт на вилов плітки в розмірі 200 т (табл. 1).

Таблиця 1. Освоєння лімітів вилову риби в Запорізькому (Дніпровському) водосховищі за останні 10 років та встановлення величин лімітів вилову на 2018–2019 роки

Роки	Судак			Ляц			Пілітка			Плоскирка		
	ліміт, т	улов, т	%	ліміт, т	улов, т	%	ліміт, т	улов, т	%	ліміт, т	улов, т	%
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	58,8	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 П	8,69	91,47	70,0 П	67,1	95,95	180,0 П	118,09	65,61	63,0 П	52,63	83,53
2014	10,0 Л	5,39	53,9	75,0 Л	50,7	67,6	190,0 Л	122,04	64,23	58,0 Л	38,8	66,9
2015	12,0 Л	9,743	81,19	80,0 Л	61	76,26	187,0 Л	133,5	71,41	58,0 Л	42,63	73,5
2016	16 Л	13,0	81,25	85 Л	66,58	78,33	200 Л	165,03	82,52	75 Л	64,87	86,49
2017	14,0 Л	10,85	77,5	88,0 Л	69,58	79,1	190,0 Л	159,56	84,0	70,0 Л	55,96	79,9
Рекомендований ліміт вилову												
2018	20,0 Л			110,0 Л			210,0 Л			90,0 Л		
2019	22,0 Л			100,0 Л			200,0 Л			85 Л		

Примітка: П – прогноз вилову, Л – вилов виду здійснюється в межах встановленого ліміту.

Лящ звичайний (*Abramis brama* Linnaeus, 1758). Аналіз динаміки промислових уловів показує, що протягом 2008–2017 років вилов ляща досить стабільний і тримається на рівні 50–69 т. У 2017 році промислове вилучення ляща сягнуло 69,6 т, що становить 77,5% встановленого ліміту (табл. 1).

Віковий склад ляща представлений 15 класами, граничний вік в умовах становив 17 років (0,1%). Кількість вікових класів у промислі знаходиться на рівні 13. Ядром популяції ляща були особини віком від 5 до 9 років (89,2%). Варіаційний ряд вікових класів ляща мав вигляд кривої з широкою вершиною на яку припадали особини 5–7 років. Плавний спад варіаційної кривої спостерігали з особин 8-річного віку з подальшим поступовим зниженням кількості особин старших вікових груп. Визначений розподіл зумовлений збільшенням чисельності модальних старших вікових груп, на які припадає основне промислове навантаження.

Мінімальні вікові групи, що зустрічалися в промислі, були в самок 4-річки – 6,2%, у самців 3-річки – 1,2%. Як в і минулому році, репродуктивне ядро популяції складали 4–8-річки – 83,4%.

Промислова довжина особин ляща за даними контрольних ловів становила $39,55 \pm 0,87$ см; середньовиважена маса – $1135,6 \pm 92,44$ г, що майже відповідає показникам минулих 5 років. Коливання мінімальних та максимальних показників за масою в ляща знаходилося в межах від 460 до 2800 г. Середньовікові значення коефіцієнту вгодованості за Фультоном протягом останніх десяти років характеризуються стабільністю та становлять у середньому $2,3 \pm 0,04$ одиниць.

Протягом наукових досліджень у середньому по водосховищу улов ляща на 100 сіткодів контрольного порядку склав 865 екз. (986,6 кг), що за чисельністю та біомасою було нижче за показник минулого року на 10% та 2% відповідно. У середньому в 2017 році по водосховищу улов ляща на 100 сіткодів контрольного порядку склав 961 екз. (1002,5 кг), у 2016 році – 859 екз. (1003 кг). У 2015 році – 994,5 екз. (962,9 кг), у 2014 році цей показник був 1008,3 екз. (1050,6 кг). Останні п'ять років спостерігається незначна варіація даного показника в діапазоні 30–50 кг, що свідчить про досить стабільний стан промислової популяції ляща.

Близько 55% за кількістю (та 66% за біомасою) уловів ляща припадало на сітки з вічком 75–80 мм. Протягом останніх семи років простежується чітка тенденція до зменшення улову дрібновічкових сіток із кроком вічка $a=30-40$ мм, на частку яких припадало 9,5% загального улову. Вилов ляща сітками з кроком вічка $a=55-70$ мм, тобто тих генерацій, які будуть формувати основу промислу в 2018 році сягнув 35%, що говорить про достатнє поповнення промислового ядра.

Серед молоді риб у літоралі водосховища цьогорітки ляща зустрічаються не досить часто. У 2018 році запас ляща будуть формувати

генерації 2012, 2013, 2014, 2015 років, які відзначались як маловрожайні – 2,38, 0,75, 4,32 та 2,52 екз./100 м² відповідно.

Засвоєння ліміту вилову ляща останні роки тримається на рівні 70–90%, у 2015 році – 76,3% , 2016 – 78,3% , 2017 – 79,1%. Ураховуючи коефіцієнт природної смертності (0,2), коефіцієнт вилову (0,25), кількість особин старших вікових груп, запас ляща на сьогодні оцінюється в 400 т. З огляду низькі показники поповнення молоддю доцільно встановити ліміт вилову ляща в 2019 році не вище за 25% від загального запасу, що становить 100 т (табл. 1).

Судак звичайний (*Stizostedion lucioperca* Linnaeus, 1758). Після перелову судака у 2002 році його популяція поступово відновлюється. Улови даного виду коливаються в межах від 5,4 т (показник 2014 року) до 13,0 т (2016 рік), його промислове освоєння сягає 77,5% від ліміту (табл. 1, табл. 2).

Віковий ряд судака в контрольних уловах 2018 року нараховував 11 класів (3–13-річки). Ядро промислової популяції складалося з 4–7-річних особин (84,6%). Частка риб старших вікових груп в основному була представлена 9–13-річними особинами і складала 2,5%. Крива варіаційного ряду мала пік на 4-річних особинах, потім в меншій кількості йдуть 5-річки та спостерігається поступовий спад кривизни вже з 6-річок.

Середньовиважений показник промислової довжини сягнув 41,05±1,12 см. Середньовиважена маса особин судака становила 989,6±110,5 г. Коефіцієнт вгодованості за Фультоном був на рівні попередніх років і складав 2,1±0,25.

У 2018 році на 100 сіткодів контрольного порядку улов судака в середньому по Запорізькому (Дніпровському) водосховищу склав 456 екз. (452,2 кг). Весною 2017 року улов на 100 сіткодів контрольного порядку склав 708,5 кг (672 екз.), що було найбільшим показником за останні 10 років. Лов судака в поточному році за чисельністю та біомасою базувався на сітках з кроком вічка а=40–50 мм – 64%. У сітках із кроком вічка а=30–36 мм у 2018 році за кількістю спостерігалось зниження відсотку до 29,8% (30,4% – показник 2017 рік). У Самарській затоці на сітки з кроком вічка 30–32 мм припадає близько 27% загального улову судака, що викликано достатньою тугорослістю особин, викликаною гідроекологічними умовами затоки та антропогенним навантаженням.

Сучасний запас судака забезпечений генераціями 2013 та 2014 років. Чисельність цьогоріток у той період становила 0,54 та 1,23 екз./100 м². Таким чином, ураховуючи коефіцієнт природної смертності (0,28), коефіцієнт вилову (0,29), підвищення показника прозусилля, запас судака в Запорізькому (Дніпровському) водосховищі можна оцінити в 124 т. Рекомендований ліміт вилову судака в 2018 році не повинен перевищувати 22 т (табл. 1).

Як і попередні роки, відмічається значний негативний вплив на популяцію судака з боку рибалок-аматорів, які в значній кількості здобувають особин приловних розмірів.

Плоскирка звичайна (*Blicca bjoerkna* Linnaeus, 1758). Останні 10 років обсяги її вилову тримаються на рівні 40–65 т. У 2017 році освоєння квоти склало 79,9% . Традиційно промисел плоскирки базується переважно на особинах 4–5-річного віку. У контрольних уловах плоскирка представлена 10-віковими групами – від 3 (0,6%) до 12 (0,3%) років. Варіаційний ряд вікових показників плоскирки має вигляд несиметричної кривої з вершиною на 5-річних особинах, також спостерігається зміщення ряду в праве крило за рахунок вилову особин 7–12-річних особин.

Середньовиважені лінійно-вагові показники склали: промислова довжина – $17,89 \pm 0,67$, маса – $149,52 \pm 17,53$ г. Значення лінійно-вагових показників майже залишились на рівні минулих років. Середні лінійно-вагові показники промислових особин протягом останніх 10 років тримаються майже на одному рівні. В умовах Самарської затоки особини плоскирки характеризуються значною тугорослістю, тому рекомендується їх виловлювати дрібновічковими ставними сітками. Коефіцієнт вгодованості був досить високий і становив $2,1 \pm 0,2$. Стабільні лінійно-вагові показники та коефіцієнт вгодованості свідчать про сприятливі умови нагулу для даного виду риб.

У 2018 році улов плоскирки на 100 сіткодів контрольного порядку ставних сіток сягнув 969 екз. (144,9 кг), що на 27% нижче за минулорічний показник (у 2017 році улов плоскирки на 100 сіткодів контрольного порядку ставних сіток сягнув 1332 екз. (210,5 кг)). Основний вилов, як і в минулому році, припадав на сітки з кроком вічка $a=30\text{--}40$ мм (76% за чисельністю та 62,6% за біомасою).

Ядро промислового стада плоскирки склали особини генерації 2014 та 2015 років. Чисельність цього літоку цих років була низькою та знаходилася на рівні 1,52 та 2,18 екз./100 м².

Ураховуючи коефіцієнт природної (0,25) та загальної смертності (42,3%), запас плоскирки оцінюється на рівні 335 т, з урахуванням оптимального промислу (25% від запасу) та з огляду на помірне зниження показника уловистості виду на 100 сіткодів контрольного порядку, рекомендуємо встановити ліміт вилову плоскирки в 2019 році в обсязі 85 т (табл. 1).

Висновки. Представлені результати досліджень стану промислових популяцій риб, вилов яких щорічно лімітується. Вказані підходи щодо обсягів промислового вилову риб, спрямовані на впровадження та реалізацію наукового обґрунтування ведення промислового рибальства на акваторії Запорізького (Дніпровського) водосховища.

За результатами проведених іхтіологічних досліджень розраховано та встановлено ліміти вилову таких промислових видів риб у Запорізькому (Дніпровському) водосховищі на 2019 рік: плітка – 200 т, лящ – 100 т, судак – 22 т, плоскирка – 85 т. Результати досліджень дозволяють у 2019 році підвищити ліміти вилову судака на 2 т, знизити ліміт вилову ляща та плітки на 10 т відповідно та знизити ліміт вилову плоскирки на 5 т. Встановлення запропонованих лімітів вилову риб передбачає раціональне використання водних біоресурсів та збереження чисельності цих промислових видів риб в умовах промислового вилову.

Результати представлених досліджень рекомендується враховувати під час затвердження нормативних документів щодо порядку ведення промислового рибальства в Запорізькому (Дніпровському) водосховищі на 2019 рік, зокрема до проекту «Лімітів та прогнозів допустимого спеціального використання водних біоресурсів загальнодержавного значення на 2019 рік», які щорічно затверджуються в Мінагрополітиці України.

Перспективність подальших досліджень полягає в розробці нових підходів раціонального природокористування водними біоресурсами зі збереженням репродуктивного потенціалу ресурсних видів риб в умовах промислового навантаження на іхтіофауну Запорізького (Дніпровського) водосховища.

НАУЧНО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ УСТАНОВЛЕНИЯ ЛИМИТОВ ВЫЛОВА РЫБЫ В ЗАПОРОЖСКОМ (ДНЕПРОВСКОМ) ВОДОХРАНИЛИЩЕ НА 2019 ГОД

Маренков О.Н. – к. б. н.

Зинченко А.А.

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

Определено актуальное состояние промышленных популяций плотвы, леща, судака и густеры – основных ресурсных видов рыб Запорожского (Днепропетровского) водохранилища, вылов которых осуществляется в рамках установленных лимитов. Установлены основные биологические показатели исследуемых видов рыб, определена возрастная и половая структура популяций, рассчитаны величины промышленного запаса. Определены коэффициенты природной, промышленной и общей смертности, и рассчитаны величины лимитов допустимого вылова плотвы, леща, судака и густеры на 2019 год. Соблюдение указанных лимитов на вылов водных биоресурсов позволит проводить промышленный вылов данных видов без экологического ущерба для водоема.

Ключевые слова: Запорожское (Днепропетровское) водохранилище, судак, густера, плотва, лещ, лимиты.

SCIENTIFIC BIOLOGICAL REASONS FOR THE ESTABLISHMENT OF FISH CAPTURE LIMITS IN ZAPORIZHKE (DNIPRO) RESERVOIR FOR 2019

Marenkov O.M. – Candidate of Biological Sciences

Zinchenko A.A.

Oles Honchar Dnipro National University

The current state of industrial populations of roach, bream, zander and silver bream was studied. These are the main resource species of Zaporizhzhya (Dnipro) reservoirs, which catches are limited to the calculated amount. The basic biological indicators of experimental species of fish are determined, as well as the age and sex structure of populations, and the values of the industrial reserve are calculated. The coefficients of natural, industrial and total mortality have been determined, and the values of the limits for permissible industrial capture of roach, bream, zander and silver bream are calculated for 2019. Compliance with the specified limits for the capture of aquatic biological resources will allow the industrial fishing of these fish species without environmental damage to the reservoir.

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

ЛІТЕРАТУРА

1. Федоненко О.В. Біолого-екологічна та рибогосподарська оцінка малих водойм Дніпропетровської області. 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. 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. Рибогосподарська наука України. № 4. 2014. С. 22–34.
5. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / 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). М.: Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.

8. Методика збору і обробки іхтіологічних і гідробіологічних матеріалів з метою визначення лімітів промислового вилову 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. К.: Наукова думка, 1969. 186 с.
10. Чугунова И.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. (Методическое пособие по ихтиологии). М.: Изд-во АН СССР, 1959. 164 с.
11. Патент України № 92970. МПК (2014.01), A01K 99/00 A01K 61/00. Прилад ВВР-1 для визначення віку риб / заявник і власник патенту Інститут рибного господарства НААНУ (Україна) / І.І. Грициняк, О.В. Федоненко, Т.С. Шарамок, О.М. Маренков, І.М. Кравцов, Н.Л. Колесник // № u201404128, заявл. 17.04.14 р.; опубл. 10.09.14, Бюл. № 17. 4 с.
12. Патент України № 93940. МПК (2014.01), A01K 99/00 A01K 61/00. Спосіб визначення віку риб/заявник і власник патенту Інститут рибного господарства НААНУ (Україна) / І.І. Грициняк, О.В. Федоненко, Т.С. Шарамок, О.М. Маренков, І.М. Кравцов, Н.Л. Колесник // № u201404127, заявл. 17.04.14 р.; опубл. 27.10.14, Бюл. № 20. 4 с.
13. Тюрин П.В. Биологические обоснования регулирования рыболовства на внутренних водоемах. М.: Пищепромиздат, 1963. 119 с.
14. Коблицкая А.Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. 208 с.
15. Methods for fish biology / Edited by Carl B. Schreck and Peter B. Moyle. Bethesda, Maryland, USA, 1990. 685 p.
16. Бузевич І.Ю. Сучасний стан промислової іхтіофауни Каховського водосховища. Рибогосподарська наука України. № 4. 2008. С. 4–9.
17. Чуклін А.В. Принципи встановлення допустимих обсягів вилову водних біоресурсів у Дніпровських водосховищах. Рибогосподарська наука України. № 3. 2012. С. 3–8.
18. Бузевич І.Ю. Сучасний стан промислу на дніпровських водосховищах. Рибне господарство. 2004. Вип. 63. С. 16–18.
19. Маренков О.М. Біологічне обґрунтування лімітів вилову риби у Запорізькому (Дніпровському) водосховищі на 2018 рік. Аграрна наука та харчові технології. 2017. № 5(99). Том 1. С. 142–152.

УДК 574.55: 574.583

АКТУАЛЬНІ АСПЕКТИ ЕВТРОФІКАЦІЇ ВОД ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ

*Соборова О.М. – кандидат географічних наук, асистент
Одеський державний екологічний університет, olkasobr@gmail.com*

Представлено результати досліджень за основними гідрологічними показниками, що характеризують ступінь евтрофованості вод Одеської затоки Чорного моря за останні роки. Визначено загальні тенденції середньорічного вмісту основних біогенних компонентів – фосфатного і загального фосфору, мінерального і загального азоту. Виявлені причини їх коливання в тому числі і за рахунок органічних складових. Проведений попередній аналіз первинної біопродуктивності водойми та якості прибережних вод на основі індексу трофності E-TRIX та вмісту хлорофілу-а в поверхневому шарі вод.

Ключові слова: Чорне море, Одеська затока, евтрофікація, первинна біопродуктивність, фітопланктон.

Постановка проблеми. Одною з ключових екологічних проблем Чорного моря залишається евтрофікація шельфових вод. Загальний незадовільний екологічний стан моря в першу чергу зумовлений значним перевищенням обсягу надходження забруднюючих речовин над асиміляційною спроможністю морської екосистеми, що постійно призводить до значного та бурхливого розвитку евтрофікаційних процесів, широкомасштабних явищ гіпоксії, появи сірководневих зон, замулення місць існування донних біоценозів, втрати різноманіття гідробіонтів та скорочення обсягу рибних ресурсів.

Аналіз досліджень та публікацій. Морські води Одеського регіону та, в першу чергу, прибережних акваторій в значній мірі знаходяться під впливом антропогенного тиску обумовленого діяльністю портів, промислових підприємств, житлово-комунальних та сільських господарств. Найбільш потужними джерелами антропогенного забруднення є річковий стік та берегові точкові джерела, до яких у першу чергу відносяться випуски стічних вод різних суб'єктів господарювання, що розташовані у береговій зоні, а також морські порти. Крім того широкий спектр природних факторів (температурний режим, солоність, атмосферні опади, вітер, течії тощо) зумовлюють формування гідрохімічного режиму вод і як результат – впливають на стан морської біоти.

Методи досліджень. Моніторинг навколишнього природного середовища – це комплексні систематичні спостереження, збір, аналіз і оцінка інформації про стан навколишнього природного середовища

та факторів впливу на нього, прогнозування змін і розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень щодо дотримання вимог екологічної безпеки, збереження природного середовища та раціонального природокористування.

Результати досліджень. За останні 30 років середня річна температура води в Одеській затоці зберігає тенденцію щорічного підвищення у середньому на $0,084^{\circ}\text{C}$ (рисунк 1).

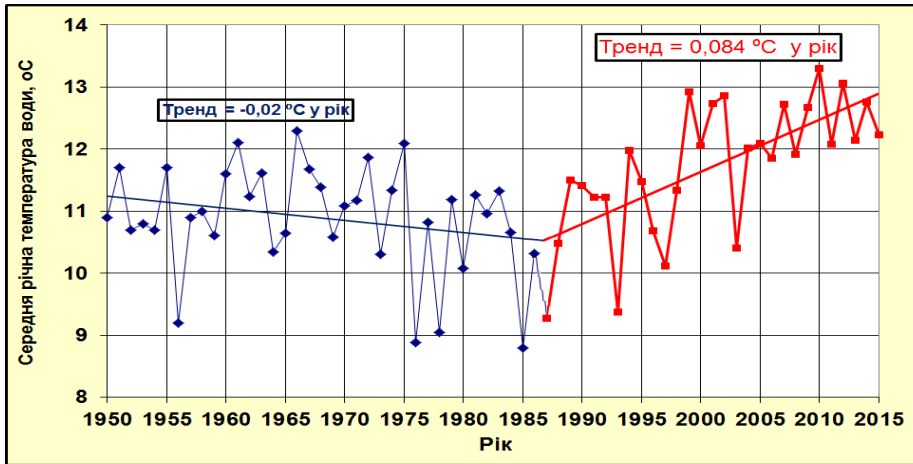


Рис. 1. Багаторічна мінливість середньорічної температури води в ПЗЧМ (Одеська затока) [6]

Зважаючи на те, що основним фактором евтрофікації водойм є надлишкове надходження в них біогенних речовин (сполук азоту, фосфору і кремнію), а також органіки, головним джерелом яких безумовно є річковий стік. Високий рівень забруднення вод біогенними речовинами за даними моніторингових досліджень УкрНЦЕМ (1991–2005рр.) зберігається в ряді прибережних акваторій ПЗШ, розташованих поблизу усть рік Дунаю, Дністра, Дніпро-Бузького лиману, а також і Одеської затоки [12].

Вміст розчиненого фосфатного фосфору в прибережних водах Одеського регіону за останні декілька років змінювався в діапазоні від аналітичного нуля ($<5 \text{ мкг/дм}^3$) до $61,4 \text{ мкг/дм}^3$ і в середньому, за даними регулярних спостережень в районі мису Малий Фонтан та пляжу «Аркадія», складав $9,1\text{--}9,4 \text{ мкг/дм}^3$. Максимальні концентрації фосфатного фосфору спостерігались в зимовий період при надходженні в Одеську затоку трансформованих вод з Дніпровського лиману. Влітку вміст розчиненого фосфатного фосфору в прибережних водах Одеського регіону змінювався в діапазоні від аналітичного нуля до $13,0 \text{ мкг/дм}^3$,

а восени досягав $27,7 \text{ мкг/дм}^3$, при середніх значеннях $6,2 \text{ мкг/дм}^3$ і $17,2 \text{ мкг/дм}^3$, відповідно. Підвищені концентрації фосфатного фосфору $13,0 \text{ мкг/дм}^3$ влітку спостерігались на акваторії порту «Южний», а восени $27,7 \text{ мкг/дм}^3$ – в районі Нафтогавані.

Вміст загального фосфору (суми мінеральних і органічних сполук) в прибережних водах Одеського регіону змінювався в діапазоні $5,0\text{--}105 \text{ мкг/дм}^3$, а середні річні значення, за даними регулярних спостережень, складали $23,3\text{--}24,0 \text{ мкг/дм}^3$. Максимальні концентрації загального фосфору, як і його мінеральної форми, спостерігались взимку при надходженні в Одеську затоку трансформованих вод з Дніпровського лиману, при цьому солоність вод в Одеській затоці у цей період знижувалась до $6,6\text{‰}$. Влітку і восени в прибережній зоні моря від порту «Южний» до дачі Ковалевського концентрації загального фосфору змінювались в діапазоні $10,0\text{--}56,1 \text{ мкг/м}^3$ і в середньому по району складали в червні $23,8 \text{ мкг/дм}^3$, а в вересні – $40,7 \text{ мкг/дм}^3$.

За даними регулярного моніторингу стану прибережних вод Одеського регіону в період 2000–2015 рр. визначається загальна тенденція до зниження середнього річного вмісту фосфатного і загального фосфору, відображено на рисунку 2.

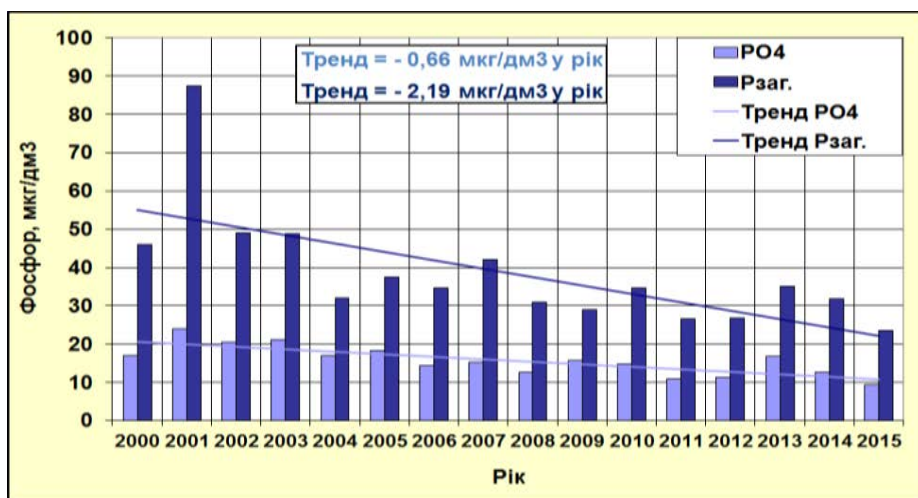


Рис. 2. Багаторічні зміни вмісту фосфатного і загального фосфору в прибережних водах Одеського регіону [7]

Вміст нітратного азоту в прибережних водах Одеського регіону, в зонах віддалених від впливу стоку дренажних вод, коливався в межах $5\text{--}287 \text{ мкг/дм}^3$, при середньому значенні за рік $49,3 \text{ мкг/дм}^3$ в районі пляжу «Аркадія» і $80,4 \text{ мкг/дм}^3$ – в районі мису Малий Фонтан. Максимальні

концентрації нітратного азоту спостерігались восени (287 мкг/дм^3) і взимку (244 мкг/дм^3). Влітку у прибережних водах Одеського регіону середні концентрації нітратів по району досліджень, складали $38,5 \text{ мкг/дм}^3$ і $86,2 \text{ мкг/дм}^3$ відповідно. В локальній зоні впливу стоку дренажних вод (район пляжу санаторію «Чкалова») концентрація нітратного азоту в вересні складала $39,9 \text{ мкг/дм}^3$ і практично досягала рівня ГДК (40 мкг/дм^3) визначеним у внутрішніх морських водах та територіальному морі України.

Вміст амонійного азоту в прибережних водах Одеського регіону коливався в межах від $<15,0 \text{ мкг/дм}^3$ до $51,2 \text{ мкг/дм}^3$ і в середньому за рік складав $8,3 \text{ мкг/дм}^3$ і $10,2 \text{ мкг/дм}^3$, відповідно в районах пляжу «Аркадія» і мису Малий Фонтан. Максимальна концентрація амонійного азоту в цих районах була зареєстрована в травні $51,2 \text{ мкг/дм}^3$. Влітку максимальна концентрація амонійного азоту в прибережних водах Одеського регіону спостерігалась в акваторії Нафтогавані $32,5 \text{ мкг/дм}^3$, а восени – в акваторії порту «Южний» $46,7 \text{ мкг/дм}^3$.

У складі мінеральних форм азоту в прибережних водах Одеського регіону переважав вміст нітратного азоту, на долю якого приходилось $72,5\%$ від загальної його суми мінеральних форм, 18% припадало на амонійний азот і $9,5\%$ – на нітритний азот.

Діапазон мінливості суми мінеральних сполук азоту в прибережних водах Одеського регіону відповідає $7,5\text{--}590 \text{ мкг/дм}^3$, при середньому значенні за рік $76,2 \text{ мкг/дм}^3$. Влітку і восени середнє значення вмісту суми мінеральних форм азоту в прибережних водах Одеського регіону складало $52,3 \text{ мкг/дм}^3$ і $99,5 \text{ мкг/дм}^3$, відповідно.

Вміст загального азоту в прибережних водах Одеського регіону змінювався в діапазоні $101\text{--}1975 \text{ мкг/дм}^3$ і за даними регулярних спостережень в середньому за рік складав 470 мкг/дм^3 . Максимальні концентрації загального азоту спостерігались взимку в період згону прибережних вод і підйому в поверхневий шар накопиченої в придонному шарі органічної речовини. У складі загального азоту в водах Одеського регіону значно переважає складова його органічної форми. Так відношення органічної складової азоту до суми мінерального азоту $\text{Norg}/\text{Nмін}$ в середньому дорівнює 21. Влітку та восени в прибережній зоні моря від порту «Южний» до дачі Ковалевського концентрації загального азоту, без урахування локального точкового впливу дренажних вод, змінювались в діапазоні $204\text{--}1244 \text{ мкг/дм}^3$, при середньому по району значенні влітку 474 мкг/дм^3 і 842 мкг/дм^3 восени. Відносно підвищені значення вмісту загального азоту спостерігались в промислових районах Одеського узбережжя, влітку в акваторії Нафтогавані 821 мкг/дм^3 і восени 1224 мкг/дм^3 – в акваторії порту «Южний».

За даними регулярного моніторингу стану прибережних вод Одеського регіону в період 2000–2015 рр. визначається тенденція до зниження середнього річного вмісту суми мінерального азоту і підвищення

вмісту загального азоту за рахунок його органічної складової, відображено на рисунку 3.

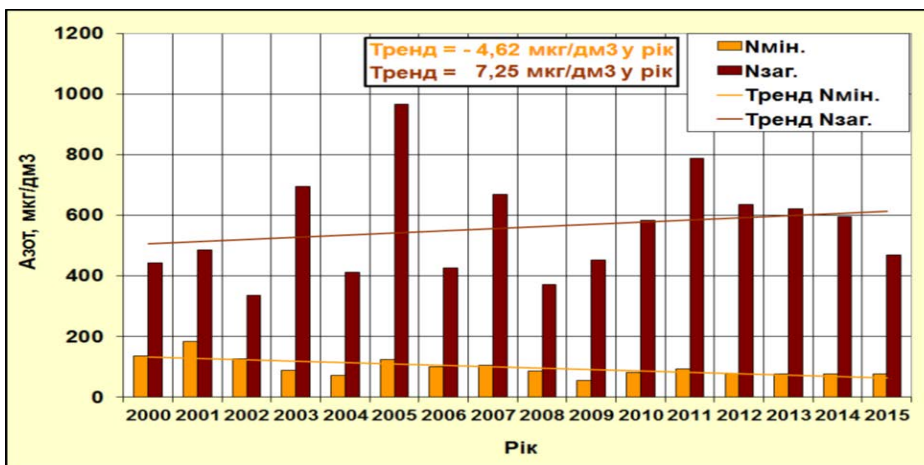


Рис. 3. Багаторічні зміни вмісту суми мінерального і загального азоту в прибережних водах Одеського регіону [7]

Концентрації кремнію в прибережних водах Одеського регіону за останні роки змінювались в широкому діапазоні 10–1550 мкг/дм³ і середня концентрація за рік в зоні мису Малий Фонтан склала 223 дм³. Максимальні концентрації кремнію відмічались взимку під впливом надходження в район Одеської затоки вод з Дніпровського лиману. У річному ході середнього місячного вмісту кремнію максимальні його значення в районі Одеського узбережжя спостерігались в зимовий період, подальші концентрації поступово зменшувались до мінімуму 27,1–28,6 мкг/дм³ влітку і підвищувались в середньому до 500 мкг/дм³ восени.

Інтегральним показником ступеню евтрофікації вод є індекс E-TRIX, який змінюється відповідно з рівнем їх трофності від 0 до 10 і розраховується за даними відносного вмісту кисню, вмісту загального фосфору, суми мінеральних форм азоту та вмісту хлорофілу-а. В літньо-осінній період в середньому трофність прибережних вод Одеського регіону відповідала «високому» рівню і «середньому» класу їх якості, при змінах індексу E-TRIX залежно від району в діапазоні 4,8–8,0 од. влітку і 5,1–6,2 од. восени. Як влітку, так і восени «дуже високий» рівень трофності вод відмічався в районі пляжу санаторію «Чкалова» за рахунок постійного навантаження на цю акваторію дренажних вод з високим вмістом нітратного азоту. Підвищений рівень трофності вод відмічався також в промислових районах в акваторіях порту «Южний», Нафтогавані,

порту «Одеса», і в районі дачі Ковалевського під впливом стоку вод з СБО «Південна», наведено на рисунку 4.

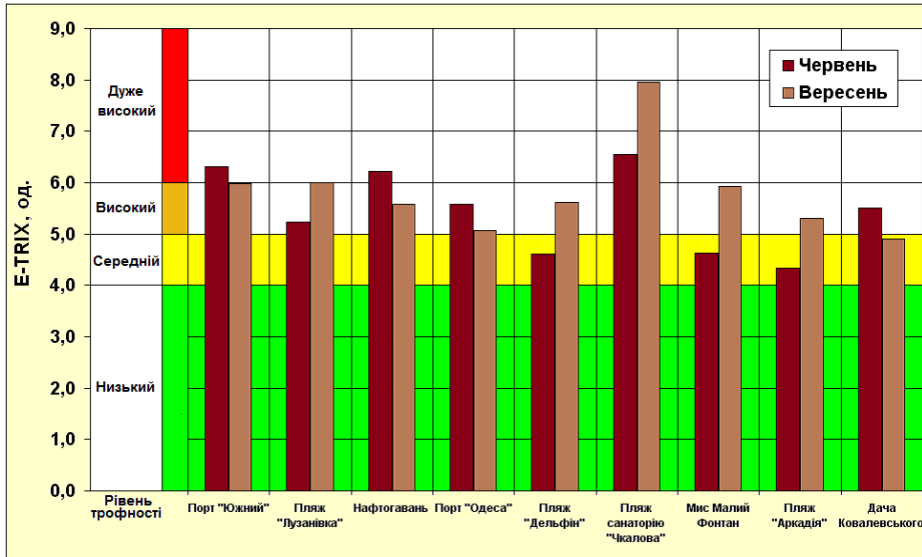


Рис. 4. Значення індексу трофності E-TRIX прибережних вод Одеського регіону ПЗЧМ в червні і вересні 2015 року [7]

За даними багаторічного регулярного екологічного моніторингу, який виконується в зоні віддаленій від промислових районів (мис Малий Фонтан і пляж «Аркадія»), з початку сторіччя спостерігається тенденція до зниження середнього річного рівня трофності вод і поліпшення їх якості в Одеському регіоні.

Якщо на початку сторіччя значення індексу E-TRIX перевищували 6,0 од. і стан трофності вод відповідав «дуже високому» рівню, то в останні п'ять років стан вод відповідає «середньому» рівню трофності, призначення індексу $\leq 5,0$ од., наведено на рисунку 5.

Вміст хлорофілу-а є гарним показником продуктивності вод, ступеню їх трофності і пов'язаний з первинною продукцією фітопланктону. Концентрація хлорофілу-а наряду з біогенними речовинами, киснем та іншими біологічними характеристиками входить до розрахункових формул інтегральної оцінки трофності та якості вод.

До інтегральних показників рівня евтрофованості вод слід віднести хлорофіл-а, а також показники трофності E-TRIX і BEAST.

Великомасштабні просторово-часові зміни вмісту хлорофілу-а в поверхневому шарі Чорного моря розглянуті на основі сезонного просторового розподілу (рис. 6).

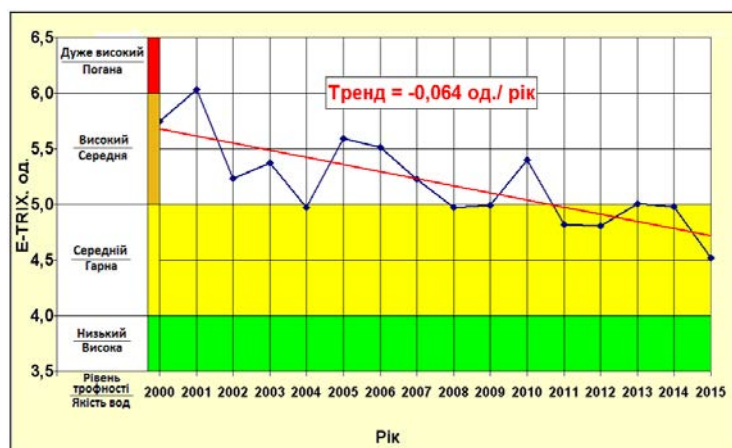


Рис. 5. Багаторічна мінливість трофності та якості прибережних вод Одеського регіону ПЗЧМ за показником індексу E-TRIX[7]

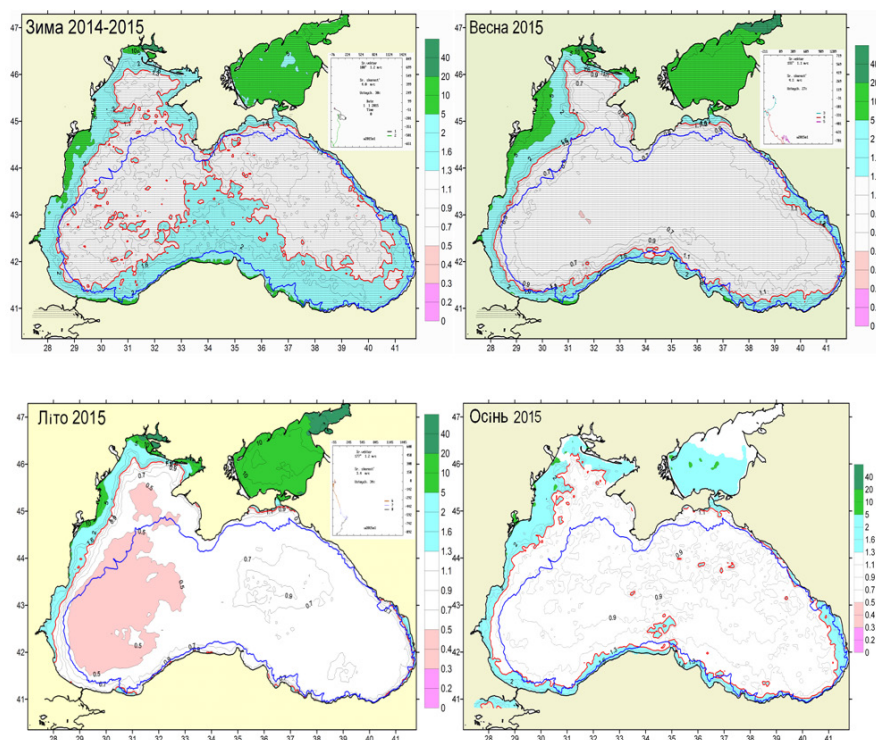


Рис. 6. Вміст хлорофілу-а в поверхневому шарі Чорного та Азовського морів у різні сезони 2015 р., мг/м³ (за даними супутникових спостережень Aqua NASA, USA з просторовою дискретністю 4 км) [7]

У Чорному морі розподіл хлорофілу-а взимку в поверхневому шарі відкритого моря характеризувався середніми для даного сезону концентраціями від 1,1 мг/м³ до 1,3 мг/м³. У весняний період у ПЗЧМ відзначалося розширення зони евтрофікації від узмор'я Дунаю на схід: від Дунай–Дністровського межиріччя до мису Каліакра та у локальній зоні північніше за лінію Одеса-Тендра концентрації хлорофілу-а досягали від 5 мг/м³ до 15 мг/м³.

У літній період концентрації хлорофілу-а в західній області відкритого моря в середньому були близькі до середніх багаторічних (0,5 мг/м³–0,6 мг/м³), а в центрі східної половини моря мав місто локальний максимум концентрації хлорофілу-а до 1,0 мг/м³. В осінній період в межах відкритого моря середні концентрації хлорофілу-а були на рівні від 0,8 мг/м³ до 1,0 мг/м³, що характерно для осінньо-зимового періоду року. У прибережній зоні західної половини моря область евтрофованих вод не розширилася в порівнянні з літом, а середні концентрації хлорофілу-а в пригирлових районах Дунаю, Дніпра і Дністра були низькими, що зв'язано з низьким стоком річок [13].

Висновки. Таким чином несприятлива ситуація у Одеській затоці зумовлена надходженням значної кількості поллютантів, що перевищують здатність морського середовища до самоочищення. Разом з тим забруднення прибережної смуги моря промисловими та господарчо-побутовими стічними водами обмежує можливість використання морських ресурсів, в тому числі і рибних. Тому оцінка стану морських екосистем, особливо їх найбільш забруднених і вразливих районів залишається вельми актуальною задачею сучасності. На основі отриманих даних регулярного моніторингу стану прибережних вод Одеського регіону можна зробити висновок, що в період 2000–2015 рр. за гідрохімічними показниками, визначається загальна тенденція до зниження середньорічного вмісту фосфатного і загального фосфору та спостерігається тенденція до зниження середньорічного вмісту суми мінерального азоту і підвищення вмісту загального азоту за рахунок його органічної складової.

За гідробіологічними показниками, фітопланктонне угруповання характеризувалося високою продуктивністю в зимовий та літній періоди року, в період масового розвитку динофітових і синьо-зелених водоростей, і низькою продуктивністю у весняний та осінній періоди.

АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ЭВТРОФИКАЦИИ ВОД ОДЕССКОГО ЗАЛИВА

Соборова О. М., кандидат географических наук, ассистент

Одесский государственный экологический университет, olkasobr@gmail.com

Представлены результаты исследований по основным гидрологическим показателям, которые характеризуют степень эвтрофикации вод Одесского залива Черного моря за последние годы. Определены общие тенденции среднегодового содержания основных биогенных компонентов – фосфатного и общего фосфора, минерального и общего азота. Выявлены причины их колебания, в том числе и за счет органических составляющих. Проведен предварительный анализ первичной биопродуктивности водоема и качества прибрежных вод на основе индекса трофности E-TRIX и содержания хлорофилла-а в поверхностном слое воды.

Ключевые слова: Черное море, Одесский залив, эвтрофикация, первичная биопродуктивность, фитопланктон.

ACTUAL ASPECTS OF ODESA BAY WATER EUTHROPHICATION

Soborova O.M., candidate of geographical sciences, assistant

Odessa State Environmental University

The research results by the basic hydrological indexes that characterize the degree of the Odesa bay waters eutrophication for the recent years are presented. General tendencies of average annual content of the main biogenic components – phosphatic and general phosphorus, mineral and general nitrogen – are determined. The reasons of their oscillation, including due to organic components are revealed. The preliminary analysis of the water primary bio productivity and offshore waters quality on the basis of trophic index (E-TRIX) and chlorophyll content in the surface waters is conducted.

Key words: the Black sea, the Odesa bay, eutrophication, primary bio productivity, phytoplankton.

ЛІТЕРАТУРА

1. Зайцев Ю.П. Екологічний стан шельфової зони Чорного моря біля узбережжя України. Гідробіологічний журнал. 1992. 28. № 4. С. 3–18 с.
2. Гаркавая Г.П., Богатова Ю.І., Берлінський Н.А., Гончаров А.Ю. Районування Українського сектора північно-західній частині Чорного моря (по гідрофізичним і гідрохімічними характеристиками). Екологічна безпека прибережної та шельфової зон та комплексне використання ресурсів шельфу. Севастополь, 2000. С. 9–24.
3. Зайцев Ю.П., Олександров Б.Г., Мінчева Г.Г. Північно-західна частина Чорного моря: біологія, екологія. Київ: Наукова думка, 2006. 701 с.
4. Орлова І.Г., Павленко Н.Е., Попов Ю.И., Український В.В., Коморін В.Н. Результати досліджень гідролого-гідрохімічного режиму Одеського порту в рамках міжнародного проекту «Глобалласт». Екологічні

- проблеми Чорного моря: Тези доповідей 4-ого міжнародного симпозіуму. Одеса, ОЦНТІ (31 жовтня–2 листопада 2002). 2002. С. 156–161.
5. Матеріали до Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2011 р. Рукопис УкрНЦЕМ. Одеса, 2012 р. 15 с.
 6. Український В.В., Гончаренко М.М. Міжрічні зміни і тенденції в евтрофікації вод Одеського регіону північно-західної частини Чорного моря. Український гідрометеорологічний журнал. 2010. № 7. С.211–219.
 7. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2015 році. Рукопис УкрНЦЕМ. Одеса. 2016 р. 13 с.
 8. Лоева І.Д., Орлова І.Г., Павленко М.Є. Програма державного екологічного моніторингу Чорного і Азовського морів. Причорноморський екологічний бюлетень, грудень 2008. №4 (30). ІНВАЦ. Одеса, 2008. С. 21–53.
 9. Науково-технічний звіт про науково-дослідную роботу «Комплексний моніторинг морської економічної зони України та щорічна оцінка сучасного стану екосистеми Чорного та Азовського морів». Рукопис. УкрНЦЕМ, Одеса, 2006. 139 с.
 10. Лоева І.Д., Орлова І.Г., Павленко М.Є., Український В.В., Мацокін Л.В., Попов Ю.І., Коморін В.Н. Режимно-довідковий посібник з екологічного стану північно-західного шельфу Чорного моря. Фундаментальні дослідження з найважливіших проблем природничих наук на основі інтеграційних процесів в освіті та науці: Тези доповідей Міжнародної Наукової конференції (Севастополь, 19–24 серпня 2006). Севастополь, 2006. С. 24–35.
 11. Попов Ю.І., Малахов І.В., Матвеев О.В. Дослідження мінливості гідрофізичних характеристик і хлорофілу-А північно-західній частині Чорного моря на основі даних супутникових спостережень. Екологічні проблеми Чорного моря. Одеса: ІНВАЦ. 2010. С. 386–389.

ПРОМИСЕЛ

УДК 639.2/.3

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА СТРАТЕГІЯ РОЗВИТКУ РИБНОГО ГОСПОДАРСТВА ПРИДНІПРОВ'Я

¹Дворецький А.І. – д. біол. н., професор

¹Катан Л.І. – д. екон. н., професор

¹Байдак Л.А. – д. филос., с. н. с.

¹Добровольська О.В. – к. е. н., доцент

¹Рожков В.В. – к. с.-г. н., доцент

²Удовиський В.О.

³Волков В.І.

⁴Стрілець Р.О.

¹Дніпровський державний аграрно-економічний університет

²Управління агропромислового розвитку

Дніпропетровської обласної державної адміністрації

³Управління державного агентства рибного господарства
в Дніпропетровській області

⁴Департамент екології та природних ресурсів
Дніпропетровської обласної державної адміністрації

Представлено модель спільних дій органів державної влади, науковців, спеціалістів рибних господарств, користувачів водних живих ресурсів, спрямовану на збільшення виробництва продукції рибної галузі Дніпропетровської області і означену як еколого-економічна стратегія розвитку рибного господарства Дніпропетровщини (надалі – Еколого-економічна стратегія). Представлена модель є попередньою спробою розробки Еколого-економічної стратегії розвитку рибного господарства Дніпропетровщини і потребує подальшої співпраці та узгодження з представниками органів влади області.

Ключові слова: рибогосподарський фонд водойм області, водні живі ресурси, водосховища, екологічно чисте товарне рибництво, індустріальна аквакультура.

Мета статті – розробка попередньої Еколого-економічної стратегії розвитку рибного господарства Дніпропетровської області, спрямованої на збільшення виробництва продукції рибної галузі області, рибогосподарський потенціал якої не реалізований повністю.

1. Оцінка сучасного стану рибницької галузі Дніпропетровщини.

1.1. Рибогосподарський фонд водойм області та його екологічна характеристика

Основний водний фонд Дніпропетровської області, який може бути використаний для вирощування риби, представлений трьома водосховищами на Дніпрі (Дніпровське площею 48,0 тис. га, Каховське – близько 40 тис. га та Дніпродзержинським – близько 28 тис. га), 291 річкою, довжиною понад 10 км, 95 середніми та малими водосховищами загальною площею водного дзеркала 21 тис. га, 1457 озерами загальною площею 5268 га та 2932 ставками площею 18,59 тис. га. Більшість цих водних об'єктів із моменту заснування (1930–1960 роки) традиційно використовувалось для вирощування риби. Але цей процес у сучасних умовах набув досить невпорядкованого характеру, а значний рибогосподарський фонд держави і області використовується лише на 30%.

Рибопродуктивність різних типів водоймищ і, над усе, якість рибної продукції залежить від екологічного стану цих водоймищ. Дослідженнями кафедри Водних біоресурсів та аквакультури Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету встановлені найбільш поширені забруднювачі Дніпровського водосховища та річок його басейну: нітрати, нітрити, азот, біогенні та органічні речовини, важкі метали, нафтопродукти, поверхнево-активні речовини, феноли, радіонукліди. Значну небезпеку являють собою хвостовища на березі р. Коноплянки, де накопичилось близько 42 млн. т. радіоактивних відходів, із яких у Дніпровське водосховище потрапляють природні радіонукліди техногенного походження. Істотним фактором забруднення водойм є і аграрний комплекс. І поверхневими змивами із сільськогосподарських угідь у водойми надходить значна кількість азоту, фосфору, калію, органічних речовин, добрив, пестицидів та мікроорганізмів (збудників хвороб тварин).

У значно меншій мірі досліджений екологічний стан малих водосховищ області. За останні роки в ряді водосховищ (Карачунівське, Шолохівське, Південне, Криворізької ГРЭС та ін.) почастішали випадки масового розвитку синьо-зелених та діатомових водоростей, так зване «цвітіння» води, яке не тільки перешкоджає веденню рибного промислу, але й спричиняє токсикоз у риб і, взагалі, погіршує санітарно-гігієнічні показники води і гідро біонтів. Особливу увагу звертає масова загибель риб-фітофагів (білого товстолобика), яка спостерігається навесні майже щорічно у водосховищах південно-східного регіону України. Припускається, що причини цього явища пов'язані з гідро-екологічними умовами, але вирішення цієї проблеми потребує спеціальних комплексних наукових досліджень. Гідро-екологічні умови ставів рибних господарств,

побудованих за спеціальними проектами і призначених виключно для вирощування риби (Петриківське, Криворізьке, Криничанське, Зеленодольське, Таромське господарства), за більшістю показників відповідають рибогосподарським нормам (ОСТ 15-372-87). Характерним порушенням майже для всіх рибгоспів є безперервна експлуатація ставових площ та ігнорування такого важливого меліоративного заходу, як виведення ставів на лігування. Це призводить до замулювання водойм і надмірного заростання вищою водною рослинністю, погіршення їх санітарно-епізоотичного стану.

Ставки на малих річках – це водойми комплексного призначення, із агідротехнічними характеристиками значно відрізняються від спеціальних рибоводних ставів. Багато з них потребують капітального ремонту і реконструкції. Лабораторний контроль за якістю води в таких ставах практично не здійснюється. Гідро-екологічний і гідробіологічний стан більшості сільськогосподарських водойм залишається невідомий.

1.2. Оцінка стану розвитку рибницьких підприємств області.

Рибодобувна промисловість.

Головним об'єктом діяльності рибодобувної промисловості області є Дніпровське водосховище. У сучасний період промислове рибальство у водосховищі здійснюється на площі 6336 га (27,6% від загальної площі водосховища). Обсяги вилову риби у Дніпровському водосховищі за останні десять років коливались у досить широких межах: мінімальні – 105-130 т, максимальні – 357-412 т, промислова рибопродуктивність змінювалась від 4,6 кг/га до 14 кг/га. Існуючий режим роботи Дніпрогесу та Дніпродзержинської ГЕС, високий рівень забруднення речовинами комунально-побутового, промислового та сільськогосподарського призначення, функціонування водозабірних споруд, безповоротне водоспоживання, складний стан із природними нерестовищами, аматорське рибальство і браконьєрство зумовили досить напружений загальний стан іхтіоценозу Дніпровського водосховища. Разом із тим кормова база водосховища знаходиться на високому рівні, особливо для рослиноїдних риб, що зумовлює досить високу загальну біологічну продуктивність водоймища. Це припускає збільшення потенційної рибопродуктивності водосховища до 30-40 кг/га і досягнення щорічного вилову риби в межах 600-800 т.

Рибний промысел у Дніпровському водосховищі базується на природному відтворенні популяцій риб (за винятком товстолоба та частково коропа), рівень якого є недостатнім і не відповідає ресурсам кормової бази у водоймі. Збільшення продуктивності промислової іхтіофауни у водосховищі можливо тільки за умов щорічного зариблення його рибопосадковим матеріалом у достатній кількості, яка повинна визначатись науковими щорічними дослідженнями.

Провідне місце в рибному господарстві Дніпропетровщини займають коропові види риб, виробництво яких перевищує 80%. В останні роки намітилась тенденція розширення видового різноманіття вирощуваних риб за рахунок використання раніше акліматизованих видів: канальний сом, піленгас та ін.

Серед водних живих ресурсів Дніпровського водосховища, крім риби, промислове значення мають також раки. Об'єми їх вилову нестабільні (0,001 т– 0,391 т.) і залежать від багатьох факторів як біотичного, так і абіотичного характеру. Для збільшення обсягів вилову цього надзвичайно цінного харчового об'єкту необхідно проведення комплексу передбачених наукою меліоративних заходів.

Щорічні загальні обсяги вилову риби в малих водосховищах (Карачунівське, Південне, водойма-охолоджувач Криворізької ТЕЦ, Макортівське, Христофорівське) за останні десять років складали в середньому 160 тонн. Під час проведення комплексу меліоративних заходів, щорічного зариблення традиційними видами риб і інтродукції нових видів, а також ефективного регулювання промислу можливо досягти збільшення об'ємів вилову риби з малих водосховищ у 2-3 рази.

Ставове рибництво.

Ставове вирощування товарної риби в області здійснюють 6 спеціалізованих рибгоспів, фермерські рибні господарства, які належали до колишнього сільськогосподарського сектору і дрібні виробники. Спеціалізовані рибні господарства використовують для вирощування товарної риби площу близько 2 тис. га, на якій отримують 1,5-2 тис. т. товарної риби. У порівнянні з 1980-ми роками обсяги виробництва риби майже у всіх рибних господарствах скоротились у 2-4 рази.

Стан фермерського рибництва області об'єктивно оцінити неможливо із-за відсутності належних відомостей за його здійсненням. На рівні області відсутній також орган із координування роботи фермерських господарств із Держдепартаментом рибного господарства. У сучасний період 377 господарств мають у своєму користуванні на правах оренди 12,8 тис. га водного фонду, з яких використовується під риборозведення 10,8 тис. га (85%). Рибопродуктивність більшості орендних ставів значно нижче рибопродуктивності ставів спеціалізованих рибгоспів, тобто їх використання здійснюється неефективно, хоча загальний фонд сільськогосподарський ставів досить значний. За умов дотримання всіх нормативно-технологічних вимог і науково-обґрунтованого режиму зариблення сільськогосподарських водойм можна отримати на їх площах до 3-5 тис. т високоякісної рибної продукції.

За останні роки рибне господарство області зазнало ряд значних змін, які зумовлені переходом галузі до ринкових відносин. Деякі з господарств

так і не змогли адаптуватись до роботи в нових економічних умовах і стали збитковими. Спад виробництва спостерігається майже у всіх рибних господарствах, обсяги вилову риб скоротились майже у 2-4 рази.

Унаслідок дорожнечі гранульованих рибних комбікормів вирощування товарної риби практично у всіх рибгоспах здійснюється тільки за рахунок природної кормової бази. Змушений перехід з інтенсивної технології риборозведення до нагульного утримання спричинив падіння рибопродуктивності нагульних ставів з 18-22 до 7-10, а в деяких рибгоспах – до 3-5 ц/га. Середня маса товарних дволіток риб становить 250-300 г проти 450-500 г за нормою. Це викликає значні проблеми в реалізації рибної продукції. Крім того, за останні роки значно зросла собівартість товарної риби. Причинами цього, зокрема, є підвищення вартості штучних комбікормів, висока ціна природної води та електроенергії. Рибгоспи примушені зберігати об'єми набраної води і вирощувати рибу практично без здійснення водообміну у ставах, що призводить до погіршення гідрохімічного стану водойм і, як наслідок цього, затримання росту риб і зростання їх собівартості.

Окремо слід відзначити низький рівень проведення ветеринарно-санітарних та профілактичних заходів під час вирощування риби в рибгоспах і особливо в орендних фермерських ставах. Унаслідок цього все частіше стали виникати такі небезпечні хвороби риб, як краснуха, сапролегніоз, іхтіофтіріоз, лерніоз, аргульоз та ін. Їх розповсюдженню спричиняють також безконтрольні перевози риби між рибгоспами і фермерськими ставами. Хвороби нерідко викликають масову загибель риб і псують товарні показники їх якості.

Аматорське рибальство.

Заданими кафедри Водних біоресурсів та аквакультури Дніпровського державного аграрно-економічного університету, аматорське рибальство в області здійснює понад 200000 чоловік. Загальна площа акваторії Дніпровського водосховища, наданої для аматорського рибальства, складає 8195 га (35,6% від загальної площі водосховища). Проведені розрахунки оцінюють виловлення риби на акваторії Дніпровського, Каховського та Дніпродзержинського водосховищ на рівні 1900-2800 т щорічно, це на порядок перевищує промисловий видобуток.

У даний час фактор аматорського рибальства має не тільки позитивне значення в плані задоволення харчових потреб населення, але й негативне, оскільки спричиняє виловлення значної кількості молоді (ювенільних особин) ресурсних видів риб, що призводить до порушення процесу поповнення популяції, особливо таких цінних видів, як судак, щука та ін.

2. Основні напрямки розвитку рибної галузі в області; обґрунтування шляхів та засобів розв'язання проблеми.

2.1. Залучення дрібних і середніх рибницьких господарств області в сільськогосподарську кооперацію

Успішному функціонуванню галузі рибництва в області, зниженню витрат на виробництво і реалізацію продукції рибництва, збалансованому розвитку сільського господарства і в цілому аграрної сфери сприятиме сільськогосподарська кооперація, найважливішим напрямком якої повинен стати розвиток системи виробництва, збуту, переробки рибної продукції, матеріально-технічного постачання, кредитного, сервісного і інформаційно-консультаційного обслуговування галузі.

До переваг об'єднання в рибницький кооператив відносяться:

1) збереження членами кооперативу своєї юридичної та економічної самостійності під час створення збутового, переробного, постачальницького та інших видів обслуговуючих кооперативів, водоймищ, виробленої продукції, наявної техніки;

2) ефективне використання земельних, виробничих, трудових ресурсів, можливість спільного використання прогресивних технологій виробництва продукції, техніки, технологічного обладнання під час створення виробничого кооперативу;

3) стабільний збут виробленої членами кооперативу продукції без посередників на переробку в торговельну мережу;

4) здійснення взаєморозрахунків шляхом перерахування на рахунки членів кооперативу (особистих підсобних, селянських господарств та ін.);

5) скорочення витрат членів кооперативу на транспортування, доставку сировини до переробки і реалізації за рахунок формування більших партій продукції;

6) захист інтересів членів кооперативу і наявність права голосу на загальних зборах кооперативу під час обговорення та прийняття рішень виробничого, інституційного та економічного характеру;

7) можливість отримання державних субсидій, пільгового кредитування, оподаткування для кооперативу шляхом централізованої підготовки документів апаратом управління кооперативу;

8) можливість безоплатного отримання інформаційно-консультаційної допомоги від фахівців кооперативу;

9) формування стійкої сировинної бази і впровадження сучасної технічної переробки прісноводної риби в рибоводних організаціях;

10) раціональне використання рибних ресурсів природних водойм;

11) проведення маркетингових і логістичних досліджень внутрішнього і зовнішнього ринків риби і рибної продукції;

12) вдосконалення системи галузевих наукових досліджень в області рибництва і рибальства та підготовки професійних кадрів;

- 13) розвиток фермерського рибництва і рекреаційного рибальства;
- 14) розширення співпраці з іншими державами з питань рибогосподарської діяльності на взаємовигідній основі;
- 15) виробниче та споживче кредитування своїх членів;
- 16) надання послуг із благоустрою сільських населених пунктів;
- 17) зниження витрат на ветеринарне, технічне забезпечення, ремонт і обслуговування техніки, селекційно-племінну роботу;
- 18) забезпечення стабільної зайнятості (постійною і додатковою роботою в сезон).

Таким чином, найбільш ефективним інструментом вирішення зазначених проблем є кооперація рибної галузі з подальшим формуванням рибного кластеру Дніпропетровської області. Однак, незважаючи на вжиті заходи державної підтримки, сільська кооперація не отримала належного розвитку.

Аналіз дозволив виявити основні проблеми, що стримують їх розвиток:

- 1) недовіра виробників галузі рибництва і сільського населення до кооперування через недостатньої роботи з роз'яснення переваг кооперації і механізмів функціонування кооперативів;
- 2) низька професійна підготовка управлінського персоналу і недолік фахівців;
- 3) недостатнє стимулювання державою процесів кооперування;
- 4) порушення основних кооперативних принципів (добровільність, демократичність, 1 член = 1 голос і ін.);
- 5) об'єднання виробників сільськогосподарської продукції з метою отримання пільгового кредиту, а не для надання послуг своїм членам;
- 6) створення «лжекооперативов» в інтересах одного великого господарства, яке є ініціатором, заставодавцем, фактично власником кооперативу, розпорядником всього прибутку від діяльності кооперативу, оскільки саме це господарство здійснює закупівлю і збут продукції;
- 7) недостатнє або неліквідне заставне забезпечення;
- 8) відсутність стимулювання об'єднання виробників у рибницькі кооперативи, зокрема відсутність можливості розподілу чистого доходу кооперативу між його членами у зв'язку з некомерційним статусом кооперативу.

2.2. Фінансово-кредитне забезпечення рибної галузі

Однією з головних перешкод на шляху створення рибницьких кооперативів є недолік у потенційних членів кооперативу стартового капіталу для придбання техніки і обладнання при низькому рівні доступності кредитних ресурсів комерційних банків і відсутність значимої державної підтримки. Тому одним з основних завдань рекомендованого

механізму підвищення ефективності розвитку кооперації в галузі рибництва є формування ринку багатоканальної системи фінансової підтримки кооперативних структур за рахунок державних коштів, позабюджетних фондів, юридичних і фізичних осіб, коштів донорських вітчизняних і зарубіжних організацій.

2.2.1. Удосконалення системи кредитування і гарантування зобов'язань

Основні заходи вдосконалення системи кредитування та гарантування зобов'язань будуть спрямовані, в першу чергу, на розширення охоплення клієнтів, залучення дрібних і середніх господарств, рибницьких кооперативів.

Будуть залучені кошти з ринків капіталу для фіндування приватних фінансових інститутів, зокрема кредитних товариств і рибницьких кооперативів, для подальшого кредитування суб'єктів аграрної сфери. Також будуть створені саморегульовані організації кредитних товариств і кооперативів із функцією розробки стандартів і правил діяльності, здійснення контрольно-наглядових функцій за діяльністю кредитних товариств. Із метою надання можливості підприємствам рибницької галузі реалізувати продукцію в період сезону більш високих цін буде переглянутий механізм бюджетного фінансування робіт. Дані зміни дозволять системі кредитної кооперації залучити кошти сільського населення для вирішення завдань розвитку аграрної сфери, знизити залежність кредитних товариств від державної фінансової підтримки, збільшити доступ до кредитних ресурсів широких верств сільського населення.

2.2.2. Удосконалення системи страхування ризиків

Формування системи страхування буде будуватися з урахуванням наявного досвіду, включаючи в себе обов'язкові та добровільні форми. Необхідно буде розробити проект змін і доповнень до Закону «Про страхування». Наявність ряду проблем у страхуванні в галузі рибництва вимагає певного реформування даного виду страхування. Необхідно розглянути можливість впровадження в Україні передового міжнародного досвіду страхування продукції. В якості альтернативи пропонується впровадити успішні моделі страхування сільськогосподарських ризиків. Із урахуванням міжнародної практики в системі агрострахування буде створена база даних (електронна карта) зі страхування в розрізі регіонів із метою андеррайтингу ризиків, спрощені механізми адміністрування врегулювання збитків та здійснення страхових виплат. Також заходи державної підтримки будуть надаватися ефективним фермерам, які застосовують сучасні технології вирощування продукції рибництва, в тому числі використовують механізм обов'язкового страхування в галузі рибництва. Будуть розроблені методики застосування форм добровільного

страхування під час лізингу, отриманні субсидій, кредитів на основні і оборотні кошти, необхідних у виробництві риби та продукції та продуктів переробки. У середньостроковому плані будуть переглянуті принципи виділення субсидій із поетапним розширенням застосування страхування виробничих процесів і продукції рибництва.

2.3. Екологічно чисте товарне рибництво

Мета – отримання екологічно чистої товарної продукції розширеного асортименту, яка б забезпечувала фізіологічні потреби населення в даному харчовому продукті і відповідала в плані якості санітарно-гігієнічним нормам ЄС та інших країн світу.

Заходи з рибогосподарського використання ставів:

1) провести інвентаризацію і паспортизацію всіх водойм області, придатних для товарного виробництва;

2) розробити режими рибогосподарського використання ставів (площею більше 5 га), що розташовані в басейні річок;

3) організувати систематичний контроль за санітарним і еколого-токсикологічним станом водойм, де вирощується товарна риба;

4) провести комплексні меліоративні заходи в нагульних ставах, у випадку необхідності здійснити ремонт гідротехнічних споруд із метою створення оптимального гідрологічного і гідрохімічного режиму;

5) вивчити гідробіологічний стан водойм, призначених для товарного вирощування риби, і розробити заходи щодо оптимального використання і стимулювання розвитку природної кормової бази;

6) розробити інтенсифікаційні заходи в ставах і малих водосховищах;

7) розробити збалансований видовий і кількісний склад полікультури риб для кожного водоймища з урахуванням його гідробіологічних особливостей;

8) створити на базі окремих рибних господарств області риборозплідники з вирощування стандартного рибопосадкового матеріалу (понад 30 г) для задоволення потреб різних рибогосподарських структур;

9) для профілактики захворювань риб розробити і впровадити в товарне рибництво комплекс екологічно безпечних заходів;

10) вивчити можливості створення в області рибопереробних і копильних міні-виробництв для обслуговування рибгоспів та орендарів-фермерів;

11) упровадити замість дволітнього трилітній цикл вирощування товарної риби в ставах з низькими біопродукційними можливостями;

12) скоординувати ринок збуту рибної продукції між її виробниками на взаємовигідних умовах.

Заходи з рибогосподарського використання малих водосховищ та ставків на малих річках:

1) проведення комплексних гідрологічних, хіміко-токсикологічних, паразитологічних і гідробіологічних досліджень усіх малих водосховищ області щодо можливості використання їх у рибогосподарських цілях;

2) проведення на місцях інвентаризації фонду рибогосподарських водних об'єктів;

3) прийняття рішень органів місцевого самоврядування щодо передачі водойм в оренду суб'єктам господарювання для проведення рибогосподарської діяльності;

4) розробка наукового обґрунтування і режимів вилучення та штучного відтворення водних живих ресурсів у малих водосховищах;

5) прийняття до безумовного виконання погодження дозволів на право користування водним об'єктом (його частиною) загальнодержавного користування з органами рибоохорони. Виключити випадки надання зазначених дозволів без погодження із цими органами;

6) розробка біологічних обґрунтувань і режимів експлуатації ставків на малих річках (більше 5 га) у режимі спеціальних товарних рибних господарств;

7) забезпечення організації контролю за реалізацією рибної продукції;

8) із метою здійснення контролю за діяльністю суб'єктів господарювання – подання ними до органів статистики звітів щодо обсягів вирощування рибної продукції за встановленими органами статистики формам;

9) вивчення екологічного стану водоймищ, виявлення джерел забруднення і розробка заходів щодо їх ліквідації;

10) розробка інтенсифікаційних і меліоративних заходів для кожного водосховища окремо з урахуванням особливостей його гідробіоценозу;

11) здійснення мір із інтродукції у водойми нових об'єктів рибного промислу на підставі наукового обґрунтування;

12) щорічне проведення зариблення водосховищ рибопосадковим матеріалом згідно з розробленим режимом;

13) організація моніторингового контролю за гідрохімічним станом водосховищ;

14) організація систематичного контролю за епізоотичним станом водоймищ шляхом проведення щорічних інфекційних та паразитологічних досліджень риби.

2.4. Індустріальна аквакультура – вирощування риби в сітчастих садках, басейнах і установках замкненого водозабезпечення (УЗВ)

Мета – отримання в скорочені строки на невеликих площах садково-басейнового господарства високоякісної рибної продукції, особливо риби цінних порід.

Заходи:

1) провести інвентаризацію основних фондів і виявити потенційні можливості реконструкції і відновлення Придніпровського тепловодного садково-басейнового господарства;

2) дослідити гідрохімічний, гідробіологічний і токсикологічний стан акваторії, де будуть розміщені садкові лінії;

3) організувати очищення дна акваторії від мулу з подальшим використанням його як добрива для сільськогосподарських цілей;

4) здійснити реконструкцію інкубаційного цеху з метою збільшення його виробничої потужності;

5) збільшити ремонтно-маточне стадо канального сома за рахунок вирощування племінного матеріалу;

6) розробити і впровадити заходи щодо поліпшення умов утримання плідників, вирощування цьогорічок і товарних дворічок канального сома;

7) створити умови для впровадження технології вирощування в басейнах Придніпровського господарства високоцінних порід риб: осетрових, піленгаса, форелі.

2.5. Селекційно-племінна робота

Мета – отримання в розвиток племінної бази для забезпечення рибгоспів у достатній кількості високопродуктивним маточним стадом плідників риб, удосконалення існуючих і створення на науковій основі нових порід риб.

Заходи:

1) впровадження наукових досягнень у розвиток племінних центрів із розведення селекційних порід коропа, рослиноїдних і інших видів риб, створених на базі господарств «Криворіжрибсільгосп», «Петриківський рибгосп», «Зеленодольськриба»;

2) збереження і розвиток племінного стада канального сома на базі Придніпровського тепловодного господарства;

3) забезпечення високоякісними кормами ремонтного і маточного стада племінних порід риб;

4) надання держбюджетної фінансової допомоги в селекційно-племінній роботі.

2.6. Відтворення запасів водних живих ресурсів

Мета – збереження біологічного різноманіття водойм, раціональне використання наявного водного фонду, підвищення рибопродуктивності рибогосподарських водних об'єктів на природній кормовій базі та збільшення уловів водних живих ресурсів (ВЖР).

Заходи:

1) збільшення обсягів вирощування молоді промислових видів риб на існуючих вирослих потужностях рибогосподарських підприємств та зариблення нею природних водойм і водосховищ користувачами ВЖР;

2) участь користувачів ВЖР у забезпеченні штучного розведення і зариблення рибогосподарських водойм;

3) за дорученням органів влади посилити контроль і поліпшення організації вирощування та планового зариблення природних водойм рибопосадковим матеріалом цінних промислових видів риб, а також аборигенними видами риб (судак, сом, лящ, щука тощо);

4) для неспеціалізованих приватних (фермерських) господарств, які займаються рибогосподарською діяльністю, впровадити ліцензійний дозвіл на вирощування повноцінного рибопосадкового матеріалу з метою зариблення штучних і природних водойм;

5) проведення біологічної меліорації водосховищ і водойм шляхом зариблення рослиноїдними та іншими видами риб, а також безлімітний вилов укклеї, тюльки, срібного карася;

6) визначення найбільш важливих природних нерестовищ на водоймах і забезпечення постійного моніторингу за їх станом і умовами відтворення риб;

7) упровадження в практику рибоводно-меліоративних заходів установлення штучних нерестових гнізд;

8) організація суворого ветеринарного контролю за якістю рибопосадкового матеріалу, його перевезенням і зарибленням водойм згідно з вимогами ветеринарного законодавства;

9) здійснення моніторингових науково-дослідних робіт із вивчення стану іхтіокомплексу водосховищ із метою збереження їх біорізноманіття і збільшення біопродуктивності;

10) забезпечення щорічного бюджетного фінансування діяльності рибогосподарських підприємств та науково-дослідних організацій, які займаються питаннями відтворення та нарощування запасів водних живих ресурсів, а також покращенням умов їх природних популяцій.

2.7. Охорона рибних ресурсів та регулювання рибальства

Мета – підвищення ефективності і охорони рибних та інших водних живих ресурсів, їх збалансованого та раціонального використання.

Заходи:

1) здійснення державного контролю за дотриманням вимог законодавства щодо охорони, використання, відтворення ВЖР та регулювання рибальства;

2) забезпечення дійової співпраці правоохоронних, природоохоронних та інших контролюючих органів, а також взаємодії з установами та організаціями;

3) проведення скоординованих цільових широкомасштабних акцій захисту водойм від браконьєрів та порушників правил рибальства;

4) розробка спільних заходів щодо протидії способом незаконного вилову, придбання, реалізації та перевезення риби;

5) перевірка підприємств, рибоприймальних пунктів, місцевих ринків;

6) науково обґрунтоване раціональне використання ВЖР, виконання встановлених норм, лімітів (квот) ВЖР;

7) контроль за виконанням користувачами ВЖР вимог ліцензійних умов;

8) призупинення в установленому законодавством порядку промислу та інших робіт, під час проведення яких порушуються правила рибальства та інші вимоги щодо охорони ВЖР, середовища їх існування, умов відтворення та шляхів міграцій;

9) контроль за повним обсягом вилову та реалізації рибної продукції;

10) підвищення рівня матеріально-технічного забезпечення органів рибоохорони (автотранспортні засоби, сучасні судна і плавзасоби, снігоходи, засоби зв'язку та оргтехніка);

11) розмежування промислового та любительського рибальства;

12) оперативне регулювання рибальства;

13) обладнання рибозахисними пристроями (РЗП) водозабірних споруд відповідно до затверджених проектів, проведення ремонтних робіт РЗП, заміна застарілих РЗП на нові;

14) контроль за виконанням заходів із збереження сприятливих умов для існування, відтворення, міграції та зимівлі ВЖР під час розміщення, експлуатації об'єктів і споруд та проведення різних видів робіт на рибогосподарських водних об'єктах, прибережних захисних смугах та водоохоронних зонах, які можуть негативно вплинути на стан гідробіонтів;

15) проведення меліоративного лову малоцінних промислових видів та спеціалізованого лову старшовікових особин рослинодних видів риб;

16) проведення гідромеханізованих робіт із відновлення нерестовищ, відновлення та створення зимувальних ям для туводних (аборигенних) видів риб і риб, які були вселені;

17) прискорення процесу присвоєння статусу природоохоронних об'єктів, зарезервованих в межах акваторій та суміжних ландшафтів, територіям водосховища.

2.8. Рибопереробне виробництво

Мета – задовольнити потреби населення в різноманітній рибній продукції тривалого збереження і забезпечити додатковий ринок збуту свіжої риби.

Заходи:

1) впровадження у виробництво прогресивних екологічно чистих технологій рибопереробки;

2) розширення асортименту рибних виробів;

- 3) застосування технологій безвідходного виробництва;
- 4) стимулювання імпорту морської риби і морепродуктів;
- 5) створення живорибної бази для збільшення терміну торгівлі живою рибою;
- 6) координація зв'язків між рибопереробними, рибодобувними та рибо-вирощувальними підприємствами.

2.9. Розвиток комбікормової промисловості

Мета – забезпечення рибного господарства області збалансованими повноцінними, безпечними в екологічному плані комбікормами широкого асортименту на основі місцевої кормової сировини.

Заходи:

- 1) розробити спеціалізовані здешевлені рецептури комбікормів на основі місцевої екологічно чистої кормової сировини;
- 2) організувати науково-дослідний пошук альтернативних джерел тваринного білка замість дефіцитного дороговартісного рибного борошна;
- 3) поширити асортимент вітамінних та мінеральних ростостимулюючих кормових добавок, отриманих із доступної місцевої сировини (вищі водорості та ін.);
- 4) розробити систему кредитних послуг та інші можливі заходи для розширення ринку збуту рибних комбікормів;
- 5) надати допомогу рибним господарствам щодо отримання земельного фонду для вирощування і виробництва власної сировини для комбікормів.

2.10. Контроль за якістю рибної продукції та ветеринарне забезпечення

Мета – забезпечення строго ветеринарно-санітарного контролю з метою профілактики інфекційних та інвазійних захворювань риби під час її вирощування, а також контролю за якістю рибопродукції під час її реалізації населенню.

Заходи:

- 1) розробити забезпечення проведення загальних меліоративних і ветеринарно-санітарних заходів;
- 2) розробити і впровадити комплексну систему заходів профілактики інфекційних і паразитарних захворювань риб окремо для кожного рибгоспу і фермерських водойм з урахуванням їх екологічного стану та іхтіофауни;
- 3) для позбавлення водойм від сміттевої риби, яка є носієм збудників небезпечних хвороб риб, використовувати виключно біологічні заходи боротьби (підсадка хижих риб-меліораторів та ін.);
- 4) встановити постійний ветеринарний контроль за епізоотичним станом водойм, систематично проводити паразитологічне обстеження риби всіх рибницьких господарств області;

5) впроваджувати у практику рибництва нові ефективні і економічно вигідні лікувальні препарати;

6) всі перевезення живої риби, заплідненої ікри, раків та інших водних організмів здійснювати під контролем ветеринарної служби згідно з діючим ветеринарним законодавством і відповідно до ДСТУ;

7) проводити ветеринарно-санітарну експертизу виловленої риби перед її реалізацією з отриманням ветеринарного свідоцтва (Ф № 2);

8) щорічно проводити комплексне токсикологічне, радіоекологічне і бактеріологічне обстеження вирощувальної риби;

9) посилити інфекційний, паразитологічний та токсикологічний контроль за якістю риби, що імпортується в торгову мережу області;

10) упорядкувати систему ветеринарно-санітарних паспортів ставкових рибних господарств і фермерських водоймищ;

11) систематично здійснювати ветеринарно-санітарний контроль на рибопереробних підприємствах із дотримання технологічних вимог під час переробки риби та умов зберігання;

12) забезпечити державне і госпрозрахункове фінансування науково-дослідних робіт щодо розробки нових екологічно безпечних лікувальних препаратів і технологічних заходів профілактики хвороб риб.

2.11. Ціноутворення на продукцію рибництва

В умовах сьогодення продукція рибництва в Україні реалізується за різними каналами, що призводить до створення неефективного конкурентного середовища і веде до необґрунтованого завищення цін на рибні товари на кожній ділянці ланцюга (на 20-50%).

Низький рівень технологічної та технічної оснащеності потужностей виробничих і переробних підприємств зумовлює надмірні витрати на випуск рибних товарів і їх високу ціну, знижує конкурентоспроможність на внутрішньому ринку в порівнянні з імпортними, а також іншими продуктами харчування повсякденного попиту. Також серед факторів низької конкурентоспроможності у сфері рибогосподарської діяльності, в тому числі зовнішньої торгівлі, можна виділити: високий рівень роздробленості виробництва, зниження рівня запасів валютотємних водних біоресурсів у водоймах, недостатнє субсидування розвитку аквакультури, наявність значного податкового навантаження і хронічної недостатності власних і кредитних засобів.

Під час оцінки конкурентоспроможності рибної продукції домінує цінова складова частина (коливається по роках від 80 до 85%), якісні характеристики займають 12-18%, збут, реклама – 2-5%. Для рибної продукції під час оцінки конкурентоспроможності правомірно застосовувати пріоритет цінового фактора.

Однією з основних причин такої ситуації є нерозвиненість системи заготівлі та просування продукції рибництва від виробників до ринків збуту,

включаючи підприємства з переробки сільськогосподарської сировини. Посилення ролі посередників в реалізаційній мережі практично повністю виключило взаємозв'язок виробників і переробників сировини. Низькі закупівельні ціни на продукцію рибництва не стимулюють збільшення обсягів їх виробництва, що в підсумку веде до низької частки переробки рибної сировини, недозавантаженості потужностей переробних підприємств і в кінцевому рахунку – до високої частки імпорту рибних товарів.

Продукція дрібних і середніх вітчизняних виробників галузі рибництва помітно програє за якістю і упаковці і не в змозі успішно конкурувати з зарубіжними постачальниками. Організація власної переробки продукції галузі рибництва не під силу більшості господарств через брак коштів і кваліфікованих кадрів, необхідність високих витрат для виконання санітарних вимог, недосконалість податкового законодавства. Позначається відсутність власної торгової мережі, створення і зміст якої не кожному підприємству доступні.

Висновки.

1. Рибогосподарський потенціал області є досить вагомим (три водосховища на Дніпрі, середні та малі водосховища, річки, озера, ставки), але реалізований не повністю.

2. Головною причиною низької ефективності рибогосподарського процесу у Дніпропетровській області є відсутність загальної стратегії розвитку рибного господарства області, яка б визначала головні напрямки довгострокової діяльності з урахуванням природних та соціально-економічних умов, а також визначала б напрямки діяльності в забезпеченні науково-технологічного розвитку рибницької галузі області.

3. Представлена модель є попередньою спробою розробки еколого-економічної стратегії розвитку рибного господарства Дніпропетровщини.

4. Основними напрямками подальшого розвитку рибної галузі Дніпропетровщини згідно з даною Стратегією є:

1) залучення рибницьких господарств області в сільськогосподарську кооперацію з подальшим формуванням рибного кластеру Дніпропетровської області;

2) фінансово-кредитне забезпечення рибної галузі, що включає систему кредитування галузі та систему страхування ризиків рибогосподарств;

3) екологічно чисте товарне рибництво;

4) індустріальна аквакультура – (виращування риби в сітчастих садках, басейнах і установках замкненого водозабезпечення (УЗВ);

5) проведення селекційно-племінної роботи;

6) відтворення запасів водних живих ресурсів;

7) охорона рибних ресурсів та регулювання рибальства;

8) розвиток рибопереробного виробництва;

9) розвиток комбікормової промисловості;

10) контроль та ветеринарне забезпечення якості рибної продукції;

11) регулювання ціноутворення на продукцію рибництва.

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА ПРИДНЕПРОВЬЯ

¹Дворецкий А.И.

¹Катан Л.И.

¹Байдак Л.А.

¹Добровольская О.В.

¹Рожков В.В.

²Удовицкий В.О.

³Волков В.И.

⁴Стрелец Р.О.

¹Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет

²Управление агропромышленного развития

Днепропетровской областной государственной администрации

³Управление государственного агентства рыбного хозяйства
в Днепропетровской области

⁴Департамент экологии и природных ресурсов
Днепропетровской областной государственной администрации

Представлена модель совместных действий органов государственной власти, ученых, специалистов рыбных хозяйств, пользователей водных живых ресурсов, направленная на увеличение производства продукции рыбной отрасли Днепропетровской области и указанная как эколого-экономическая стратегия развития рыбного хозяйства Днепропетровщины (далее Эколого-экономическая стратегия).

Представленная модель является предварительной попыткой разработки Эколого-экономической стратегии развития рыбного хозяйства Днепропетровщины и требует дальнейшего сотрудничества и согласования с представителями органов власти области.

Ключевые слова: рыбохозяйственный фонд водоемов области, водные живые ресурсы, водохранилища, экологически чистое товарное рыбоводство, индустриальная аквакультура.

ENVIRONMENTAL ECONOMIC DEVELOPMENT STRATEGY FISHERIES TRANSPORTATION

¹Dvoretskyi A.I.

¹Katan L.I.

¹Baidak L.A.

¹Dobrovolska O.V.

¹Rozhkov V.V.

²Udovytskyi V.O.

³Volkov V.I.

⁴Strilets R.O.

¹ Dnipro State Agrarian and Economic University

² Agro-Industrial Development Department of Dnipropetrovsk Regional State Administration

³ State Agency of Fisheries in Dnipropetrovsk Region

⁴ Department of Ecology and Natural Resources of Dnipropetrovsk Regional State Administration

The model of joint actions of state authorities, scientists, fishery specialists, users of aquatic living resources, aimed at increasing the production of products of the fish industry of Dnipropetrovs'k region and referred to as the ecological and economic strategy for the development of the fishing industry of Dnipropetrovsk region (hereinafter the Ecological and Economic Strategy) is presented.

The presented model is a preliminary attempt to develop the Ecological and Economic Strategy for Fisheries Development in Dnipropetrovsk and requires further cooperation and coordination with representatives of the oblast authorities.

Key words: fishery fund of reservoirs of the region, aquatic living resources, reservoirs, ecologically pure commodity fish farming, industrial aquaculture.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про тваринний світ». 2002.
2. Закон України «Про рибу, інші водні живі ресурси та харчову продукцію з них» 2003 .
3. Закон України «Про Загальнодержавну програму розвитку рибного господарства України на період до 2010 р.» 2004.
4. Закон України «Про рибне господарство, промислове рибальство та охорону водних біоресурсів» 2011.
5. Програма розвитку рибного господарства Дніпропетровської області на період до 2010 року. Дніпропетровськ, 2006.
6. Програма розвитку рибного господарства Дніпропетровської області на 2010–2014 роки. Дніпропетровськ, 2010.
7. Байдак Л.А., Дворецький А.І. Техногенно трансформовані прісноводні екосистеми. Ретроспективний аналіз досліджень (30-ті – 90-ті рр. ХХ ст.). Наукова монографія. Д.: ЛІРА, 2017. 208 с.
8. Дворецький А.І. Концепція розвитку рибного господарства Дніпропетровської області. Рыбное хозяйство Украины. 2005. № 2. С. 47–50.
9. Дворецький А.І., Байдак Л.А. Сільськогосподарське рибництво Дніпропетровщини. Бібліографічний покажчик літератури. Д., 2015. 50 с.
10. Дворецький А.І., Тарасюк С.І., Дерень О.В., Заярко О.І. Біологічні основи годівлі риб. Монографія. Д., 2016. 187 с.
11. Запорожское водохранилище / отв. ред. д.б.н., проф. А.И. Дворецкий, к.б.н., доц. Ф.П. Рябов. Д.: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2000. 172 с.
12. Озиранский Ю. Современное состояние рыбохозяйственной отрасли Израиля. Рыбогосподарська наука України. 2017. № 1. С. 6–28.
13. Тлумачний словник-довідник з рибництва. Науково-навчальне видання / А.І. Дворецький, І.М. Шерман, М.А. Сидоров, Д.М. Масюк, Л.А. Байдак, І.В. Гоч, В.В. Рожков, В.О. Сапронова. Д.: ЛІРА, 2018. 265 с.
14. Яркіна Н.Н. Стратегия управления рыбохозяйственной деятельностью. Экономика Украины. 2014. № 2(619). С. 63–70.

УДК 502.4:502.75

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ АКВАРЕСУ Р. ОРІЛЬ У МЕЖАХ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Харитонов М.М. – д. с.-г. н.

Онищенко О.М. – м. н. с.

Дворецький А.І. – д. біол. н., професор

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет
envteam@ukr.net*

Дане дослідження мало на меті провести екологічну оцінку якості води ріки Оріль у межах Дніпропетровської області на основі обчислення інтегрального показника – комплексного екологічного індексу (KEI). Вихідними даними для екологічної оцінки якості води ріки Оріль є трирічні результати систематичного гідрохімічного контролю басейну Оріль у трьох контрольних створах, розташованих на території Дніпропетровської області. Аналіз розрахункових даних стану води річки Оріль відповідно до пунктів гідрохімічного контролю дозволив виявити окремі показники за рівнем їх критичних концентрацій. Отримані значення KEI дозволили визначити клас і категорію забруднення водної акваторії річки Оріль. Стан води по мірі її течії має певні відмінності. У гирлі вода ріки Оріль може бути охарактеризована як брудна – III клас 5 категорія – в якості водного об'єкта рибогосподарського водокористування, і забруднена – III клас 4 категорія – в якості водного об'єкта культурно-побутового водокористування.

Ключові слова: річка Оріль, якість води, екологічна оцінка, гідрохімічний моніторинг.

Постановка проблеми. Взаємодія абіотичних, біотичних і антропогенних факторів призвела до деградації більшості стану середніх та малих річок Дніпропетровської області в наш час. Серед цих факторів найпотужнішими є такі: а) глобальне забруднення відходами промислового, комунально-побутового та сільськогосподарського виробництва; б) суттєва зміна гідрологічного режиму, створення та функціонування в заплаві каналу Дніпро – Донбас; в) інтенсивна трансформація та освоєння прибережної зони річок під рекреаційну та приватну забудову в останні два десятиліття; г) недотримання прибережної захисної смуги та водоохоронної зони на значних ділянках русла [1, с. 77]. Отже, в умовах антропогенного забруднення актуальним є одержання інформації про стан поверхневих вод об'єктів рибогосподарського водокористування як складової частини водної екосистеми, середовища існування гідробіонтів і як ресурсу питного водопостачання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Річка Оріль протікає по території Придніпровської низовини, яка складена потужним шаром осадових порід. Її басейн має розвинену гідрографічну мережу, яка

налічує 127 приток різного порядку та понад 100 озер із власною назвою [2, с. 12]. Після будівництва Дніпродзержинського водосховища в 1964 р. нове гирло річки Оріль знаходиться біля села Кіровське в передмісті міста Дніпро. Будова дренажних каналів та водопропускних споруд призвела до значних змін площ басейнів лівобережних приток, перерозподілу поверхневого стоку, об'єднання декількох і утворення нових приток [3, с. 55]. Віднесення басейну деяких середніх річок Дніпропетровської області, які знаходяться під впливом розробок корисних копалин, до водних об'єктів рибогосподарської категорії водокористування на сьогодні пов'язано з екологічними ризиками [4, с. 75].

Постановка завдання. Наявність чисельних трансформуючих антропогенних факторів деградації структури гідробіоценозів річок, які призводять до виникнення низки небажаних наслідків, призвела до розвитку процесів евтрофікації, погіршення екологічної якості акваресурсу в деяких районах Дніпропетровської області. На основі викладеного матеріалу провели дослідження, яке полягало в наданні комплексної екологічної оцінки води річки Оріль.

Матеріали і методи. Річка Оріль – ліва притока р. Дніпро. Долина річки Оріль розташована в районі Дніпровсько-Деснянської терасової рівнини. У системі фізико-географічного районування Орільська долина знаходиться на Придніпровській низовині в Лівобережно-Дніпровській приазовській північно-степовій фізико-географічній провінції. Басейн річки Оріль має розвинену гідрографічну мережу, заплава річки надзвичайно широка для середніх річок і рясніє старицями, озерами і болотами. Дане дослідження мало на меті провести екологічну оцінку якості води ріки Оріль у межах Дніпропетровської області за період 2010–2012 роки на основі обчислення інтегрального показника – комплексного екологічного індексу (KEI). Використана в даній роботі методика оцінки якості поверхневих вод [5, с. 5–15] є основою для аналізу даних гідрохімічного контролю, характеристики якості поверхневих вод суші з екологічних позицій, одержання інформації про стан водного об'єкта, з'ясування тенденцій зміни якості води в часі і просторі, вивчення впливу антропогенного навантаження на екосистеми водних об'єктів, для планування і здійснення водоохоронних заходів і оцінки їхньої ефективності.

Результати досліджень. Вихідними даними для екологічної оцінки якості води ріки Оріль є результати систематичного гідрохімічного контролю басейну Оріль з 2010 по 2012 роки у 3-х контрольних створах, розташованих на території Дніпропетровської області: 1 – с. Перещепино; 2 – с. Царичанка; 3 – с. Кіровське. Даний період часу був обраний для дослідження на підставі середньорічних даних за основними показниками забруднення в р. Оріль за період 2003–2013 рр. Надані Дніпропетровським обласним управлінням Водних ресурсів дані приведені в таблиці 1 (в 2009 році гідрохімічний контроль не проводився).

**Таблиця 1 . Загальні середньорічні гідрохімічні показники води
р. Оріль по смт. Царичанка за 2003–2013 роки**

Показники	ГДК*	смт Царичанка									
		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2010	2011	2012	2013
Сухий залишок	1000	1397	1674	1660	1639	1510	1455	1269	1442	1584	1564
Сульфат-іони	70	514	647	672	689	569	642	438	574	641,6	680,9
Хлорид-іони	70	168	145	196	145	187	102	127	155	134,5	128,4
Амоній-іони	1,00	0,51	0,50	0,46	0,48	0,29	0,26	0,17	0,29	0,37	0,39
Залізо загальне	0,30	0,40	0,08	0,12	0,17	0,14	0,12	0,07	0,15	0,08	0,15
ХСК	30,0	29,1	32,0	31,5	26,7	25,9	28,8	26,7	29,5	40,4	44,1
БСК _п	6,0	5,6	2,8	5,6	2,8	2,5	3,5	2,4	2,8	4,2	2,1
Марганець	0,10	0,16	0,10	0,10	0,21	0,09	0,14	0,17	0,08	0,09	0,07

Особливо напруженою була обстановка в басейні річки Оріль у 2013 році. Упродовж літньо-осінньої межени 2013 р. відбувався стійкий спад рівнів води в басейні р. Оріль, який досягав значень 0,59–1,03 м, мінімальні значення рівнів води спостерігалися на більшості притоків Середнього Дніпра в другій половині серпня. Основні гідрологічні моніторингові показники р. Оріль по смт Царичанка наведені в таблиці 2.

**Таблиця 2. Основні гідрологічні моніторингові показники
р. Оріль у межах Дніпропетровщини на 2013 рік**

Річка - пункт	МІСЯЦЬ												Серед. річн.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
р. Оріль – смт Царичанка W = 144 млн. куб.м M = 0,60 л/с кв.км h = 16 мм F = 9100 кв.км	4,35	6,64	12,3	14,8	7,13	2,22	1,35	0,90	0,63	0,84	2,17	4,46	4,57

В останні роки гідрологічний стан р. Оріль значно погіршився, і причиною тому слугувало накладання різних техногенних і природних чинників, таких як висихання озер та водотоків, зменшення або відсутність води в колодязях. Розрахунки екологічної оцінки якості води ріки Оріль проводили згідно із системою екологічної класифікації якості поверхневих вод суші, яка включає три групи показників: а) показники сольового складу; б) трофо-сапробіологічні (еколого-

санітарні); в) речовини токсичної дії. Комплексний екологічний індекс (*Ie*) розраховується за формулою:

$$Ie = (Ia + Ib + Ic) / 3,$$

де *Ia*, *Ib*, *Ic* – факторні індекси, зумовлені максимальним перевищенням однієї з характеристик у кожній групі показників.

Відповідно до значень КЕІ виділяли класи і категорії якості вод за ступенем їхньої чистоти (забруднення): I клас 1 категорія – дуже чисті; II клас 2 категорія – чисті, 3 категорія – помірно забруднені; III клас 4 категорія – забруднені, 5 категорія – брудні; IV клас 6 категорія – дуже брудні; V клас 7 категорія – надзвичайно брудні (табл. 3).

Таблиця 3. Значення комплексного екологічного індексу для визначення класу і категорії забруднення вод

Клас	I	II		III		IV	V
Категорія	1	2	3	4	5	6	7
КЕІ	0,2	0,3– 1,0	1,1–2,0	2,1–4,0	4,1–6,0	6,1–10,0	>10,0

Результати досліджень. Кінцеві розрахункові дані значення КЕІ за 2010–2012 роки наведені в таблицях 4-6.

Таблиця 4. Значення комплексного екологічного індексу в контрольних створах ріки Оріль за 2010 рік

№ Створу	Пункт гідрохімічного контролю ріки Оріль	Факторні індекси (для <i>Ie</i>)						Клас і категорія якості води
		<i>Ia</i>		<i>Ib</i>		<i>Ic</i>		
1	с. Перещепино	8,4 2,5	SO ₄ ²⁻ Mg ²⁺	2,5 4,3	ХСК зваж. реч.	2,7 1,0	Fe СПАР	III кл, 5 кат III кл. 4 кат
2	с. Царичанка	5,0 4,4	SO ₄ ²⁻ Mg ²⁺	2,0 7,1	ХСК зваж. реч.	13,0 1,2	Cu ²⁺ СПАР	IV кл. 6 кат III кл. 5 кат
3	с. Кіровське	0,5 0,8	SO ₄ ²⁻ Mg ²⁺	1,9 4,6	ХСК зваж. реч.	10,0 1,1	Cu ²⁺ СПАР	III кл, 5 кат III кл. 4 кат

Таблиця 5. Значення комплексного екологічного індексу в контрольних створах ріки Оріль за 2011 рік

№ Створу	Пункт гідрохімічного контролю ріки Оріль	Факторні індекси (для <i>Ie</i>)						Клас і категорія якості води
		<i>Ia</i>		<i>Ib</i>		<i>Ic</i>		
1	с. Перещепино	4,0 4,9	SO ₄ ²⁻ Mg ²⁺	2,3 2,8	ХСК зваж. реч.	6,0 1,0	Cr ²⁺ СПАР	III кл, 5 кат III кл. 4 кат
2	с. Царичанка	4,5 4,5	SO ₄ ²⁻ Mg ²⁺	2,0 6,0	ХСК зваж. реч.	8,0 0,8	Cr ²⁺ СПАР	III кл. 5 кат III кл. 4 кат
3	с. Кіровське	0,6 0,95	SO ₄ ²⁻ Mg ²⁺	1,9 2,7	ХСК зваж. реч.	9,0 0,7	Cr ²⁺ СПАР	III кл, 4 кат II кл. 3 кат

Таблиця 6. Значення комплексного екологічного індексу в контрольних створах ріки Оріль за 2012 рік

№ створу	Пункт гідрохімічного контролю ріки Оріль	Факторні індекси (для Іе)						Клас і категорія якості води
		Іа		Іб		Іс		
1	с. Перещепино	4,2 2,4	SO ₄ ²⁻ Mg ²⁺	2,4 9,1	ХСК зваж. реч.	14,0 1,0	Cu ²⁺ СПАР	IV кл. 6 кат III кл. 5 кат
2	с. Царичанка	1,1 4,6	SO ₄ ²⁻ Mg ²⁺	2,1 7,1	ХСК зваж. реч.	13,0 1,0	Cu ²⁺ СПАР	III кл. 5 кат III кл. 5 кат
3	с. Кіровське	1,3 1,4	SO ₄ ²⁻ Mg ²⁺	2,0 5,5	ХСК зваж. реч.	12,0 1,2	Cu ²⁺ СПАР	III кл. 5 кат III кл. 4 кат

Аналіз розрахункових даних стану води річки Оріль відповідно до пунктів гідрохімічного контролю дозволив виявити окремі показники за рівнем їх критичних концентрацій. Із сольового блоку до них відносяться іони SO₄²⁻ та Mg²⁺. За станом трофо-сапробіологічних показників можна виділити незадовільний рівень показника хімічного споживання кисню та зважених речовин. Наявність у токсикологічному блоці іонів міді та синтетичних активних речовин пов'язано, на наш погляд, із використанням мідьвміщуючих контактних фунгіцидів та миючих засобів мешканцями населених пунктів. Подальші шляхи надходження цих речовин токсичної дії мають різну природу. Пестициди можуть потрапляти в басейн річки з поверхневим зливом, а синтетичні поверхнево активні речовини (СПАР) не утримуються жодною системою очищення стічних вод. Гідроекологічні профілі рівня КЕІ води ріки Оріль за три роки відповідно до рибогосподарчого та комунального значення ГДК наведені на рис. 1 і 2.

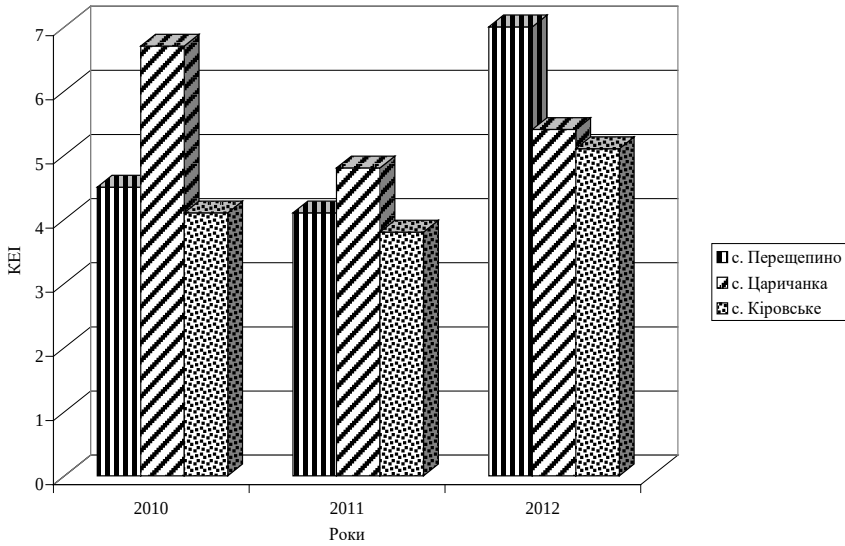


Рис. 1. Гідроекологічний профіль ріки Оріль значення KEI згідно з ГДК р.г

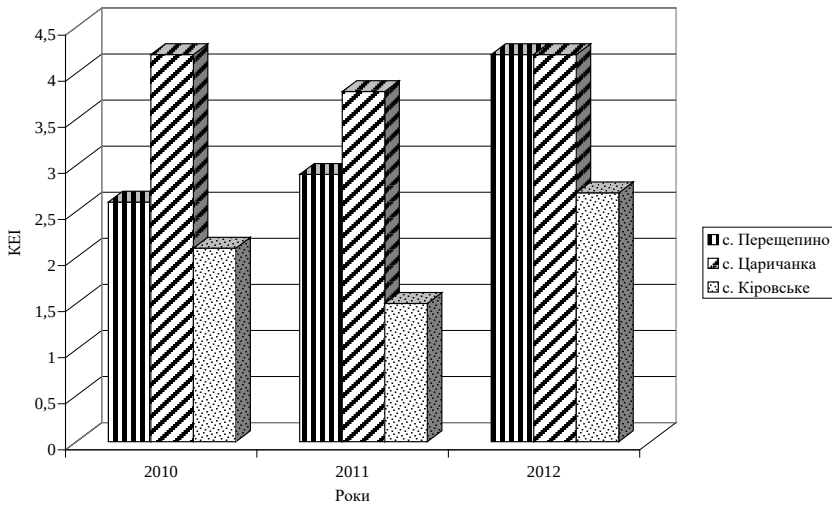


Рис. 2. Гідроекологічний профіль ріки Оріль значення KEI згідно з ГДК

Отримані значення KEI дозволяють визначити клас і категорію водного об'єкта за ступенем чистоти. Стан води по мірі її течії від між населеними пунктами Перещепино і Кіровське має певні відмінності. Біля села Кіровське вода річки Оріль може бути охарактеризована як брудна – III клас 5 категорія – в якості водного об'єкта рибогосподарського

водокористування, і забруднена – III клас 4 категорія – в якості водного об'єкта культурно-побутового водокористування.

Висновки. Аналіз розрахункових даних стану води річки Оріль відповідно до трьох пунктів гіdroхімічного контролю дозволив виявити окремі показники за рівнем їх критичних концентрацій, до яких відносяться іони SO_4^{-2} , Mg^{2+} , Cu^{2+} та синтетичних поверхнево активних речовин (СПАР). Наявність чисельних дач у безпосередній близькості до водоохоронної зони річки Оріль створює додатковий ризик неорганізованих комунально-побутових скидів як у поверхневі, так і в підземні води. Незадовільний рівень показника хімічного споживання кисню є суттєвим фактором погіршення умов функціонування гіробиоценозів, що обмежує можливість використання річки Оріль як об'єкта рибогосподарського водокористування.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АКВАРЕСУРСА р. ОРЕЛЬ В ПРЕДЕЛАХ ДНЕПРОПЕТРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Харитонов М.М. – д. с.-х. н.

Онищенко А.Н. – м. н. с.

Дворецкий А.И. – д. б. н.

*Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет
envteam@ukr.net*

Данное исследование имело целью провести экологическую оценку качества воды реки Орель в пределах Днепропетровской области на основе вычисления интегрального показателя – комплексного экологического индекса (КЭИ). Исходными данными для экологической оценки качества воды реки Орель явились трехлетние результаты систематического гидрохимического контроля бассейна Орель в трех контрольных створах, расположенных на территории Днепропетровской области. Анализ расчетных данных состояния воды реки Орель согласно пунктам гидрохимического контроля позволил выявить отдельные показатели по уровню их критических концентраций. Полученные значения КЭИ позволили определить класс и категорию загрязнения водной акватории реки Орель. Состояние воды по мере ее течения имеет определенные отличия. В устье вода реки Орель может быть охарактеризована как грязная – III класс 5 категория – в качестве водного объекта рыбохозяйственного водопользования, и загрязненная – III класс 4 категория – в качестве водного объекта культурно-бытового водопользования.

Ключевые слова: река Орель, качество воды, экологическая оценка, гидрохимический мониторинг.

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATUS OF THE ORYL RIVER AQUARESOURCES WITHIN THE DNIPROPETROVSK REGION

Kharytonov M.M. – Doctor of Agricultural Sciences

Onyshchenko O.M. – Research Assistant

Dvoretzky A.I. – Doctor of Biological Sciences

Dnipro State Agrarian and Economic University

This study aimed to conduct an environmental assessment of the water quality of the Oryl river within the Dnipropetrovsk province on the basis of calculation of integral indicator of integrated environmental index (IEI). The method of surface water quality ecological assessment used in this work was the basis for the analysis of hydrochemical monitoring data, determining the surface waters quality from the environmental positions point of view, including information on the status of the water body, to determine trends in water quality in time and space, to study the anthropogenic load impact on river ecosystems, the planning and implementation of water protection measures and their effectiveness evaluating. The analysis of the calculated data of the water conditions of the Oryl river in accordance with points of the hydrochemical monitoring allowed to identify the individual indexes according to their level of critical concentrations. IEI obtained values allowed us to determine the class and category of water pollution of the of the Oryl river water. The condition of the water in the distance between the Pereshchepyno and the Kyrovskye villages has certain differences. River water near the village of Kirovskoye can be described as a dirty, third class, fifth category of the water object of fishery.

Key words: Oryl river, water quality, environmental assessment, hydrochemical monitoring.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кочет В.М. Ретроспективний огляд формування іхтіокомплексу р. Оріль. Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. 2011. Вип. 19, т. 2. С. 76–85.
2. Дем'янов В.В. Сучасний стан гідрологічної мережі басейну річки // Проблеми створення Орільського національного природного парку: матеріали науково-практ. семінару (м. Дніпродзержинськ, 16 листопада 2000 року). Дніпропетровськ–Дніпродзержинськ, 2000. С. 12–14.
3. Барановський Б.О. Сучасний екологічний стан басейну річки Оріль в контексті створення національного природного парку «Приорільський». Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2013. № 2. С. 55–60
4. Харитонов М.М. Екологічна оцінка якості поверхневих вод басейну річки Дніпро у Дніпропетровській. Екологія і природокористування. 2013. Вип. 17. С. 75–86.
5. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. К.: Символ-Т. 1998. 28 с.

МЕТОДИ І МЕТОДИКИ

УДК 59.08

ТОКСИКО-БІОЛОГІЧНА ОЦІНКА РИБИ ТА ГІДРОБІОНТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕСТ-ОБ'ЄКТІВ

Оліфіренко В.В. – к. вет. н., доцент

Козичар М.В. – к. с.-г. н., доцент

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

kaf.chemistry@ukr.net

Використання інфузорії Тетрахітена піріформіс для токсико-біологічної оцінки риби та інших гідробіонтів зумовлене тим, що в більшості випадків цей тест-організм реагує на вплив хімічних і біологічних факторів адекватно вищим тваринам. Використання лабораторних тварин у ряді випадків не представляється можливим із міркувань економіки, трудомісткості, тривалості та безпеки досліджень. Застосування Тетрахітени піріформіс дозволяє швидко отримати достовірну інформацію про токсичність риб і інших гідробіонтів, токсичність води водойм різного призначення. Метод має ряд переваг і є перспективним напрямком, особливо в умовах сільськогосподарського виробництва.

Ключові слова: тест-організм, токсико-біологічна оцінка, якість риби, інфузорія, мікробіологія.

Постановка проблеми. Якість риби та інших водних організмів характеризується їх хімічним складом, фізичними та органолептичними властивостями, а також, що є найбільш важливим, біологічною цінністю.

На практиці для визначення якості гідробіонтів застосовують непрямі методи, хімічні, фізичні та інші, які не дають результати, що повністю співпадають із показниками біологічної оцінки, що проводиться безпосередньо на живому організмі.

Використання інфузорій Тетрахітена піріформіс для токсико-біологічної оцінки зумовлене тим, що в більшості випадків цей тест-організм реагує на вплив хімічних та біологічних факторів адекватно вищим тваринам. Використання вищих тварин для токсико-біологічної оцінки є складним і тривалим у часі, тоді як застосування інфузорії дозволяє швидко отримати достовірну інформацію.

Аналіз досліджень та публікацій. Відомо, що застосування тест-організму Тетрахітена піріформіс має низку переваг перед аналогічними методами з використанням вищих тварин. Під час використання методу на піддослідну тварину діє виключно той продукт, який вона спожила, а на Тетрахітену додатково діє продукт, який розчинився у воді. Тетрахітена має більш інтенсивний обмін речовин та скоріше реагує на токсичні компоненти.

Постановка завдання. Під час використання тест-організму можлива одночасна постановка великої кількості варіантів експерименту або дослідження. Метод простий, має низьку собівартість та компактний, його можна застосовувати у випадках, коли відсутні умови для проведення експерименту на вищих тваринах. Метод апробований та вдосконалений у лабораторії екологічної токсикології Китайсько-Українського науково-дослідного інституту науки про життя та гідрохімічній лабораторії ХДАУ. Його використання дає можливість протягом 24 годин зробити попередній висновок про наявність у воді або організмі гідробіонтів токсинів як антропогенного, так і природного походження. Вид та кількість визначених токсичних речовин уточнюють у подальших дослідженнях за існуючими методиками.

Матеріали і методи дослідження. Метод дозволяє також протягом 3 діб визначити біологічну цінність риби і інших гідробіонтів, що в 7 разів швидше, ніж в експериментах на вищих тваринах (крисах, котах, морських свинках та інші). Вартість таких досліджень більш як у 10 разів нижча за вартість аналогічних досліджень, проведених на вищих тваринах.

Таким чином, використання війчастої інфузорії Тетрахітена піріформіс для токсико-біологічних досліджень є перспективним напрямом, особливо в рибориборстві та сучасній санітарії, гігієні екології та ветеринарно-санітарній експертизі, коли доводиться швидко вирішувати питання якості продукції та шляхи її реалізації. При цьому не применшується значення класичних та стандартних методів досліджень.

Для санітарно-біологічної оцінки гідробіонтів був використаний тест-організм інфузорія Тетрахітена піріформіс, вилучений із природних водойм.

Метод не потребує вартісних реактивів та обладнання, він дозволяє дати ветеринарно-санітарну та біологічну оцінку риби та інших гідробіонтів у тих випадках, коли їх неможливо отримати на вищих тваринах. Тривалість досліджень складає 24–72 год. Метод застосований на висівання культури Тетрахітена піріформіс у флакони з піддослідними пробами м'яса риби та інших водних організмів.

Середовищем розчинення слугує 0,56%-вий розчин морської солі. Оцінку якості риби, інших гідробіонтів, а також продуктів із них проводять за вирощеною культурою інфузорій.

Кількість найпростіших підраховують під малим збільшенням мікроскопу в камері Фукс-Розенталя або Горяєва. Якість інфузорій визначали за характером руху, наявністю змінених форм та мертвих клітин у культурі.

Маточну культуру інфузорії вирощували на стандартному середовищі: пептону бактеріологічного – 2 гр., глюкози – 0,5 гр., дріжджі пекарські – 0,1 гр., морської солі – 0,1 гр. на 100 мл дистильованої води. Після стерилізації до середовища вносили культуру інфузорії в кількості 0,1 мл на 50 мл середовища та вирощували її в термостаті при температурі +25°C. Пересів у свіже середовище здійснювали через 7 діб.

Культуру інфузорії можна зберігати при кімнатній температурі до 2 місяців шляхом консервування у 1% розчині глюкози. На 10 мл глюкози додавали 0,4 мл культури. При температурі 0 - +4 °C культура зберігається до 4 місяців без пересіву.

У 0,56% розчині морської солі і інфузорії не розмножуються, але зберігають життєздатність до 30-45 діб при кімнатній температурі. Проби для дослідження потребують підготовки. Для цього 100-200 гр. гідробіонтів, відібраних у якості середньої проби, 3-4 рази пропускали через м'ясорубку і в подальшому гомогенізували. Після гомогенізації 10 гр. гідробіонтів ретельно розтирали у фарфоровій ступці. Підготовку проб інших гідробіонтів здійснювали аналогічним чином.

Підготовлені проби можуть зберігатись у холодильнику при температурі -12-15°C до двох місяців. Такі проби використовують для повторних досліджень.

Контроль росту інфузорій здійснювали щоденно. Попередньо продивлялись проби безпосередньо в пробірках або флаконах під мікроскопом МБС.

Кількісний облік здійснювали в підрахунковій камері Фукс-Розенталя. Чистоту культури, густину росту, форму, рухливість та наявність мертвих інфузорій визначали під збільшенням мікроскопу (7×8) на предметному склі.

Результати досліджень. Токсикологічному дослідженню піддавали рибу та гідробіонтів, що підозрюються в отруєнні або виловлені із забруднених водойм. Дослідженню піддавали також гідробіонти, які, ймовірно, містять токсини.

Із підготовленої риби брали наважку 100 мг, вносили її у флакони по 50 мл, а потім добавляли у флакони по 2 мг 0,56%-го розчину морської солі. До проби добавляли одну краплину (0,04 мл) маточної культури інфузорії. Кожен зразок готували у трьох повтореннях. Контролем слугував 0,56%- розчин морської солі, у флакони деяких додавався сухий яєчний порошок, або порошок, виготовлений із сухого яйця.

Флакони обережно перемішували та ставили на інкубацію в термостат при температурі $+18 - +25^{\circ}\text{C}$ на 24 години. Флакони 3-4 рази на добу струмували для аерації та перемішування. Через 6, 12, 24 години вміст флаконів продивлялись під мікроскопом.

Токсичність піддослідних зразків визначали за наявністю загиблх інфузорій, пригніченням росту і розвитку, зміненними форм, характером руху.

Наявність мертвих або деформованих клітин, пригнічення, уповільнення або зміна характеру руху, пригнічення росту і розмноження інфузорій у порівнянні з контролем свідчили про токсичність піддослідного матеріалу. Відсутність загибелі інфузорій або інших змін Тетрахітени за 24 години інкубації свідчить про відсутність токсичності м'яса риби та інших гідробіонтів. Одночасно проводили дослідження токсичності води з водойми, звідки були виловлені гідробіонти.

Для визначення токсичності води відбирали середню пробу води з водойми. Кількість середньої проби – 2-3 літри. Для дослідження брали 20 флаконів, у кожен з яких добавляли 2 мл досліджуваної води, потім до досліджуваних зразків добавляли по одній краплині культури інфузорій. Контролем слугували зразки, що містять 0,56-% розчин морської солі на дистильованій воді, та флакони, що містили воду з акваріуму.

Пробиретельно перемішували та ставили в термостат при температурі $+18 - +25^{\circ}\text{C}$. Протягом доби флакони періодично перемішували. Через добу проводили оцінку результатів за зазначеною вище методикою.

На недоброякісність досліджували рибу на інших гідробіонтів, які могли мати токсигенні властивості. До таких відносили снулих гідробіонтів та рибу травмовану, хвору, після тривалого зберігання, а також у тих випадках, коли виникали сумніви щодо її доброякісності під час ветеринарно-санітарного огляду. Виникає необхідність також у випадках, коли риба або інші гідробіонти можуть містити в істивній частині отрути мікробного походження. Для визначення доброякісності риби та інших гідробіонтів за допомогою тест-об'єкту досліджування проводили одночасно з прогріванням проб при температурі $+80 - +120^{\circ}\text{C}$ протягом 30-40 хвилин. Паралельно (одночасно) досліджували непрогріті проби.

Зразки м'яса риб та інших гідробіонтів підігрівали окремо або в середовищі розбавлення, охолоджували до температури $+18 - +20^{\circ}\text{C}$ та вносили культуру інфузорій із подальшим урахуванням результатів, як за методикою визначення токсичності риби.

Контролем слугували флакони, що містили 0,56-% розчин морської солі, флакони, що містили яєчний порошок та флакони, що містили проби свіжого доброякісного м'яса аналогічного виду гідробіонтів. У разі, коли непрогріті проби викликали загибель та інші патологічні зміни інфузорій, проводили додаткові дослідження з використанням існуючих бактеріологічних методів дослідження з метою визначення видової належності мікроорганізмів.

Біологічну цінність риби визначали за інтенсивністю розмноження інфузорій на живильному середовищі, що містить в якості джерела білку та інших стимуляторів росту продукт, що досліджується. Критерієм біологічної цінності риби слугувала кількість клітин інфузорій, що вносили за три доби, по відношенню до кількості клітин, що вносили на контрольному стандартному кормі, висвітлене у відсотках. Усі роботи, пов'язані з підготовкою проб, живильних середовищ, вирощуванням інфузорій та ін., проводили згідно з вимогами до бактеріологічних досліджень.

Оцінку результатів досліджування проводили через три доби. Флакони з пліснявою або іншою мікрофлорою відбраковували. У кожний флакон вносили по краплині 5%-го спиртового розчину йоду, після чого проводили підрахунок.

Підрахунок здійснювали в 10 квадратах камери Фукса-Розенталя. Біологічну цінність риби визначали співвідношенням кількості клітин, що вирости на піддослідних зразках, до кількості інфузорій, що вирости на стандартному продукті (кормі) вираженому у відсотках.

Висновки. Ураховуючи досвід, отриманий під час використання тест-об'єктів для токсико-біологічної оцінки риби та гідро біонтів, слід зазначити, що всебічну, якісну оцінку може надати лише біологічний метод дослідження на вищих живих організмах. Однак існуючі класичні методи визначення токсико-біологічних показників на вищих тваринах – тривалі, вартісні, трудомісткі, і тому мало застосовуються в практичній роботі.

Мікробіологічний метод дослідження, на нашу думку, цілком придатний для попередньої експрес-оцінки якості риби та інших гідробіонтів. Придатний цей метод для кінцевої токсико-біологічної оцінки гідробіонтів у тих випадках, коли використання вищих тварин у дослідженнях є проблемним.

Використання війчастої інфузорії Тетрахітена піріформіс у біологічних дослідженнях є перспективним напрямом, здатним вирішити низку проблем.

ТОКСИКО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЫБЫ И ГИДРОБИОНТОВ С ПОМОЩЬЮ ТЕСТ-ОБЪЕКТОВ

*Олифиренко В.В. – кандидат ветеринарных наук, доцент
Козичар М.В. – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Херсонский государственный аграрный университет
kaf.chemistry@ukr.net*

Использование инфузории Тетрахитена пириформис для токсико-биологической оценки рыбы и других гидробионтов обусловлено тем, что в большинстве случаев этот тест-организм реагирует на воздействие химических

и биологических факторов адекватно высшим животным. Использование лабораторных животных в ряде случаев не представляется возможным по соображениям экономики, трудоемкости, длительности и безопасности исследований. Применение Тетрахитены пириформис позволяет быстро получить достоверную информацию о токсичности рыб и других гидробионтов, токсичности воды водоемов различного назначения. Метод имеет ряд преимуществ и является перспективным направлением, особенно в условиях сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: тест-организм, токсико-биологическая оценка, качество рыбы, инфузория, микробиология.

TOXIC-BIOLOGICAL ASSESSMENT OF FISH AND HYDROBINONS BY TEST-OBJECTS

*Olifirenko V.V. – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor
Kherson State Agricultural University*

*Kozichar M.V. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Kherson State Agricultural University
kaf.chemistry@ukr.net*

The use of the tetrachiten pyriformis ciliate for the toxico-biological assessment of fish and other aquatic organisms is due to the fact that in most cases this test organism reacts to the influence of chemical and biological factors adequately to higher animals. The use of laboratory animals in some cases is not possible for reasons of economy, labor intensity, duration, and safety of research. Application Tetrachitenes pyriformis allows you to quickly obtain reliable information on the toxicity of fish and other aquatic organisms, the toxicity of the water of water bodies for various purposes. The method has several advantages and is a promising direction, especially in the conditions of agricultural production.

Key words: test-organism, toxic-biological assessment, fish quality, ciliates, microbiology.

ЛІТЕРАТУРА

1. Игнатьев А.Д., Шаблий В.Я. Использование инфузорий Тетрахитена пириформис как тест-объекта при биологических исследованиях в сельском хозяйстве. ВАСХНИЛ, обзор информ. М., 1978. С. 3–51.
2. Кизеветтер И.В. Биохимия водного происхождения. М., 1988. С. 5–28.
3. Шаблий В.Я., Пасечник Н.М. и др. Методические рекомендации по определению биологической ценности продуктов живого происхождения. ВАСХНИЛ – М., 1986. С. 3–75.
4. Клейментов И.Я. Пищевая ценность рыбы. М.: Пищевая пром., 1981. С. 3–32.

УДК 57.04

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ВИДОБУВНИХ РОБІТ НА РИБНІ ЗАПАСИ

¹*Шахман І.О. – к. геогр. н., доцент*

²*Бистрянцева А.М. – к. фіз.-мат. н.*

¹*ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»*

shakhman.i.a@gmail.com

²*Херсонський державний університет*

anbys@ukr.net

Проаналізовано вплив видобувних робіт на фізико-хімічні властивості води та водні біоресурси (рибу). Продемонстровано приклад застосування математичного моделювання до розв'язання еколого-економічних задач. Виконано побудову математичної моделі визначення об'ємів видобутку піску, які не спричинювали б довготривалі та невідновні порушення екологічної рівноваги. Застосовано одну з важливих властивостей автономної системи (моделі) зі стаціонарним розв'язком, який визначає стан рівноваги водної екосистеми. Наголошено на необхідності менеджерам спиратися на оцінку потенційних наслідків виробничої діяльності при проведенні днопоглиблювальних робіт, при яких рибне населення не втратило б здатності до саморегуляції та самовідновлення.

Ключові слова: рибні запаси, антропогенні фактори, видобуток піску, завислі речовини, математична модель, водна екосистема, еколого-економічні відносини.

Постановка проблеми. Основна ідея стійкого (збалансованого) розвитку світового суспільства, що була проголошена Організацією Об'єднаних Націй, – підвищення добробуту людства не шляхом потужного споживання природних ресурсів, а завдяки формуванню потреб населення відповідно до наявних природних ресурсів. Тому під час забезпечення економічних інтересів суспільства екологічна функція держави повинна бути спрямована на гармонізацію економічних та екологічних відносин господарської діяльності і природи, з безумовною перевагою саме екологічних. Впровадження економічного механізму природокористування повинно передбачати таке антропогенне навантаження на навколишнє середовище, яке не призводить до небажаних наслідків у біоті і до погіршення якості довкілля.

Корисні копалини місцевого значення (сапропель, гіпс, вапняк, крейда, пісок, суглинок, супісок) належать до невідновних природних ресурсів, геологічна швидкість утворення або акумуляції яких є значно меншою, ніж швидкість їх споживання людиною. Видобуток корисних копалин місцевого значення, зокрема піску, досить прибутковий бізнес.

Своєю чергою забір піщаної сировини наносить значну шкоду довкіллю. Планування видобутку піску в більшості робіт розраховується в кожному конкретному випадку окремо з виконанням загальної оцінки впливу на навколишнє середовище.

Видобуток піску супроводжується розробкою, переміщенням та відсіпанням ґрунтів в воду, що призводить до руйнування певної ділянки водного об'єкту та появи зони з підвищеною каламутністю води. Надходження завислих речовин у воду (потужність і просторове розповсюдження забруднення води) визначається режимом видобувних робіт. Тому необхідно виконувати оцінку впливу негативних факторів під час видобутку корисних копалин з урахуванням зони розповсюдження шлейфу каламутності та розмірів збитків, заподіяних рибним запасам водойми. Шлейф каламутності, який формується в результаті проведення робіт з видобутку піску, буде складатися в основному з частинок (пісок, мул тощо), які водний потік підхоплює і уносить на певну відстань. Внаслідок різкого підвищення каламутності води при розробці та відсіпанні ґрунту частина рибного населення покине зону виконання робіт у зв'язку з погіршенням умов існування. Молодші вікові групи риб, які більш чутливі (сприйнятливі) до дефіциту кисню і збільшення каламуті, внаслідок засмічення зябрового апарату завислими речовинами гинуть.

Прослідкувати за змінами екологічної рівноваги, реакцією окремих особин і всієї спільноти водної екосистеми, розгорнутої в часі та просторі, можна за допомогою математичних методів дослідження. Сьогодні існує досить широкий діапазон застосування математичного моделювання до розв'язання багатьох еколого-економічних задач. Навіть більше, досвід застосування математичного моделювання не викликає жодних сумнівів щодо ефективності цього методу при дослідженні та прогнозуванні стану природних екосистем в умовах антропогенного впливу [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Завислі речовини утворюються як природним шляхом у весняний період і під час дощових паводків, так і від антропогенних факторів – під час будівництва мостів, облаштування дамб, розробки родовищ та інших робіт на водних об'єктах [2]. У всіх випадках утворюються зони підвищеної каламутності як короточасні, так і довготривалі, а іноді постійні. При цьому суспензії різняться за концентрацією, структурою завислих речовин, тривалістю осадження та ступенем негативного впливу на живі організми. Завислі речовини зменшують прозорість води, інтенсивність фотосинтезу, сприяють швидкому нагріванню, що негативно впливає на цінні лососеві риби. Відбувається змінення хімізму вод, частина забруднюючих інгредієнтів переходить з пасивного стану в активний, загострюючи проблему чистої води, що вкрай негативно відображається на певних видах безхребетних

і риб в екосистемі. Стійкі підвищені концентрації суспензій часто супроводжуються зростанням вмісту в воді сполук азоту, фосфору, заліза, багатьох біогенних мікроелементів, що може привести до зникнення ряду ланок в ланцюзі живлення. Завислі речовини здійснюють негативний вплив на фізіолого-біохімічні параметри риб, імунну систему тощо [3].

Багатократно доведено негативний вплив завислих речовин високих концентрацій на склад фауни риб (заміна ценозів), структуру популяцій, чисельність, зябровий апарат риб [4; 5], ікру, личинки, мальків риб, морфологічні характеристики [6; 7], зростання, вгодованість, накопичення жиру, розмноження (зокрема на терміни, успішність нересту, темпи дозрівання статевих ознак, плодючість тощо), поведінку, паразитофауну та інші важливі показники риб.

Очікуване підвищення попиту на пісок в Китаї спричинило розгляд різноманітних сценаріїв впливу видобутку його на довкілля і поставило питання збереження біорізноманіття озер. Науковцями представлена стратегічна оцінка масштабів наслідків видобутку піску в озері Поянг (Китай) та запропоновані альтернативні варіанти видобутку з метою зменшення навантаження на екосистему озера [8].

Дослідження Izougarhane M. et al [9] надають якісну і кількісну оцінку ефективності промислу в гирлі річки Себу (Марокко) і оцінку її екологічного стану. Результати спостереження за 2005–2016 рр. вказують на зниження якісних та кількісних показників рибного промислу. Крім того, відмічається змінення фізичних характеристик водного об'єкту, а якість води водного середовища оцінюється як брудна та дуже брудна. Автор наголошує, що основною причиною деградації біорізноманіття водного об'єкту є днопоглиблювальні роботи.

Wilber D. H., Clarke D. G. [10] дослідили біологічні ефекти впливу завислих речовин, вміст яких збільшується в результаті проведення днопоглиблювальних робіт, на рибу і молюски в естуаріях річок і визначили необхідність проведення інтеграції біологічних вишукувань та інженерних досліджень. Запропоновано використання математичної моделі, що враховує вихідні дані концентрацій завислих речовин, змінення їх відповідно до масштабів проведення днопоглиблювальних робіт та реакцію водних організмів на змінення концентрації завислих речовин, як в районі проведення видобутку піску, так і за розповсюдженням плями каламутності вниз за течією до морських вод. Науковці узагальнили результати досліджень взаємозв'язків відгуку біоти (за таксономічними групами) на зміну концентрації завислих речовин відповідно до показників проєктів з видобутку піску (потужності та тривалості впливу).

Kim C. S., Lim H. S. дослідили розповсюдження та акумуляцію завислих речовин під час видобутку морського піску в прибережних водах Кореї на

основі комбінованого підходу до спостережень і моделювання [11]. Науковці використали польові вимірювання, виконані під час робіт в Kyunggi Bay, Корея для розробки тривимірної (3D) моделі переміщення завислих речовин на основі Регіональної системи моделювання океану (ROMS). Модель працює, використовуючи реальні дані спостережень 9-ти кілометрової метеорологічної моделі з урахуванням параметрів морських припливів і річкового стоку. Отримані картини розподілу завислих речовин за глибиною та в просторі, відповідають даним натурних спостережень і демонструють характер розподілу відповідно до гранулометричного складу піску.

Постановка завдання. Метою дослідження є розробка математичної моделі, яка дозволить визначити об'єми видобутку піску, що не спричинювали б довготривалі та невідновні порушення екологічної рівноваги, а рибне населення не втратило б здатності до саморегуляції та самовідновлення.

Матеріали і методи досліджень. Механізми, що відповідають за розвиток природної системи, можуть бути визначені під час розгляду функціонування біологічної або екологічної системи як результат взаємодії їх складників та зовнішніх факторів, що відображається в зміні стану середовища, в якому розглядаються ці системи. Досконало дослідити взаємодію різноманітних чинників можна завдяки використанню математичних методів і методів математичного моделювання.

Результати досліджень. Найпростіший випадок управління динамікою популяції екосистеми реалізується, коли швидкість зміни популяції пропорційна відхиленню від її рівноважного стану N_0 (модель Мальтуса):

$$\frac{dN}{dt} = k(N - N_0). \quad (1)$$

Тут приріст популяції риб пропорційний їх наявній кількості. Розв'язок рівняння має вигляд: $N = N_0 + (N_1 - N_0) \cdot e^{kt}$, де N_1 – відхилення від рівноважного стану в час $t = 0$. Для $k > 0$ екосистема віддалятиметься від рівноважного стану N_0 , тоді як для $k < 0$ система повертатиметься до свого рівноважного стану. Швидкість віддалення чи наближення залежатиме від абсолютної величини керуючого параметру k . Лінійні моделі спрямовані на збереження системи в поточному стані, тоді як в екосистемі часто необхідно переводити систему з одного стану в інший, що є більш бажаним за певними критеріями. Переводити систему з одного стану в інший дозволяють нелінійні моделі [12].

Динаміка популяції може бути адекватно описана засобами однієї незалежної змінної, а фактори, які впливають на стан системи, враховані у вигляді заданих констант. Однією з нелінійних моделей, які дозволяють це зробити, є логістична модель, яка приймає вигляд наступного рівняння:

$$\frac{dN^*}{dt} = aN^* \left(1 - \frac{N^*}{K^*} \right), \quad (2)$$

де $N^*(t)$ – чисельність популяції в момент часу t , a – мальтузіанський параметр, K^* – екологічна ємність середовища [12].

Рівняння (2) інтегрується розділенням змінних, і його розв’язок, що визначає чисельність популяції в момент часу t , має вигляд:

$$N^* = \frac{K^* N_0 e^{at}}{K^* + N_0 (e^{at} - 1)}. \quad (3)$$

Модель Ферхюлста є узагальненням моделі Мальтуса на наявність обмежень на видобування природних ресурсів. При цьому управління квотою на видобуток піску має здійснюватися таким чином, щоб досягти максимального прибутку від видобування цього піску за умови його збереження для майбутнього використання, і цей видобуток не має виснажувати вилов риби в річці. Альтернативні моделі управління можуть включати видобуток піску з постійною швидкістю c у вигляді

$$\frac{dN^*}{dt} = aN^* \left(1 - \frac{N^*}{K^*} \right) - c,$$

або квота може визначатися пропорційно наявній кількості піску:

$$\frac{dN^*}{dt} = aN^* \left(1 - \frac{N^*}{K^*} \right) - p \cdot x,$$

де $p \cdot x$ задає швидкість видобутку піску [12].

Під час видобутку піску очікується тимчасовий вплив на іхтіофауну, який виражається в загибелі молоді риб та кормових організмів, що зумовлено збільшенням завислих речовин у поверхневих водах від проведення днопоглиблювальних робіт. Земснаряди формують зони з завислими речовинами значних концентрацій. Крім того, при гідровилученні ґрунту можуть засмоктуватися і гинути представники гідробіоти. В зоні підвищеної каламуті треба враховувати вплив завислих речовин як в товщі води, так і осідаючих на дно, що має особливо важливе значення для нерестовищ і місць нагулу молоді риб.

Реакція риби при видобутку піску (відгук біоти на антропогенний вплив) проявляється уходом дорослих особин за зону впливу земснаряду відразу після відчуття шуму і вібрації. Мальки, які ще не здатні до самостійного переміщення, та ікринки з дна і водної товщі будуть гинути відповідно до збільшення каламуті, тобто за умови безперервної роботи земснаряду протягом тривалого часу, що і може відповідати умові перевищення смертності над народжуваністю ($a < 0$).

Якщо виникає необхідність моделювання стану екосистеми або окремих її компонентів при змінних у часі зовнішніх умовах, то задача зводиться до розгляду неавтономної системи. При цьому спочатку будуватиметься і досліджуватиметься автономна система (модель) [1].

Відповідно до методики розрахунку збитків [13], які заподіяні рибному господарству внаслідок проведення робіт з видобутку ґрунту, збитки від попадання ікри, личинок і молоді риб в рефулер земснаряда визначаються за формулою:

$$N = \Pi VR \frac{K}{100} M, \quad (4)$$

де N – розмір збитків, Π – кількість ікри, личинок, молоді риб, V – об’єм вибраного ґрунту, R – кратність розбавлення ґрунту водою, K – коефіцієнт промислового повернення від ікри, M – середня маса дорослої особини.

Для визначення чисельності популяції (ікри, личинок, молоді риб), яка є достатньо великою, зручніше використовувати не детерміновані, а неперервні моделі, які мають незалежну змінну часу $t \in R$. За відсутності інших незалежних змінних вона описується звичайними диференціальними рівняннями.

Приймаючи, що $\Pi = N^*$ з рівностей (3), (4), отримуємо:

$$N = \frac{K^* N_0 e^{at}}{K^* + N_0 (e^{at} - 1)} \cdot VR \frac{K}{100} M.$$

Відокремивши величини, які є незалежними від t , маємо:

$$N(t) = K^* N_0 RM \frac{K}{100} \cdot \frac{V(t) e^{at}}{K^* + N_0 (e^{at} - 1)}. \quad (5)$$

Отримане рівняння (5) представляє собою залежність, яка описує автономну систему.

Одна з важливих властивостей автономної системи (моделі) полягає в тому, що вона може мати стаціонарні розв’язки, які визначають стан рівноваги реальної екологічної системи. Необхідно знайти точки, які відповідають стану рівноваги автономної системи (моделі). В стані рівноваги всі показники екосистеми не змінюються в часі, тому в стаціонарному стані всі похідні за часом у системі дорівнюють нулю, тобто $\frac{dN}{dt} = 0$:

$$\frac{dN}{dt} = K^* N_0 RM \frac{K}{100} \cdot \frac{\left(\frac{dV}{dt} e^{at} + a V e^{at} \right) (K^* + N_0 (e^{at} - 1)) - V e^{at} \cdot N_0 a e^{at}}{(K^* + N_0 (e^{at} - 1))^2}.$$

Оскільки $\frac{dN}{dt} = 0$, $K^* + N_0 (e^{at} - 1) \neq 0$, то

$$\left(\frac{dV}{dt} e^{at} + a V e^{at} \right) (K^* + N_0 e^{at} - N_0) - a V N_0 e^{2at} = 0;$$

$$\frac{dV}{dt} e^{at} (K^* + N_0 e^{at} - N_0) + K^* a V e^{at} + a V N_0 e^{2at} - N_0 a V e^{at} - a V N_0 e^{2at} = 0;$$

$$\frac{dV}{dt} e^{at} (K^* + N_0 e^{at} - N_0) + K^* a V e^{at} - N_0 a V e^{at} = 0.$$

З урахуванням, що $e^{at} \uparrow 0$, а $t \in R$, маємо:

$$(K^* + N_0 e^{at} - N_0) \frac{dV}{dt} + (K^* a - N_0 a) V = 0.$$

В результаті знаходження похідної (5) і прирівнюючи результат до нуля, отримуємо диференціальне рівняння відносно $V'(t)$ або $\frac{dV}{dt}$:

$$(K^* - N_0 + N_0 e^{at}) \frac{dV}{dt} = a(N_0 - K^*) V. \quad (6)$$

Рівняння (6) інтегрується розділенням змінних:

$$\frac{dV}{V} = a \cdot \frac{N_0 - K^*}{K^* - N_0 + N_0 e^{at}} dt.$$

В результаті його інтегрування отримуємо:

$$V = e^{-at + \ln(K^* - N_0 + N_0 e^{at})} \text{ або } V = (K^* - N_0 + N_0 e^{at}) e^{-at}.$$

Отже, розв'язок рівняння, що визначає об'єм видобутого піску в момент часу t , має вигляд:

$$V(t) = \frac{K^* + N_0(e^{at} - 1)}{e^{at}}. \quad (7)$$

Було виконано теоретичне обґрунтування можливого застосування математичної моделі на прикладі видобутку піску в Каховському водосховищі з розрахунком кількісних показників (площі, об'ємів, тривалості видобутку), які забезпечать збереження екологічної стійкості водного об'єкту, а отже здатності рибних ресурсів до саморегуляції та самовідновлення [14]. Пригнічення іхтіофауни в районі видобутку піску буде мати локальний та тимчасовий характер, і через деякий час відбудуться процеси природної рекультиваци організмів донної фауни. Відновлення кормової бази після завершення видобутку піску здійсниться протягом певного часу. Потім доросла риба повернеться (деякі види риб навіть при незначних показниках каламуті), і процес народжуваності з часом відновиться.

Висновки. Результати досліджень науковців доводять необхідність розробки запобіжних і обґрунтованих рекомендацій, які можна отримати за допомогою математичних моделей. Дослідники наголошують на необхідності менеджерам спиратися на оцінку потенційних наслідків виробничої діяльності при проведенні днопоглиблювальних робіт. Використовуючи системний аналіз, комп'ютерне моделювання, вдається глибше дослідити механізм антропогенного перетворення водних об'єктів, розробити правдоподібні сценарії можливого розвитку наслідків впливу водогосподарської діяльності людини (відгук біоти) на стан водних ресурсів у відповідності до планів економічного розвитку регіонів, які б забезпечили гармонійне поєднання екологічних та економічних інтересів суспільства.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ДОБЫВАЮЩИХ РАБОТ НА РЫБНЫЕ ЗАПАСЫ

¹*Шахман И.А. – кандидат географических наук, доцент,*

²*Быстриянцева А.Н. – кандидат физико-математических наук,*

¹*ГВУЗ «Херсонский государственный аграрный университет»,
shakhman.i.a@gmail.com*

²*Херсонский государственный университет, anbys@ukr.net*

Выполнен анализ влияния работ по добыче песка на физико-химические свойства воды и водные биоресурсы (рыбу). Продемонстрирован пример применения математического моделирования к решению эколого-экономических задач. Выполнено построение математической модели определения объёмов добычи песка, которые не вызывали бы продолжительные и необратимые нарушения экологического равновесия. Применено одно из важных свойств автономной системы (модели) со стационарным решением, которое определяет состояние равновесия водной экосистемы. Отмечена необходимость менеджерам опираться на оценку потенциальных последствий производственной деятельности при проведении дноуглубительных работ, при которых рыбное население не утратило бы способности к саморегуляции и самовосстановления.

Ключевые слова: рыбные ресурсы, антропогенные факторы, добыча песка, взвешенные вещества, математическая модель, водная экосистема, эколого-экономические отношения.

MATHEMATICAL MODEL OF ASSESSMENT THE IMPACT OF EXTRACTION WORKS ON FISH STOCKS

¹*Shakhman I.A. – Candidate of Geographical Sciences, Docent*

²*Bystriantseva A.N. – Candidate of Physical and Mathematical Sciences*

¹*Kherson State Agricultural University, shakhman.i.a@gmail.com*

²*Kherson State University, anbys@ukr.net*

The analysis of the effect of sand extraction on the physicochemical properties of water and aquatic bioresources (fish) was performed. An example of the application of mathematical modeling to the solving of environmental and economic problems was demonstrated. The construction of a mathematical model for determining the volume of sand extraction, which would not cause long-lasting and irreversible disruption of ecological equilibrium, was carried out. One of the important properties of an autonomous system (model) with a stationary solution that determines the equilibrium state of the aquatic ecosystem was applied. The need for managers to rely on the assessment of the potential consequences of production activities during dredging, in which fish populations would not lose their ability to self-regulate and self-repair, was noted.

Key words: fish resources, anthropogenic factors, extraction of sand, suspended substances, mathematical model, aquatic ecosystem, ecological-economic relations.

ЛІТЕРАТУРА

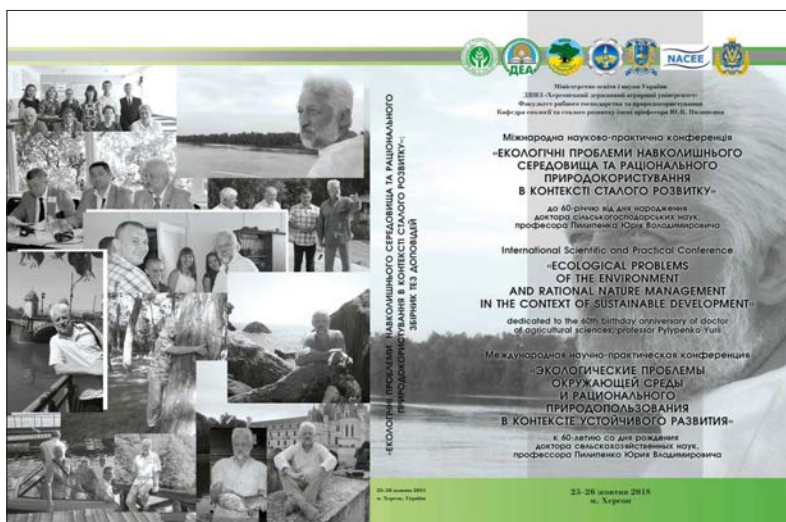
1. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології. К.: Видавничий дім «КМ Академія», 2002. 203 с.
2. Зиновьев Е.А., Китаев А.Б. О воздействии взвешенных частиц на гидрофауну. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Самара. 2015. Том 17, №5. С. 283–288.
3. Лукьяненко В.И. Общая ихтиотоксикология. М.: Пищевая промышленность, 1983. 320 с.
4. Андроников С.Б. Методика определения токсичности водной среды по изменению жаберного аппарата рыб / С.Б. Андроников, Э.В. Иванов, Т.М. Лукина, И.С. Шестерин. Гидробиологический журнал. 1987. Вып. 23, №3. С. 92–95.
5. River B. Habitat modifications and Freshwater fish / B. River, J. Segulier Proc. Symp. Enr. Inland fish. Adv. Comiss. Aarchus. 23-25 May. 1984. London et al., 1985. P. 131–146.
6. Mallatt, J. Fish gill structural changes induced by toxicants and others irritants: a statistical review Can. J. Fish and Aquat. Sci. 1985. 42. № 4. P. 630–648.
7. Wildish, D.I. Avoidance of suspended sediments by smelt as determined by a new “single fish” behavioral bioassay / D.I. Wildish, I. Power // Bul. Environ. Contam. and Technol. 1985. 34. №5. P. 770–774.
8. de Leeuw J. et al. Strategic assessment of the magnitude and impacts of sand mining in Poyang Lake, China. Regional Environmental Change. 2010. Vol. 10. № 2. P. 95–102.
9. Izougargane M. et al. Impact of sand dredging on the coastal and artisanal fishing in estuary Sebou (Morocco) Biolife. 2016. Vol. 4. №4. P. 661–667.
10. Wilber D.H., Clarke D.G. Biological effects of suspended sediments: a review of suspended sediment impacts on fish and shellfish with relation to dredging activities in estuaries. North American Journal of Fisheries Management. 2001. Vol. 21. №4. P. 855–875.
11. Kim C.S., Lim H.S. Sediment dispersal and deposition due to sand mining in the coastal waters of Korea. Continental Shelf Research. 2009. Vol. 29. № 1. P. 194–204.
12. Разжевайкин В.Н. Анализ моделей динамики популяций. М.: МФТИ. 2010. 174 с.
13. Наказ Міністерства Охорони навколишнього середовища та ядерної безпеки України № 36 від 18.05.1995 «Про затвердження Методики розрахунку збитків, заподіяних рибному господарству внаслідок порушення законодавства про охорону навколишнього природного середовища». URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z0155-95>.

14. Vitaliy Kobets, Anastasiia Bystriantseva and Iryna Shakhman GIS Based Model of Quotas Regulation and its Impact on the Extraction of Ecosystems' Natural Resources and Social Welfare. ICTERI 2018 ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Proceedings of the 14th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Volume I: Main Conference. Kyiv, Ukraine, May 14-17, 2018. Vol-2105. urn:nbn:de:0074-2105-4 P. 151–166

СТОРІНКИ ПАМ'ЯТІ

25–27 жовтня 2018 року на базі ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» пройшла Міжнародна науково-практична конференція «Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку». Її було приурочено до 60-річчя видатного вченого, доктора сільськогосподарських наук, професора Юрія Володимировича Пилипенка, який рік тому передчасно пішов із життя.

Випускник іхтіологічного факультету Калінінградського технічного інституту рибної промисловості та господарства Юрій Володимирович із 1980 року працював в університеті на різних посадах: старшого лаборанта, старшого наукового співробітника, асистента, доцента кафедри рибництва, заступника декана рибогосподарсько-екологічного факультету Херсонського державного аграрного університету. З 2011 р. по 2013 р. працював на посаді першого проректора, проректора з науково-педагогічної роботи університету.



Завдяки зусиллям Ю.В. Пилипенка на базі Херсонського державного аграрного університету було розпочато підготовку фахівців за спеціальностями «Екологія та охорона навколишнього середовища» та «Лісове і садово-паркове господарство». У період 2000–2017 рр. він очолював створену ним кафедру екології та сталого розвитку.

Міждисциплінарність наукових досліджень професора Ю.В. Пилипенка визначила основні напрями роботи конференції, основними з яких є такі: актуальні питання сучасної іхтіології та аквакультури, екологічні й соціально-

економічні аспекти сталого розвитку, екологічні та інноваційні технології в сільському господарстві, сучасні підходи у формуванні екологічної освіти тощо.

Конференція пройшла за підтримки Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління, Державного агентства рибного господарства України, Інституту агроекології і природокористування Національної академії аграрних наук України, Інституту рибного господарства Національної академії аграрних наук України, Мережі центрів аквакультури Центральної та Східної Європи (NACEE), Херсонської обласної державної адміністрації, державних і приватних підприємств рибної галузі в Херсонській області.

У заходах, що проводилися в межах конференції, взяли участь більше 300 науковців і фахівців у галузі екології й сталого розвитку, водних біоресурсів та аквакультури з України та восьми країн світу (Республіки Білорусь, Республіки Молдова, Угорщини, Польщі, Чехії, Болгарії, Сербії, Росії).

Роботу конференції було розпочато пленарним засіданням, на якому учасників привітав ректор університету, доктор економічних наук, голова організаційного комітету Кирилов Юрій Євгенович.



Серед доповідачів пленарної сесії були представники державних установ, інституцій, вищих навчальних закладів, з якими тісно співпрацював професор Ю.В. Пилипенко, а також колеги, друзі, наукова еліта України. З привітальним словом виступили представники Міжнародної асоціації «Мережа центрів аквакультури в країнах Східної та Центральної Європи (NACEE)», у якій упродовж 15 років Юрій Володимирович представляв Україну та Херсонський державний аграрний університет, був співзасновником і членом Технічного консультативного комітету Асоціації.

Після перерви учасники зібрання продовжили спілкування на двох секційних засіданнях – *«Водні біоресурси та аквакультура»* та *«Екологія та сталий розвиток»*, на яких вони ділилися своїми спогадами про співпрацю з Ю.В. Пилипенком, представляли особисті наукові досягнення, обговорювали нагальні питання й проблеми, що стосуються екологічних аспектів розвитку сучасної аквакультури, рибництва, стійкого розвитку аграрного сектора, раціонального природокористування, формування екологічної свідомості майбутнього покоління та нових підходів в екологічній освіті тощо.

Перед початком секційних засідань у приміщенні екологічного відділення факультету рибного господарства та природокористування в будинку 17 на вулиці Малій Садовій відбулося відкриття Музею доктора сільськогосподарських наук, професора Юрія Володимировича Пилипенка.



26 жовтня 2018 року під час виїзного засідання учасники конференції ознайомились із сучасним виробництвом щодо вирощування осетрових в установках замкнутого водопостачання, відвідали ДУ «Новокаховський рибоводний завод частикових риб» у місті Нова Каховка (Херсонська область). На круглому столі в Новій Каховці було обговорено плани на майбутнє, намічено нові завдання, спільні проекти в науковій і дослідній співпраці.



Третій день конференції став не менш насиченим, ніж попередні два. Експедиція до найбільшої пустелі в Європі – Олешківських пісків – та подорож до перлини Херсонщини – узбережжя Чорного моря (селища Лазурного) – разом із сонячною теплою погодою залишили незабутні враження в учасників конференції.



Захід, який проведено на високому організаційному рівні, завершено. Підбито підсумки. Ми всі сказали один одному: *«До зустрічі в наступному році!»* А вже учасники одноголосно вирішили, що такий захід має стати щорічним.



Автор: Дюдяєва О.А., старший викладач кафедри екології та сталого розвитку імені професора Ю.В. Пилипенка

ВОДНІ БІОРЕСУРСИ ТА АКВАКУЛЬТУРА

Водные биоресурсы и аквакультура

Water bioresources and aquaculture

Науковий

журнал

1/2018

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

Формат 70x100/16. Гарнітура Times New Roman.
Папір офсетний. Цифровий друк. Обл.-вид. арк. 5,19. Ум.-друк. арк. 13,49.
Підписано до друку 05.11.2018. 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.