

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ГІДРОБІОЛОГІЇ

Кваліфікаційна наукова праця  
на правах рукопису

**РУДИК-ЛЕУСЬКА НАТАЛІЯ ЯРОСЛАВІВНА**

УДК 639.2:597-19(282.247.32)

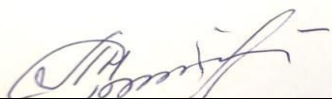
**ДИСЕРТАЦІЯ**

**ПРОМИСЛОВІ ВИДИ РИБ НАЙБІЛЬШИХ ДНІПРОВСЬКИХ  
ВОДОСХОВИЩ**

03.00.10 — іхтіологія

Подається на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,  
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело



Н.Я. Рудик-Леуська

КИЇВ — 2024

## АНОТАЦІЯ

*Рудик-Леуської Н. Я.* Промислові види риб найбільших дніпровських водосховищ. — Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора біологічних наук зі спеціальності 03.00.10 «Іхтіологія». — Національний університет біоресурсів і природокористування України. — Інститут гідробіології Національної академії наук України, Київ, 2024.

У дисертаційній роботі розглянуто низку актуальних питань щодо стану та фізіолого-біохімічного статусу статевозрілих представників промислових видів риб Кременчуцького та Каховського водосховищ у переднерестовий та нагульний періоди річного циклу, як реакцію на сучасні екологічні умови, пов'язані з глобальним потеплінням та впливом антропогенних чинників. На основі проведених досліджень встановлено стан та динаміку структурних показників популяцій; індивідуальних біологічних показників та кількісні показники уловів основних промислових видів риб Кременчуцького та Каховського водосховищ, як інтегральні характеристики умов відновлення їх чисельності і біомаси та експлуатації сформованого запасу.

Під час реалізації поставленої мети були вирішені наступні завдання:

- досліджено екологічні умови природного відтворення та росту аборигенної іхтіофауни водосховищ;
- визначено видовий та кількісний склад природної кормової бази риб водосховищ й оцінено якість води за біологічними показниками;
- охарактеризовано сучасну розмірно-вікову структуру промислових уловів риб водосховищ;
- встановлено стан промислово-цінних видів риб й біологічні особливості основних промислових видів риб – ляща, плітки, судака, карася сріблястого;
- проаналізовано фізіологічний статус представників промислово-цінних видів риб водосховищ у переднерестовий та нагульний періоди річного циклу,

зокрема за накопиченням білків, жирів та вуглеводів в органах і тканинах ляща, плітки, судака, карася сріблястого.

Під час виконання кваліфікаційної наукової праці використано наступні методи досліджень: гідрологічні, гідрохімічні, гідробіологічні, іхтіологічні (методи збору та обробки іхтіологічного матеріалу), біохімічні, статистичні (біометрична обробка, кореляційний аналіз, апроксимація даних), аналітичні (огляд літератури, аналіз та узагальнення результатів) методи.

Дисертантом особисто обґрунтовано нові наукові положення, які покладено в основу дисертаційної роботи, сформульовано мету і визначено основні етапи досліджень, здійснено аналіз та узагальнення, впровадження результатів досліджень у виробництво. З усіх публікацій, наявних у здобувача у співавторстві, за згодою співвиконавців, використано лише його особисті дослідження.

У результаті проведених досліджень вперше проведений комплексний аналіз даних щодо біологічних показників найбільш чисельних видів в умовах дії комплексу зовнішніх чинників з окремим виділенням впливу рибодобувного промислу на Кременчуцькому та Каховському водосховищах. Встановлені закономірності динаміки структурних показників іхтіопопуляцій різних еколого-господарських груп за сучасного стану великих водосховищ України. Вивчено фізіологічний статус ляща, плітки, судака та карася сріблястого в переднерестовий та нагульний періоди у Кременчуцькому та Каховському водосховищах.

Визначені продуктивні показники основних представників промислової іхтіофауни, які можуть бути покладені в основу розробки актуальної системи поточної та довгострокової регламентації заходів щодо рибогосподарського використання водосховищ.

Проаналізовані біологічні показники основного адвентивного виду дніпровських водосховищ – сріблястого карася та обґрунтовані заходи щодо регулювання його чисельності шляхом інтенсифікації вилову без негативного впливу на представників аборигенної іхтіофауни. Запропоновані підходи для

поліпшення умов формування стабільних популяцій видів з високою інтенсивністю експлуатації за рахунок оптимізації розподілу промислового навантаження за розмірно-віковими групами.

Обґрунтовані показники, які регламентують рівень окремих видів антропогенного навантаження для забезпечення нормальних умов для відтворення іхтіофауни та накопичення її промислового запасу.

Встановлені показники органічного забруднення Кременчуцького та Каховського водосховища, як елемент моніторингу стану водної екосистеми в цілому та іхтіофауни зокрема.

Результати дисертаційної роботи були використані при підготовці нормативних документів з поточної регламентації рибодобувного промислу на каскаді дніпровських водосховищ в період 2010-2022 рр. (зокрема, щорічних "Режимів промислового рибальства в рибогосподарських водних об'єктах" та наукових обґрунтувань щодо введення заборонних зон та здійснення спеціальних видів промислу на Кременчуцькому та Каховському водосховищах).

Дисертантом встановлено, що за період досліджень:

- рівневий режим Кременчуцького та Каховського водосховищ був нестабільним, що в окремі роки спричинювало зниження ефективності природного відтворення в частині формування нерестового фонду та умов інкубації ікри;

- екологічні умови водосховищ (зміни температурного режиму, подекуди відсутність нерестового субстрату) зумовлюють зміщення нересту більшості видів риби на пізніші терміни;

- гідрохімічні показники водосховищ були переважно в межах нормативних величин, визначених для водойм комплексного та рибогосподарського призначення;

- надходження у водосховища органічних речовин та мінеральних солей з стічними водами сприяють розвитку природної кормової бази й особливо продуцентів, домінуючими серед яких є діатомові та синьо-зелені. Серед різноманіття водоростей на досліджених ділянках водосховищ переважають

індикатори сапробності  $\beta$ -мезосапробної зони. Розрахована потенційна продукція фітопланктону за вегетаційний сезон може скласти 4317,0...27543,0 кг/га, а можливий промисловий вилов риби за рахунок її споживання на рівні 11,0-18,9 кг/га у Кременчуцькому та 52,1–76,7 кг/га Каховському водосховищах. У зоопланктоні в окремі періоди спостерігали зміну домінантів, які, на нашу думку, зумовлені чинниками як антропогенного, так і природного походження. Проте в цілому, аналіз стану та динаміки зоопланктонних угруповань Кременчуцького водосховища за останні роки не дає підстав вважати температуру води чинником, який є визначальним у формуванні їх структурних та кількісних показників. За організмами-індикаторами зоопланктону вода водосховищ відноситься до  $\alpha$ -сапробної зони.

Продукція зоопланктону за вегетаційний сезон максимально може скласти 586,8 кг/га, а можливий промисловий вилов риби за рахунок споживання зоопланктону – 15,3 кг/га. Продукція зообентосу Кременчуцького водосховища за вегетаційний сезон може скласти 43...223 кг/га і можливий промисловий вилов риби за рахунок споживання "м'якого" зообентосу – 0,4-4,9 кг/га.

Дисертантом проаналізовано улови контрольного порядку сіток у Кременчуцькому та Каховському за 2016-2021 рр. при цьому встановлено:

- віковий склад популяції ляща Кременчуцького водосховища за цей період налічував від 15 до 16 вікових класів, граничний вік коливався від 15 до 17 років; в міжрічному аспекті спостерігається зменшення кількості вікових груп і граничного віку популяції й зростання середньовиваженого віку у популяції з 6,3 років до 7,1-7,2 років;

- популяція судака Кременчуцького водосховища представлена 5-9 віковими класами, граничний вік склав 5-7 років, структурні показники характеризуються незначними міжрічними коливаннями (довжина модального ряду змінювалась від 2 до 3 років); відмічалось зменшення наповнення правого крила варіаційного ряду, яке зумовило стабілізацію середньовиваженого віку на рівні 3,0 років.

- популяція плітки Кременчуцького водосховища представлена 5-14 віковими класами, граничний вік коливався від 9 до 16 років, при цьому мода варіаційного ряду виявляє тенденцію до зсування у бік правого його крила й має тенденцію до скорочення, що вказує на нестабільні умови відтворення з виокремленням урожайних та неурожайних років;

- сріблястий карась Кременчуцького водосховища у промислових уловах представлений 11-14 віковими класами, граничний вік коливався від 12 до 14 років, основу популяції складали чотири-семирічники. Крива улову даного виду зберігає вигляд практично симетричної параболи з широкою вершиною та наближеним до тупого куту нахилу лівого крила до осі абсцис;

- популяція ляща Каховського водосховища була представлена 12-17 віковими групами, основу формували особини шести-десятирічного віку, які традиційно є модальними групами;

- у популяціях сріблястого карася було відмічено 13-14 вікових груп, граничний вік склав 15-16 років, у міжрічному аспекті динаміка структурних показників характеризується стабільним "омолодінням" за рахунок чисельних молодих генерацій, при цьому наповнення правого крила кривої населення залишається задовільним.

- плітка представлена 9-12 віковими групами, основу уловів складали три-п'ятирічки, погіршення структурних показників популяції (зокрема, скорочення чисельності середніх та старших вікових груп) протягом останніх 5 років набули сталого характеру.

- у популяції судака зафіксовано від 4 до 9 вікових груп, граничний вік складав 6-11 років, проте в останні роки структурні показники популяції у порівнянні з періодом 2015-18 рр. значно покращились за рахунок задовільного наповнення правого крила варіаційного ряду.

Встановлено, що серед основних промислових видів риби, лише для плітки Каховського водосховища може бути встановлена статистично достовірна різниця лінійного росту протягом 30-річного періоду. У інших промислових видів усереднена питома швидкість росту за І.І. Шмальгаузенем свідчить про невисокі

зміни модальних рядів в міжрічному аспекті, а виявлена різниця є статистично недостовірною.

Виявлено, що у ляща у нагульний період загальний вміст ліпідів більший (у 3,6 рази) в печінці, порівняно з м'язами; вміст білка у білих скелетних м'язах на 57,5% перевищував його вміст у печінці, що може бути пов'язано з участю печінки ляща в процесах гаметогенезу, який супроводжується біосинтезом в печінці попередника білка – оовітеліну і його транспорт до визріваючих ооцитів; у переднерестовий період загальний вміст білка в печінці він був на 57,8% вищим, а у м'язах залишався на попередньому рівні; загальний вміст ліпідів в печінці дещо нижчий, ніж у м'язах, оскільки генеративний обмін у цей час здійснюється не лише за рахунок субстратів, отриманих з їжею, а й з резервів, які знаходяться в органах і тканинах. Безпосередньо перед нерестом (березень) печінка ляща максимально насичена білком і мінімальною кількістю ліпідів.

У статевозрілих особин плітки у період нагулу загальний вміст білка у м'язах вдвічі перевищував його значення в печінці, у переднерестовий період його вміст в печінці перевищував значення у м'язах на 51,2%; період нагулу також характеризувався відносно високим рівнем накопичення в печінці загальний ліпідів, вміст яких перевищував їх значення у м'язах у 7,6 рази. Це дає підставу стверджувати про високу ліпідоутворюючу функцію печінки, пов'язану з забезпеченням організму високоенергетичними резервними речовинами на період зимівлі та наступного нересту. Більший вміст загальних ліпідів у м'язовій тканині риб спостерігається восени порівняно з весняним періодом, що обумовлено температурним режимом та інтенсивністю живлення риби.

У нагульний період у судака встановлено значно нищий загальний вміст білка в печінці і у м'язах статевозрілих особин, порівняно з переднерестовим, що дає підстави стверджувати про використання синтезованого печінкою білка для забезпечення процесів визрівання статевих продуктів; у переднерестовий і у нагульний періоди загальний вміст ліпідів і глікогену значно перевищував показники, виявлені у м'язах, що може свідчити про високу функціональну діяльність печінки у енергозабезпеченні організму судака на період нересту.

Загальний вміст білка у нагульний період у білих скелетних м'язах карася сріблястого був достатньо високим і у 2,3 рази перевищував його вміст у печінці, що є свідченням збереження його протягом зимівлі; вміст загальний ліпідів в печінці карася у цей же період у 12 разів перевищував його значення у білих скелетних м'язах, що може бути свідченням підвищення ліпідуючої функції. Це обумовлено накопиченням в жирових депо організму достатньої кількості енергетичних резервів, необхідних для забезпечення пластичного обміну і росту риб у нагульний період, використання певної частки ліпідів в пластичному обміні, приймаючи участь в процесах утворення жовтка яйцеклітини самиць, а також для успішної зимівлі та процесів дозрівання статевих продуктів у переднерестовий період і самого процесу нересту.

За вмістом глікогену досліджені види риби різних водосховищ розподілилися на дві групи – бентофаги (плітка, лящ), у яких його кількість у печінці більша у риб з Кременчуцького водосховища та іхтіофаги, які більше накопичують глікоген як у печінці, так і в м'язах за дещо нижчою температурою води за вегетаційний період. Виявлено найвищий вміст глікогену в печінці ляща та плітки (9,5–12,5%) та білих скелетних м'язах (4,0–4,6%), а найнижчий – в печінці судака і окуня (8,6%) та в білих скелетних м'язах (2,3–2,8%).

Дисертантом встановлено, що за існуючих екологічних умов (відносно постійного рівневого режиму та відповідної температури води), викликаних глобальним потеплінням, в осінній нагульний період фізіологічний статус статевозрілих риб з різним типом живлення Кременчуцького водосховища характеризувався відносно високим рівнем перебігу метаболічних процесів, свідченням чого є значне накопичення в органах і тканинах, зокрема у печінці та у білих скелетних м'язах загальний білка, ліпідів та глікогену. У Каховському водосховищі карась виявляв кращу адаптованість до температурного чинника, в його білих м'язах та печінці накопичувалася більша кількість запасних речовин у вигляді ліпідів та глікогену при підвищеній температурі води.

Незначні коливання рівня води та оптимальний температурний режим в осінній період нагулу риб з різним типом живлення Кременчуцького водосховища



виявилися оптимальними екологічними умовами для розвитку природної кормової бази та перебігу в організмі процесів пластичного, генеративного обміну та енергетичного забезпечення процесів життєдіяльності організму в період зимівлі та нересту.

Практичне значення одержаних результатів полягає у визначенні продуктивних показників основних представників промислової іхтіофауни, які можуть бути покладені в основу розробки регламентаційних заходів щодо удосконалення рибогосподарського використання водосховищ.

Встановлені показники органічного забруднення Кременчуцького та Каховського водосховища, як елемент моніторингу стану водної екосистеми в цілому та іхтіофауни зокрема.

Результати дисертаційної роботи були використані при підготовці нормативних документів з поточної регламентації рибодобувного промислу на каскаді дніпровських водосховищ в період 2010-2022 рр. (зокрема, щорічних "Режимів промислового рибальства в рибогосподарських водних об'єктах" та наукових обґрунтувань щодо введення заборонних зон та здійснення спеціальних видів промислу на Кременчуцькому та Каховському водосховищах).

Одержані результати досліджень використовуються у підготовці фахівців ОС «Бакалавр» та «Магістр» зі спеціальності «Водні біоресурси та аквакультура» у НУБіП України.

**Ключові слова:** іхтіофауна, лящ, плітка, судак, сріблястий карась, улови, модальний ряд, Кременчуцьке, Каховське водосховища, білки, ліпіди, глікоген.

## SUMMARY

*Rudyk-Leuska N. Ya.* Commercial fish species of the largest Dnieper reservoirs.  
— Qualifying scientific work as a manuscript.

Dissertation to fulfill requirements for the Doctor of Biological Sciences degree in the specialty 03.00.10 “Ichthyology”. — National University of Life and Environmental Science of Ukraine. — Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 2024.

The dissertation examines a number of topical issues regarding the state and physiological-biochemical status of sexually mature representatives of commercial fish species of the Kremenchuk and Kakhovka reservoirs in the pre-spawning and fattening periods of the annual cycle as a reaction to current environmental conditions associated with global warming and the human impact. The conducted study determined the state and dynamics of structural parameters of populations; individual biological parameters and quantitative parameters of catches of the most abundant commercial fish species of the Kremenchuk and Kakhovka reservoirs as integral characteristics of the conditions for restoring their abundance and biomass and exploitation of the formed fish stocks.

During the implementation of the set goal, the following tasks were solved:

- the ecological conditions of natural reproduction and growth of native ichthyofauna of reservoirs have been investigated:

- the species and quantitative composition of the natural food supply of reservoir fish has been determined and the water quality has been assessed according to biological indicators;

- the current age-length structure of commercial catches of reservoir fish has been characterized;

- the state of commercially valuable fish species and the biological features of the main commercial fish species – common bream, roach, pikeperch, Prussian carp – have been determined;

- the physiological status of representatives of commercially valuable fish species of reservoirs in the pre-spawning and fattening periods of the annual cycle has been

analyzed, in particular by the accumulation of proteins, fats and carbohydrates in the organs and tissues of common bream, roach, pikeperch, Prussian carp.

The following research methods were used during the qualifying scientific work: hydrological, hydrochemical, hydrobiological, ichthyological (methods of collecting and processing ichthyological material), biochemical, statistical (biometric processing, correlation analysis, data approximation), analytical (literature review, analysis and generalization of results) methods.

The author of the dissertation personally substantiated the new scientific provisions that are the basis of the dissertation, formulated the goal and defined the main stages of the study, carried out analysis and generalization, and implemented study results into production. From all publications of the recipient in co-authorship, with the consent of the co-authors, only her personal studies were used.

As a result of the conducted study, for the first time, a comprehensive analysis of data on the biological parameters of the most abundant species under the effect of a complex of external factors was carried out, with a separate highlight of the impact of fishery on the Kremenchutsk and Kakhovka reservoirs. The regularities of the dynamics of structural parameters of fish populations of various ecological and economic groups under the current state of large reservoirs of Ukraine were established. The physiological status of common bream, roach, pikeperch and Prussian carp in the pre-spawning and fattening periods in the Kremenchutsk and Kakhovka reservoirs was studied.

The productive parameters of the main representatives of the commercial fish fauna were determined, which could be used as a basis for the development of an actual system of current and long-term regulation of measures regarding the commercial fishery in the reservoirs.

The biological parameters of the main adventive species of the Dnieper reservoirs (Prussian carp) were analyzed and justified measures were taken to regulate its population by intensifying its harvest without a negative impact on representatives of the native fish fauna. Approaches to improve the conditions for the formation of stable

populations of species with high exploitation intensity due to the optimization of the distribution of commercial pressure by size and age group were proposed.

Parameters, which regulate the level of certain types of human impact to ensure normal conditions for the reproduction of fish fauna and the accumulation of its commercial stock, were justified.

Indicators of organic pollution of the Kremenchug and Kakhovka reservoirs were established as an element of monitoring the state of the aquatic ecosystem in general and fish fauna in particular.

The results of the dissertation work were used in the preparation of regulatory documents on the current regulation of fishery in the cascade of Dnieper reservoirs in the period of 2010-2022 (in particular, the annual "Regimes of commercial fishery in fishery water bodies" and scientific substantiations for the introduction of exclusion zones and the establishment of special types of fishery in the Kremenchuk and Kakhovka reservoirs).

The author of the dissertation established that during the study period:

- the level regime of the Kremenchuk and Kakhovka reservoirs was unstable, which in some years caused a decrease in the efficiency of natural reproduction in terms of the formation of the spawning fund and the conditions for egg incubation;

- ecological conditions of reservoirs (changes in the temperature regime, in some places the absence of spawning substrate) lead to a shift of spawning of most fish species to later dates;

- hydrochemical parameters of reservoirs were mainly within the limits of normative values determined for reservoirs of multi and fishery purposes;

- the inflow of organic substances and mineral salts with wastewater into reservoirs contributes to the development of the natural food supply and especially producers, the dominant among which are diatoms and blue-green algae. Among the diversity of algae in the studied areas of reservoirs, saprobic indicators of the  $\beta$ -mesosaprobic zone prevail. The calculated potential production of phytoplankton for the growing season can be 4317.0...27543.0 kg/ha, and the possible commercial catch of fish due to its consumption is 11.0-18.9 kg/ha in Kremenchuk and 52.1–76.7 kg/ha in

Kakhovka reservoirs. In the zooplankton, a change of dominants was observed in certain periods, which, in our opinion, is caused by factors of both anthropogenic and natural origin. However, in general, the analysis of the state and dynamics of the zooplankton communities of the Kremenchuk Reservoir in recent years does not give grounds to consider water temperature as a determining factor in the development of their structural and quantitative parameters. According to zooplankton indicator organisms, the reservoir water belongs to the  $\alpha$ - $\beta$ -saprobic zone.

The maximum production of zooplankton during the growing season can be 586.8 kg/ha and the possible commercial catch of fish due to the consumption of zooplankton is 15.3 kg/ha. Production of the zoobenthos of the Kremenchuk reservoir during the growing season can amount to 43...223 kg/ha and possible commercial harvest of fish due to the consumption of "soft" zoobenthos is 0.4-4.9 kg/ha.

The author of the dissertation analyzed the catches of the test set of gill nets in the Kremenchuk and Kakhovka reservoirs for 2016-2021 and the following was found:

- the age composition of common bream population of the Kremenchuk reservoir during this period consisted of 15 to 16 age classes, the maximum age ranged from 15 to 17 years; in the interannual aspect, there is a decrease in the number of age groups and the maximum age of the population and an increase in the weighted average age in the population from 6.3 years to 7.1-7.2 years;

- the pikeperch population of the Kremenchuk reservoir is represented by 5-9 age classes, the maximum age was 5-7 years, structural parameters are characterized by slight interannual fluctuations (the length of the modal length frequency distribution varied from 2 to 3 years); there was a decrease in the filling of the right wing of the length frequency distribution, which led to the stabilization of the weighted average age at the level of 3.0 years.

- the roach population of the Kremenchuk reservoir is represented by 5-14 age classes, the limit age ranged from 9 to 16 years, while the pattern of the length frequency distribution shows a tendency to shift towards its right wing and has a tendency to decrease, which indicates unstable conditions of reproduction with the isolation of productive and poor years;

- the Prussian carp of the Kremenchuk reservoir in commercial catches is represented by 11-14 age classes, the maximum age ranged from 12 to 14 years, the majority of the population was age-4 to 7 fish. The catch curve of this species retains the appearance of an almost symmetrical parabola with a wide apex and an angle of inclination of the left wing to the abscissa axis close to obtuse;

- the common bream population of the Kakhovka reservoir was represented by 12-17 age groups, the majority of which was formed by age-6 to 10 individuals, which are traditionally modal groups;

- 13-14 age groups were noted in Prussian carp populations, the maximum age was 15-16 years, in the interannual aspect, the dynamics of structural parameters is characterized by stable "rejuvenation" due to abundant young generations, while the filling of the right wing of the population curve remains satisfactory.

- roach is represented by 9-12 age groups, age-3 to 5 fish compose the majority of catches, the deterioration of the structural parameters of the population (in particular, the reduction in the number of middle and older age groups) has become permanent over the past 5 years.

- in the pikeperch population, from 4 to 9 age groups were recorded, the maximum age was 6-11 years, but in recent years, the structural parameters of the population compared to the period of 2015-18 improved significantly due to the satisfactory filling of the right wing of the length frequency distribution.

It was found that among the main commercial fish species, a statistically significant difference in linear growth over a 30-year period could be found only for the roach of the Kakhovka reservoir. For other commercial species, the average specific growth rate according to I.I. Schmalhausen testifies low changes of modal length frequency distribution in the interannual aspect, and the detected difference is statistically insignificant.

It was found that the total lipid content in common bream during the fattening period was higher (3.6 times) compared to the muscles; the protein content in white skeletal muscles exceeded its content in the liver by 57.5%, which may be related to the participation of the bream liver in the processes of gametogenesis, which is

accompanied by the biosynthesis in the liver of the protein precursor - ovitelin and its transport to maturing oocytes; in the pre-spawning period, the total protein content in the liver was 57.8% higher, and it remained in the muscles at the previous level; the total content of lipids in the liver is somewhat lower than in the muscles, since the generative exchange at this time is carried out not only at the expense of substrates obtained from food, but also from reserves located in organs and tissues. Immediately before spawning (March), the bream liver is maximally saturated with protein and a minimal amount of lipids.

In sexually mature roach during the fattening period, the total protein content in the muscles exceeded its value in the liver twice, in the pre-spawning period its content in the liver exceeded the value in the muscles by 51.2%; the fattening period was also characterized by a relatively high level of accumulation of total lipids in the liver, the content of which exceeded their value in the muscles by 7.6 times. This gives grounds for asserting a high lipid-forming function of the liver associated with providing the body with high-energy reserve substances for the period of wintering and subsequent spawning. A higher content of total lipids in the muscle tissue of fish is observed in the autumn compared to the spring period, which is due to the temperature regime and intensity of fish feeding.

During the fattening period, a significantly lower total protein content in the liver and muscles of sexually mature pikeperch was established, compared to the pre-spawning period, which gives grounds for asserting the use of protein synthesized by the liver to ensure the maturation processes of gonads; in the pre-spawning and feeding periods, the total content of lipids and glycogen significantly exceeded the values found in the muscles, which may indicate a high functional activity of the liver in the energy supply of the pikeperch body during the spawning period.

The total protein content in the white skeletal muscles of Prussian carp during the feeding period was quite high and exceeded its content in the liver by 2.3 times. which is evidence of its preservation during the winter; the total content of lipids in the liver of Prussian carp in the same period exceeded its value in white skeletal muscles by 12 times, which may be evidence of an increase in lipid-forming function. This is due to

the accumulation in the fat depots of the body of a sufficient amount of energy reserves necessary to ensure the plastic exchange and growth of fish during the feeding period, the use of a certain proportion of lipids in the plastic exchange, taking part in the processes of the formation of the yolk of the egg of females, as well as for the successful wintering and maturation processes of gonads in the pre-spawning period and the spawning process itself.

According to the glycogen content, the studied fish species of different reservoirs were divided into two groups - benthophages (roach, common bream), in which its amount in the liver is greater in fish from the Kremenchuk reservoir, and ichthyophages, which accumulate more glycogen both in the liver and in muscles according to slightly lower water temperature during the growing season. The highest glycogen content was found in the liver of common bream and roach (9.5–12.5%) and white skeletal muscles (4.0–4.6%), and the lowest – in the liver of pikeperch and perch (8.6%) and in white skeletal muscles (2.3–2.8%).

The author of the dissertation established that under the existing ecological conditions (relatively constant level regime and corresponding water temperature) caused by global warming, in the autumn fattening period, the physiological status of sexually mature fish with different types of nutrition in the Kremenchuk Reservoir was characterized by a relatively high level of metabolic processes, evidenced by a significant accumulation in organs and tissues, in particular, in the liver and white skeletal muscles, total protein, lipids, and glycogen. In the Kakhovka reservoir, the Prussian carp showed better adaptability to the temperature factor, in its white muscles and liver, a larger amount of reserve substances in the form of lipids and glycogen accumulated at elevated water temperatures.

Minor fluctuations in the water level and the optimal temperature regime during the autumn fattening period of fish with different types of nutrition in the Kremenchuk reservoir turned out to be the optimal ecological conditions for the development of the natural food supply and the course of plastic, generative exchange processes in the body, and energy supply of the life processes of the body during wintering and spawning.



The practical significance of the obtained results lies in the determination of productive parameters of the main representatives of commercial fish fauna, which can be used as a basis for the development of regulatory measures to improve the fishery exploitation of reservoirs.

The level of organic pollution of the Kremenchuk and Kakhovka reservoirs was established as an element of monitoring the state of the aquatic ecosystem in general and ichthyofauna in particular.

The results of the dissertation work were used in the preparation of regulatory documents on the current regulation of fishery in the cascade of Dnieper reservoirs in the period 2010-2022 (in particular, the annual "Regimes of commercial fishery in fishery water bodies" and scientific substantiation for the introduction of exclusion zones and the establishment of special types of fishery in the Kremenchuk and Kakhovka reservoirs).

The obtained research results are used in the training of "Bachelor's" and "Master's" specialists in the specialty "Aquatic bioresources and aquaculture" at the University of Life and Environmental Science of Ukraine.

**Key words:** ichthyofauna, common bream, roach, pikeperch, Prussian carp, catches, length frequency distribution, Kremenchuk, Kakhovka reservoirs, proteins, lipids, glycogen.

## СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Статті у наукових фахових виданнях України

1. Діденко О. В., Рудик-Леуська Н. Я. Аналіз стану промислового стада плітки (*Rutilus rutilus*, L.) Кременчуцького водосховища з використанням демографічного підходу. *Рибгосп. наука України*. 2008. № 2. С. 13–19. (Здобувачем здійснено збір матеріалу в окремі роки, участь в написанні статті).  
<http://elibrary.ru/item.asp?id=23300754>
2. Діденко О. В., Рудик-Леуська Н. Я. Моделювання динаміки запасів ляща (*Abramis brama*, L.) Кременчуцького водосховища. [Електронний ресурс]. *Наукові доповіді НАУ*. 2008. № 4 (12). С. 1–12. (Здобувачем здійснено збір матеріалу в окремі роки, участь в написанні статті). Режим доступу до журн.:  
<http://www.nbu.gov.ua/e-Journals/nd/2008-4/08dovtkr.pdf>.
3. Діденко А. В., Рудик-Леуська Н. Я. Взаимосвязь между промышленной смертностью и промышленным усилием на днепровских водохранилищах. *Риб. госп.* 2009. № 66. С. 48–51. (Здобувачем здійснено збір матеріалу в окремі роки, участь в написанні статті).
4. Рудик-Леуська Н. Я., Котовська Г. О., Христенко Д. С., Бойко О. С. Порівняльний аналіз популяцій плітки звичайної (*Rutilus rutilus* L.) Кременчуцького та Київського водосховищ. *Наукові доповіді НУБіПУ*. 2011. № 5 (27). С. 1–9. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку). Режим доступу до журн.:  
<http://www.nbu.gov.ua/e-Journals/nd/2011-5/08dovtkr.pdf>.
5. Рудик-Леуська Н. Я., Котовська Г. О., Христенко Д. С., Бойко О. С. Порівняльний аналіз популяцій ляща (*Abramis brama* L.) Кременчуцького та Київського водосховищ. *Біоресурси і природокористування*. 2011. Т. 3. № 3–4. С. 93–97. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку).
6. Бузевич І. Ю., Рудик-Леуська Н. Я., Максименко М. Л. Розмірно-вікова структура промислових уловів риб Каховського водосховища. *Наукові*

доповіді НУБіПУ. 2012. № 2 (31). С. 1–11. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку). Режим доступу до журн.: <http://www.nbu.gov.ua/e-Journals/nd/2012-2/12dovtkr.pdf>.

7. Бузевич І. Ю., Котовська Г. О., Рудик-Леуська Н. Я., Христенко Д. С., Хоменко М. М. Особливості біології карася сріблястого (*Carassius auratus gibelio* (Bioch)) та його промислове використання в Кременчуцькому водосховищі. *Наукові доповіді НУБіПУ*. 2012. № 3 (32). С. 1–7. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку). Режим доступу до журн.: <http://www.nbu.gov.ua/e-Journals/nd/2012-3/12dovtkr.pdf>.

8. Христенко Д. С., Котовська Г. О., Рудик-Леуська Н. Я., Штефан О. О. Рибогосподарське значення судака звичайного (*Stizostedion lucioperca* L.) Кременчуцького. *Наукові доповіді НУБіПУ*. 2012. № 6 (35). С. 1–7. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку). Режим доступу до журн.: <http://www.nbu.gov.ua/e-Journals/nd/2012-6/12dovtkr.pdf>.

9. Плічко В. Ф., Захарченко І. Л., Рудик-Леуська Н. Я. Промислово-біологічна характеристика сріблястого карася Каховського водосховища. *Рибогосподарська наука України*. 2013. № 1 С. 17–24. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку). <http://elibrary.ru/item.asp?id=23610895>

10. Рудик-Леуська Н. Я. Структурні показники популяцій основних промислових видів риб Кременчуцького водосховища. *Рибогосподарська наука України*. 2013. № 2. С. 25–31. <http://elibrary.ru/item.asp?id=23415857>

11. Рудик-Леуська Н. Я., Чуклін А. В., Максименко М. Л. Сучасний стан популяції плітки (*Rutilus rutilus* L.) Каховського водосховища. *Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка*: - Серія: Біологія. 2013. № 1 (54). С. 44–49. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку).

<http://journal.chem-bio.com.ua/journal-number-2013/item/109-suchasnyy-stand-populyatsiyi-plitky-rutilus-rutilus-l-kakhovskoho-vodoskhovyshcha>

12. Курганський С. В, Бузевич О. А., Рудик-Леуська Н. Я. Стан запасів другорядних промислових видів риб Київського водосховища. *Наукові доповіді НУБіПУ*. 2014. № 7 (49). С. 1–15. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку). Режим доступу до журн.: [http://nd.nubip.edu.ua/2014\\_7/3.pdf](http://nd.nubip.edu.ua/2014_7/3.pdf) elibrary.ru/item.asp?id=22655311

13. Бузевич І. Ю., Котовська Г. О., Христенко Д. С., Рудик-Леуська Н. Я. Сучасний стан основних промислових видів риб Кременчуцького водосховища. *Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка: Серія: Біологія*. 2021. № 4 (81). С.53–62. doi: 10.25128/2078-2357.21.4.8 (Здобувачем здійснено відбір іхтіологічного матеріалу, аналіз наукових джерел літератури, підготовлено статтю до друку). Режим доступу до журн.: <http://journals.chem-bio.com.ua/index.php/biology/article/view/141>

14. Рудик-Леуська Н. Я., Леуський М. В., Макаренко А. А., Євтушенко М. Ю. Сучасний стан видового різноманіття фітопланктону та оцінка якості води Кременчуцького водосховища за індексом сапробності. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агронія і біологія*. 2022. 48 (2). С. 139–147. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку). Режим доступу до журн.: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.2.19>

15. Рудик-Леуська Н. Я., Котовська Г. О., Христенко Д. С., Бузевич І. Ю., Леуський М. В. Структурні показники популяції карася сріблястого (*Carassius gibelio* В.) Кременчуцького водосховища *Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка: Серія: Біологія*. 2022. № 3 (82), С. 44–51. doi: (Здобувачем здійснено відбір іхтіологічного матеріалу, аналіз наукових джерел літератури, підготовлено статтю до друку). Режим доступу до журн.:

<http://journals.chem-bio.com.ua/index.php/biology/article/view/164>

16. Рудик-Леуська Н. Я., Леуський М. В., Євтушенко М. Ю., Хижняк М. І., Макаренко А. А. Фітопланктон та якість води Каховського водосховища у літній період. *Екологічні науки*. 2022. № 44. С. 83–93. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку). Режим доступу до журн.: <http://www.ecoj.dea.kiev.ua/archives/2022/5/13.pdf>

17. Рудик-Леуська Н. Я., Хижняк М. І., Макаренко А. А., Леуський М. В. Сучасний стан зоопланктону Каховського водосховища. *Біологія тварин*. 2022. Том 24 (3). С. 33–38. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку). Режим доступу до журн.:

<https://doi.org/10.15407/animbiol24.03.033>

18. Рудик-Леуська Н. Я., Хижняк М. І., Макаренко А. А., Леуський М. В. Аналіз видового різноманіття зообентосу Кременчуцького та Каховського водосховищ. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агронія і біологія*. 2022. 50 (4). С. 47–54. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку). Режим доступу до журн.: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.4.7>

19. Євтушенко М. Ю., Рудик-Леуська Н. Я., Леуський М. В. Динаміка вмісту білка, ліпідів та глікогену в органах і тканинах судака Кременчуцького водосховища у переднерестовий та нагульний періоди. *Доповіді Національної академії наук України*. 2023. № 1. С. 74–80. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку). Режим доступу до журн.: <https://doi.org/10.15407/dopovidi2023.01.074>

**Статті у наукових міжнародних виданнях, включені до  
наукометричної бази даних Scopus**

20. Rudyk-Leuska N. Ya., Potrokhov O. S., Yevtushenko N. Yu., Khyzhniak M. I. Comparative characteristics of indicators of protein, lipid and carbohydrate metabolism in fish with different types of nutrition and in different conditions of existence. *AAACL Bioflux*. 2021. Vol. 14. P. 3291–3298. (Здобувачем

здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку). <http://www.bioflux.com.ro/docs/2021.3291-3298.pdf>

21. Kruzhylina S. V., Buzevych I. Y., **Rudyk-Leuska N. Y.**, Khyzhniak M. I., Didenko A. V. Changes in the structure and dominance of zooplankton community of the Kremenchuk reservoir under the effect of climate changes and some other external factors. *Biosystems Diversity*. 2021. Vol. 29 (3). P. 217–224 (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку).

<https://ecology.dp.ua/index.php/ECO/article/view/1103/1059>

22. **Rudyk-Leuska N.**, Leuskyi M., Yevtushenko N., Khyzhniak M., Buzevich I., Makarenko A., Kotovska G., Kononenko I. Study of physiological status of fish of Kremenchuk reservoir in the pre-spawning period. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2022. Vol. 16. P. 490–501. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку).

<https://potravinarstvo.com/journal1/index.php/potravinarstvo/article/view/1771>

23. **Rudyk-Leuska N.**, Potrokhov O, Kotovska G. & Khrystenko D. Water Level and Temperature as the Main Factors Responsible for the Formation of Conditions for Aboriginal Fish Fauna Effective Reproduction in the Kremenchuk Reservoir. *Hydrobiological Journal*. 2023. No. 1. P. 57–66. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку).

[http://www.hydrobiolog.com.ua/2022/pdf\\_2022\\_5/rudyk-leuska\\_5.pdf](http://www.hydrobiolog.com.ua/2022/pdf_2022_5/rudyk-leuska_5.pdf)

24. **Rudyk-Leuska N. Ya.**, Potrokhov O. S., Khyzhniak M. I., Kononenko R. V. Comparative characteristics of the physiological state of fish under different climatic conditions on the example of Kremenchuk and Kakhovka reservoirs. *AACL Bioflux*, 2023. Vol. 16. P. 371–380. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку).

<http://www.bioflux.com.ro/docs/2021.3291-3298.pdf>

#### Тези наукових доповідей

25. **Rudik-Leuska N. Ja.**, Kotovs'ka G. O., Khrystenko D. S., Kostenko Y. V. Bream – the major object of commercial harvest in the Kremenchuk and Kyiv

reservoirs. *Biodiversity. Ecology. Adaptation. Evolution: Proceedings of the V International Young scientists conference, dedicated to 160 anniversary from the birth of profesor Frants Kamenskiy (Odesa, June 13–17, 2011)*. Odesa. 2011. P. 103–104.

26. Котовська Г. О., Рудик-Леуська Н. Я., Христенко Д. С. Вплив антропогенного регулювання рівня води на стан екосистеми Кременчуцького водосховища. *Вода: проблеми и решения: Матеріали X міжнародної науч.-практ. конф., посвященая 90-летию Днепропетровского государственного аграрного университета*. (Дніпропетровськ, 20–21 вересня, 2012). Дніпропетровськ, 2012. С. 167–168.

27. Євтушенко М. Ю., Рудик-Леуська Н. Я., Леуський М. В. Проблеми щодо встановлення фізіолого-біохімічних процесів у представників прісноводних риб в різні періоди річного циклу. *Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології: Матеріали X міжнародної іхтіологічної наук.-практ. конф.* (Київ, 19–21 вересня, 2017). Київ, 2017. С. 104–108.

28. Бузевич І. Ю., Діденко О. В., Рудик-Леуська Н. Я. Динаміка показників лінійного росту основних промислових видів риб Кременчуцького та Каховського водосховищ в контексті впливу зміни кліматичних умов. *Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології: XIII Міжнародна іхтіологічна науково-практична конференція*. (Харків, 17-19 вересня 2020). Харків, 2020. С. 29–32.

29. Строканова А. О., Павлюк С. С., Хижняк М. І., Рудик-Леуська Н. Я. Глобальне потепління як екологічна проблема населення. *Аквакультура XXI століття – проблеми та перспективи: Міжнародна науково-практична конференція*. (Київ, 27 травня 2021). Київ, 2021. С. 48–50.

30. Пулик Р. В., Тімченко О. І., Хижняк М. І., Рудик-Леуська Н. Я. Фактор глобального потепління та водні екосистеми. *Аквакультура XXI століття – проблеми та перспективи: Міжнародна науково-практична конференція*. (Київ, 27 травня 2021). Київ, 2021. С. 42–44.

31. Євтушенко М. Ю., Рудик-Леуська Н. Я., Хижняк М. І. Теоретичні аспекти застосування в системі біомоніторингу показників, які характеризують

фізіологічний статус риб в умовах глобального потепління та дії антропогенних чинників. *Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку*: IV Міжнародна науково-практична конференція. (Херсон, 21–22 жовтня 2021). Херсон, 2021. С. 351–355.

32. **Rudyk-Leuska N. Ya.**, Yevtushenko N. Yu., Leuskyu M. V. Khuzhniak M.I. New impulses in the natural sciences. *Innovations and prospects of world Science*: VII International scientific-practical Conference. (Vancouver, Canada. Yune 20–22, 2022). Vancouver, Canada, 2022. P. 9–15.

### **Науково-практичні рекомендації**

1. Ліміти та прогнози допустимого вилову спеціального використання водних біоресурсів загальнодержавного значення у дніпровських водосховищах на 2022 рік, затверджені Наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України 16 грудня 2021 року № 443, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 21 грудня 2021 р. за № 1645/37267.

2. Режим рибальства у рибогосподарських водних об'єктах (їх частинах) України у 2022 році, затверджений Наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України 10 квітня 2022 року № 218, зареєстрований в Міністерстві юстиції України 14 квітня 2022 р. за № 422/37758.

3. Науково-біологічне обґрунтування переліку та меж ділянок, на яких заборонений промисел на рибогосподарських водних об'єктах протягом 2022-24 рр. (К., ІРГ НААН, 2021 р.).



## ЗМІСТ

ГЛОСАРІЙ УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	28
ВСТУП	29
РОЗДІЛ 1. Фізіологічний статус риб в умовах дії антропогенних чинників та глобального потепління (огляд літератури)	37
1.1. Фізіологічний статус риб в умовах дії антропогенних чинників	41
1.2. Вплив змін температури на біоту та водні екосистеми	47
1.3. Ретроспективна характеристика популяцій ляща, плітки, судака та сріблястого карася Кременчуцького та Каховського водосховищ	51
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	63
РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕЛИКИХ ВОДОСХОВИЩ	72
3.1. Рівень та температура води як базові чинники забезпечення умов ефективного відтворення аборигенної іхтіофауни Кременчуцького водосховища	72
3.2. Рівень та температура води Каховського водосховища	81
3.3. Гідрохімічний режим Кременчуцького та Каховського водосховищ	86
3.4. Сучасний стан видового різноманіття фітопланктону та оцінка якості води Кременчуцького водосховища за індексом сапробності	89
3.5. Стан видового різноманіття фітопланктону та оцінка якості води Каховського водосховища за індексом сапробності	98
3.6. Зміна структури та домінантних угруповань зоопланктону Кременчуцького водосховища	106
3.7. Стан зоопланктону Каховського водосховища	118
3.8. Сучасний стан бентосу	125
РОЗДІЛ 4. СТАН ІХТІОФАНИ НАЙБІЛЬШИХ ДНІПРОВСЬКИХ ВОДОСХОВИЩ	130
4.1. Видовий склад та динаміка промислових уловів Кременчуцького та Каховського водосховищ	130

4.2. Структурні показники популяцій основних промислових видів риб водосховищ	139
4.2.1. Кременчуцьке водосховище	139
4.2.2. Каховське водосховище	165
4.3. Динаміка показників лінійного росту основних промислових видів риб водосховищ в контексті впливу зміни кліматичних умов	192
4.4. Порівняльний аналіз популяцій ляща водосховищ	195
4.5. Порівняльний аналіз популяцій плітки водосховищ	200
4.6. Порівняльний аналіз популяцій судака водосховищ	205
4.7. Порівняльний аналіз популяцій сріблястого карася водосховищ	209
РОЗДІЛ 5. ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РИБ В РІЗНІ ПЕРІОДИ РІЧНОГО ЦИКЛУ ВОДОСХОВИЩ	213
5.1. Загальні біохімічні показники органів і тканин ляща Кременчуцького водосховища у нагульний та переднерестовий періоди	213
5.2. Фізіологічний статус ляща Каховського водосховища у нагульний період	218
5.3. Особливості накопичення запасних речовин в організмі плітки Кременчуцького водосховища у нагульний та переднерестовий період	222
5.4. Вміст білка, ліпідів та глікогену в органах і тканинах плітки Каховського водосховища в літній період нагулу	228
5.5. Вміст білка, ліпідів та глікогену в органах і тканинах судака Кременчуцького водосховища у нагульний та переднерестовий періоди	230
5.6. Особливості обміну речовин в організмі сріблястого карася Кременчуцького водосховища у нагульний та переднерестовий періоди	235
РОЗДІЛ 6. ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РИБ З РІЗНИМ ТИПОМ ЖИВЛЕННЯ ТА РІЗНИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ	240
6.1. Порівняльна характеристика показників білкового, ліпідного та вуглеводного обміну риб з різним типом живлення та в різних умовах існування	240

6.2. Фізіологічний статус риб з різним типом живлення Кременчуцького водосховища у нагульний період	248
6.3. Порівняльна характеристика фізіологічного стану риб за різних кліматичних умов	260
РОЗДІЛ 7. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	268
ВИСНОВКИ	298
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	301
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	302
ДОДАТКИ	344

## **ГЛОСАРІЙ УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

НПГ – нижній підпірний горизонт;

ГМО – горизонт мертвого об'єму;

КСП – контрольно-спостережний пункт;

НПР – нормальний підпірний рівень;

ВПА віртуально-популяційний аналіз;

Екз. – екземпляр;

ІРГ НААН – Інститут рибного господарства Української академії аграрних наук.

## ВСТУП

**Обґрунтування вибору теми досліджень.** Відомо, що процеси життєдіяльності водних організмів, у тому числі і риб, у значній мірі визначаються екологічними умовами навколишнього середовища, які, значною мірою, формуються від впливом величини та розподілу водного стоку.

Існує проблема виникнення водного дефіциту у басейнах деяких річок, які поповнюють водний баланс водосховищ дніпровського каскаду та мають значне антропогенне навантаження. Тому, з метою питного, господарсько-побутового та технічного водозабезпечення Міжвідомчою комісією приймаються рішення щодо підтримання у водосховищах дніпровського каскаду оптимального рівневого режиму шляхом регулювання роботи гідровузлів водосховищ; проте інтереси рибного господарства та збереження біологічного різноманіття водних екосистем при цьому мають другорядне значення [195].

Загалом можна відмітити, що сукупна дія зовнішніх чинників на екосистеми водосховищ має здебільшого негативний, зокрема в частині підтримання нормальних умов для відтворення іхтіофауни, характер. Між тим дніпровські водосховища сформували унікальні іхтіокомплекси, які представлені видами, які мають особливу господарську та природоохоронну цінність і збереження яких є однією з пріоритетних науково-практичних задач.

В останні роки потужним чинником впливу на умови існування як окремих видів, так і біоценозів, в цілому, є кліматичні зміни, що зумовлює актуальність досліджень щодо особливостей фізіолого-біохімічного статусу риби, зокрема в контексті формування їх адаптаційних можливостей.

Відповідно, особливого значення набуває отримання інформації, яка б дозволяла здійснювати комплексну оцінку стану іхтіофауни водосховищ дніпровського каскаду за існуючих екологічних умов.

Серед водосховищ дніпровського каскаду найбільші показники промислових уловів характерні для Кременчуцького і Каховського водосховищ. З метою забезпечення оптимальних екологічних умов природного відтворення та

росту риб у водосховищах вченими-гідрологами та гідробіологами були розроблені Правила експлуатації дніпровських водосховищ [195], які були удосконалені іншими авторами [210] і на базі яких розробляються поточні та довгострокові регламентаційні заходи, що є обов'язковими для дотримання всіма учасниками водогосподарського комплексу.

У рамках іхтіологічних та гідробіологічних досліджень здійснювали періодичний контроль за станом промислово-цінних та другорядних представників іхтіофауни цих водосховищ [5, 18, 209]. Поряд з цим, в літературних джерелах виявлені окремі праці, які стосуються визначення в органах і тканинах деяких видів риб вміст білка [7], ліпідів [47, 140, 254, 268], а також інформація щодо біохімічного складу плідників ляща і плітки і його вплив на якість ікри та личинок [141]; значну увагу була також приділена епізоотологічній ситуації в рибогосподарських водних об'єктах. Як важливого чинника формування структурно-функціональних характеристик іхтіоценозів [147].

Протягом останніх десятиріч спостерігаються зміни глобального клімату, які мають значний вплив на зовнішні умови формування стоку річок України, що, в свою чергу, призводить до суттєвих змін у гідробіоценозах [134, 135].

Відповідно однією з найважливіших проблем сьогодення в гідроекології є дослідження впливу глобального потепління на стан різних компонентів екосистеми водойм, у тому числі і риб [208, 230]. Наукові дослідження багатьох вчених присвячені питанням прогнозування функціонування водних екосистем різного типу за умов глобального потепління.

Сучасні водойми рибогосподарського призначення, у тому числі і Кременчуцьке водосховище характеризується суттєвим забрудненням токсикантами різної хімічної природи. Основними джерелами забруднення Кременчуцького водосховища є промислові і побутові стічні води м. Черкаси. Значна кількість забруднюючих речовин надходить до Кременчуцького водосховища з притоками (р. Рось, р. Вільшанка, р. Супой, р. Сула), що має негативний вплив на гирлові ділянки цих річок та прилягаючі до них затоки [24].

Високий рівень забруднення води реєструється у Каховському водосховищі. Адже відомо, що на прилягаючих до нього територіях знаходиться більше 400 промислових і сільськогосподарських підприємств, які скидають стічні води загальним об'ємом 6,1 млн м<sup>3</sup> за добу [149].

Досить важливим є поглиблене вивчення особливостей біохімічного складу органів і тканин у статевозрілих риб у переднерестовий та нагульний періоди річного циклу, що визначається необхідністю вивчення процесів генеративного обміну в період трофоплазматичного росту ооцитів і підготовки організму риб до зимівлі, з одного боку, а також до найважливішого у їх життєдіяльності – до нересту за існуючих екологічних умов, викликаних глобальним потеплінням.

Слід зазначити, що ці питання в літературних джерелах не знайшли детального відображення. Існує лише інформація щодо фізіологічного статусу ляща та плітки Сулинської затоки та прилеглої до неї ділянки Кременчуцького водосховища (нижня частина), які проведені навесні та восени 2004-2006 рр., результати яких представлені у монографічній роботі [211].

Крім того, показники обміну речовин та фізіологічного статусу риб також можуть бути своєрідними біомаркерами, які характеризують якість води та екологічний стан водойм. Особливо це стосується промислово-цінних видів риб, які складають основу сировинної бази промислу та, відповідно, формують державний харчовий резерв внутрішніх водойм.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота є частиною наукових тем: «Визначити закономірності формування основних структурно-функціональних характеристик іхтіоценозів внутрішніх водойм з урахуванням зовнішніх чинників та розробити систему сталої їх рибогосподарської експлуатації і збереження біологічного різноманіття» (2011-2015 рр.) № ДР 0111U008328; «Наукові дослідження стану запасів водних біоресурсів, визначення щорічних прогнозів вилову у дніпровських водосховищах і Дніпровсько-Бузькому лимані та розробка оптимального режиму їх рибпромислової експлуатації» (2015 р.) № ДР 0115U004641; «Оцінити стан водних біоресурсів у дніпровських водосховищах і Дніпровсько-Бузькому лимані

для визначення можливих лімітів і прогнозів вилучення та розробити оптимальні режими їх рибогосподарської експлуатації у 2017 р.» (2016 р.) № ДР 0116U006216; «Оцінити стан водних біоресурсів у дніпровських водосховищах і Дніпровсько-Бузькій гирловій системі для визначення можливих лімітів і прогнозів вилучення та розробити оптимальні режими їх рибогосподарської експлуатації у 2018 р. » (2017 р.) № ДР 0117U005017; «Екологічні закономірності перебігу метаболічних процесів в онтогенезі та в різні періоди річного циклу прісноводних риб» (2018-2020 рр.) № ДР 0118U000395; «Встановити особливості фізіологічного статусу риб в різні періоди річного циклу за умов глобального потепління та впливу антропогенних чинників» (2020-2022 рр.) № ДР 0120U102157; «Оцінка стану запасів водних біоресурсів у Київському, Канівському, Кременчуцькому, Кам'янському, Дніпровському, Каховському водосховищах та Дніпровсько-Бузькій естуарній системі, а також у інших внутрішніх рибогосподарських водних об'єктах (їх частинах) загальнодержавного значення і розробка оптимальних режимів їх експлуатації на 2022 рік» 0121U112072 (2021).

**Мета і завдання дослідження.** Метою наукових досліджень було оцінити популяційні й індивідуальні біологічні показники та фізіологічний статус статевозрілих представників промислових видів риб Кременчуцького та Каховського водосховищ у різні періоди річного циклу, як реакцію на вплив існуючих екологічних умов.

Для досягнення поставленої мети перед нами були поставлені наступні **завдання:**

1. визначити характеристику великих дніпровських водосховищ за існуючих екологічних умов, викликаних потеплінням та впливом антропогенних чинників;
2. встановити видовий склад та динаміку промислових уловів найбільших водосховищ дніпровського каскаду;
3. охарактеризувати структурні показники промислових видів риб досліджуваних водосховищ;



4. провести порівняльний аналіз популяцій ляща, плітки, судака та карася сріблястого Кременчуцького та Каховського водосховищ;
5. встановити фізіолого-біохімічні показники промислових видів риб Кременчуцького водосховища та Каховського водосховища у різні періоди річного циклу;
6. визначити закономірності формування загальних білків, жирів та вуглеводів у риб з різним типом живлення.

*Об'єкт дослідження* – лящ, плітка, судак, карась сріблястий середньої частини Кременчуцького та Каховського водосховищ.

*Предмет дослідження* – закономірності змін біологічних та фізіолого-біохімічних показників основних представників риб середньої частини Кременчуцького та Каховського водосховищ в сучасних умовах.

**Методи дослідження:** гідрологічні, гідрохімічні та гідробіологічні методи, методи збору та обробки іхтіологічного матеріалу, світлова мікроскопія, ваговий метод, біохімічні методи; методи статистичного аналізу, а також методи апроксимації даних.

#### **Наукова новизна одержаних результатів.**

На підставі аналізу та узагальнення результатів натурних досліджень вперше за показниками, які характеризують процеси обміну речовин, здійснено оцінку фізіологічного статусу основних промислових видів риб дніпровських водосховищ (Кременчуцького та Каховського водосховищ) за змінених екологічних умов, викликаних глобальним потеплінням. Отримані нові дані щодо сучасних екологічних умов природного відтворення та росту основних промислових видів риб найбільших водосховищ. Встановлено, що рівневий режим Кременчуцького та Каховського водосховищ був нестабільним, що в окремі роки спричинювало зниження ефективності природного відтворення в частині формування нерестового фонду та умов інкубації ікри. Екологічні умови водосховищ (зміни температурного режиму, подекуди відсутність нерестового субстрату) зумовлюють зміщення нересту більшості видів риб на пізніші терміни.

Гідрохімічні показники води були переважно в межах нормативних величин, визначених для водойм комплексного та рибогосподарського призначення.

Досліджено сучасний стан природної кормової бази Кременчуцького і Каховського водосховищ для риб з різним спектром живлення та встановлена якість води на основі визначених гідробіологічних індексів сапробності. Встановлено, що за гідробіологічними показниками Кременчуцьке водосховище характеризується середнім рівнем кормності.

Вперше проведений комплексний аналіз даних щодо біологічних показників найбільш чисельних видів в умовах дії комплексу зовнішніх чинників з окремим виділенням впливу рибодобувного промислу на Кременчуцькому та Каховському водосховищах. Встановлені закономірності змін структурних показників іхтіопопуляцій різних еколого-господарських груп за сучасного стану великих водосховищ України.

На підставі результатів досліджень отримані та проаналізовані нові дані щодо стану та динаміки структурних показників популяцій; індивідуальних біологічних показників та кількісні показники уловів основних промислових видів риб Кременчуцького та Каховського водосховищ, як інтегральні характеристики умов відновлення їх чисельності і біомаси та експлуатації сформованого запасу.

Встановлені особливості фізіологічного статусу статевозрілих особин риб з водосховищ та з різним спектром живлення у переднерестовий і нагульний періоди річного циклу за зміненими екологічними умовами. Показано, що за реєстрованими біохімічними показниками (вміст білка, ліпідів та глікогену в органах та тканинах риб) можна оцінити якість води та стан водойми.

#### **Практичне значення одержаних результатів.**

Визначені продуктивні показники основних представників промислової іхтіофауни, які можуть бути покладені в основу розробки регламентаційних заходів щодо удосконалення рибогосподарського використання водосховищ.

Проаналізовані біологічні показники основного адвентивного виду дніпровських водосховищ – сріблястого карася та обґрунтовані заходи щодо інтенсифікації його рибогосподарського використання. Запропоновані підходи для поліпшення умов формування стабільних популяцій видів з високою інтенсивністю експлуатації за рахунок оптимізації розподілу промислового навантаження за розмірно-віковими групами.

Обґрунтовані показники, які регламентують рівень антропогенного навантаження для окремих видів задля забезпечення нормального відтворення іхтіофауни та накопичення промислового запасу риб.

Встановлені показники органічного забруднення Кременчуцького та Каховського водосховища, як елемент моніторингу стану водної екосистеми, в цілому та іхтіофауни зокрема.

Результати дисертаційної роботи були використані при підготовці нормативних документів з поточної регламентації рибодобувного промислу на каскаді дніпровських водосховищ в період 2010-2022 рр. (зокрема, щорічних "Режимів промислового рибальства в рибогосподарських водних об'єктах" та наукових обґрунтувань щодо введення заборонних зон та здійснення спеціальних видів промислу на Кременчуцькому та Каховському водосховищах).

Одержані результати досліджень можуть бути використані у підготовці фахівців ОС «Бакалавр», «Магістр» зі спеціальності «Водні біоресурси та аквакультура» у закладах вищої освіти.

**Особистий внесок здобувача** полягає в аналізі літературних джерел за даною проблемою, здійснила польові дослідження й обробку отриманих результатів з видового складу іхтіофауни середньої частини Кременчуцького та Каховського водосховищ, розмірно-вікових характеристик представників прісноводних риб, біологічних показників продуктивності ляща, плітки, судака та карася сріблястого, визначила фізіолого-біохімічні показники досліджуваних риб у різні періоди річного циклу.

Аналіз, узагальнення, обговорення та підготовка до друку матеріалів, що відображають основні результати дисертації.

**Апробація результатів дисертації.** Результати досліджень дисертаційної роботи доповідали та обговорювали на: кафедрі гідробіології та іхтіології НУБіП України, вчених радах Навчально-наукового інституту тваринництва та водних біоресурсів НУБіП України, III Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених "Актуальні проблеми наук про життя та природокористування" (Київ, 28–31 жовтня 2015 р.), X міжнародної іхтіологічної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології» (Київ, 19–21 вересня 2017 р.), I міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів» (Київ, 15–17 травня 2018 р.), міжнародній науково-практичній конференції «Цілі сталого розвитку третього тисячоліття: виклики для університетів наук про життя» (Київ, 23–25 травня 2018 р.).

**Публікації.** За матеріалами дисертації опубліковано 32 наукових робіт; 5 – в наукометричній базі даних Scopus, 19 з них у наукометричних виданнях, затверджених у фахових виданнях України, 8-ти – тез конференцій.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота викладена на 359 сторінках. Вона складається із вступу, 7 розділів, обговорення отриманих результатів, висновків, рекомендацій, списку використаної літератури (393 джерел, з них 106 – іноземною мовою), 7 додатків; містить 56 таблиць та 58 рисунки та 2 карти-схеми.

**РОЗДІЛ 1.**  
**ФІЗІОЛОГІЧНИЙ СТАТУС ПОПУЛЯЦІЙ РИБ В УМОВАХ ДІЇ**  
**АНТРОПОГЕННИХ ЧИННИКІВ ТА ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ**  
**(ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)**

Серед найважливіших завдань, які стоять перед рибогосподарською наукою, є організація охорони, раціонального використання та відтворення водних біоресурсів, зокрема риб. Вирішення цих завдань базується на встановленні закономірностей, які характеризують процеси росту, природного відтворення, а також динаміку перебігу обміну речовин різновікових груп прісноводних риб в різні сезони та періоди річного циклу. Розробка теоретичних основ підвищення рибопродуктивності водойм передбачає глибоке вивчення особливостей перебігу обміну речовин в організмі різних видів риб, який є одним з основних показників процесів їх адаптації до змінених екологічних умов. Досить важливим є встановлення закономірностей перебігу метаболічних процесів у різних видів прісноводних риб в онтогенезі, оскільки кожен з них має певну фізіолого-біохімічну і біоенергетичну специфіку.

Останні роки у водосховищах дніпровського каскаду спостерігається зниження рибопродуктивності, зміна структури популяцій та зменшення чисельності окремих видів риб. Серед основних причин цього явища, крім бракон'єрського лову, можна назвати масову загибель риби, зниження репродуктивної функції, наслідком чого є зменшення продуктивних характеристик плідників (плодючості), зниження якості статевих продуктів, резорбція ікри, зменшення урожайності молоді тощо.

Основними чинниками, які викликають ці явища, можна назвати зміни екологічних умов процесів природного відтворення та росту, вплив антропогенних чинників, нестача якісного природного корму для риб з різним типом живлення тощо. Між тим питання з встановлення конкретних причин цих явищ лежать у площині вивчення процесів перебігу обміну речовин, які знаходяться у тісному зв'язку з процесами адаптації риб до змінених екологічних

умов, з динамікою росту, показником якого є рівень пластичного та генеративного обміну, а відповідно з характеристиками продуктивних властивостей плідників, якістю статевих продуктів, виживаністю нащадків тощо.

Проте всі ці та інші питання обміну речовин у риб, які населяють прісні природні водойми, до цього часу не досліджені. Особливо це стосується одних з найбільш продуктивних у дніпровському каскаді Кременчуцького та Каховського водосховищ, які населяють різновікові групи риб з різним спектром живлення. Це вимагає проведення комплексних гідроекологічних досліджень з встановлення екологічного стану водойм, наявності природної кормової бази, закономірностей та особливостей перебігу метаболічних процесів в організмі різновікових груп риб з різним типом живлення в різні періоди річного циклу та динаміки їх росту як механізми адаптації риб до змінених екологічних умов.

Доцільність проведення поглиблених фізіолого-біохімічних досліджень з вивчення питань функціонування різних фізіологічних систем організму обумовлена суттєвими змінами якості води і екологічного стану водойм, які спостерігаються протягом останніх років в результаті глобального потепління та зростання антропогенного навантаження на водні екосистеми. Всі ці чинники навколишнього середовища можуть викликати значні зміни в організмі риб у динаміці функціонування різних фізіологічних систем (диханні, травленні, нервово-м'язовій, репродуктивній, обміну речовин тощо). Безперечно, що наслідком порушення функціонування різних фізіологічних систем організму може бути зниження продуктивних характеристик плідників, інтенсивності перебігу в їх організмі метаболічних процесів, зниження темпу росту і рибопродуктивності водойм у цілому.

У водосховищах спостерігаються певні зміни екологічних умов (температурний, газовий, рівневий режим, гідрохімічна характеристика, стан розвитку кормових організмів), що може мати суттєвий вплив не лише на показники росту, а й на динаміку перебігу метаболічних процесів в організмі риб. При цьому значна кількість енергетичних субстратів, отриманих рибою в процесі живлення, витрачається не на ріст, а на забезпечення адаптаційних процесів [99].

Проте всі ці питання не знайшли висвітлення в наукових джерелах, оскільки подібного плану дослідження не проводиться. Між тим отримання такої інформації необхідно не лише для пояснення причин порушення обміну речовин в організмі риб, а й для прийняття відповідних рішень щодо їх усунення.

Особливої уваги потребує вивчення екологічних умов в переднерестовий і нерестовий періоди і їх вплив на процеси генеративного обміну, які пов'язані з процесами формування статевих продуктів риб.

Не менш важливими є питання вивчення особливостей обміну речовин в організмі риб в період їх зимівлі, що у багатьох випадках викликає їх загибель в результаті можливої асфіксії, впливу антропогенних чинників та можливого виснаження організму в результаті нестачі резервних речовин або зміни екологічних умов. Проте ці питання також ще не з'ясовані і потребують детального вивчення.

Актуальними питаннями сьогодення є оцінка функціонування різних фізіологічних систем організму риб за поєднаної дії антропогенних чинників та змін клімату, які тягнуть за собою зміну температурного режиму водного середовища. Це обумовлено тим, що встановлення показників, які характеризують фізіологічний статус риб як у нормі, так і за впливу антропогенних чинників на тлі підвищених температур може бути базою для прогнозування можливих змін, які можуть спостерігатися в організмі риб в результаті глобального потепління. Одним з методичних підходів до вирішення цієї проблеми є застосування системи біомоніторингу, яка використовується в різних країнах світу з метою оцінки якості води та екологічного стану водойм шляхом вивчення реакції індикаторних організмів, у тому числі і риб, на комплексне забруднення водойм політантами різної природи на фоні підвищених температур в результаті глобального потепління. Поєднана дія природних і антропогенних чинників водного середовища може мати суттєвий вплив на функціонування різних систем організму риб, у тому числі і на репродуктивну функцію, їх продуктивні характеристики, пластичний енергетичний та генеративний обмін.

Найважливішими показниками обміну речовин, а відповідно і фізіологічного статусу риб, є вміст в їх органах і тканинах білків, ліпідів та вуглеводів, які забезпечують процеси життєдіяльності організму в різні сезони року та його адаптацію до несприятливих чинників навколишнього середовища. Біосинтез цих речовин здійснюється в основному в печінці - органі, який характеризується багатофункціональною діяльністю.

Визначення в органах і тканинах риб загального вмісту білка, ліпідів та глікогену дозволяє встановити особливості обміну речовин в організмі риб в різні сезони року та в різні періоди річного циклу у статевозрілих особин як у нормі, так і за впливу природних і антропогенних чинників.

Результати таких досліджень дозволяють встановити зміни, які відбуваються в організмі риб в різні періоди річного циклу, а також чинники, які обумовлюють ці зміни, ступінь їх впливу на організм та його можливі наслідки.

При цьому, враховуючи те, що зміна екологічних умов у водоймах комплексного і рибогосподарського призначення спостерігається постійно фактично протягом року, важливим є проведення комплексних наукових досліджень з вивчення особливостей перебігу обміну речовин в організмі риб різних екологічних груп з різним типом живлення в різні сезони року (весна, літо, осінь) та періоди річного циклу для представників статевозрілих особин (період нагулу, після зимівлі, в переднерестовий нерестовий та післянерестовий періоди).

На наш погляд детальна характеристика фізіологічного статусу риб за поєданого впливу природних і антропогенних чинників в умовах глобального потепління може бути отримана за визначення показників, які адекватно відображають суть цього впливу і характеризують функціональну діяльність різних фізіологічних систем організму.

Особливої актуальності у цьому аспекті набувають питання функціонування різних фізіологічних систем організму риб в різні періоди річного циклу за умов глобального потепління. Підвищені температури води можуть супроводжуватись збільшенням вегетаційного періоду з відповідним впливом на екологічні умови



розмноження та на процеси генеративного обміну і продуктивні характеристики риб.

За підвищеної температури води і за більш низької концентрації розчиненого у воді кисню значно зростає ступінь токсичності на організм риб важких металів, які є пріоритетними забруднюючими речовинами водойм різного типу. Все це негативно позначається на фізіологічному статусі риб, особливо в нерестовий період, що може призвести до значних втрат організмом енергетичних ресурсів, які і без того знаходяться у незначній кількості після зимівлі, особливо за підвищених температур. Наслідком цих змін можуть бути або передчасний нерест, або резорбція ікри, або навіть загибель плідників.

Важливим етапом проведення наукових досліджень є вирішення проблем, пов'язаних з встановленням діапазону коливання показників, які можуть характеризувати зміни в екосистемі, що виходять з межі сезонних коливань і за межі адаптаційних можливостей організму гідробіонтів.

Проведення моніторингових сезонних спостережень на водоймі з реєстрацією температури, хімічного складу води, стану природної кормової бази, гідрологічного режиму та комплексних фізіолого-біохімічних досліджень дозволяє встановити взаємозв'язок між якісними характеристиками води, трофікою водойм та адекватним відгуком різних видів риб на відповідні екологічні умови зміну функціонування різних фізіологічних систем організму. Тим самим створюється уніфікована база гідроекологічних, фізіолого-біохімічних та іхтіологічних даних, які відображають існуючий стан іхтіофауни та екологічний стан водойм.

### **1.1. Фізіологічний статус риб в умовах дії антропогенних чинників**

Чи не найгострішим антропогенним чинником водного середовища на сьогодні є забруднення водойм недоочищеними побутовими і промисловими стоками, які багаті токсичними речовинами. Серед низки речовин, які забруднюють водойми, сполуки важких металів виступають пріоритетними токсикантами [62, 63, 144]. І водне середовище і донні субстрати водойм містять

значну кількість органічного матеріалу і є потужним депо для токсикантів, причому у ґрунтах їх концентрація на 2–3 порядки вище, ніж у воді [229]. Сполуки важких металів мають істотний вплив на життєдіяльність риб в усі періоди онтогенезу і визначають рибопродуктивність водойм [37, 144]. У наукових джерелах тривалий час існують розрізнені відомості про вплив окремих факторів водного середовища на токсикорезистентність риб [66, 136, 137]. Але останнім часом з'явилася низка наукових публікацій [38, 40, 48, 69, 145], де вказується на необхідність комплексного підходу до вивчення стійкості риб і їх адаптацій до змін умов середовища існування [62, 63, 133, 254].

Відомо, що першочергову роль у встановленні токсичності важких металів для організму риб відіграють концентрації забруднювачів у воді і час експозиції [137, 151, 250, 251, 253]. Реакція риб на токсичну дію таких отрут проявляється за певних концентрацій того чи іншого металу у воді, які запускають компенсаційно-детоксикаційні механізми. Для різних металів ці концентрації можуть відрізнятися на декілька порядків. Концентрації сполук металів, які викликають обернені зміни функціонування в організмах риб і запускають процеси компенсації ушкодження, називаються пороговими [137]. Вони відправною точкою для встановлення ступеня токсичності речовин та нормативів якості води ГДК [126]. Високотоксичні речовини спричиняють розвиток токсичних ефектів в організмах риб за короткий проміжок часу, а для низькотоксичних характерна пролонгована дія. Ймовірно, інтоксикацію у риб можуть викликати ті концентрації металів у воді, які незворотно порушують регуляторні процеси, пов'язані з підтриманням іонного гомеостазу [44].

У деяких випадках для прогнозу розвитку отруєння рекомендується використовувати залежність Ф. Габера [137, 151], згідно з якою токсичність середовища наростає прямопропорційно збільшенню концентрації токсикантів у воді і часу їх дії на організм риб. Проте, експериментально доведено, що у багатьох випадках розвиток інтоксикацій у риб відхиляється від цієї залежності [38, 251, 253], а токсичний ефект має місце тільки після тривалого часу впливу забруднювачів [38, 144].

В організмі риб важкі метали беруть участь у біохімічних реакціях (кон'югація тощо) з утворенням більш токсичних сполук, ніж вихідні субстрати [42, 144]. Доведено, що токсичність ртуті, селену, арсену, хрому, міді, заліза, цинку і олова у риб збільшується під дією метаболізму [251, 319, 320]. Деякі з них здатні накопичуватися у тканинах, досягаючи порогових концентрацій [62, 63, 144, 251, 254]. Прояв їхньої токсичності залежить від тривалості контакту риб із забрудненим середовищем і наявності стрес-факторів. Особливо часто у риб вони проявляються у нерестовий період, коли посилено використовуються запасні енергомістки поживні речовини [137, 251, 253].

Експериментально доведено, що фізико-хімічні чинники водного середовища значною мірою визначають токсикорезистентність організму риб шляхом зміни інтенсивності метаболізму та через підвищення ступеня проникності клітинних мембран або послаблення компенсційно-детоксикаційних механізмів [11, 22, 145, 281, 372, 377]. Більш токсичними є сполуки, які мають різні функціональні групи, здатні взаємодіяти зі специфічними рецепторами клітинних і внутрішньоклітинних мембран, ферментів або імунопротеїнів [359]. Токсичність металів часто залежить від ступеня їх гідратації, розчинності, ступенем окиснення, здатністю до реакцій заміщення, зв'язування з лігандами, хелатування, осадження тощо [359]. Встановлено, що первинними токсичними сполуками міді є її гідроксиди, а карбонати і фосфати таких властивостей не мають [182, 303].

У водному середовищі ступінь активності металічних отрут визначається також явищами синергізму і антагонізму іонів [137, 251]. Встановлено, що одночасне надходження у водойму солей міді і цинку, міді і кадмію, нікелю та цинку є більш небезпечним для риб, ніж забруднення водойм високими концентраціями окремих металів [62, 251]. Антагонізм іонів металів проявляється у зниженні токсичності речовин у суміші порівняно з чистими розчинами. Для важких металів антагонізм спостерігається вкрай рідко і пов'язаний з хелатуванням металів органічними лігандами [326].

Згідно з літературними даними [128, 130, 182] переважна частина металів у природних водах формують комплекси з розчиненими високомолекулярними органічними речовинами (гуміновими кислотами) і мають значно меншу токсичність, що обумовлено їх нижчою здатністю проникати у живі клітини організму [55, 76, 125, 128-130, 171, 311, 346, 348, 352].

Серед абіотичних чинників на токсичність важких металів великий вплив має температура води. Встановлено, що з підвищенням температури води на кожні 10°C, час виживання риб у середовищі з іонами важких металів, скорочується на 50%, а посилення токсичності обумовлено збільшенням ступеня проникності живих тканин, зниженням загального опору організму несприятливим умовам існування тощо [62, 63, 144, 151, 221, 251]. Зокрема, відмічалось скорочення часу виживання райдужної форелі у розчинах сульфату цинку за підвищення температури води, причому мінімальна концентрація токсичної речовини, яка мала ушкоджуючу дію на організм риб не змінювалася [336, 380]. Є й інші відомості, згідно яких за температури води в 5°C виживання атлантичного лосося у розчинах цинку було у 4 рази тривалішим, ніж за 15°C. Зниження температури води на 10°C призводило до зменшення у 3 рази токсичності ртуті, у той же час підвищення на 10°C (від 18 до 28°C) збільшувало токсичність ртуті у два рази [358, 361, 377]. За іншими даними підвищення температури води не збільшувало, а навпаки, знижувало токсичність іонів цинку [362]. У зв'язку з цим, слід звернути увагу на те, що під впливом температури в організмі риб не тільки прискорюється обмін речовин, але і зростає дисиміляція токсикантів та пришвидшується їхнє виведення з організму [11], що знижує токсичний ефект.

Є відомості щодо залежності концентрації металів в природних водах від сезонів року: вона вище влітку, і нижче взимку, що також пояснюється більшою розчинністю неорганічних сполук металів за високих температур і їх осадженням на дно водойми за низьких [49]. На думку деяких дослідників [38, 281] чутливість організму риб до дії токсикантів зростає як з підвищенням, так і зі зниженням температури за межі оптимальних фізіологічних норм для певного виду риб.

Істотний вплив на концентрацію іонів важких металів в екосистемах водойм рибогосподарського призначення має також водневий показник. Коливання рН води можуть досягати максимальних значень улітку в денні години (рН = 9), при цвітінні водойм рН = 10,5, на мілководдях, в заростях вищої водяної рослинності рН = 11 [144]. Лужність середовища викликає суттєві зрушення у протіканні окисно-відновних процесів, порушує буферність крові, дихання, харчування, знижує виживання.

Дослідженнями, проведеними на молоді стальноголового лосося, встановлено, що токсичність іонів міді, цинку і кадмію збільшувалася зі зниженням рН від 7,0 до 4,7 [304]. У лабораторних умовах взаємодія неорганічних забруднюючих речовин, особливо алюмінію, і низьких значень рН викликала підвищену смертність молоді смугастого окуня [372]. Саме цим пояснюють скорочення чисельності смугастого окуня уздовж східного узбережжя США.

Зміна активної реакції води у сторону підкислення викликає зростання міграційної активності рухомих форм важких металів, особливо у донних мулах. Експериментально доведено, що при підкисленні реєструється більш високий вміст ртуті у воді і в рибі [307], у період дощів у річках концентрація алюмінію, заліза, марганцю і міді у воді збільшується від витоку до гирла [332]. При закисленні води концентрація іонів цинку може зростати в 20–50 разів, нікелю – у 3–16 разів, заліза – у 9–14 разів, марганцю і міді – у 3–5 разів, свинцю, кобальту і кадмію – у 1,5 рази [4, 128, 129], а зміщення рівноваги у системі «грунти – вода» під впливом ацидофікації може призвести до істотного забруднення водного середовища важкими металами [14, 299, 353].

Резистентність риб до іонів важких металів у значній мірі визначається концентрацією у воді кисню – за її зниження токсичність важких металів для риб зростає [336, 362], а за 30%-го насичення води киснем, порівняно зі 100%-ним, резистентність риб до металевих отрут знижується у 7 разів [151]. Автори вважають, що це пов'язано з підвищенням вмісту гемоглобіну в крові риб і збільшенням швидкості її циркуляції через залозистий апарат зябер в умовах кисневого дефіциту. Зниження токсичності важких металів пов'язують з

мінералізацією вод за рахунок зменшення клітинної проникності й роботи регуляційних механізмів іонних каналів клітинних мембран [62].

Багато дослідників [320, 296, 298, 356] відмічають зворотний взаємозв'язок між жорсткістю води і ступенем токсичності іонів важких металів. Однією з основних причин називають утворення нерозчинних осадів, що зумовлює зміну активної концентрації токсичного агента [128, 129]. Експериментально доведено, що у жорсткій воді деякі метали (кадмій, свинець) менш токсичні, ніж у м'якій і пояснюється цей ефект фізіологічними механізмами [315, 320, 356].

Тим часом, збільшення жорсткості води, а отже і концентрацій у ній магнію та кальцію, по ідеї, повинно було б супроводжуватися посиленням токсичності середовища за рахунок зростання кількості вільних іонів важких металів внаслідок їх витіснення з комплексоутворюючих центрів лужноземельними металами за істотного надлишку останніх у порівнянні з концентраціями важких металів [341]. Це припущення підтверджено дослідженнями, в яких виявлено, що гумінові кислоти практично не знижують токсичності міді у воді жорсткістю 5,1 мг-екв/дм<sup>3</sup> і більше, тобто іони кальцію витісняють мідь із координаційних центрів її комплексних сполук із гуміновими кислотами, сприяючи, тим самим, збереженню її високої токсичності [341]. Дослідженнями, проведеними на райдужній форелі, також встановлено, що зі збільшенням жорсткості води токсичність іонів цинку зростає. При цьому характер залежності часу виживання риб від концентрації цинку різний для м'якої (12 мг CaCO<sub>3</sub> на 1 л) і для жорсткої (320 мг CaCO<sub>3</sub> на 1) води [336, 379].

Експериментально доведено також, що різні компоненти жорсткості мають неоднаковий вплив на токсичність важких металів. У дослідах на палії встановлено, що у присутності іонів кальцію, магнію і вуглекислоти токсичність металів знижується, а іони SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> і Na<sup>+</sup> такої закономірності не викликали [23].

Таким чином, зазначені вище особливості прояву токсичності однієї з найбільш поширених груп токсикантів в умовах динамічних змін режимів водних об'єктів, особливо в умовах глобального потепління, дозволяють реально

оцінювати токсикологічну ситуацію на водоймах і прогнозувати наслідки забруднення на іхтіофауну водойм.

## **1.2. Вплив змін температури на біоту та водні екосистеми**

Екологічна проблема – це проблема взаємин суспільства і природи та збереження навколишнього середовища. Протягом тисячоліть людство постійно нарощувало свої технічні можливості й посилювало втручання в природу, забуваючи про необхідність підтримки в ній біологічної рівноваги. Наразі світ стає теплішим, і людство значною мірою відповідальне за це, говорять експерти. Проте багато чинників, що впливають на зміну клімату, ще не вивчені, або зовсім не вивчені [229, 233]. Коливання кліматичних умов вже понад століття відбуваються на тлі односпрямованої тенденції, що найбільш яскраво проявляється в підвищенні середньої по земній кулі температури в приземних шарах атмосфери і на поверхні океану [10]. Внаслідок цього, організми вимушені пристосовуватися до нових умов життя. Навколишнє середовище морських організмів схильне до змін, проте великий стрибок температури може призвести до погіршення стану багатьох видів організмів і незворотних змін. Крім того, температура виступає важливим тригером в життєвих циклах багатьох морських рослин і організмів, і часто процеси початку живлення, росту і розмноження узгоджуються в часі [9].

Океан і атмосфера – це взаємопов'язані системи і зміна клімату зачіпає їх обидві. Суттєві зміни відбуваються також і з солоністю океану, що позначається на щільності води й океанічній циркуляції [162]. Відмінності в солоності і температурі між різними масивами морської води ведуть до посиленої стратифікації, при якій формуються горизонтальні шари морської води, а перемішування носить обмежений характер. Океанологи і мариністи наразі спостерігають великомасштабну міграцію риб і морських організмів у північному напрямку. Причина – зміна температури води, від чого субтропічні види все частіше зустрічаються в європейських водах. Багато видів риб переміщуються на

величезні відстані у Світовому океані, нерідко опиняючись на межі виснаження [30].

У деяких гідробіонтів температура води визначає стать. Дослідження показали, що при аномально високій температурі 14 із 20 видів риб були схильні до зміни статі. Прогнозують, що до кінця століття у певних видів риб співвідношення самців і самок може змінитися від звичайних 50% до 75-98%, що призведе до їх зникнення.

Через потепління океану знижується вміст розчиненого кисню в океанічних водах тропічних широт. У прибережних водах знижений вміст кисню в більшій мірі пов'язаний з проникненням з суші поживних речовин і наслідками викликаної цим евтрофікації. Такий вплив зниження вмісту кисню посилюється через більш інтенсивну стратифікацію і менш активну циркуляцію в результаті потепління поверхні моря. І навіть незначне зниження кількості кисню в морській воді впливає на біоенергетичні процеси організмів й викликає зниження їх росту, плодючості, а отже скорочує промислові запаси [30]. У тих районах, де течії з відкритого океану наштовхуються на вузькі континентальні шельфи, перенасичена поживними речовинами і бідна киснем вода може потрапляти в прибережні води, створюючи гіпоксичні зони (зони з низьким вмістом розчиненого кисню) або навіть «мертві» зони (безкисневі зони) [246].

Існує досить багато непрямих кліматичних ефектів, що впливають на гідробіонтів, зокрема зміна хімічного складу океану (концентрації кисню, вуглекислого газу тощо). Новітні дослідження показують, що важливим фактором впливу потепління на морські організми може стати зниження вмісту розчиненого у воді кисню. Небезпечний дефіцит кисню, що призводить до масової загибелі гідробіонтів, можливий тільки на обмежених ділянках з особливими гідрохімічними умовами, наприклад, біля дна в естуарних зонах. На думку Д. Лассаль до змін клімату особливо будуть чутливі діадромні риби [316]. За її розрахунками ареал існування двох третин мігруючих риб зменшиться. Зміни клімату вплинуть на світовий розподіл комерційно важливих видів риб – тріски, оселедця, морського окуня, акул та креветок, а деякі промислові види (скелястий



лангуст) можуть зникнути взагалі. Великомасштабний перерозподіл риб відбудеться у напрямку північного полюсу (на 40 км в десятиліття), а кількість південних видів риб збільшиться. У певних випадках негативні тенденції в морському промислі, пов'язані з глобальним потеплінням, можуть бути подолані методами марикультури або аквамеліорації [316].

Суттєве значення у водоймах має розвиток гідробіологічних угруповань, а їх поширення обумовлене комплексом факторів [244]. За впливу теплового забруднення реєструють зниження видового різноманіття порівняно з природними екосистемами, для яких характерні сезонні зміни температурного режиму. Природні сезонні коливання температури дають змогу більшому числу видів домінувати в окремі сезони року, а відповідно і конкурувати за простір і кормові ресурси на певній ділянці водної акваторії. Коли ж «зрізаються» сезонні температурні коливання води, до таких умов пристосовується тільки обмежена кількість теплолюбних видів гідробіонтів, що визначає спрощення біотичного різноманіття «перегрітих» водних екосистем. В основні положення теорії біологічної продуктивності водойм лежить саме розвиток гідробіологічних угруповань, який формує біотичний потенціал водойми й охоплює первинний синтез органічної речовини організмами продуцентами й наступне його перетворення в ряді послідовних трофічних ланок, у яких первинна продукція використовується організмами-консументами (споживачами) [267]. Природні корми складають основу живлення риб та формують обмін речовин, служать джерелом надходження в організм незамінних амінокислот, ферментів, вітамінів, ненасичених жирних кислот та інших компонентів, необхідних для повноцінної життєдіяльності. На перших етапах розвитку личинки більшості видів риб використовують дрібні кормові організми, молодь і старші вікові групи риб – більші розмірні групи кормових безхребетних [199].

Дослідження змін клімату у бік потепління впливає на живі організми водойм й призводить до змін у структурі біоти. У першу чергу, зміни торкнуться прокаріотів та еукаріотів, які керують біогеохімічними циклами водойм і наразі піддаються антропогенному впливу [303]. Вони пов'язані з рухливими факторами

середовища і включають активну реакцію води, вміст кисню та вуглекислого газу, температуру, окислювально-відновний потенціал, сонячну радіацію, доступність поживних речовин тощо. Так, синьо-зелені водорості та бактерії-денітрифікатори в умовах подальшого теплового навантаження, стануть чистими домінантами на відміну від кальцифікаторів та нітрифікаторів, яких чекає доля аутсайдерів. Такі структурні перебудови ймовірно вплинуть на масштабні зміни циклів вуглецю та поживних речовин у водоймах [326]. Перераховані вище фактори середовища будуть впливати на склад та біомасу фітопланктону, потенційно сприяючи синьо-зеленим водоростям. При цьому, просторові зміни клімату будуть взаємодіяти з фізіологічними варіаціями синьо-зелених водоростей, утворювати відмінності в домінуючих таксонах й зростатимуть в різних регіонах у майбутньому [128].

Вчені вважають, що структурні характеристики планктону та бентосу можуть виступати показниками характеру дії кліматичних чинників.

Таким чином, фізіологічний статус в умовах дії антропогенних чинників (переважно поллютантів) та змін клімату, процеси природного відтворення та росту риби, нестача якісного природного корму для риби з різним типом живлення в умовах динамічних змін режимів водних об'єктів, носить нестабільний й багатовекторний характер. Це проявляється через:

- зниження репродуктивної функції, плодючості й якості статевих продуктів, резорбції ікри, зменшення урожайності молоді і веде до зменшення чисельності окремих видів риби, зміну структури популяцій, зниження рибопродуктивності, нерідко до масової загибелі риби;

- зміщення термінів сезонних явищ, тепловий стрес, негативний вплив на репродуктивну функцію, зміну співвідношення статей, розмірів риби, шляхів міграцій, перебудова видового складу, структури і характеру функціонування екосистем.

- теплове навантаження нерідко посилює токсичність сполук важких металів, а наслідки різкого перепаду температур, що зустрічається у природних водоймах, або обумовленого скиданням підігрітих вод теплових електростанцій у

водоймах з підвищеною концентрацією важких металів призводять до масової загибелі промислово- цінних видів риб й інших гідробіонтів.

Наслідком таких змін стануть невідворотними порушення раніше відкриті закономірності і руйнування системи раціонального управління промислом. Встановлення причин цих явищ лежать у площині вивчення структури основних промислових популяцій риб, процесів перебігу обміну речовин, які знаходяться у тісному зв'язку з процесами адаптації риб до змінених екологічних умов, з динамікою росту, показником якого є рівень пластичного та генеративного обміну, а відповідно з характеристиками продуктивних властивостей плідників, якістю статевих продуктів, виживаністю нащадків тощо.

### **1.3. Ретроспективна характеристика популяцій ляща, плітки, судака та сріблястого карася Кременчуцького та Каховського водосховищ**

На Кременчуцькому водосховищі в контрольних уловах 2006–2011 рр. було відмічено представники 30 видів риб, які відносилися до 9 родин, в тому числі: до коропових – 18, бичкових – 4, окуневих – 2, іглицевих, в'юнових, оселедцевих, сомових, колючкових, щукових – по одному [20].

Віковий ряд ляща у 2011 р., за даними уловів контрольного порядку сіток, складався з 20 вікових груп, граничний вік становив 20 років. Основу популяції в уловах формували чотири-дев'ятирічники (60,0 %) довжиною 27-40 см. Варіаційний ряд ляща набув вигляду кривої з широкою вершиною і плавним підйомом, розширення модальних груп відбувалося за рахунок лівого крила варіаційного ряду. Тому, частка семи-восьмирічників залишалася стабільно високою (25,6 % проти 20,0 % в 2010 р.), тобто 2004-2005 рр. народження генерації, які визначали структуру модальних груп у минулі роки, зберегли свою чисельність і у поточному році. Збільшення середньовиваженого віку було очікуване компенсоване збільшенням частки поповнення - до 43,2 % проти 30,6 % у 2010 р., що зумовило зниження даного показника до рівня 2008-2009 рр. Таким чином, у 2011 р. відмічені ознаки посилення інтенсивності елімінації старших вікових груп ляща, проте ситуація з поповненням може бути оцінена, як

задовільна. Певні корективи в цей висновок міг внести скорочений термін проведення досліджень у 2011 р., проте показники абсолютного вилову на зусилля контрольного порядку свідчили про збільшення кількості вікових молодших груп.

Розподіл улову за кроком вічка контрольного порядку також свідчив про певне омолодження стада ляща. У 2010 р. на частку дрібновічкових сіток 15,2 % загального улову (за чисельністю), а в 2011 р. цей показник зріс до 24,9 % ( тобто абсолютний вилов зазначених ставних сіток в нижній частині водосховища збільшився в 4 рази).

Порівняльний аналіз кривих населення ляща Кременчуцького водосховища показує, що в періоди 1986-1990 рр. та відбулось помітне зменшення кута нахилу правого крила до осі абсцис, що, в свою чергу, було пов'язане зі зменшенням загальної смертності з 0,41 до 0,32. З одного боку це може бути пов'язане з зростанням термінальних вікових класів віку зумовлене як подовженим віковим рядом [258], за стабільно високою часткою модальних вікових груп та відсутністю точки перегину варіаційного ряду.

Паралельно з цим за результатами досліджень 1986-2010 рр. відмічені суттєві зміни у лівому крилі варіаційного ряду. Так, встановлено, що термінальним віковим класом у 1986-1990 рр. були особини у віці дев'ять років, то у 2006-2010 рр. – особини шести років. Головним чином це пов'язували зі зростанням темпів лінійного росту, який відмічено для ляща, починаючи з 1985 р. – статистично достовірна різниця відмічена для всіх вікових класів [258]. Разом з тим, слід також враховувати, що певний вплив на термінальні розмірно-вікові класи спричинював масовий перехід на більш уловисті сітки, виготовлені з мононитки.

Популяція плітки в контрольних уловах Кременчуцького водосховища 2011 р. була представлена 16 віковими групами, граничний вік - 17 років (максимальна довжина в уловах – 40 см). Основу популяції плітки в уловах 2011 р. (67,2 %) склали трьох-п'ятирічники 15-24 см довжиною. Разом з тим, в 2011 р. зазначено зростання частки молодших вікових груп – до 28,0 %; частка старших вікових

груп (в основному за рахунок одинадцятирічників) також зросла – до 12,5 %, тобто варіаційний ряд плітки в уловах 2011 р. зберігає вигляд кривої з вершиною гострою та достатньо плавним спадом. Збільшення частки дво- трирічників зумовило зниження середньовиваженого віку до 4,7 проти 5,6 років у 2010 р. [130], що, враховуючи значне зростання вилову на зусилля контрольного порядку, свідчить про збільшення поповнення чисельним генераціями. Нормальне наповнення правого крила варіаційного ряду за останні роки зумовило стабілізацію структурних показників популяції плітки в контрольних уловах на прийнятному рівні.

Омолодження популяції плітки зумовило перерозподіл уловів за кроком вічка контрольних сіток. Як за чисельністю (85,9 % від загальної), так і масою (65,2 %) основний улов на сітки припадав з кроком вічка 30-36 мм (на частку сіток з  $a=30$  мм припало 56,3 % загальної кількості виловленої плітки). Питомий вилов сіток  $a=40-50$  мм, які є найбільш раціональними для промислу даного виду у Кременчуцькому водосховищі в порівнянні з минулими роком знизився з 62,0 % до 25,4 % (в абсолютному вираженні - 1,5 рази), тобто вплив недостатнього поповнення, яке відмічалось у 2010 р. [130], відмічалось і у 2011 р. Високі улови сіток з  $a=36-40$  мм (в 2011 р. на їх частку припадало відповідно 34,3 та 36,8 % загальної чисельності і маси улову), свідчать що на 2012 р. був сформований запас достатній для ефективного промислу середніх та старших вікових груп плітки. Вилов плітки крупновічковими сітками залишався стабільно низьким, тобто основне вилучення цього виду слід здійснювати по досягненні 6-7 річного віку, на який припадає пік кульмінації іхтіомаси.

В уловах 2011 р. структурні показники популяції судака Кременчуцького водосховища характеризувалися наступними показниками. Граничний вік залишався на досить високому рівні (12 років), проте не відмічені одинадцятирічники в уловах. Частка цієї генерації у 2010 р. становила 0,8 %, що для старших вікових груп є досить високим показником. Таким чином, якщо не враховувати можливий вплив скороченого терміну робіт, це може свідчити про високий ступінь елімінації старших вікових груп даного виду. На це також вказує

і значне зменшення частки старших вікових груп у 2011 р. – до 4,1 % проти 7,9 % у 2010 р. Але, на відміну від минулих років, у 2011 р. в уловах відмічені річники судака, тобто кількість вікових груп залишалась незмінною. В уловах 2011 р. основу популяції судака (71,0 %) склали три-п'ятирічки довжиною 34-53 см, тобто модальний ряд продовжував розширюватися. В основному це відбувалося за рахунок потужної генерації 2006 р. народження, вплив якої на вікову структуру популяції судака простежувався протягом останніх 5 років. При цьому варіаційний ряд судака набував вигляду кривої з широкою вершиною та різким спадом, який припадає на 5-6 річників, при цьому частка вікової групи наступної зменшується у 3,6 разів (у 2010 р. цей показник дорівнював 1,9). Частка поповнення залишалась на минулорічному рівні 35,4 % проти 36,4 %, що, поряд зі скороченням частки старших вікових груп, є чинником зниження середньовиваженого віку популяції. Але збільшення частки п'ятирічників знівелювало цей вплив, тому середньовиважений вік в уловах 2010 р. залишився практично незмінним – 4,3 років. Таким чином, висновок про досить інтенсивну елімінацію середніх вікових груп, внаслідок чого вікову структуру визначає, насамперед, поповнення [68], у 2011 р. підтвердження не знаходить.

У міжрічному аспекті динаміка структурних показників судака характеризувалася позитивними тенденціями – миттєва загальна смертність зменшилась з 0,63 до 0,53, в основному за рахунок збільшення частки старших вікових груп.

В Кременчуцькому водосховищі для судака було відмічено різке зниження коефіцієнту загальної смертності в період 2001-2010 рр. – з 0,90 до 0,53 [20]. Попередніми дослідниками це пов'язувалось головним чином з впливом організаційних чинників, зокрема якості промислової статистики. Але слід звернути увагу, що і в контрольних відловах відмічалось подовження вікового ряду судака [20], тобто зменшення загальної смертності частково було зумовлено і об'єктивними причинами – покращення наповнення правого крила варіаційного ряду.

Популяція карася сріблястого Кременчуцького водосховища в контрольних уловах 2006-2010 рр. була представлена особинами у віці від 2 до 17 років, довжиною 16-40 см, масою 141-2300 г. Основу уловів (63,9...75,5 %) стабільно складали п'яти- семирічники, проте періодичні зсування моди варіаційного ряду у бік лівого (2006-2007 рр.) або правого (2008-2010 рр.) крила варіаційного ряду зумовлювали коливання середньовиваженого віку в межах 5,4...6,1 років [20].

Улови карася сріблястого у контрольному порядку сіток за 100 с/д збільшувались. Так середній улов за 2005-2007 рр. складав 3170 екз./1940 кг, у 2008 р. цей показник значно нижчий: у р-ні Жовнінськи о-вів 1443 екз./1700 кг, у р-ні Подорожанських – 580 екз./350 кг (високий рівень води у період спостережень). У 2009 р. загальний улов карася сріблястого складав 980 екз./430 кг. У 2010 р. цей показник найвищий за останні 3 роки і складає 1260 екз./800 кг, але нижчий показників 2005-2007 рр. у 2-3 рази, хоча частка в улові складає 15% – майже аналогічна найвищому показнику 2005 р. – 16 % [20].

Дослідженнями 2000-2010 рр. показано, що іхтіофауна Каховського водосховища нараховувала 42 види риб, які належать до 15 родин, в тому числі 20 видів, які є об'єктами промислового та любительського вилову [20].

Згідно даних контрольних уловів 2006-2010 рр., вікова структура популяції ляща Каховського водосховища, характеризується певною стабільністю: вона складалась з 17-18 вікових груп: від двох (трьох) до дев'ятнадцятирічного віку. Основу популяції (за виключенням 2006 р.), формували особини п'яти-дев'ятирічного віку довжиною 30-41 см, ядро популяції у порівнянні з періодом 2000-2005 рр. дещо розширилось. Відмічалось до 2009 р. збільшення частки старших вікових груп – до 18,4 % (у 2006 р. – 14 %, у 2007 р. – 15,5 %), що і зумовлювало зростання середньовиваженого віку. В уловах 2009 р. мода варіаційного ряду ляща помітно зсунулась ліворуч, при цьому частка молодших вікових груп в уловах збільшилась з 10,7 % у 2008 р. 36,1 % у 2009 р. Частка старших вікових груп (10 років і більше) залишилась практично незмінною – 22,1 % (у 2008 р. – 18,6 %), зміни вікової структури торкнулись, насамперед, поповнення та середніх вікових груп. Це закономірно призвело до зниження

середньовиваженого віку популяції - до 7,6 років. Враховуючи показники абсолютного улову контрольним порядком, ми зробили висновок, що омолодження стада ляща пов'язане, насамперед, з чисельними поповненням і, меншою мірою, елімінацією середніх вікових груп. Тенденція до зниження середньовиваженого віку простежувалась і у 2010 р., але вона насамперед була пов'язана з елімінацією старших вікових груп.

У 2007-2008 рр. структура варіаційного ряду ляща набула вигляд практично симетричної кривої з різким підйомом та досить пласкою вершиною, динаміку поповнення та елімінації можна вважати збалансованою. Слід зазначити, що поповнення суттєво впливає на величину запасу лише за умови помірної його експлуатації у шести-семирічному віці. Тому, якщо генерація збереже чисельність свою після проходження цих вікових груп, то вона формує потужний залишок, іхтіомаса якого (за однаковою чисельністю поповнення) збільшиться в 1,7-1,9 разів. Система "поповнення-залишок" для популяції ляща Каховського водосховища протягом 2007-2008 рр. може бути охарактеризована, як стабільна.

За кроком вічка контрольних сіток розподіл улову ляща у 2006-2008 рр. характеризувався максимумом, який припадав на сітки з  $a=70-80$  мм (48 % за чисельністю та 60,0 % за масою). Внаслідок поступового накопичення в стаді старших вікових груп збільшився відносний улов сіток з  $a=100-120$  мм: якщо у 2006 р. він становив 5,7 % від загального (за масою), то у 2007 р. – 18,7 %, у 2008 р. – 17,2 %. Насамперед це було зумовлено, формуванням залишку від чисельних поколінь (1998-1999 рр. народження), які перейшли до категорії старших вікових груп. Загальний вилов найбільш раціональних для даного виду сіток з  $a=80-90$  мм у 2009 р. склав 1225 екз. (1641 кг), або 20,8 % від загального за чисельністю та 25,7 % за іхтіомасою, то у 2010 р. вилов зазначених сіток підвищився до 2944 екз. (3544 кг), або 29,6 та 35,7 % відповідно. Улов сіток з кроком вічка 100 і більше у порівнянні з періодом 2007-2008 рр. суттєво зменшився і у 2010 р. склав 7,6 % за чисельністю та 13,5 % за масою.

Насамперед, збільшення частки поповнення позначилось, на величині відносного вилову сіток з  $a=60, 70$  мм (39,0 % за чисельністю), у порівнянні з



минулим роком середня маса ляща в даних сітках зменшилась з 1,05 до 0,82 кг. Отже, надмірне промислове навантаження на поповнення, яке вступає до промислового стада (зокрема за рахунок широкого використання сіток з  $a=70-75$  мм), може призвести до нераціонального облову сформованого запасу за два-три роки до настання кульмінації іхтіомаси. Також, зазначена вікова група представлена особинами з кратністю нересту не більше 1, її роль у відтворенні ще не досягла оптимальних значень.

Аналіз результатів контрольних відловів, проведених на Каховському водосховищі протягом 2006-2010 рр. свідчить, що стан популяції плітки однозначно може бути оцінений, як наближений до критичного. Насамперед це стосується різкого скорочення розмірного ряду – з випадінням до 5 термінальних вікових класів та збільшенням показника загальної смертності до 0,96 [15, 20].

Основу популяції плітки Каховського водосховища (90,7-96,4 %) склали особини у віці трьох-п'яти років довжиною 16-20 см, частка особин у віці 9 років і старших залишалася дуже низькою (0,2-2,4 %). Частка поповнення у 2008 р. також зменшувалася – до 8,9 % (проти 21,1 % у 2007 р.), тобто відносно чисельна генерація 2004 р. народження увійшла до промислового ядра популяції. Частка модальних вікових груп зменшилась, тому, враховуючи динаміку улову на зусилля контрольних сіток, поповнення стада плітки слід вважати недостатнім для підтримання високої чисельності даного виду. Варіаційний ряд плітки зберігає вигляд кривої з вершиною гострою та різким спадом, дисбаланс вікової структури, який проявляється зміщенні моди в бік лівого крила варіаційного ряду, набув вже сталого характеру.

Кількість плітки, в перерахунку на 100 сіткодів в уловах протягом 2006-2010 рр. стабільно зменшувалась: з 4037 екз. (572,0 кг) у 2006 р. до 453,2 екз. (66,0 кг) у 2009 р.. Проте, як зазначалось вище, на цей показник впливають більш ранні терміни нересту у порівнянні з минулими роками. У 2008 р., як і в 2007 р., не фіксувалася плітка в сітках з вічком більше 50 мм, тобто залишок середніх та старших вікових груп є дуже малочисельним. Основний улов плітки (81,0 % за чисельністю та 76,8 % за масою) був відмічений для сіток з  $a=30$  мм.

При узагальненні результатів аналізу динаміки структурних показників популяції плітки протягом 2000-2010 р., ми можемо зробити висновок про наявність сильного негативного зовнішнього чинника, зокрема, промислового вилову. При цьому рівень експлуатації промислового запасу цього виду в Каховському водосховищі може вважатися надмірним (тобто поповнення не може компенсувати елімінацію особин), що зумовить значне скорочення біомаси цього виду і закономірно позначилось на величині промислових уловів [179].

Структурні показники популяції судака Каховського водосховища, в уловах контрольних сіток 2006-2010 рр., характеризувались значною нестабільністю – в уловах фіксувалось від 7 до 10 вікових груп, граничний вік коливався від 7 до 11 років. Достатньо широкий модальний ряд, який формувался 5 віковими групами, відмічений у 2006 р., надалі спостерігалось скорочення їх кількості. Так, у 2008 р. основу популяції складали дво-чотирирічки довжиною 34-41 см, частка особин старших вікових груп становила 5,1 % (у 2007 р. – 9,2 %). Отже, у порівнянні з 2006-2007 рр. мода варіаційного ряду судака помітно зсунулась ліворуч, відповідно, призвело до значного омоложення його стада. Середній вік судака в уловах становив 3,9-4,9 років в період 2003-2007 рр., то у 2008 р. він зменшився до 3,3 років. Тому на частку непромислового контингенту припадало 53,9 % загальної кількості судака в уловах. В основному це відбулось за рахунок збільшення частки дворічок – залишків від врожайного покоління 2006 р. народження. У 2008 р. значно зменшилась частка найбільш продуктивних вікових груп – чотири-шестирічок, проте їх абсолютний улов на зусилля контрольних сіток порівняно з 2007 р. зріс з 11,9 екз. (12,3 кг) до 80,5 екз. (118,8 кг). Отже, омоложення стада судака, яке спостерігалось у 2008 р., було пов'язане, насамперед, з чисельним поповненням, при цьому абсолютна чисельність старших вікових груп залишалась на рівні минулих років.

В 2009 р. в уловах основу популяції складали три-чотирирічники, що і зумовило певне зсування моди варіаційного ряду праворуч. Основу популяції (65,7 %) в 2010 р. складали три- п'ятирічники довжиною 36-49 см. Особини старших вікових груп в уловах 2010 р. не фіксувались, що свідчить про достатньо

інтенсивну їх елімінацію. Частка непромислового контингенту залишалась на рівні минулого року – 39,6 % проти 38,6 %, тобто деяке розширення модальних класів відбувалося переважно за рахунок правого крила варіаційного ряду. Що зумовило відносно невелике зниження середньовиваженого віку - до 4,0 років проти 4,3 років у 2009 р. Враховуючи суттєве зниження улову судака Каховського водосховища на зусилля контрольних сіток, можна констатувати наявність тенденцій негативних в динаміці його вікової структури - елімінація особин середніх та старших вікових груп на тлі слабкого поповнення новими генераціями. Отже, підтверджується отриманий для минулих років висновок, що чисельне покоління може підтримувати високі кількісні показники уловів протягом всього 1-2 суміжних років [20].

Основний улов судака Каховського водосховища контрольним порядком у 2010 р. як за чисельністю (54,9 % від загальної), так і масою (64,1 %), забезпечувався за рахунок сіток з  $a=50-70$  мм, при цьому абсолютний улов на зусилля контрольних сіток для найбільш продуктивних вікових груп склав 45,0 екз. (65,7 кг), тоді як у 2008-2009 рр. ці показники становили 81-97 екз. та 119-120 кг. Відносний вилов судака ставними сітками з  $a=30-36$  мм залишився на рівні минулих років – 14,1 % за чисельністю та 5,4 % за масою, проте суттєво зменшився як абсолютний, так відносний улов крупновічкових сіток - з 113 екз. (45,2 % від загального улову судака контрольним порядком) та 147 кг (57,3 %) у 2009 р. до 40 екз. (33,9 %) та 54 кг (39,1 %) у 2010 р.

В уловах контрольних сіток у 2006-2010 рр. популяція карася Каховського водосховища була сформована 11-14 віковими групами, граничний вік коливався від 13 до 16 років. Ядро популяції карася у 2006-2007 рр. формувалось за рахунок чотирьох-семирічників довжиною 18-25 см; у 2008-2010 рр. - п'яти-восьмирічників довжиною 21-28 см. Частка поповнення карася у 2008 р. суттєво зменшилась – до 8,5 % (проти 18,1 % у 2007 р.), проте частка старших вікових груп значно зросла – до 15,7 % проти 6,4 % у 2007 р. Тенденція до збільшення середнього віку популяції карася (у 2005 р. він складав 4,5 років) спостерігалася протягом 2005-2008 рр., надалі він стабілізувався на рівні 6,0-6,1 років. Поряд зі

збільшенням кількості модальних вікових груп (у бік правого крила варіаційного ряду), у 2010 р. дещо зросла і частка поповнення – до 18,4 % проти 12,2 % у 2009 р. Частка старших вікових груп залишається стабільно високою – 18,8 % проти 13,9 % у 2009 р. Таким чином, найбільш характерними змінами розмірно-вікової структури популяції сріблястого карася в контрольних уловах 2010 р. було розширення модального ряду при скороченні кількості вікових груп, в результаті чого варіаційний ряд набув вигляду кривої з дуже широкою вершиною та плавним спадом, а середньовиважений вік зменшився до 6,0 років. Враховуючи динаміку вилову на зусилля контрольного порядку сіток, яка стабілізувалась на достатньо високому рівні, основними чинниками, які впливають на вікову структуру карася останніми роками є чисельне поповнення на тлі помірної елімінації старших вікових груп.

Відповідно змінювався і розподіл уловів карася сріблястого за кроком вічка контрольних сіток. Якщо у 2005-2006 рр. основний улов як за кількістю (78-80 %), так і за масою (70-74 %) зафіксовано в сітках з кроком вічка 36-50 мм, то в 2007-2008 рр. – на сітки з  $a=50, 60$  мм (69-74 % за кількістю та 80-81 % за масою). Якщо на частку сіток з  $a=70-80$  мм припадало 2,2 % за кількістю у 2005 р. та 4,2 % за масою, у 2007 р. – відповідно 1,7 та 2,9 %, то у 2008 р. – 4,0 та 6,5 %. Зсування моди варіаційного ряду сріблястого карася праворуч зумовило поступове зростання його середньої маси в уловах: у 2005 р. з 0,31 кг то в 2008 р. до 0,42 кг.

Загальні показники вилову сріблястого карася Каховського влосховища на зусилля контрольних сіток характеризувались значною нестабільністю, проте у 2008-2009 рр. розподіл улову карася за кроком вічка контрольного порядку сіток не виявляв помітних змін в міжрічному аспекті. Основний улов у 2009 р. припадав на сітки з  $a=50-60$  мм: 67,2 % за кількістю та 79,5 % за масою (у 2007-2008 рр. ці показники становили відповідно 69-74 % та 80-81 %). Тому, якщо у 2008-2009 рр. дрібновічкові сітки ( $a=30-36$  мм) забезпечували 12-15 % загального улову карася (за чисельністю), то у 2010 р. – 33 %. Частка крупновічкових сіток ( $a=70$  мм і вище) в загальному вилові карася контрольним порядком сіток у 2010

р. складала 12,8 % за чисельністю та 22,7 % за масою, тоді як у 2009 р. ці показники становили відповідно 4,3 та 6,6 %.

Частка найбільш уловистих для сріблястого карася Каховського водосховища сіток з  $a=50-60$  мм у 2010 р. зменшилась до 53,5 % за чисельністю та 60,6 за масою, проти відповідно 67,2 % та 79,5 % у 2009 р. Враховуючи величину уловів на 100 сіткодів, можна зробити висновок про добре поповнення промислового стада та підвищення інтенсивності промислової експлуатації старших вікових груп.

### **Висновки до розділу 1**

Аналіз літературних джерел свідчить про те, що процеси природного відтворення та росту риби, їх фізіологічний статус в умовах дії антропогенних чинників (переважно поллютантів), глобального потепління, нестача якісного природного корму для риби з різним типом живлення в умовах динамічних змін режимів водних об'єктів, носить нестабільний й багатовекторний характер. Це проявляється через:

- зниження репродуктивної функції, плодючості й якості статевих продуктів, резорбції ікри, зменшення урожайності молоді і веде до зменшення чисельності окремих видів риби, зміну структури популяцій, зниження рибопродуктивності, нерідко до масової загибелі риби;

- зміщення термінів сезонних явищ, тепловий стрес, негативний вплив на репродуктивну функцію, зміну співвідношення статей, габаритів риби, шляхів міграцій, перебудова видового складу, структури і характеру функціонування екосистем.

- теплове навантаження нерідко посилює токсичність сполук важких металів, а наслідки різкого перепаду температур, що зустрічається у природних водоймах, або обумовленого скиданням підігрітих вод теплових електростанцій у водоймах з підвищеною концентрацією важких металів призводять до масової загибелі промислово цінних видів риби й інших гідробіонтів.

Наслідком таких змін стануть невідворотними порушення раніше відкриті закономірності і руйнування системи раціонального управління промислом. Встановлення причин цих явищ лежать у площині вивчення структури основних промислових популяцій риб, процесів перебігу обміну речовин, які знаходяться у тісному зв'язку з процесами адаптації риб до змінених екологічних умов, з динамікою росту, показником якого є рівень пластичного та генеративного обміну, а відповідно з характеристиками продуктивних властивостей плідників, якістю статевих продуктів, виживаністю нащадків тощо.

## РОЗДІЛ 2

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

#### Район дослідження

Польові дослідження проводили протягом 2009-2021 років на Кременчуцькому водосховищі: у нижній частині протягом 2009-2015 рр. на базі КСП "ФОП Цвелих Л.М," (смт. Градизьк); середня частина протягом 2014-2021 р. на базі КСП ТОВ «Гарант Безпека» (м. Черкаси); у верхній частині протягом 2017-18 рр. на базі КСП ФОП Осіпов А.М. (с. Сокирно). На Каховському водосховищі дослідження в озерно-річковій частині проводили на базі КСП ТОВ Рибне господарство "Запорожець (м. Енергодар, 2009-2012 рр.), ТОВ «Хвиля» (с. Біленьке 2012-2021 рр). Станції відбору іхтіологічних та гідробіологічних проб наведені на рис. 2.1, 2.2. Показники промислових уловів визначались на підставі статистичних даних спеціально уповноваженого органу, який реалізує державну політику в галузі рибного господарства.

#### Проведення науково-дослідних ловів

Науково-дослідний лов проводили ставними сітками у середній частині Кременчуцького водосховища та Каховського водосховища. Показники промислових уловів та величина промислового зусилля (кількість ставних сіток на промислі) визначались на підставі статистичних даних спеціально уповноваженого органу, який реалізує державну політику в галузі рибного господарства.

Матеріали для дослідження видового складу, відносної чисельності, окремих розмірних та вікових груп популяцій та фізіолого-біохімічних показників фізіологічного статусу риб у річному циклі збирали під час проведення науково-дослідних, промислових ловів осінню, коли температура води була не більше 10<sup>0</sup>С на КСП ТОВ «Гарант-Безпека» та ТОВ «Хвиля»<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Були використані первинні іхтіологічні матеріали співробітників ІРГ НААН (журнали масових промірів та лускові книжки) у весняний період по Каховському водосховищу



Рис. 2.1. Карта-схема Кременчуцького водосховища





Рис. 2.2. Карта-схема Каховського водосховища

На пунктах проводили спостереження за станом погоди (напрямок і сила вітру, опади, хмарність), коливання рівня води, температура води і повітря, стан рослинного субстрату (наявність і склад водної і лугової прибережної рослинності), строки і інтенсивність підходу до місць відтворення плідників різних видів риби і їх біологічний стан. Коливання рівнів води визначається 2 рази на добу (о 8 і 20 год) водомірною рейкою, встановленою в районі пункту спостереження. Температура води вимірюється о 8 та 20 год.

Науково-дослідний лов риби здійснювали за загальноприйнятою в іхтіології методикою [152] за допомогою ставних сіток та ятерів. Проаналізували ставні сітки в Кременчуцькому водосховищі та в Каховському (табл. 2.1). Для усереднення результатів дані, отримані з кожної сітки, перераховували на 100 сіткодів за формулою:

$$y = \frac{\sum x}{\sum av \times 100} \quad (2.1),$$

де  $y$  - кількість екземплярів певного виду і довжини в перерахунку на 100 сіткодів;  $x$  - кількість екземплярів певного виду і довжини в конкретному улові, відповідно  $\sum x$  - загальна сума тих кількостей з усіх сіток певного порядку за весь період проведення контрольних ловів;  $a$  - кількість одночасно поставлених сіток певного порядку;  $v$  - тривалість конкретного лову в добах, відповідно  $\sum av$  - загальна кількість сіткодів для певного порядку сітки; 100 - кількість сіткодів.

З метою визначення абсолютного та відносного співвідношення видів за кількістю екземплярів розраховували кількість екземплярів окремого виду на одну усереднену сітку контрольного порядку за добу:

$$y' = \frac{\sum y}{100 \times 18} \quad (2.2),$$

де  $y'$  - кількість екземплярів певного виду на одну усереднену сітку контрольного порядку за добу;  $\sum y$  - загальна сума особин всіх розмірних категорій одного виду з усіх сіток контрольного порядку в перерахунку на 100 діб

лову кожної сітки; 100 - кількості сіткодів; 18 - кількість класів сіток за кроком вічка.

Проведення гідрохімічного та гідробіологічного аналізу

Гідрохімічні проби відбирали влітку (табл. 2.1) за загальноприйнятими методиками [2, 14]. Вміст розчиненого кисню визначали за допомогою термооксиметра. Місця відбору гідрохімічних проб відповідали місцям відбору гідробіологічних проб за стандартною сіткою станцій (рис. 2.1).

Таблиця 2.1

**Кількість зібраного матеріалу під час досліджень**

Назва зібраного матеріалу	Кількість	
	Кременчуцьке водосховище	Каховське водосховище
Гідрохімічних проб	9	6
Гідробіологічних проб	9	6
Проаналізовано улов ставних сіток, сіткодів	7318	8149
Неповний біологічний аналіз ляща, екз.	21307	13063
Неповний біологічний аналіз плітки, екз.	19405	11664
Неповний біологічний аналіз судака, екз.	2716	591
Неповний біологічний аналіз карася, екз.	5334	210805
Біохімічний аналіз статевозрілого ляща (м'язи, печінка)	15/15	15/15
Біохімічний аналіз статевозрілої плітки (м'язи, печінка)	15/15	15/15
Біохімічний аналіз статевозрілого судака (м'язи, печінка)	15/15	15/15
Біохімічний аналіз статевозрілого карася (м'язи, печінка)	15/15	15/15

Для визначення показників питомого (на одиницю поповнення) вилову ляща Кременчуцького водосховища був використаний метод моделювання за алгоритмом, викладеним в [124] на підставі розмірно-вікового складу уловів сіток з різним кроком вічка ( $a=70, 75, 80, 90, 100$  мм), загальної та природної смертності та ваговор росту.

Визначення таксономічного складу водоростей проводили за визначниками різних авторів [97, 95].

Біомасу фітопланктону визначали розрахунково-об'ємним методом [154, 242, 274]. Для визначення індексу сапробності (S) використовували метод Пантле і Букка в модифікації Сладечека [354, 376] з використанням списків видів-індикаторів, за якими встановлювали індикаторне значення сапробних організмів [181].

Трофічний (з точки зору формування умов нагулу риб-фітопланктофагів) статус Кременчуцького водосховища оцінювався на підставі продукційно-біомасового коефіцієнту для фітопланктону (прийнятий, як 100), кормового коефіцієнту (прийнятий, як 50), допустимої частки продукції, яка може бути спожита вселенцями (прийнята 30 %), середньої глибини фотичного шару (прийнята, як 4,0 м). Для зообентосу розрахунок продукції здійснювався з використання Р/В –коефіцієнту, який дорівнює 6.

Індекс сапробності Пантле-Букка (S) обчислювали за формулою:

$$S = \sum(s \times h) / \sum h \quad (2.3)$$

де:

S – сумарний індекс водного об'єкту;

s – індикаторна значимість виду;

h – абсолютна чисельність виду.

Величина h знаходили за шестибальною шкалою значень частоти на підставі якої визначали відповідну кількість видів.

Зоопланктон відбирали конусною сіткою Джеді (діаметр – 25 см) – у прибережній зоні – методом фільтрування через сітку 100 дм<sup>3</sup> води, а на глибоководних ділянках (більше 3 м) – методом тотальних проб, які обробляли та визначали види за загально визначеними у гідробіології методиками [73, 91, 154]. Індивідуальні маси організмів визначались за таблицями середніх мас [164-167]. Сапробність визначали за допомогою видів індикаторів сапробності [247]. Паралельно проводили збір матеріалу щодо показників які впливають та визначають рівень продукційних процесів у водоймі (термічний режим і

прозорість води). Температуру вимірювали ртутним водяним термометром, а прозорість диском Секкі.

Збір кількісних проб макрозообентосу проводили за допомогою днозачерплювача Петерсена, з площею захоплення 0,025 м<sup>2</sup>. Проби промивали та на місці розбирали за групами, фіксували 40% формаліном, доводячи концентрацію проби до 4%. Біомасу окремих груп організмів визначали шляхом зважування на торсійних терезах. Камеральне опрацювання матеріалу здійснювали за загально визнаними методами [84, 102, 154].

#### Проведення біологічного аналізу

Визначення видового складу риб здійснювали за академічними визначниками [158-161, 228]. Систематичне положення та латинські назви видів, які визначили, здебільшого подані за Ешмайєром [282, 310]. Українські назви та терміни подані згідно І.М. Шермана та Ю.В. Пилипенка [266] та А.Я. Щербухи [282].

Неповний біологічний аналіз (схема 2.1) проводили шляхом визначення стандартної довжини тіла та повної маси тіла без проведення розтину. Після цього частина особин відбиралась для проведення повного біологічного аналізу (схема 2.1), який проводили за типовою схемою [152].

Вік риб визначали за лускою згідно загально прийнятих методик [13, 260]. Луску відбирали від 10 (5 самок і 5 самців) особин з кожного розмірного класу риб даного виду.

Розмірно-вікову структуру популяцій визначали, користуючись методом Морозова-Майорової [260].

Строки і інтенсивність нересту того чи іншого виду риб визначали по кількості виловленої риби з текучими або виметаними статевими продуктами. Поява в уловах перших текучих самок свідчить про початок нересту, їхня максимальна кількість в улові вказує на проходження масового нересту; переважання в уловах вибійних плідників – скорого його закінчення [92, 152, 205, 265].

Стадію зрілості гонад визначали за Г.В. Нікольским [174]. Місце нересту риб, що відкладають ікру на рослинності мілководних ділянок заплави, можна знайти, орієнтуючись на улови текучих самок на тій чи іншій ділянці. Допомогає в пошуках нерестовищ і виявлення великих концентрацій риб [205].

Жирність риб визначали за 5 бальною шкалою, вгодованість тіла визначали за Фультоном та Кларк [154].

Загальна смертність ( $Z$ ) визначалась графічним методом на підставі натуральних логарифмів чисельності вікових класів у перерахунку на зусилля стандартного порядку ставних сіток, як тангенс куту нахилу лінії регресії [154].

Природна смертність ( $M$ ) розраховувалась за коефіцієнтами рівняння Берталанфі [333].

Промислова смертність ( $F$ ) ляща оцінювалась як за результатами віртуально-популяційного аналізу (ВПА) [333], так і загальноприйнятим у вітчизняній іхтіології методом П.В. Тюріна [245].

#### Проведення біохімічного аналізу

Біологічним матеріалом для проведення біохімічних досліджень були відібрані білі скелетні м'язи та печінка статевозрілих особин ляща, плітки, судака та карася (табл. 2.1) виловлені з середньої частини Кременчуцького водосховища та Каховського водосховища (рис. 2.1, 2.2), в яких визначали загальний вміст білків, ліпідів та глікогену. Вміст загальних білків визначали за Лоурі [337], вміст загальних ліпідів встановлювали за допомогою фосфорнованілінового реактиву стандартним набором реактивів «Загальні ліпіди» (Філісіт-Діагностика, Україна) [328]. Вміст глікогену визначали «прямим» методом з використанням антрону [197].

Калорійність тканин риб розраховували за формулою:

$$X \text{ (кДж/кг)} = (4,0 \times B + 4,0 \times G + 9,0 \times L) \times 4,184 \quad (2.4),$$

де

$B$ ,  $G$ ,  $L$  – вміст відповідно білка, глікогену та ліпідів в г на кг сирої маси, 4,184 – коефіцієнт перерахунку ккал у кДж.

Статистична обробка матеріалів

Усі результати були оброблені статистично. Обчислення проводили на комп'ютері у Microsoft Excel. Статистичну обробку цифрових даних проводили з використанням комп'ютерної програми Statistica 9, 10.

Оцінка істотності відмінностей при порівнянні двох незалежних вибірок проводились за допомогою M.Diff. [140], а вірогідне розходження між середніми арифметичними величинами визначали за допомогою t-критерію Стьюдента [140, 378]. Рівень варіабельності ознак виражали за допомогою коефіцієнта варіації [154].

## РОЗДІЛ 3

### ХАРАКТЕРИСТИКА КРЕМЕНЧУЦЬКОГО ТА КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩ

#### **3.1. Рівень та температура води як базові чинники забезпечення умов ефективного відтворення аборигенної іхтіофауни Кременчуцького водосховища**

Кременчуцьке водосховище – одне з найбільших в Україні, яке є сировинною базою рибної промисловості. Природне відтворення є основним джерелом поповнення природних популяцій Кременчуцького водосховища і саме від ефективності нересту залежить повнота поповнення основних популяцій, які виступають сировинною базою риболовецького промислу.

Водосховище розташовано в середній течії р. Дніпро на території Черкаської, Полтавської та Кіровоградської областей і є третім у дніпровському каскаді [41, 252]. Водосховище розраховане на сезонні та багаторічні регулювання стоку р. Дніпро, що дає змогу перерозподіляти цей стік протягом року відповідно до вимог народного господарства [41]. Разом з тим, відомо, що природне відтворення є єдиним ефективним способом поповнення масових промислових видів риб на яких базується риболовецький промисел у Кременчуцькому водосховищі. Літературних джерел також відомо, що серед абіотичних чинників водосховищ найбільший вплив має рівень та температура [28, 289, 309, 318, 322, 325, 355].

Корисний об'єм водосховища становить 9 км<sup>3</sup>, що складає 50% корисного об'єму всіх водосховищ Дніпровського каскаду. Загальна довжина водойми становить 149 км, максимальна ширина – 28 км, середня – 15,1 км, максимальна глибина – 20 м, середня – 6 м. Площа складає 2 252 км<sup>2</sup> (на сьогоднішній день це найбільше за площею водосховище в Україні). Запаси води 13,5 млрд. м<sup>3</sup>. Довжина водосховища становить 185 км, найбільша його ширина – 30 км, найбільша глибина становить 28 м. Довжина берегової лінії близько 800 км [46, 51, 365].



Рівневий режим. Розглянемо реальний хід режиму водосховища у 2019-2021 рр. (рис. 3.1).

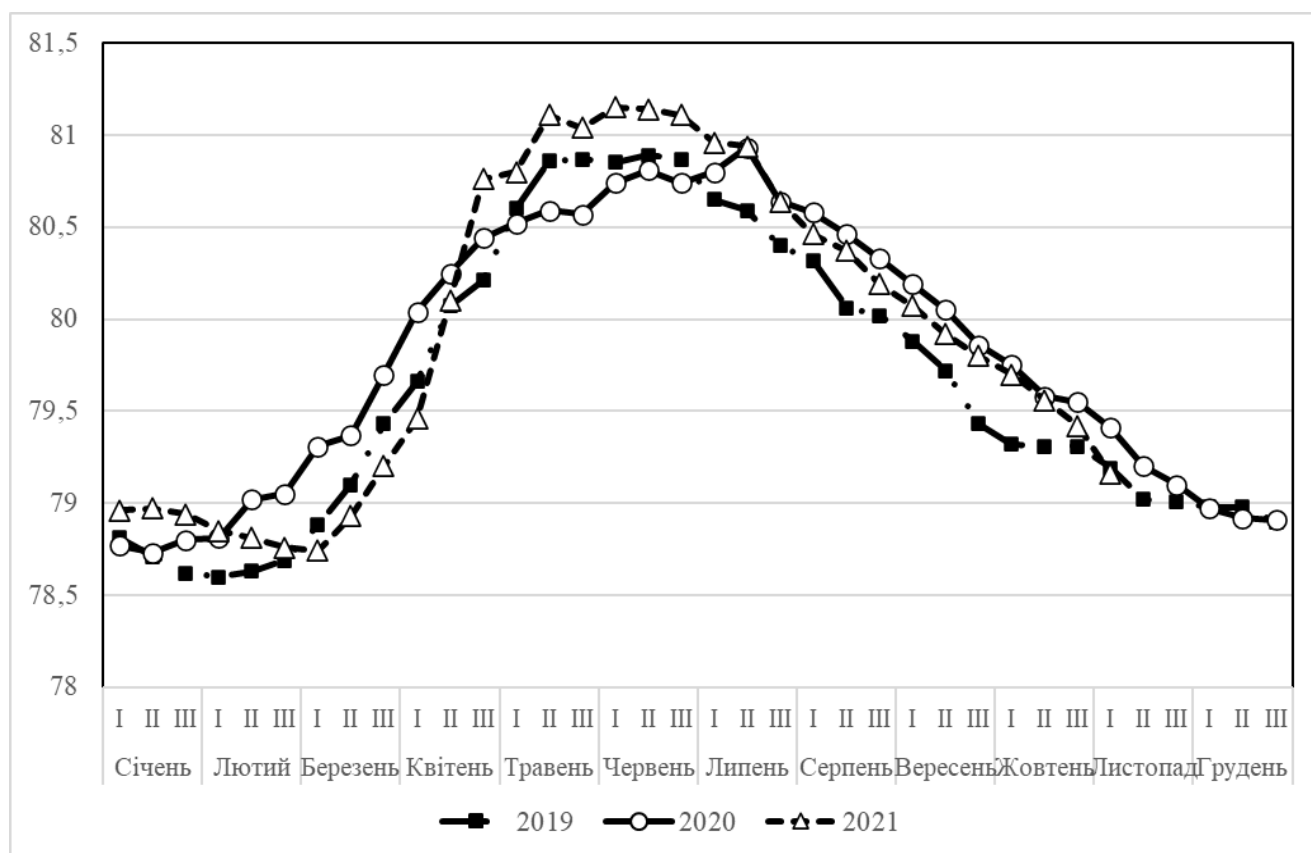


Рис. 3.1. Річна динаміка рівня води Кременчуцького водосховища у 2019-2021 рр.

Рівень води в січні-лютому-грудні 2019-2021 рр. був нестабільним і нижче 79 м Балтійської системи висот (БС), що спричинило осушення і промерзання нерестовищ. Найкритичніше зменшення припало на 2019 р., коли рівень зменшився у лютому до 78,6 м БС та 2021 р., коли невірною розрахунковою повені спричинив зниження рівня води аж до I декади березня.

Березень характеризується інтенсивним наповненням водосховища – більш, ніж на 2 м. Серед років спостереження був також аномальний 2020 р., коли посуха на початку травня спричинила сповільнення наповнення водосховища. Цей рік можна вважати успішним з погляду заливки нерестовищ, але той факт що нормальний підпірний рівень (НПР) був досягнутий лише у липні, спричинив значне погіршення умов нагулу молоді.

Кременчуцьке водосховище є основним регулятором стоку Дніпра. Річний хід рівня води має чотири характерні періоди: 1 – весняного наповнення (характеризується найбільшими добовими коливаннями рівня води), 2 – стабільних чи мало змінних відміток рівня влітку (невеликими коливаннями рівня біля відмітки НПР), 3 – невелике спрацювання восени (повільне зниження рівня) та 4 – велике взимку (швидке скидання води) [252].

В цілому, по водосховищу максимальний рівень в межах НПР  $\pm 20$  см підтримується з початку травня до серпня. Мінімальний рівень спостерігається в січні–березні (на 3-5 м нижче НПР). Річна амплітуда коливання рівня за рахунок змін запасів води у 2019-2021 рр. не сильно різнилась і складала  $\approx 3$  м.

Разом з тим, останнім часом у світі все частіше спостерігаються аномальні роки зі зміненим ходом річного рівня води [350]. Попередніми дослідниками було встановлено, що сприятливий хід рівня води на Кременчуцькому водосховищі – це заповнення водосховище до НПР навесні (до 1 травня) і відсутність різких добових коливань протягом нерестового періоду [252].

Цим умовам режим 2019-2021 рр. як видно з рис. 1 не відповідав. В період з травня до середини літа 2019-2021 рр. рівень на Кременчуцькому водосховищі не змінювався і знаходився приблизно на однакових позначках: 80,55 м та вище. Цей період продовжувався 75-80 днів.

Обов'язковою умовою для встановлення режиму роботи Кременчуцького водосховища взимку являється необхідність наповнення водосховища в маловодні роки. Необхідно також забезпечити оптимальні умови для пропуску повені по дніпровському каскаду. Нормальне спрацювання рівня перед цим явищем – 77,5-78,0 м НПР до 1 березня. При незначному об'ємі повені, коли є загроза не заповнення водосховищ каскаду, спрацювання Кременчуцького водосховища до її початку встановлюється не нижче позначки 78,5 м; при середньому об'ємі – 77,5 НПР; при великому – спрацювання рекомендується здійснювати до 76,5-75,75 НПР [41, 252]. Треба наголосити, що такий режим, також як правило, не виконується.

Зниження рівня водосховища нижче 79 м БС протягом квітня-першої половини червня призводить до осушення більшої частини нерестовищ. Також негативно впливає відсутність повільного зниження рівневого режиму на 1,5-2,0 м в липні-серпні [252]. Такі зменшення рівню води на Кременчуцькому водосховищі не дають змогу відновлювати рослинність на нерестовищах і призводить до їх евтрофікації і, як наслідок, втрати цінних нерестових біотопів. Подібні явища також відмічені на інших водоймах з нестабільним рівневим режимом [305, 343, 357].

За даними гідрометереологічної служби амплітуда добових коливань в нерестовий період у нижньому б'єфі Канівської ГЕС в окремі дні досягає 3,5 м, а нормальними є коливання від 0,5 до 2,0 м. Вплив її роботи розповсюджується на відстань 30-40 км від гідровузла. Особливо великий негативний вплив на хід нересту риб такі коливання рівнів завдають від Канева до лінії р. Вільшанка (правий берег) та р. Супой (лівий берег).

При зниженні рівня води на 1 м нижче відмітки НПР площа верхньої частини скорочується більш, ніж в 2 рази; середньої і нижньої – на 10%. При зниженні до відмітки рівня мертвого обсягу (РМО) площа верхньої та середньої частини скорочується в 2 рази, а нижньої – зменшується на 12-13%) [252].

Аналіз фактичних гідрометеологічних показників (з урахуванням того, що Кременчуцьке водосховище є водосховищем комплексного призначення, на якому утворений різноплановий водогосподарський комплекс з пріоритетом вироблення електроенергії та акумулювання поверхневого стоку [24], можна запропонувати такий режим роботи Кременчуцької ГЕС:

1. Заповнення водосховища до НПР у весняний період здійснюється до 05 травня.
2. Інтенсивність добового спрацювання водосховища протягом травня-червня не повинна перевищувати 10 см на добу.
3. Зпрацювання рівня води до періоду льодоставу до відміток не менше 78,5-79,0 м.
4. Повна заборона зпрацювання рівня води до скресання криги.

Таким чином, рівневий режим Кременчуцького водосховища за даними останніх років (2019-2021 рр.) вказує на те, що існуюча схема експлуатації цього водосховища негативно впливає на відтворення рибних запасів і відновлення нерестовищ для основних видів риб. З урахуванням того, що природне відтворення є основним і єдиним джерелом поповнення популяцій туводних видів риб необхідно переглянути існуючі норми експлуатації водойми і зробити річний хід рівня максимально наближеним до оптимального для рибного господарства. Загалом можна відмітити, що гідрологічний режим в період природного відтворення більшості представників цінних у господарському та природоохоронному відношенні видів у 2020 р. хоч і не відповідав оптимальним показникам, в цілому може бути охарактеризований, як задовільний. Виключення традиційно складають види, які масово нерестують до середини квітня такі, як щука, білизна, в'язь. Проте, враховуючи достатньо низьку чисельність плідників цих видів, їх щільність на нерестовищах не перевищувала 20 екз./га, що певною мірою знівелювало негативний вплив скорочення нерестового фонду.

Температурний режим. Кременчуцьке водосховище розташоване в помірно-континентальній кліматичній зоні і відноситься до водойм, що добре прогрівається. Термічний режим водосховища формується під впливом теплообміну, який проходить між його водною масою, атмосферою і ложем водойми. Значна ширина водосховища сприяє інтенсивному вітровому перемішуванню в середній та нижній частинах, внаслідок чого спостерігається рівномірний розподіл температури по горизонталі [41]. Середня річна динаміка температури води наведена на рис. 3.2.

Станом на початок березня 2020 р. температура води у Кременчуцькому водосховищі становила 5,4-5,9°C, що відповідало середньобагаторічним показникам. Стан репродуктивної системи основних промислових видів характеризувався наступними показниками: щука – IV-V стадії зрілості; білизна – на IV стадії зрілості; окунь, плітка та лящ – на III стадії зрілості.



Рис. 3.2. Динаміка температури води Кременчуцького водосховища

Станом на початок березня 2021 року температура води у досліджуваній водоймі складала 2,0-3,5°C, що, в цілому, відповідало середньобагаторічним показникам. Стан репродуктивної системи основних промислових видів характеризувався наступними показниками: щука – 90% самиць та 30% самців на IV стадії зрілості, решта – на V стадії; окунь – всі плідники на III-IV стадії зрілості; плітка – самці на III стадії, 20% самиць на III-IV стадії. Гонади середньонерестуючих видів були на III стадії зрілості (табл. 3.1).

Ходові скупчення середньонерестуючих видів в зазначений період відмічені не були. Разом з тим, аномальні умови зимівлі, які зокрема спричинили можливість швидкого прогріву водосховищ, та достатньо високі температури повітря у першій половині березня, могли спричинити більш раннє виникнення міграційної активності та виходу на біотопи відтворення у окремих нерестових груп середньонерестуючих видів. Для попередження можливого негативного впливу посиленого вилучення на водних об'єктах, де здійснюється промислове рибальство, були встановлені більш ранні терміни початку нерестової заборони.

Контроль стану плідників основних промислових видів Кременчуцького водосховища (температура води на основному плесі 13,4°C) проведений в першій декаді червня 2020 р. показав, що всі проаналізовані плідники ляща

характеризувались гонадами на VI стадії зрілості, гонадо-соматичний індекс (ГСІ) склав в середньому 11,9%.

Таблиця 3.1

**Стадія зрілості гонад плідників Кременчуцького водосховища під час контрольних обловів у березні і червні 2020-2021 рр.**

Вид риби	Стать	Рік							
		2020				2021			
		березень		червень		березень		червень	
		стадія	%	стадія	%	стадія	%	стадія	%
Щука	♀	IV	10	II	100	IV	90	II	100
		V	10	–	–	V	10	–	–
		VI	80	–	–	VI	–	–	–
	♂	IV	20	II	100	IV	30	II	100
		V	10	–	–	V	60	–	–
		VI	70	–	–	VI	10	–	–
Окунь	♀♂	III	80	II	100	III	80	IV	10
		IV	20	–	–	IV	20	II	90
Плітка	♀	III	80	II	100	III	80	V	30
		IV	20	–	–	IV	20	VI	70
	♂	III	100	II	100	III	100	V	20
		–	–	–	–	–	–	VI	80
Лящ	♀♂	III	100	VI	100	III	100	V	28
		–	–	–	–	–	–	VI	72
Судак	♀♂	III	100	VI	70	III	100	IV	10
		–	–	II	30	–	–	V	12
		–	–	–	–	–	–	VI	78
Сазан	♀♂	III	100	IV	40	III	100	IV	65
		–	–	VI	60	–	–	VI	35
Плоскирка	♀♂	III	100	IV	10	III	100	IV	25
		–	–	V	15	–	–	V	67
		–	–	VI	75	–	–	VI	8
Краснопірка	♀♂	III	100	V*	100	III	100	IV	25
		–	–	–	–	–	–	V*	75
Карась сріблястий	♀♂	II	100	IV	15	II	100	IV	51
		–	–	V	40	–	–	V	38
		–	–	VI	45	–	–	VI	11

Примітка \* – перше ікрометання вже відбулося

Всі проаналізовані плідники плоскирки характеризувались гонадами на IV-V стадії зрілості, показник ГСІ склав 15,0%. Плідники краснопірки характеризувались гонадами на V стадії зрілості, перше ікрометання вже відбулось. Середньонерестучі види були представлені плідниками з гонадами на VI стадії зрілості. На кінець нерестової заборони (друга декада червня) віднерестувало більше 90% представників промислової іхтіофауни водосховищ, разом з цим, тривало природне відтворення карася сріблястого; в деяких водних об'єктах спостерігався нерест сома та сазана.

У 2021 р. внаслідок невисоких температур протягом квітня, спостерігалось уповільнення масового дозрівання плідників. Подібні явища мають місце і на інших водоймах світу і можуть мати певні наслідки для динаміки популяції [388].

2021 р. характеризувався аномально низькими температурами води в квітні та другій-третьій декадах травня, що позначилось на термінах статевого дозрівання середньо- та пізньонерестуючих видів риб. Так, станом на початок червня 2021 р. проаналізовані плідники сріблястого карася Кременчуцького водосховища характеризувались гонадами: 51% - на IV стадії зрілості, 38% – на IV-V; 11% – на VI стадії зрілості; плідники плоскирки характеризувались гонадами: 25% – на IV стадії зрілості, 67% – на IV-V; 8% – на V стадії зрілості; плідники судака характеризувались гонадами: 78% – на IV стадії зрілості, 12% – на V; 10% – на VI стадії зрілості; плідники ляща характеризувались гонадами: 72% – на VI стадії зрілості, 28% – на IV-V стадії зрілості; плідники сазана (коропа) характеризувались гонадами: 65% – на IV стадії зрілості, 35% – на VI стадії зрілості; плідники краснопірки характеризувались гонадами: 80% – на IV-V стадії зрілості, 20% – на VI стадії зрілості; плідники сома європейського характеризувались гонадами на IV стадії зрілості [369].

Для нижньої течії р. Супой встановлена аналогічна картина: станом на середину травня плідники сріблястого карася характеризувались гонадами: 60% – на IV стадії зрілості, 40% – на IV-V стадії зрілості; плідники плоскирки характеризувались гонадами на IV-V стадії зрілості; плідники судака характеризувались гонадами на V стадії зрілості.

Для Кременчуцького водосховища у 2021 р. встановлено початок масового нересту плітки 1 травня при температурі води 9°C; ляща – 8-10 травня при температурі води 14°C; судак з виметаними статевими продуктами почав стабільно фіксуватися лише в кінці травня.

Масовий нерест основних об'єктів промислу Кременчуцького водосховища у 2021 р. припадав на другу половину квітня-першу половину травня (рис. 3.2).

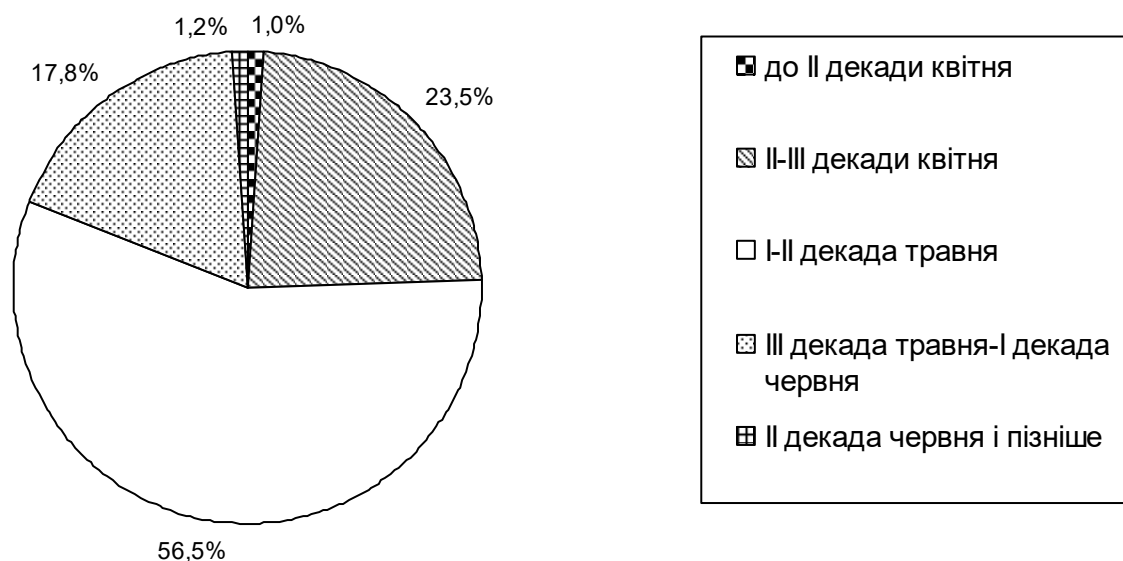


Рис. 3.2 Структура іхтіофауни Кременчуцького водосховища за термінами масового нересту (за даними розрахункового промислового запасу на 2021 р.)

Взагалі, у 2021 році спостерігалась затримка (на рівні 5-10 діб у порівнянні з середньогаторічними) термінів масового нересту низки представників іхтіофауни дніпровських водосховищ. При цьому середня температура води у водосховищі протягом третьої декади квітня була достовірно меншою за середньобаторічну, що безпосередньо впливало на уповільнене дозрівання статевих продуктів риб.

Нашими дослідженнями ми можемо показати наслідки глобального потепління на нерестові популяції Кременчуцького водосховища. Так, у 2021 році досліджувані роки дещо відрізнялися за ходом температурного режиму. Тепла зима і фактично відсутність льодоставу спричинила дещо вищі температурні



показники води на початку року, але це було нівельовано певним похолоданням у середині квітня, тому у 2021 р. спостерігалось навіть відставання термінів нересту від середньорічних.

Однією з основ природного відтворення є сума градусо-днів, яка впливає на дозрівання статевих продуктів риб. В квітні місяці 2020 і 2021 рр. сума градусо-днів становила, відповідно 226°C та 241°C відповідно. Як показують багаторічні спостереження, поступове підняття температури має вкрай важливе значення в умовах нересту різних видів риб в умовах обмеженої кількості нерестовищ. Справа в тому, що час дозрівання риб розтягнутий у часі і при нормальних умовах існує почерговий підхід представників різних видів риб на нерестовища. Так, плітка, лящ і карась сріблястий використовують ті самі нерестовища, але у різний час. Ця різниця у часі дозрівання і зумовлена поступовим підняттям температури і поступовим дозріванням плідників різних видів. Інша справа, що це екологічне пристосування може бути нівельовано роком з аномальним ходом температур. Так, у 2020 р. похолодання у квітні спричинило зниження температури води, що і зупинило дозрівання плідників. Далі різке збільшення температури води у травні спричинило майже одночасне дозрівання плідників плітки та ляща. Крупніші особини ляща виштовхнули менших і полохливих плідників плітки, що вплинуло на ефективність відтворення плітки.

Таким чином, температурний режим Кременчуцького водосховища впливає на підходи плідників терміни нересту основних промислових видів риб.

### **3.2. Рівень та температура води Каховського водосховища**

У Каховському водосховищі, яке за об'ємом води є найбільшим у каскаді, амплітуда коливань рівня води в середньому становить 0,6 м. Особливість рівневого режиму цього водосховища, як найнижчого у каскаді – найпізніше досягнення максимальних рівнів – вони спостерігаються у травні–червні. Лише в окремі роки заповнення Каховського водосховища до НІР (16,00 м) відбувається на початку травня, тобто в період нересту середньонерестуючих видів: лящ, плітка, судак (рис. 3.3).

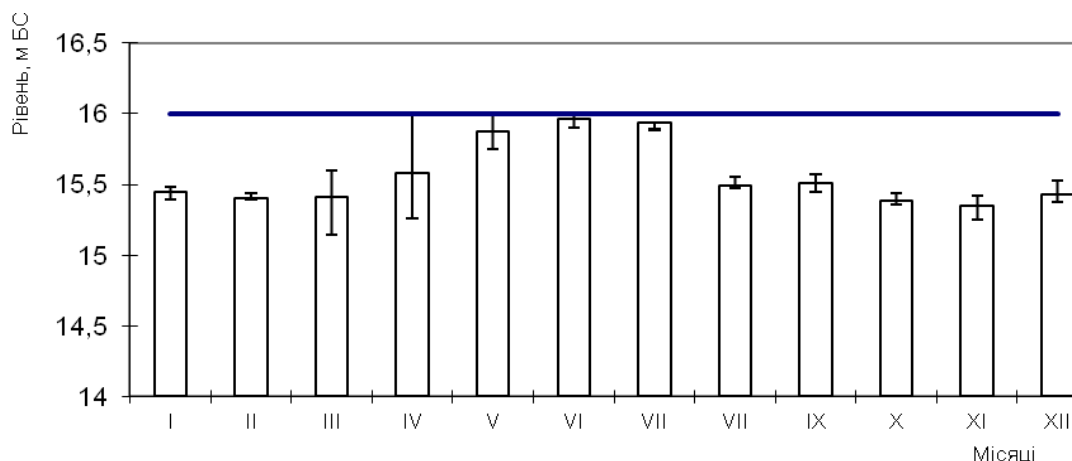


Рис. 3.3. Середньомісячні (2017-2019 рр.) рівні води в Каховському водосховищі (прямою лінією позначений НПР)

Відповідно, з точки зору забезпечення нормальних умов для нересту ранньо- та середньонерестуючих видів (до яких належить більшість представників промислової іхтіофауни) гідрологічний режим Каховського водосховища не може бути оцінений, як наближений до оптимального. З точки зору формальної екології це повинно впливати на кількісні та якісні показники іхтіоценозів, зокрема, в частині збільшення питомої чисельності еврибіонтних по відношенню до умов нересту видів. Для Каховського водосховища таким видом є сріблястий карась, популяція якого характеризується стабільно високими показниками чисельності та іхтіомаси, що супроводжується широким засвоєнням ним екологічних ниш водосховища, в тому числі і тих, що займали промислово-цінні види, зокрема, плітка.

Несприятливий гідрологічний режим і пов'язана з цим недостатня розвиненість нерестового фонду є основним лімітуючим фактором, який впливав на ефективність нересту у Каховському водосховищі. Так, за даними облікових зйомок, середня щільність плідників на нерестовищах Каховського водосховища у 2019 р. склала 3,4 тис. екз/га (з яких 61,3 % припадало на сріблястого карася), тоді як для інших дніпровських водосховищ цей показник становив 0,3-0,9 тис. екз/га.

У 2020 р. рівневий режим Каховського водосховища характеризувався подібними рисами. Станом на кінець квітня рівень води склав 15,5...15,6 м, що було недостатньо для нормального наповнення нерестовищ (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Добові рівні води в Каховському водосховищі в перед нерестовий та нерестовий періоди 2020 р.

Станом на початок березня 2020 р. температура води у Каховському складала 2,5...3,5°C. Стан репродуктивної системи ранньонерестуючих видів риб характеризувався наступними показниками: щука – IV-V стадії зрілості; окунь, плітка – III-IV стадії зрілості. Стабільних ходових скупчень середньонерестуючих видів до середини квітня не відмічено не було, за виключенням плітки Каховського водосховища (табл. 3.2).

Масовий нерест основних представників іхтіофауни Каховського водосховища у 2020 р. відбувався в першій-третій декаді травня при температурі води 10,5...14,5°C. Рівень води в цей період склав 15,5...15,7 м, тобто заповнення нерестовищ не може вважатися нормальним.

Гідрологічний режим Каховського водосховища у 2021 р. в цілому також був несприятливим для середньонерестуючих видів. Рівень води на початку квітня склав 15,6...15,8 м, за температури води 5,0...7,0°C.

Таблиця 3.2

**Стадія зрілості гонад плідників Каховського водосховища у весняно-літній період**

Вид риби	С т а т ь	Рік							
		2020				2021			
		березень <sup>1</sup>		травень <sup>2</sup>		березень <sup>1</sup>		червень <sup>2</sup>	
		стадія	%	стадія	%	стадія	%	стадія	%
Щука	♀♂	IV	70	II	100	IV	90	II	100
		V	30	–	–	V	10	–	–
Окунь	♀	III	40	V	5	III	70	II	100
		IV	60	II	95	IV	30		
	♂	III	50	II	100	III	80	II	100
		IV	50	–	–	IV	20		
Плітка	♀	III	70	IV	10	III	90	V	20
		IV	30	V	30	IV	10	VI	80
	♂			VI	60				
		III	60	V	20	III	90	V	15
Лящ	♀	III	100	IV	50	III	100	V	10
				V	30			VI	90
	♂			VI	20				
		III	100	IV	40	III	100	V	5
Судак	♀			V	40			VI	95
				VI	20				
	♂	III	100	VI	95	III	100	IV	5
				VI	5			V	10
Сазан	♀♂			–	–			VI	85
				–	–				
	♂	III	100	VI	90	III	100	V	20
				V	10			VI	80
Карась сріблястий	♀♂	III	100	IV	90	III	100	IV	50
				V	10			V	30
				–	–			VI	20
Карась сріблястий	♀♂			–	–				
				VI	30			IV	10
				V	15			V	40
		–	–					VI	50

Примітки: 1 – третя декада; 2 – перша декада

В цей період відмічено формування нерестових скупчень плітки та окуня; плідники ляща почали виявляти нерестову активність в третій декаді травня при

температурі води 9,0...10,5°C. Рівень води в цей період був відносна стабільним і коливався від 15,7 до 15,8 м.

На початку травня температура води Каховського водосховища збільшилась до рівня нерестових температур ляща – 12,0°C, проте відбулось зниження рівня води до 15,5...15,6 м, що спричинило помітне скорочення нерестового фонду та затримку нересту на 5-7 діб. Лише у другій декаді травня почалось збільшення рівні води до відміток 15,7...15,8 м; температура води в цей період складала 12,5...15,0 °C.

Масовий нерест основних об'єктів промислу Каховського водосховища у 2021 р. припадав на першу-другу половину травня (рис. 3.5).

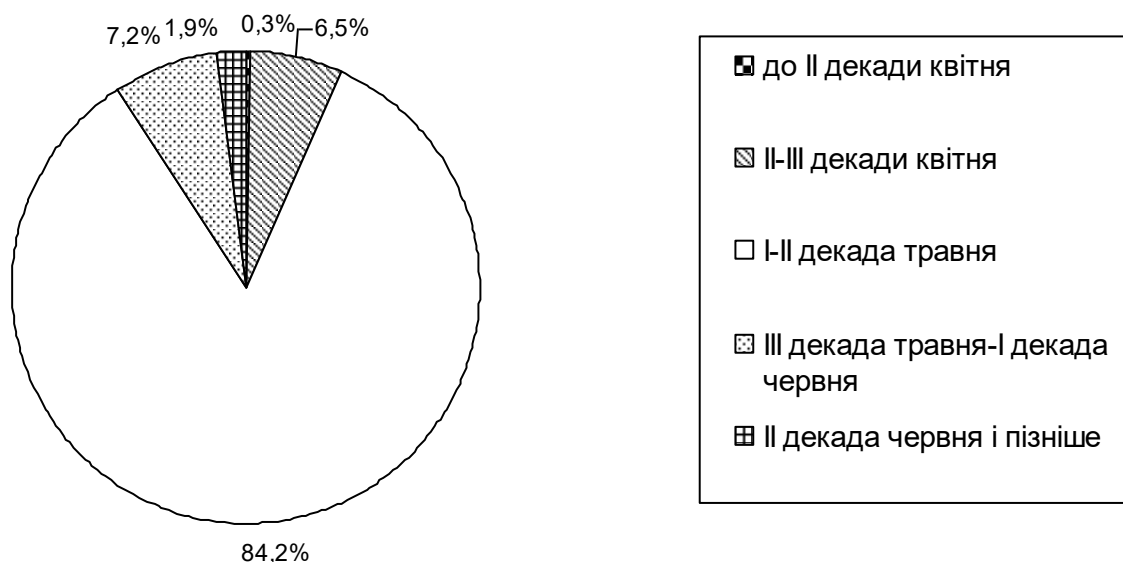


Рис. 3.5. Структура іхтіофауни Каховського водосховища за термінами масового нересту (за даними розрахункового промислового запасу на 2021 р.)

Загалом протягом останніх 3 років рівневий режим Каховського водосховища може бути охарактеризований, як несприятливий для нересту практично всіх досліджених видів риби Каховського водосховища, за виключенням сріблястого карася, якому притаманне порційне ікрометання протягом травня-червня (рис. 3.6).

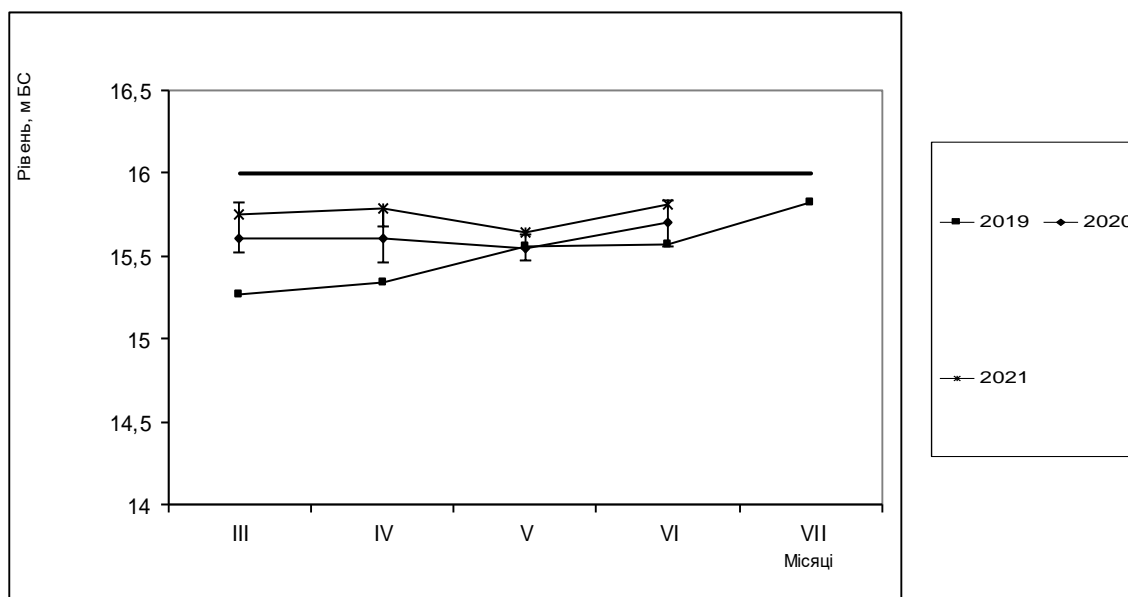


Рис. 3.6. Середньомісячні (2019-2021 рр.) рівні води в Каховському водосховищі в нерестовий період (прямою лінією позначений НПР)

З точки зору формальної екології це повинно впливати на кількісні та якісні показники іхтіоценозів, зокрема, в частині збільшення питомої чисельності еврибіонтних по відношенню до умов нересту видів. Для Каховського водосховища таким видом є сріблястий карась, популяція якого характеризується стабільно високими показниками чисельності та іхтіомаси, що супроводжується широким засвоєнням ним екологічних ніш водосховища, в тому числі і тих, що займали промислово-цінні види, зокрема, плітка.

### 3.3. Гідрохімічний режим Кременчуцького та Каховського водосховищ

Аналіз якості води за гідрохімічними показниками здійснювався практично відразу після доставки проб води до лабораторії. Визначені показники якості води (табл. 3.3) порівнювали з відповідними нормативними значеннями (галузевими стандартами).

Таблиця 3.3

## Хімічний аналіз води Кременчуцького водосховища, липень 2020-2021 рр.

№	Показники якості води	Кар'єр		Червона Слобода		Фарватер		Нормативні значення для ставової води
		2020	2021	2020	2021	2020	2021	
1.	Водневий показник, одиниці рН	7,4	6,9	7,9	7,2	7,9	8,5	6,5-8,5
2.	NH <sub>3</sub> , мг N/дм <sup>3</sup>	0,01	0,003	0,04	0,002	0,03	0,03	до 0,05
3.	Перманганатна окисність, мг O/дм <sup>3</sup>	13,9	15,4	14,3	15,1	10,1	17,4	до 15,0
4.	Біхроматна окисність, мг O/дм <sup>3</sup>	34,8	38,5	35,6	37,7	25,3	46,6	до 50,0
5.	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг N/дм <sup>3</sup>	0,77	0,68	0,96	0,66	0,80	0,67	до 2,0
6.	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг N /дм <sup>3</sup>	0,07	0,03	0,07	0,03	0,07	0,03	до 0,1
7.	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг N/дм <sup>3</sup>	0,72	0,35	0,69	0,36	0,82	0,32	до 2,0
8.	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг P/дм <sup>3</sup>	0,27	0,17	0,26	0,25	0,31	0,23	до 0,7
9.	Fe <sup>2+</sup> + Fe <sup>3+</sup> , мг Fe/дм <sup>3</sup>	0,82	1,70	0,53	1,02	2,10	0,98	до 1,0
10.	Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	48,1	52,1	48,1	54,2	46,1	54,2	до 70
11.	Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	19,4	9,7	15,8	7,3	18,2	7,3	до 30
12.	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	22,8	31,5	21,5	25,0	13,0	26,0	до 50
13.	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	219,7	219,7	207,5	207,5	195,3	207,5	до 400
14.	Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	30,6	23,6	25,0	20,8	25,0	20,8	до 70
15.	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	21,4	18,5	21,4	14,8	19,8	16,9	до 70
16.	Загальна твердість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	4,0	3,4	3,7	3,3	3,8	3,3	5-7
17.	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	362,0	355,1	339,3	329,6	317,4	332,7	до 1000

Аналіз отриманих результатів дослідження якості води за гідрохімічними показниками свідчить про те, що практично всі показники не перевищували нормативні величини для водойм комплексного та рибогосподарського призначення. З усіх показників лише концентрація сульфатів у воді Кременчуцького водосховища в районі Червона Слобода досягала максимальних величин і незначно перевищувала нормативні показники, проте це не може мати суттєвого негативного впливу на стан біоти, у тому числі і на іхтіофауну водойми.

Дослідженнями встановлено, що у липні місяці концентрація розчиненого у воді кисню в районі Червона Слобода коливалась в межах від 8,04 до 9,93 мг/л.

Відносно високі концентрації кисню особливо у поверхневих шарах водосховища можливо обумовлені інтенсивною фотосинтетичною діяльністю фітопланктону та інших водяних рослин.

Аналогічні дослідження оцінки якості води за гідрохімічними показниками здійснювались при проведенні польових експедиційних досліджень на окремих ділянках Каховського водосховища в серпні 2020-2021 рр. Результати цих досліджень представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

## Хімічний аналіз води Каховського водосховища, серпень 2020-2021 рр.

№	Показники якості води	с. Біленьке		р/з Біленьке-Малокатеринівка		р-н с. Малокатеринівка		Нормативні значення для ставової води
		2020	2021	2020	2021	2020	2021	
1.	Водневий показник, одиниці рН	8,8	8,8	8,6	8,6	8,7	8,7	6,5-8,5
2.	NH <sub>3</sub> , мг N/дм <sup>3</sup>	0,06	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	до 0,05
3.	Перманганатна окисність, мг O/дм <sup>3</sup>	12,8	12,6	11,5	11,5	9,9	9,8	до 15,0
4.	Біхроматна окисність, мг O/дм <sup>3</sup>	31,9	31,8	28,7	28,8	24,6	24,6	до 50,0
5.	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг N/дм <sup>3</sup>	0,77	0,72	0,78	0,78	0,75	0,73	до 2,0
6.	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг N /дм <sup>3</sup>	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	до 0,1
7.	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг N/дм <sup>3</sup>	0,20	0,20	0,29	0,28	0,27	0,27	до 2,0
8.	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг P/дм <sup>3</sup>	0,19	0,17	0,14	0,12	0,11	0,11	до 0,7
9.	Fe <sup>2+</sup> + Fe <sup>3+</sup> , мг Fe/дм <sup>3</sup>	0,63	0,63	0,80	0,80	0,52	0,50	до 1,0
10.	Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	50,1	50,0	46,1	46,2	40,1	40,1	до 70
11.	Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	30,4	30,1	19,4	19,4	24,3	24,21	до 30
12.	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	3,0	3,1	16,0	15,4	2,3	2,3	до 50
13.	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	231,9	231,7	195,3	195,6	170,9	170,5	до 400
14.	Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	34,7	34,5	34,7	34,3	33,3	33,2	до 70
15.	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	16,5	16,3	17,3	17,1	16,9	16,2	до 70
16.	Загальна твердість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	5,0	4,8	3,9	3,8	4,0	4,0	5-7
17.	Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	366,6	366,6	328,8	328,4	287,8	287,5	до 1000



Проте ці незначні відхилення від нормативних значень показники не можуть мати суттєвого негативного впливу на стан іхтіофауни, що населяє Каховське водосховище.

Аналіз результатів цих досліджень свідчить про те, що на відміну від Кременчуцького водосховища, активні реакція води (рН) у відібраних трьох станціях Каховського водосховища досягала максимальних нормативних значень і навіть незначно перевищувала їх.

Зареєстровано перевищення вмісту у воді концентрації нітратів (вільного аміаку,  $\text{NH}_3$ ) у всіх відібраних станціях.

Максимальні концентрації вільного азоту у воді припадають на зимовий період, а на початку осіннього періоду зростання вмісту у воді вільного аміаку може бути обумовлено початком деструкції органічної речовини у водоймі.

Зниження концентрації нітратів у воді може відбуватись через вітрового перемішування води в результаті штормів, які часто спостерігаються у Каховському водосховищі. Високий рівень нітратів у воді Каховського водосховища може бути також викликаний низьким рівнем водообміну, який спостерігався протягом літнього періоду 2021 р.

У цілому, гідрохімічний склад води середньої частини Кременчуцького водосховища та Каховського водосховища за основними показниками відповідав вимогам до рибогосподарських водойм і є придатним для нормальної життєдіяльності гідробіонтів.

### **3.4. Сучасний стан видового різноманіття фітопланктону та оцінка якості води Кременчуцького водосховища за індексом сапробності**

В умовах інтенсивного антропогенного навантаження на екосистему Дніпровських водосховищ, а також поступового зниження уловів риби на сьогодні актуальності набуває питання вивчення трофічного статусу водосховищ. Функціонування і продуктивність водосховищ, так як і будь-яких інших водних об'єктів, визначається різноманіттям трофічних рівнів, основна роль з яких

належить автотрофному, який в водосховищах формується за рахунок фітопланктону [280, 335, 339, 387].

За умов розташування в сприятливих кліматичних умовах, мілководності та за розмірами Кременчуцьке водосховище планувалось як одне з найбільш рибопродуктивних в Європі.

В літній період на більшій частині акваторії Кременчуцького водоймища встановлюється озерний режим. При високій температурі повітря спостерігається інтенсивне "цвітіння" води, виникає скупчення водоростей, а їх подальше розмноження має негативні наслідки для санітарно-біологічного стану якості води [292, 312, 360, 373, 384, 391, 393], внаслідок чого виникає дефіцит кисню в нижніх горизонтах води та в нічні години. Утворюються різноманітні органічні та неорганічні речовини, в тому числі і токсичні [297, 323, 340, 345, 349, 351, 365, 383, 386, 389, 390]. Найбільш інтенсивний процес цвітіння води у Кременчуцькому водосховищі зафіксовано з 26 по 29 серпня 2016 р. [374].

Дослідження з вивчення рівня розвитку фітопланктону Кременчуцького водосховища проводились протягом багатьох років низкою учених, починаючи з встановлення водосховища і до нинішнього часу [105, 109, 239, 240, 374].

Рівень вегетації водоростей протягом існування Кременчуцького водосховища зазнавав значних змін. Біомаса фітопланктону влітку з 1961–1964 рр. варіювала у межах 2,3–109 мг/дм<sup>3</sup> з переважанням синьо-зелених (30–74 %) та діатомових (14,7–57,1%) водоростей [198]. У 1968–1973 рр. [276] середня біомаса фітопланктону влітку становила 11,7 мг/дм<sup>3</sup> за чисельності 102,0 тис.кл./дм<sup>3</sup>, у 1981–1984 рр. – 3,97 мг/дм<sup>3</sup> при 71,3 тис. кл./дм<sup>3</sup> відповідно. Встановлено, що основним типом сукцесії фітопланктону Кременчуцького водосховища є аутогенна, пов'язана з його біопродукційною активністю [276]. Влітку 1981–2007 рр. біомаса фітопланктону Кременчуцького водосховища коливалась від 1,089 (2003 р.) до 14,85 мг/дм<sup>3</sup> (1991 р.) за чисельності 5,414–140,433 млн кл./дм<sup>3</sup>. Розглядаючи зміни біомаси фітопланктону в зазначений період у динаміці за роками, можна відзначити циклічність у його розвитку [109]. Так, 1981–1985 рр. характеризувались значно високими біомасами фітопланктону, що в середньому

за 5 років досліджень знаходились на рівні  $6,06 \text{ мг/дм}^3$  за чисельності  $58,778 \text{ млн кл./дм}^3$ . У 1986–1990 рр. зафіксовано значний спад до рівня  $3,7 \text{ мг/дм}^3$  та чисельності  $26,028 \text{ млн кл./дм}^3$ . Протягом 5 років відбулося підвищення біомаси фітопланктону у Кременчуцькому водосховищі, що перевищило показники 1981–1985 рр. у 1,5 рази, а в 1996–2000 рр. – встановлено значне зниження його біомас ( $3,06 \text{ мг/дм}^3$ ) до рівня нижчого, якщо порівнювати з 1986–1990 рр. Період 2001–2005 рр. характеризувався підвищенням рівня вегетації водоростей, а 2006–2007 рр. – відбувся черговий спад [109].

Влітку 2016 року значення загальної біомаси фітопланктону Кременчуцького водосховища становили мінімальні  $2,30 \pm 0,23 \text{ мг/дм}^3$  на ділянці відбору №2 (с. Леськи) та були вищими в 1,7 рази на двох інших станціях:  $4,86 \pm 0,36 \text{ мг/дм}^3$  на ділянці №1 (с. Червона Слобода) і  $4,89 \pm 0,39 \text{ мг/дм}^3$  на ділянці №3 (с. Худяки). Такі дані відповідають періоду пригнічення фітопланктону Кременчуцького водосховища –  $2,1\text{--}3,8 \text{ мг/дм}^3$  – у 2004 р. [109].

Дослідження формування, функціонування автотрофної компоненти штучно створених водойм мають незаперечне теоретичне та прикладне значення для розробки принципів використання біопродукційного потенціалу штучних гідроекосистем та питань біоіндикації.

Влітку 2020 року видове різноманіття фітопланктону в Кременчуцькому водосховищі було представлено 48 таксономічними одиницями. Найбільш чисельними були зелені водорості – 24 таксони, діатомові та синьо-зелені налічували – 15 та 11 таксонів, відповідно.

Середня чисельність фітопланктону влітку 2020 року в Кременчуцькому водосховищі на досліджених ділянках складала  $12427 \text{ тис.кл./дм}^3$ . при біомасі  $1,463 \text{ мг/дм}^3$ . Основу чисельності (74 %) та біомаси (35%) фітопланктону формували ціанобактерії (синьо-зелені водорості) та діатомові водорості, які при незначній чисельності (7%) формували 44% загальної біомаси водоростей (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

**Чисельність (тис.кл./дм<sup>3</sup>) і біомаса (мг/дм<sup>3</sup>) фітопланктону  
в Кременчуцькому водосховищі, літо 2020 р.**

Групи організмів	Кар'єр		Червона Слобода		Фарватер		Середня	
	тис.кл/ дм <sup>3</sup> мг/дм <sup>3</sup>	% %	тис.кл/ дм <sup>3</sup> мг/дм <sup>3</sup>	% %	тис.кл/ дм <sup>3</sup> мг/дм <sup>3</sup>	% %	тис.кл / дм <sup>3</sup> мг/дм <sup>3</sup>	% %
Суанophyta	3561 0,199	75,7 24,7	20645 1,212	74,5 47,0	3477 0,146	71,2 14,5	9227 0,519	74,3 35,5
Euglenophyta	7 0,024	0,1 2,9	28 0,083	0,1 3,2	17 0,034	0,3 3,4	17 0,047	0,1 3,2
Bacillariophyta	721 0,479	15,4 59,5	849 0,832	3,1 32,4	901 0,631	18,5 62,8	825 0,648	6,6 44,3
Chlorophyta:	414 0,105	8,8 12,9	6171 0,450	22,3 17,4	490 0,194	10,0 19,3	2358 0,249	19,0 17,0
Volvocales	108 0,046	2,3 5,7	5283 0,287	19,1 11,2	157 0,093	3,2 9,2	1849 0,142	14,9 9,7
Chlorococcales	293 0,054	6,2 6,8	854 0,152	3,1 5,9	333 0,101	6,8 10,1	493 0,103	4,0 7,0
Conjugatophyceae	13 0,003	0,3 0,4	34 0,010	0,1 0,4	0 0	0 0	16 0,004	0,1 0,3
Всього	4703 0,806	100 100	27693 2,577	100 100	4885 1,005	100 100	12427 1,463	100 100
Кількість таксонів	35		40		29		48	

Зелені водорості набули меншого розвитку у водосховищі формуючи 19% від загальної чисельності та 17% біомаси водоростей. Евгленові водорості відігравали суттєво менше значення у формуванні чисельності і біомаси фітопланктону (0,1 та 3,2%, відповідно).

Домінуючими видами серед ціанобактерій за чисельністю і біомасою були: *Aphanizomenon flos-aquae* (25 % та 17 %, відповідно), *Microcystis aeruginosa* (25 % та 10 %), *M. wesenbergii* (7 % та 3 %).

Серед діатомових водоростей за біомасою: *Melosira italica* (21 %), *M. granulata* (6 %), *Cyclotella comta* (6 %), *Stephanodiscus hantschii* (5 %), *Synedra ulna* (3 %) (рис. 3.7 - 3.9).

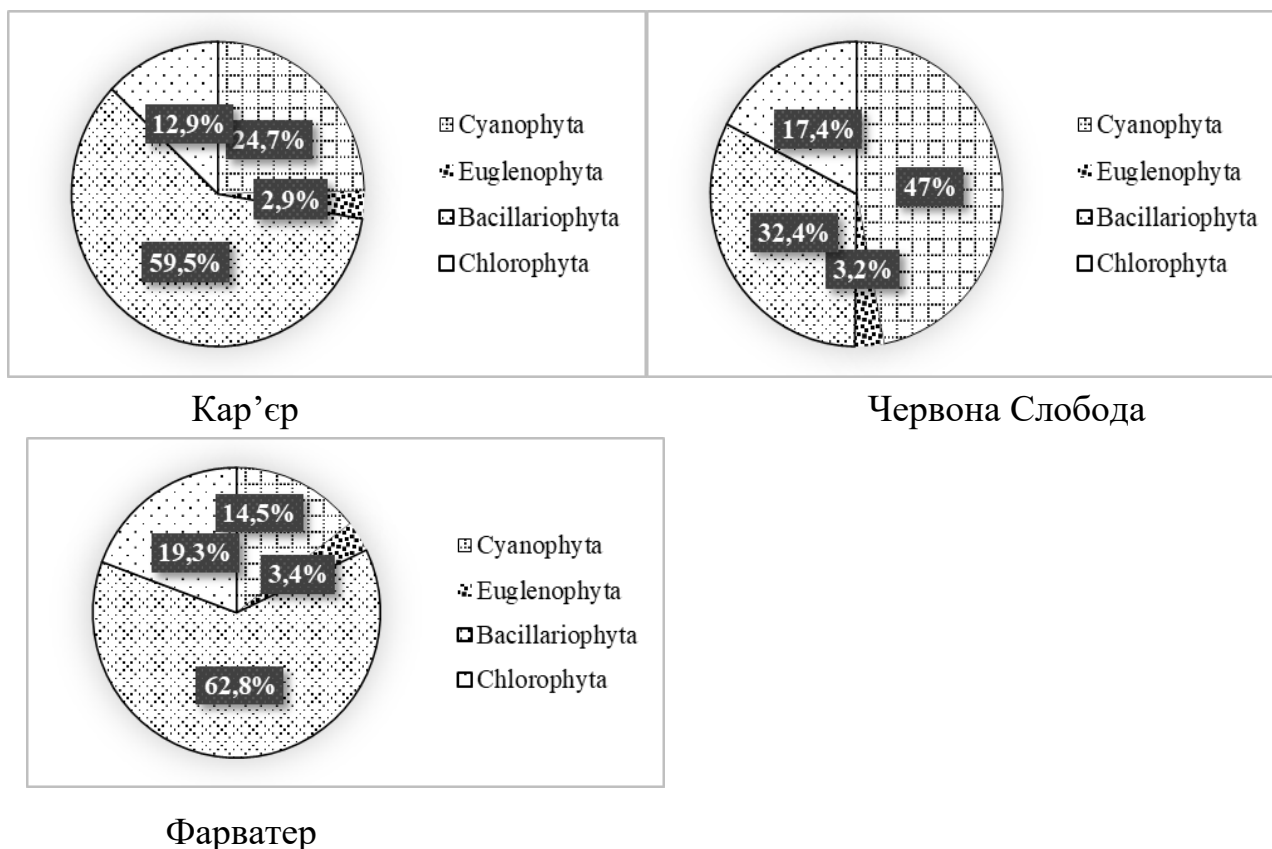


Рис. 3.7, 3.8, 3.9. Біомаса основних груп фітопланктону у Кременчуцькому водосховищі в 2020 р., %

Продукція фітопланктону за вегетаційний сезон може скласти 4317,0 кг/га, а можливий промисловий вилов риби за рахунок споживання фітопланктону – 11,0 кг/га.

Якість води Кременчуцького водосховища, згідно домінуючих індикаторних видів сапробності, відноситься до  $\beta$ -мезосапробної зони на всіх досліджених ділянках.

За чисельністю клітин переважають водорості (індикатори сапробності), що відносять якість води в Кременчуцькому водосховищі до  $\beta$ -мезосапробної зони, так на ділянці Кар'єр вони складають 50 % від чисельності видів індикаторів, на ділянці Червона Слобода – 91 %, і Фарватер – 66 % (додаток А).

Всього на різних досліджених ділянках водосховища зафіксовано від 17 до 27 індикаторних видів фітопланктону. Найбільша кількість видів водоростей зафіксованих у водосховищі відноситься до  $\beta$ -мезосапробної зони (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Кількість видів індикаторів сапробності в Кременчуцькому водосховищі

Зона сапробності	Станції відбору проб		
	Кар'єр	Червона Слобода	Фарватер
$\beta$	13	14	9
$\beta$ - $\alpha$	-	2	-
$\alpha$ - $\beta$	5	4	3
$\alpha$	2	3	2
$\alpha$	1	1	1
$\alpha$ - $\alpha$	1	1	1
$\alpha$ - $\alpha$	-	2	1
всього	22	27	17

У літній період 2021 р. видове різноманіття фітопланктону в Кременчуцькому водосховищі було представлено 43 таксономічними одиницями. Найбільш чисельними були зелені водорості – 22 таксони, діатомові та синьо-зелені налічували – 10 та 8 таксонів, відповідно.

Середня чисельність фітопланктону влітку 2021 р. в Кременчуцькому водосховищі на досліджених ділянках складала 28099 тис.кл./ дм<sup>3</sup>. при біомасі 2,266 мг/дм<sup>3</sup>.

Основу чисельності (93 %) та біомаси (54%) фітопланктону формували ціанобактерії (синьо-зелені водорості) та діатомові водорості, які при незначній чисельності (2 %) формували 29 % загальної біомаси водоростей. Зелені водорості набули меншого розвитку у водосховищі формуючи 5 % загальної чисельності та 15 % біомаси водоростей. Евгленові водорості відігравали суттєво менше значення у формуванні чисельності і біомаси фітопланктону (0,1 та 1,6 %, відповідно) (табл. 3.7).

Домінуючими видами серед ціанобактерій за чисельністю і біомасою були: *Microcystis aeruginosa* (12 % та 7 %), *M. wesenbergii* (65 % та 39 %), *Aphanizomenon flos-aquae* (2 % та 2 %), *Gomphosphaeria lacustris* (5 % та 1 %), *Anabaena spiroides* (5 % та 3 %), *Anabaena flos-aquae* (2 % та 2 %, відповідно).

Таблиця 3.7

Чисельність (тис.кл./дм<sup>3</sup>) і біомаса (мг/дм<sup>3</sup>) фітопланктону  
в Кременчуцькому водосховищі, літо 2021р.

Групи організмів	Кар'єр		Червона Слобода		Фарватер		Середня	
	тис.кл/ дм <sup>3</sup> мг/дм <sup>3</sup>	% %	тис.кл/ дм <sup>3</sup> мг/дм <sup>3</sup>	% %	тис.кл/ дм <sup>3</sup> мг/дм <sup>3</sup>	% %	тис.кл / дм <sup>3</sup> мг/дм <sup>3</sup>	% %
Cyanophyta	16647 0,811	91,3 51,5	37365 1,717	95,7 62,4	24335 1,166	90,1 47,2	26115 1,231	92,9 54,3
Euglenophyta	1 0,003	+ 0,2	19 0,041	0,1 1,5	38 0,063	0,1 2,5	20 0,035	0,1 1,6
Bacillariophyta	1081 0,697	5,9 44,3	560 0,631	1,4 22,9	422 0,661	1,6 26,7	688 0,663	2,4 29,3
Chlorophyta:	510 0,063	2,8 4	1108 0,363	2,8 13,2	2212 0,582	8,2 23,6	1276 0,336	4,5 14,8
Volvocales	118 0,011	0,6 0,7	208 0,066	0,5 2,4	442 0,28	1,6 11,3	256 0,119	0,9 5,2
Chlorococcales	392 0,052	2,2 3,3	900 0,297	2,3 10,8	1770 0,302	6,6 12,3	1020 0,217	3,6 9,6
Всього	18239 1,574	100 100	39052 2,751	100 100	27007 2,472	100 100	28099 2,266	100 100
Кількість таксонів	31		27		24		43	

Серед діатомових водоростей за біомасою: *Melosira italica* (9 %), *M. granulata* (6 %), *Cyclotella comta* (6 %), *Stephanodiscus hantschii* (1 %), *Synedra ulna* (5 %), *Caloneis amphisbaena* (2 %) (рис. 3.10, 3.11, 3.12).

Продукція фітопланктону за вегетаційний сезон може скласти 6898,0 кг/га, а можливий промисловий вилов риби за рахунок споживання фітопланктону – 18,9 кг/га.

Якість води Кременчуцького водосховища, згідно домінуючих індикаторних видів сапробності, відноситься до β-мезосапробної зони на всіх досліджених ділянках.

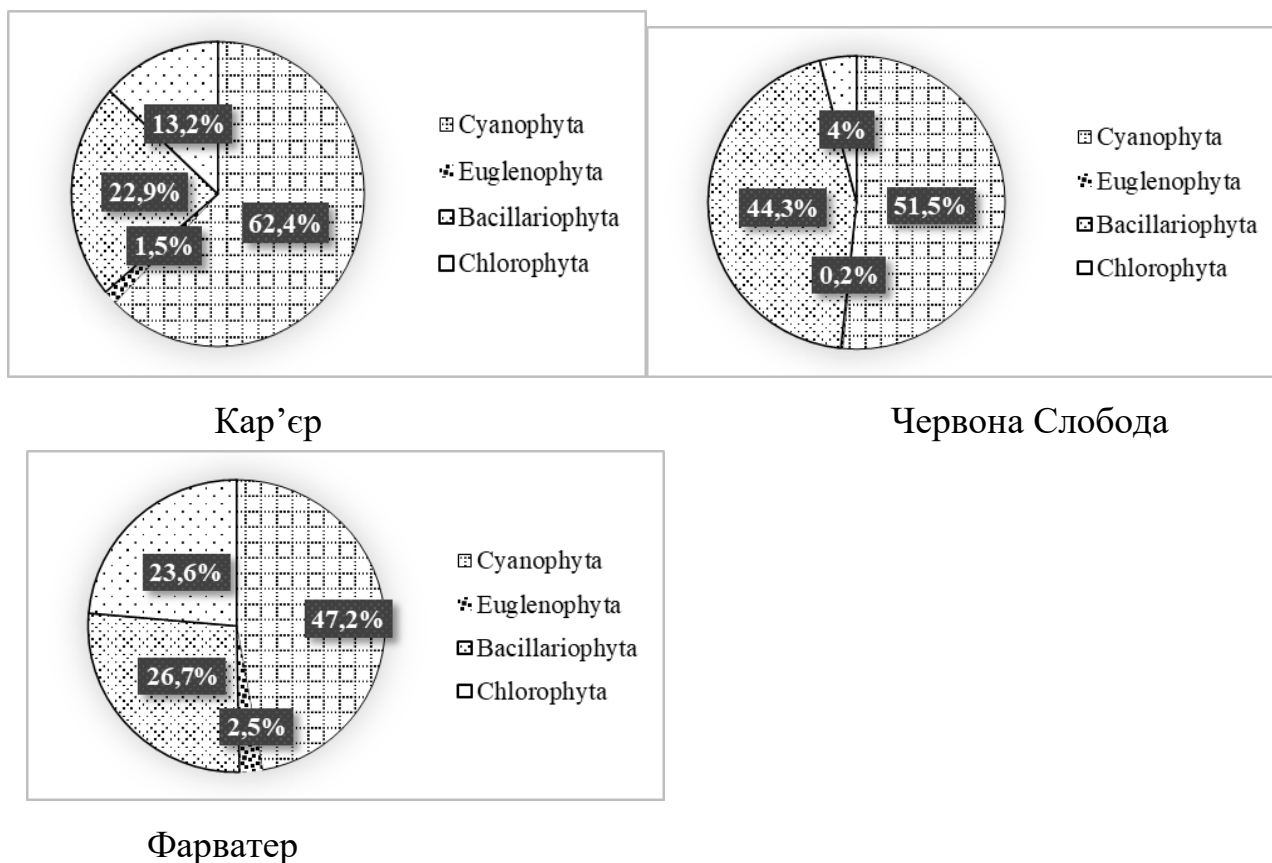


Рис. 3.10, 3.11, 3.12. Біомаса основних груп фітопланктону у Кременчуцькому водосховищі в 2021 р., %

За чисельністю клітин переважають водорості (індикатори сапробності), що відносять якість води в Кременчуцькому водосховищі до  $\beta$ -мезосапробної зони, так на ділянці Кар'єр вони складають 68 % від чисельності видів індикаторів, на ділянці Червона Слобода – 89 %, і Фарватер – 86 % (додаток Б).

Всього на різних досліджених ділянках водосховища зафіксовано від 22 до 27 індикаторних видів фітопланктону. Найбільша кількість видів водоростей зафіксованих у водосховищі відноситься до  $\beta$ -мезосапробної зони (табл. 3.8).

У результаті експериментів, проведених в природних та модельних умовах встановлено, що впродовж інтенсивного розвитку синьо-зелених водоростей, коли відбувається “цвітіння”, виділяються специфічні речовини метаболіти, які мають сильний вплив на формування фітопланктоценозу і бактеріоценозу. Синьо-зелені водорості виробляють токсини, які мають особливі властивості, а саме: протимікробну дію на сапрофітні, патогенні і потенційно патогенні мікроорганізми та віруси [374, 375].



Таблиця 3.8

Кількість видів індикаторів сапробності в Кременчуцькому водосховищі

Зона сапробності	Станції відбору проб		
	Кар'єр	Червона Слобода	Фарватер
o	1	1	1
o-β	7	5	5
β	10	13	11
β-α	2	2	-
α	2	2	1
х-α	1	1	1
o-α	-	1	2
α	2	2	1
всього	25	27	22

Встановлено, що прісноводні ціанобактерії (синьо-зелені водорості) *Microcystis aeruginosa* та *Anabaena flos-aquae* продукують гепатотоксичні пептиди, які викликають ознаки отруєння у мишей (LD50, 50 мкг/кг) [327, 330]

Проаналізувавши отримані дані по фітопланктону Кременчуцького водосховища та умови для нагулу риб фітофагів у 2020-2021 рр. з точки зору наявності природної кормової бази, загалом можна оцінити як задовільний. У 2020 р. домінуючими видами серед ціанобактерій за чисельністю і біомасою були: *Aphanizomenon flos-aquae* (25 % та 17 %, відповідно), *Microcystis aeruginosa* (25 % та 10 %), *M. wesenbergii* (7 % та 3 %), а у 2021 р. *Microcystis aeruginosa* (12 % та 7 %), *M. wesenbergii* (65 % та 39 %), *Aphanizomenon flos-aquae* (2 % та 2 %), *Gomphosphaeria lacustris* (5 % та 1 %), *Anabaena spiroides* (5 % та 3 %), *Anabaena flos-aquae* (2 % та 2 %, відповідно) [238].

Потенційна рибопродуктивність за фітопланктоном у 2021 р. склала 54,0 кг/га, що свідчить про цілком задовільну забезпеченість риб-фітопланктофагів кормовими ресурсами.

### **3.5. Сучасний стан видового різноманіття фітопланктону та оцінка якості води Каховського водосховища за індексом сапробності**

У перші роки зарегулювання Дніпра масовий розвиток фітопланктону в Каховському водосховищі був спричинений явищем евтрофікації – забруднення води досить значною кількістю біогенів (вуглецю, азоту, фосфору тощо), що надходили у воду з затоплених водосховищами родючих земель. Наприкінці минулого століття вчені зробили висновок про те, що «цвітіння» поступово втрачає свою силу через стабілізацію процесів надходження біогенів у водосховища, але попри оптимістичні прогнози, процес «цвітіння» води Каховського водосховища із кожним роком збільшується. При цьому за даними СЕС у пробах переважають фосфати, що в основному потрапляють зі стічними водами. Саме через це синьо-зелені водорості одержали кращі умови до швидкого розмноження. У першу чергу, це пов'язано з їх пластичністю й витривалістю до екстремальних температур та концентрацій солей, низького вмісту біогенів, слабкої освітленості, наявності сірководню у воді, низькій кількості кисню, а також здатністю багатьох з них до фіксації азоту. При масовому розвитку синьо-зелених водоростей утворюються характерні "плями цвітіння" [292, 312, 360, 373, 384, 391, 393] їх біомаса варіює у межах 10–100 мг/дм<sup>3</sup>. У результаті настає фаза масового відмирання та різко погіршується якість води: з'являється дефіцит кисню, у воді в досить великій кількості накопичуються токсичні метаболіти [297, 323, 345, 349, 379, 340, 365, 383, 386, 389, 390]. При цьому вода стає непридатною для тварин та використання людьми.

Фітопланктон Каховського водосховища є одноманітним, переважно він представлений 4–5 домінантними видами. Навесні переважають діатомові водорості, влітку – синьо-зелені, восени – синьо-зелені і діатомові. Для водосховища характерна велика кількість заток і балок, що виникли у гирлових ділянках річок та впадають у водойму. Завдяки цьому видове різноманіття водоростей значно збільшується. В окремі сезони у водоймі реєструється 100–250 видів, а всього зафіксовано близько 700 видових і внутрішньовидових таксонів водоростей. Найбільш різноманітно представлені зелені водорості – 238 видів

(роди *Chlamidomonas*, *Pandorina*, *Tetrastrum*, *Scenedesmus*), на другому місці за видовим різноманіттям діатомові – 203 (*Navicula*, *Stephanodiscus*, *Melosira*) і синьо-зелені – 106 видів (*Microcystis*, *Oscillatoria*) [148]. За даними сучасних досліджень відмічається значне зниження біомаси синьо-зелених водоростей до 2,64–4,74 г/м<sup>3</sup>. Але поряд з цим зросла значимість зелених водоростей – до 27,73 г/м<sup>3</sup>, що складає більшу частку загальної біомаси [293]. За складом водоростей-індикаторів ступінь забруднення більшості ділянок Каховського водосховища відноситься до  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробної зони (індекс сапробності у 2010–2012 роках коливався від 1,94 до 2,73), що характеризує воду водосховища як помірно забруднену. Але за середньою чисельністю фітопланктону води Каховського водосховища відносяться до полігіпертрофних, що є суттєвим компонентом екологічного ризику [293]. Дослідженнями у сучасний період встановлено, що фітопланктон пониззя Дніпра формується переважно під впливом фітопланктону з Каховського водосховища, внутрішньоводоймових процесів та фітопланктону заплавної водойми [3]. Він характеризується досить високим видовим багатством і представлений прісноводно-солонуватоводним комплексом, причому частка прісноводних форм становить від 76 до 83% сумарної кількості таксонів. У заплавної водойми зафіксовано найбільше різноманіття водоростей. Основне значення в формуванні таксономічної різноманітності належить діатомовим, зеленим та синьо-зеленим водоростям. Середньорічна біомаса фітопланктону може бути оцінена у 11,0 г/м<sup>3</sup>, продукція – 30000 кг/га, що відповідає високому рівню продуктивності.

Видове різноманіття фітопланктону в Каховському водосховищі було представлено 49 таксономічними одиницями. Найбільш чисельними були зелені водорості – 23 таксони, діатомові та синьо-зелені налічували – 12 та 10 таксонів, відповідно, а евгленові – 2 та динофітові – 1 таксон.

Середня чисельність фітопланктону влітку 2020 року в Каховському водосховищі на досліджених ділянках складала 122021 тис. кл./дм<sup>3</sup> при біомасі 6,379 мг/дм<sup>3</sup>. Основу чисельності (99%) та біомаси (91%) фітопланктону формували ціанобактерії (синьо-зелені водорості). Діатомові та зелені водорості

при незначній чисельності (0,4% та 0,3%) формували 6% та 3%, відповідно загальної біомаси водоростей. Динофітові та евгленові водорості набули зовсім незначного розвитку у водосховищі формуючи загалом 0,1% біомаси водоростей (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

**Чисельність (тис.кл./дм<sup>3</sup>) і біомаса (мг/дм<sup>3</sup>) фітопланктону в  
Каховському водосховищі, літо 2020 р.**

Групи організмів	с. Біленьке		р/з Біленьке-Малокатеринівка		р-н с. Малока-теринівка		Середня	
	тис.кл/ дм <sup>3</sup> мг/дм <sup>3</sup>	% %	тис.кл/ дм <sup>3</sup> мг/дм <sup>3</sup>	% %	тис.кл/ дм <sup>3</sup> мг/дм <sup>3</sup>	% %	тис.кл/ дм <sup>3</sup> мг/дм <sup>3</sup>	% %
<i>Cyanobacteria</i>	<u>122543</u> 5,861	<u>98,97</u> 85,78	<u>53428</u> 2,543	<u>98,7</u> 6 86,3 0	<u>187140</u> 8,913	<u>99,74</u> 96,04	<u>121210</u> 5,799	<u>99,3</u> 3 90,8 6
<i>Euglenophyceae</i>	<u>8,8</u> 0,021	<u>0,01</u> 0,31	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>1,12</u> 0,001	<u>±</u> 0,03	<u>3,3</u> 0,007	<u>±</u> 0,12
<i>Dinophyta</i>	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>2,24</u> 0,005	<u>±</u> 0,18	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0,7</u> 0,002	<u>±</u> 0,03
<i>Bacillariophyta</i>	<u>725</u> 0,635	<u>0,59</u> 9,29	<u>414</u> 0,335	<u>0,77</u> 11,3 6	<u>188</u> 0,145	<u>0,10</u> 1,57	<u>442</u> 0,371	<u>0,36</u> 5,86
<i>Xanthophyceae</i>	<u>30</u> 0,036	<u>0,02</u> 0,52	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>10</u> 0,012	<u>0,01</u> 0,19
<i>Chlorophyta:</i>	<u>508</u> 0,280	<u>0,41</u> 4,10	<u>255</u> 0,064	<u>0,47</u> 2,16	<u>302</u> 0,222	<u>0,16</u> 2,38	<u>355</u> 0,188	<u>0,29</u> 2,96
<i>Volvocales</i>	<u>218</u> 0,080	<u>0,17</u> 1,18	<u>51</u> 0,020	<u>0,09</u> 0,69	<u>95</u> 0,035	<u>0,05</u> 0,37	<u>121</u> 0,044	<u>0,10</u> 0,71
<i>Ulothryhales</i>	<u>108</u> 0,172	<u>0,09</u> 2,51	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>26</u> 0,041	<u>0,01</u> 0,44	<u>45</u> 0,071	<u>0,04</u> 1,11
<i>Chlorococcales</i>	<u>182</u> 0,028	<u>0,15</u> 0,41	<u>199</u> 0,037	<u>0,37</u> 1,22	<u>114</u> 0,016	<u>0,06</u> 0,17	<u>165</u> 0,027	<u>0,14</u> 0,42
<i>Conjugatophyceae</i>	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>4</u> 0,007	<u>0,01</u> 0,25	<u>67</u> 0,130	<u>0,04</u> 1,40	<u>24</u> 0,046	<u>0,02</u> 0,72
<b>Всього</b>	<b><u>123815</u></b> <b>6,833</b>	<b><u>100</u></b> <b>100</b>	<b><u>54099</u></b> <b>2,947</b>	<b><u>100</u></b> <b>100</b>	<b><u>187631</u></b> <b>9,281</b>	<b><u>100</u></b> <b>100</b>	<b><u>122021</u></b> <b>6,379</b>	<b><u>100</u></b> <b>100</b>
<b>Кількість таксонів</b>	<b>24</b>		<b>29</b>		<b>29</b>		<b>49</b>	

Домінуючими видами серед ціанобактерій за чисельністю і біомасою були: *Microcystis wesenbergii* (91% та 84%), *M. aeruginosa* (7% та 6%). Серед діатомових водоростей за біомасою: *Melosira granulata* (2%), *M. italica* (0,5%), *Navicula cryptocephala* (1%) (рис. 3.13).

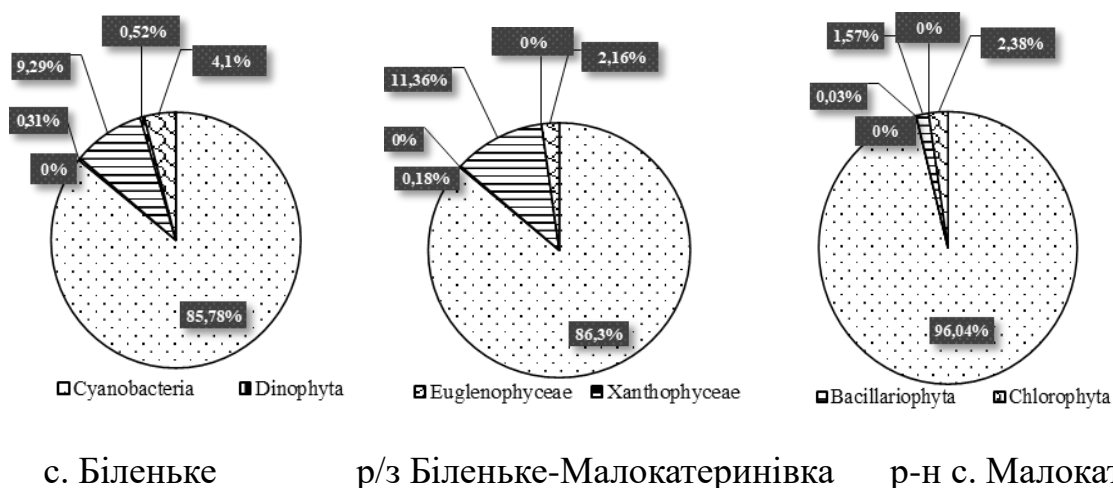


Рис. 3.13. Біомаса основних груп фітопланктону у Каховському водосховищі в 2020 р., %

Продукція фітопланктону за вегетаційний сезон може скласти 19137,0 кг/га, а можливий промисловий вилов риби за рахунок споживання фітопланктону – 52,1 кг/га.

Якість води Каховського водосховища, згідно домінуючих індикаторних видів сапробності, відноситься до  $\beta$ -мезосапробної зони на всіх досліджених ділянках.

За чисельністю клітин водоростей індикаторів сапробності переважають водорості, що відносять якість води в Каховському водосховищі до  $\beta$ -мезосапробної зони, так на ділянці «с. Біленьке» вони складають 99,2% від чисельності клітин видів індикаторів, на ділянці «р/з Біленьке-Малокатеринівка» – 99,4%, і «р-н с. Малокатеринівка» – 99,4% (додаток В).

Всього на різних досліджених ділянках водосховища зафіксовано від 16 до 19 індикаторних видів фітопланктону. Найбільша кількість виявлених у водосховищі видів-індикаторів водоростей відноситься до  $\beta$ -мезосапробної зони. Зокрема на ділянці «с. Біленьке» вони складають 38% від кількості видів

індикаторів, на «р/з Біленьке-Малокатеринівка» – 47%, і «р-н с. Малокатеринівка» – 32%. Другими за чисельністю були о-β-сапроби – складаючи відповідно до ділянок 19%, 21% та 26% (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

**Кількість видів індикаторів сапробності в Каховському водосховищі,  
літо 2020 р.**

Зона сапробності	Станції відбору проб		
	с. Біленьке	р/з Біленьке-Малокатеринівка	р-н с. Малокатеринівка
β	6	9	6
β-α	2	2	–
о-β	3	4	5
α	2	2	2
о	2	1	3
х-α	–	1	2
о-α	1	–	1
всього	16	19	19

Влітку 2021 р. видове різноманіття фітопланктону в Каховському водосховищі було представлено 55 таксономічними одиницями. Найбільш чисельними були зелені водорості – 25 таксони, діатомові та синьо-зелені налічували – 16 та 10 таксонів, відповідно, а евгленові – 2 та динофітові – 1 таксон. Середня чисельність фітопланктону влітку 2021 р. в Каховському водосховищі на досліджених ділянках складала 169823,8 тис.кл./дм<sup>3</sup> при біомасі 9,181 мг/дм<sup>3</sup>.

Основу чисельності (99%) та біомаси (87%) фітопланктону формували ціанобактерії (синьо-зелені водорості). Діатомові та зелені водорості при незначній чисельності (0,6% та 0,6%) формували 9% та 4%, відповідно загальної біомаси водоростей. Динофітові, евгленові та жовто-зелені водорості набули зовсім незначного розвитку у водосховищі формуючи загалом 0,3% біомаси водоростей (табл. 3.11).

Таблиця 3.11

**Чисельність (тис.кл./дм<sup>3</sup>) і біомаса (мг/дм<sup>3</sup>) фітопланктону в Каховському водосховищі, літо 2021 р.**

Групи організмів	с. Біленьке		р/з Біленьке-Малокатеринівка		р-н с. Малока-теринівка		Середня	
	тис.кл./ дм <sup>3</sup> мг/дм <sup>3</sup>	% %	тис.кл./ дм <sup>3</sup> мг/дм <sup>3</sup>	% %	тис.кл./ дм <sup>3</sup> мг/дм <sup>3</sup>	% %	тис.кл./ дм <sup>3</sup> мг/дм <sup>3</sup>	% %
<i>Cyanobacteria</i>	<u>164261,5</u> 7,909	<u>98,7</u> 84,7	<u>78037,2</u> 3,766	<u>98,3</u> 85,0	<u>261372</u> 12,165	<u>99,1</u> 88,3	<u>167890,2</u> 7,947	<u>98,9</u> 86,6
<i>Euglenophyceae</i>	<u>11,0</u> 0,026	<u>±</u> 0,3	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>1,4</u> 0,002	<u>±</u> +	<u>4,1</u> 0,009	<u>±</u> 0,1
<i>Dinophyta</i>	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>2,8</u> 0,007	<u>±</u> 0,2	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0,9</u> 0,002	<u>±</u> +
<i>Bacillariophyta</i>	<u>1074,6</u> 0,918	<u>0,6</u> 9,8	<u>696,9</u> 0,522	<u>0,9</u> 11,7	<u>1034,7</u> 1,103	<u>0,4</u> 8,0	<u>935,4</u> 0,848	<u>0,6</u> 9,2
<i>Xanthophyceae</i>	<u>37,8</u> 0,045	<u>0,1</u> 0,5	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>12,6</u> 0,015	<u>±</u> 0,2
<i>Chlorophyta:</i>	<u>1012,6</u> 0,437	<u>0,6</u> 4,7	<u>639,0</u> 0,137	<u>0,8</u> 3,1	<u>1289,8</u> 0,507	<u>0,5</u> 3,7	<u>980,6</u> 0,36	<u>0,5</u> 3,9
<i>Volvocales</i>	<u>291,6</u> 0,107	<u>0,2</u> 1,2	<u>64,0</u> 0,025	<u>0,1</u> 0,6	<u>239</u> 0,103	<u>0,1</u> 0,7	<u>198,2</u> 0,079	<u>0,1</u> 0,8
<i>Ulothryhales</i>	<u>135</u> 0,215	<u>0,1</u> 2,3	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>32</u> 0,051	<u>±</u> 0,4	<u>55,7</u> 0,087	<u>±</u> 1,0
<i>Chlorococcales</i>	<u>581,9</u> 0,112	<u>0,3</u> 1,2	<u>566,7</u> 0,098	<u>0,7</u> 2,2	<u>934,7</u> 0,191	<u>0,4</u> 1,4	<u>694,5</u> 0,134	<u>0,4</u> 1,5
<i>Conjugatophyceae</i>	<u>4,1</u> 0,003	<u>±</u> +	<u>8,3</u> 0,014	<u>±</u> 0,3	<u>84,1</u> 0,162	<u>±</u> 1,2	<u>32,2</u> 0,06	<u>±</u> 0,6
Всього	<u>166397,5</u> <b>9,335</b>	<u>100</u> <b>100</b>	<u>79375,9</u> <b>4,432</b>	<u>100</u> <b>100</b>	<u>263697,9</u> <b>13,777</b>	<u>100</u> <b>100</b>	<u>169823,8</u> <b>9,181</b>	<u>100</u> <b>100</b>
Кількість таксонів	<b>38</b>		<b>34</b>		<b>41</b>		<b>55</b>	

Домінуючими видами серед ціанобактерій за чисельністю і біомасою були: *Microcystis wesenbergii* (88% та 78%), *M. aeruginosa* (6% та 6%), *Aphanizomenon flos-aquae* (1% та 2%). Серед діатомових водоростей за біомасою: *Melosira granulata* (2%), *M. italica* (2%), *Navicula cryptocephala* (1%), *Cymatopleura solea* (1%) (рис. 3.14).

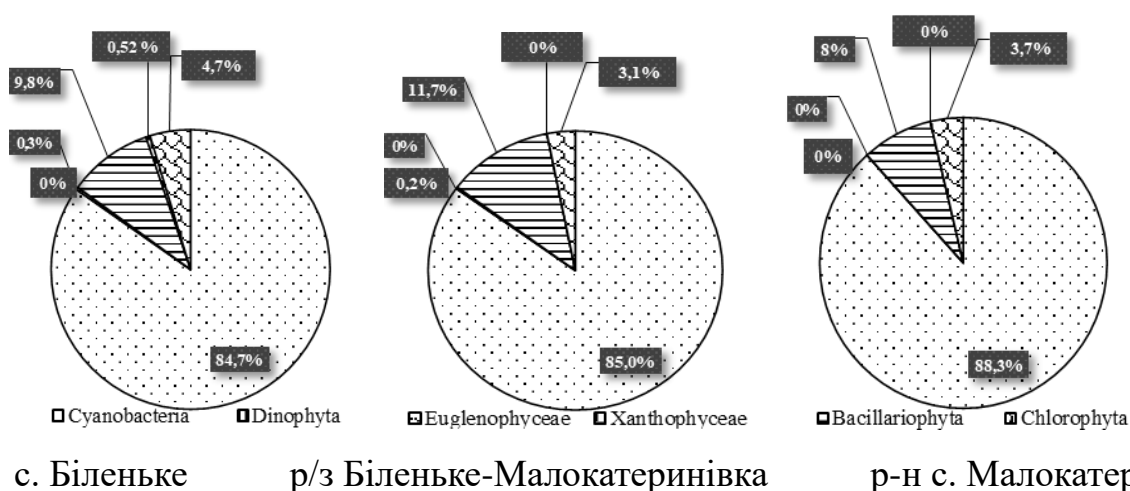


Рис. 3.14. Біомаса основних груп фітопланктону у Каховському водосховищі в 2021 р., %

Потенційна продукція фітопланктону за вегетаційний сезон може скласти 27543,0 кг/га, а можливий промисловий вилов риби за рахунок споживання фітопланктону – 76,7 кг/га.

Якість води Каховського водосховища, згідно домінуючих індикаторних видів сапробності, відноситься до  $\beta$ -мезосапробної зони на всіх досліджених ділянках.

За чисельністю клітин водоростей індикаторів сапробності переважають водорості, що відносяться до  $\beta$ -мезосапробної зони. Так на ділянці «с. Біленьке» вони складають 98% від чисельності клітин видів індикаторів, на ділянці «р/з Біленьке-Малокатеринівка» – 97%, і «р-н с. Малокатеринівка» – 95% (додаток Г).

Всього на різних досліджених ділянках водосховища зафіксовано від 21 до 26 індикаторних видів фітопланктону. Найбільша кількість видів індикаторів водоростей зафіксованих у водосховищі відноситься до  $\beta$ -мезосапробної зони, так на ділянці «с. Біленьке» вони складають 38% від кількості видів індикаторів, на «р/з Біленьке-Малокатеринівка» – 43%, і «р-н с. Малокатеринівка» – 42%. Другими за чисельністю були о- $\beta$ -сапроби – складаючи відповідно до ділянок 25%, 24% та 23% (табл. 3.12).



Таблиця 3.12

**Кількість видів індикаторів сапробності в Каховському водосховищі,  
літо 2021 р.**

Зона сапробності	Станції відбору проб		
	с. Біленьке	р/з Біленьке- Малокатеринівка	р-н с. Малокатеринівка
β	9	9	11
о-β	6	5	6
β-α	2	2	2
α	2	2	2
о	2	1	3
х-α	1	2	2
о-α	2	–	–
всього	24	21	26

Надходження у Каховське водосховище органічних речовин та мінеральних солей з стічними водами підприємств, які знаходяться поблизу, призводить до поширення, а також збільшення кількості видів хлорококових та синьо-зелених водоростей, що є властивим для водойм із високою евтрофікацією [180].

Зазвичай, кожного року по всій акваторії водосховища відбувається два спалахи цвітіння води, що спостерігається навесні – діатомовими водоростями при температурі води 4–8°C у березні-квітні та літньо-осінній період синьо-зеленими водоростями за температури води вище 19°C із середини червня і до початку жовтня. Перше цвітіння зумовлюється водоростями роду *Melosira*, а друге – *Microcystis*. Враховуючи весняне «цвітіння», біомаса фітопланктону в центральній частині водосховища у 2010 році варіювала від 4,8 до 46 г/м<sup>3</sup> за норми для рибогосподарських водойм – 20–30 г/м<sup>3</sup>.

Найбільш небезпечними є спекотні сонячні дні, коли температура повітря підвищується до 18–32°C, а води 21–25,8°C.

Необхідно зауважити, що синьо-зелені водорості – *Microcystis*, *Anabaena* виділяють токсини, що негативно впливають на процеси природного самоочищення водойм. Експериментально встановлено, що токсини синьо-зелених водоростей пригнічують життєдіяльність нітрифікуючих бактерій, у

зв'язку з чим процес мінералізації закінчується на першій фазі, що супроводжується зниженням у воді концентрації сполук неорганічного азоту [88, 345, 349, 365, 374, 375, 390]. Схожі явища здатні призводити до загибелі гідробіонтів, а також масових задух риб на водоймах. Деякі види ціанобактерій виробляють токсини, які впливають на здоров'я людей [381], коли вони вживають забруднену воду, рибу, молюски, купаються у водоймі. За впливом на організм людини токсини ціанобактерій поділяють на гепатотоксини (впливають на печінку) і нейротоксини (впливають на нервову систему) [321]. Ціанобактерії виду *Cylindropermopsis raciborski* можуть виробляти токсичні алкалоїди, що спричиняють у людей гастроентерологічні симптоми чи хвороби нирок [381].

Від високих рівнів концентрації токсинів ціанобактерій у воді також можуть отруїтися тварини, птахи і риби. Для них вони несуть смертельну небезпеку. Досить відомі випадки масового отруєння домашніх тварин, що пили воду з водойм із синьо-зеленими водоростями [313].

Прісноводні ціанобактерії – *Microcystis aeruginosa* і *Anabaena flos-aquae* можуть продукувати гепатотоксичні пептиди, які спричинюють ознаки отруєння в мишей (LD<sub>50</sub>, 50 мкг/кг) [327, 330].

У Каховському водосховищі виявлено, що домінуючими видами серед ціанобактерій за чисельністю та біомасою в літній період 2020 р. були: *Microcystis wesenbergii*, *M. aeruginosa*, у 2021 р. – *Microcystis wesenbergii*, *M. aeruginosa*, *Aphanizomenon flos-aquae* [240]. Розрахована на підставі середньої біомаси фітопланктону у 2021 р. (табл 3.11) потенціна рибопродуктивність Каховського водосховища склала 220,3 кг/га, що свідчить про високий рівень розвитку кормової бази для риб-фітопланктофагів.

### **3.6. Зміна структури та домінантних угруповань зоопланктону Кременчуцького водосховища**

Дніпровські водосховища – унікальні техногенні об'єкти, екологічний стан яких формується під впливом складного комплексу чинників зовнішнього та внутрішнього походження. Внаслідок суттєвого еколого-господарського значення

водосховищ, реакція їх екосистем на цей вплив повинна бути предметом моніторингових досліджень, які включали як оцінку інтегральних біоценотичних показників, так і визначення стану окремих угруповань гідробіонтів, які, зокрема, можуть визначати спрямованість та інтенсивність суцесійних процесів та змінювати трофічний статус водного об'єкту. У цьому аспекті значний інтерес представляє зоопланктон – група організмів, яка у водосховищах в основному займає ніші консументів першого-другого порядку, є критично важливим компонентом кормової бази для молоді риб та однією з основних ланок процесів самоочищення вод [64]. Відповідно, без отримання цілісної картини стану зоопланктону та чинників, які на нього впливають неможливо розуміння механізмів впливу зовнішніх чинників на біорізноманіття, екологічну стійкість та біоресурсний потенціал водних екосистем.

В останні роки особливого значення набувають дослідження кліматичних змін, як потужного чинника впливу на умови існування як окремих видів, так і біоценозів в цілому. В повній мірі це стосується і гідробіонтів, середовище мешкання яких хоч і має більш консервативний (у порівнянні з наземними екосистемами) характер, проте мінливість глобальних кліматичних індексів вносить свої корективи у продукційно-деструкційні процеси у водних екосистемах. Зокрема, вважається, що збільшення температури повітря зумовлює підсилення атмосферної циркуляції та інтенсифікацію підйому біогенних елементів в верхні шари води. В свою чергу, це забезпечує посилення фотосинтезу, як основи для формування більш високого трофічного статусу водної екосистеми та збільшення рибопродуктивності [229]. У зв'язку з цим виникає питання щодо впливу зазначених змін на структурно-функціональні показники основних угруповань гідробіонтів як складова частина вивчення закономірностей трансформації водних екосистем в умовах зарегульованого стоку та різновекторного впливу зовнішніх чинників [210].

Також суттєвим фактором впливу на водні біоресурси залишається антропогенне навантаження. Так при інтенсивному антропогенному тиску знижується інтенсивність розвитку зоопланктонних угруповань, та спостерігається

зміна оліго– і полідомінантних угруповань на монодомінантні. [50, 80, 107, 110, 185, 186] та нестабільність середньорічних показників із загальною тенденцією до зменшення.

Загалом екосистеми водосховищ знаходяться під постійним впливом комплексу зовнішніх чинників, окремі складові якого характеризуються нестабільністю та різновекторністю [80, 241, 277, 278]. Відповідно дані, які показують стан гідробіонтів бази з достатнім для розробки оптимальної схеми раціонального водокористування рівнем об'єктивності, можуть бути отримані лише в рамках реалізації постійно діючої системи моніторингу. Таким чином, в умовах постійних змін як гідрологічного режиму водосховища, так і антропогенного навантаження на його екосистему, виникає необхідність у здійсненні робіт з оцінки динаміки макропоказників угруповань, які формують значний сегмент потоків речовини та енергії у водній екосистемі.

За досліджений період відмічені суттєві коливання кількісних показників зоопланктону в Кременчуцькому водосховищі за окремі роки: загальної чисельності від  $23 \cdot 10^3$  до  $256 \cdot 10^3$  екз/м<sup>3</sup>, біомаси – від 0,14 до 2,11 г/м<sup>3</sup>. При цьому чітко виражені тенденції щодо змін цих показників у між річному аспекті не виявлено. Основу чисельності та біомаси зоопланктону майже у всі роки формували гіллястовусі ракоподібні, а коловертки та веслоногі ракоподібні набували другорядного значення, за виключенням 2020 р., коли відбулась зміна домінантних угруповань і основу чисельності та біомаси зоопланктону формували коловертки, а веслоногі та гіллястовусі ракоподібні набули значно меншого рівня розвитку у водосховищі (табл. 3.13).

Спостерігаючи зміни чисельності та біомаси зоопланктонних угруповань по роках можливо відмітити значні коливання кількісних показників для всіх основних груп, які в найменшій мірі були виражені для веслоногих ракоподібних (CV для чисельності склав 38,9 %, для біомаси – 64,4 %). Причини змін домінантних угруповань зоопланктону можуть полягати у низці чинників як антропогенного, так і природного походження.

Таблиця 3.13

**Показники розвитку зоопланктону Кременчуцького водосховища в  
літній період,  $\frac{103 \text{ екз./м}^3}{\text{г/м}^3}$**

Групи організмів	Роки						
	2006*	2010*	2011*	2012*	2013*	2020	2021
Rotifera	12,96 0,052	6,68 0,012	7,78 0,021	21,98 0,059	8,71 0,013	205,63 1,119	<u>118223</u> 0,422
Cladocera	20,91 0,213	27,19 0,837	8,85 0,416	65,87 0,233	5,53 0,064	14,59 0,758	<u>15458</u> 0,735
Copepoda	16,08 0,065	7,83 0,041	12,82 0,157	18,77 0,101	9,16 0,061	22,45 0,223	<u>16222</u> 0,203
Dreissena Larvae	- -	- -	- -	- -	- -	13,01 0,013	<u>90026</u> 0,09
Разом	49,95 0,329	41,69 0,889	29,45 0,593	106,62 0,393	23,40 0,139	255,68 2,113	<u>239929</u> 1,450

Примітка. \* - 2006, 2010-2013 – дані ІРГ НААН України

[4 Кружиліна С. В., 2013], \*\* - [24 Кружиліна С. В., 2015].

Найважливішими з них можуть бути такі чинники, як температура водного середовища, та забруднення стоками підприємств та сільгоспугідь.

Простежуючи залежність чисельності та біомаси різних систематичних груп зоопланктону від температурного фактору водного середовища в літній період нами відмічений достовірний ( $p \leq 0.05$ ) зв'язок між чисельністю гіллястовусих ракоподібних та температурою води (рис 3.15), який в інтервалі температур 22-27°C задовільно описується лінійним рівнянням:  $y=11,133 \cdot x - 244,85$  ( $R^2=0,71$ ). Для біомаси зоопланктону подібна залежність не встановлена.

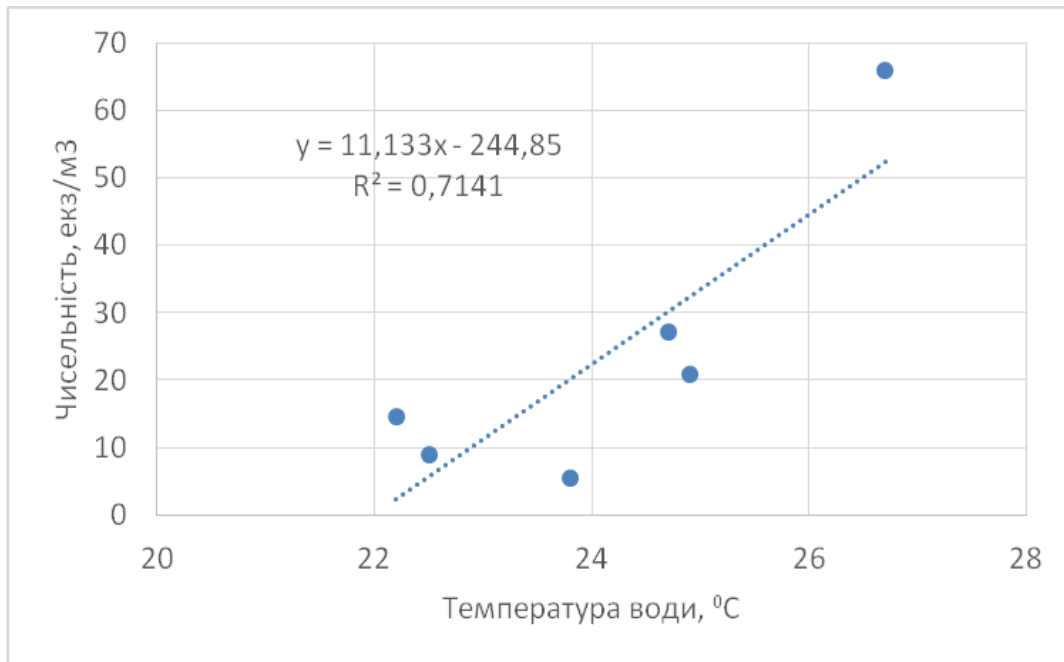


Рис. 3.15. Залежність чисельності гіллястовусих ракоподібних від температури води в Кременчуцькому водосховищі (2006, 2010-2013 - дані ІРГ НААН України, 2020 -наші дані)

Нам не вдалось відстежити тенденцій розвитку веслоногих ракоподібних та коловерток, адже перші є більш холодолюбні і в період досліджень температура для їх розвитку вже була несприятлива, а другі евритермні і легко витримують суттєві перепади температур (рис. 3.16 та рис. 3.17).

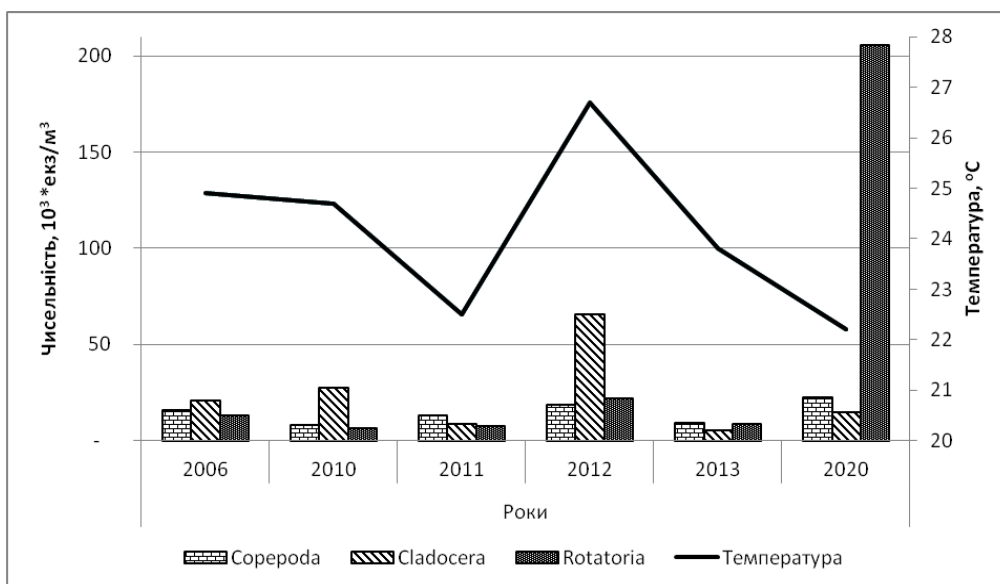


Рис. 3.16. Динаміка розвитку кількісних показників зоопланктону на тлі змін температури води Кременчуцького водосховища по роках (2006, 2010-2013 - дані ІРГ НААН України, 2020 -наші дані).

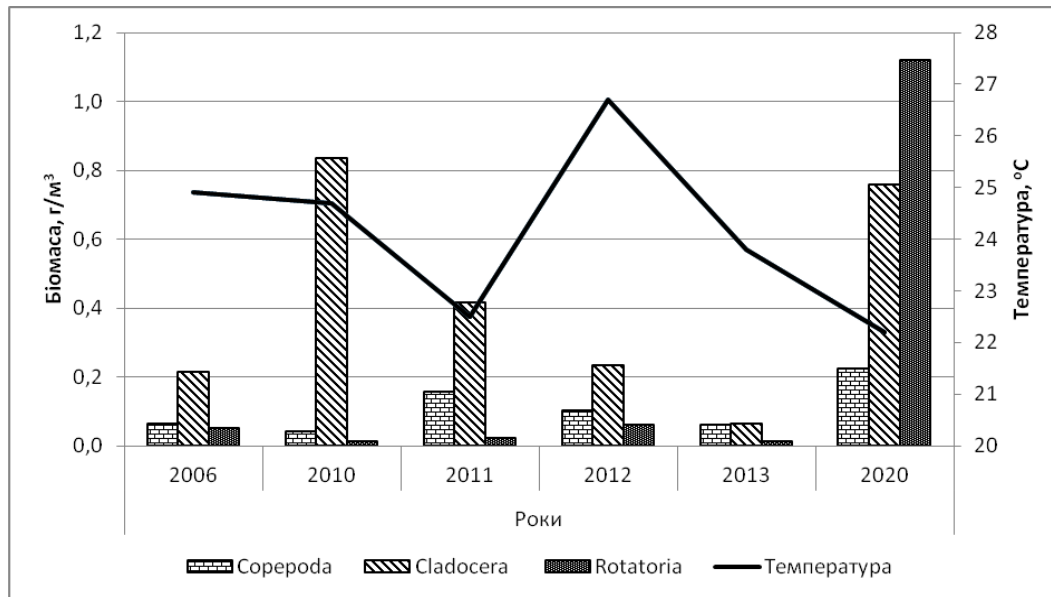


Рис. 3.17. Динаміка розвитку біомаси зоопланктону на тлі змін температури води Кременчуцького водосховища по роках (2006, 2010-2013 - дані ІРГ НААН України, 2020 -наші дані)

Видове різноманіття зоопланктону також змінювалось в різні роки досліджень. Всього за період досліджень у водосховищі зафіксовано 46 таксономічних одиниць з яких 33 визначено до виду, 6 – до роду. Чисельність таксонів по роках коливалась від 26 до 32 одиниць, а видів – від 17 до 27 (додаток Д).

Простежуючи зміни, що відбувались протягом досліджень у видовому складі домінантних угруповань зоопланктону на різних ділянках водосховища слід відмітити їх різноманітність та значну зміну їх чисельних показників.

Найбільш стабільною протягом всіх років досліджень домінуючою групою зоопланктерів були nauplius larva Cyclops (1,1 - 39,3%) при чисельності від  $0,27 \cdot 10^3$  до  $8,30 \cdot 10^3$  екз/м<sup>3</sup> та Cyclops (juv.) (0,9 – 25,2%) при чисельності від  $0,43 \cdot 10^3$  до  $24,72 \cdot 10^3$  екз/м<sup>3</sup>. Також домінуючим видом на протязі всього періоду досліджень (крім 2020 р.) був вид *Chydorus sphaericus* (6,2–58,0%) при чисельності від  $0,64 \cdot 10^3$  до  $121,20 \cdot 10^3$  екз/м<sup>3</sup>. Найбільш часто домінували хоча періодично були відсутні у водосховищі такі види: *Bosmina coregoni* Baird, 1857. (1,2–23,8%) при чисельності від  $0,30 \cdot 10^3$  до  $18,18 \cdot 10^3$  екз/м<sup>3</sup>, *Brachionus diversicornis* (Daday, 1883) (2%-22%) при чисельності від  $0,70 \cdot 10^3$  до  $11,70 \cdot 10^3$

екз/м<sup>3</sup>, *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, 1832 (1,0 – 8,1 %) чисельності від  $0,31 \cdot 10^3$  до  $13,58 \cdot 10^3$  екз/м<sup>3</sup>. Інші види періодично зустрічались у водосховищі (рис. 3.18).

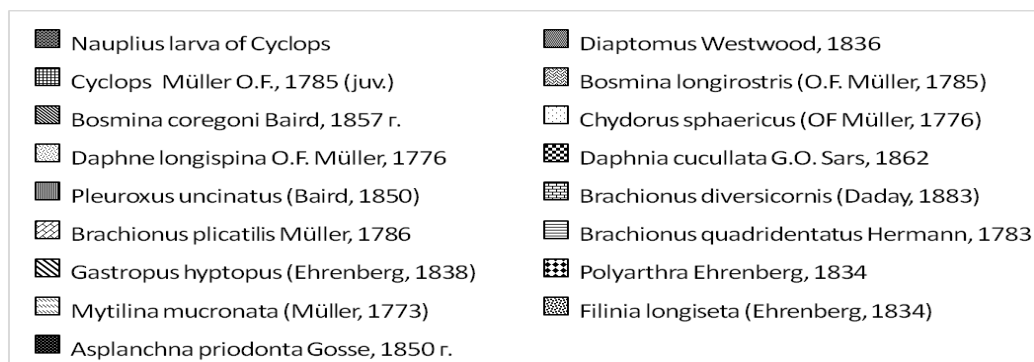
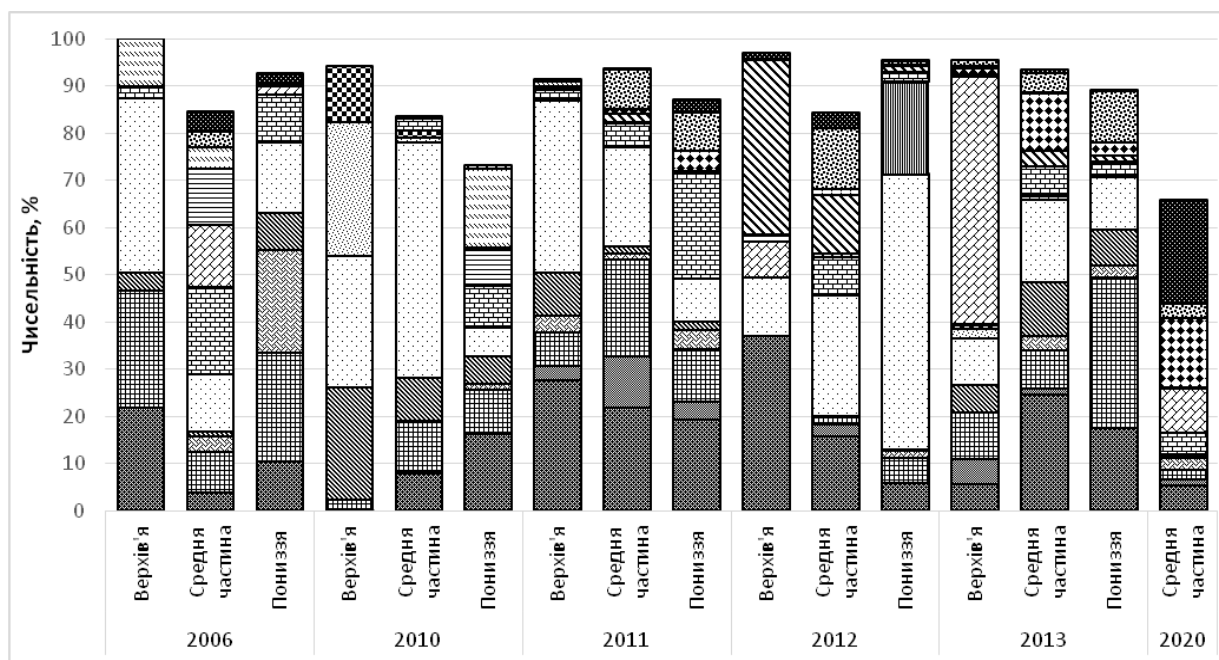


Рис. 3.18. Відсоткове співвідношення чисельності домінуючих видів зоопланктону на різних ділянках Кременчуцького водосховища по роках (2006, 2010-2013 - дані ІРГ НААН України, 2020 -наші дані)

В процесі математичної обробки отриманих показників розвитку зоопланктону нами майже не виявлено чітких достовірних залежностей між температурою води та чисельністю окремих видів зоопланктону крім достовірної позитивної залежності між температурою води та чисельністю *Chydorus sphaericus* (OF Müller, 1776) та *Ceriodaphnia sp. Dana*, 1853 при значимості  $F = 0,034$  та  $F = 0,051$ , відповідно (рис. 3.19).



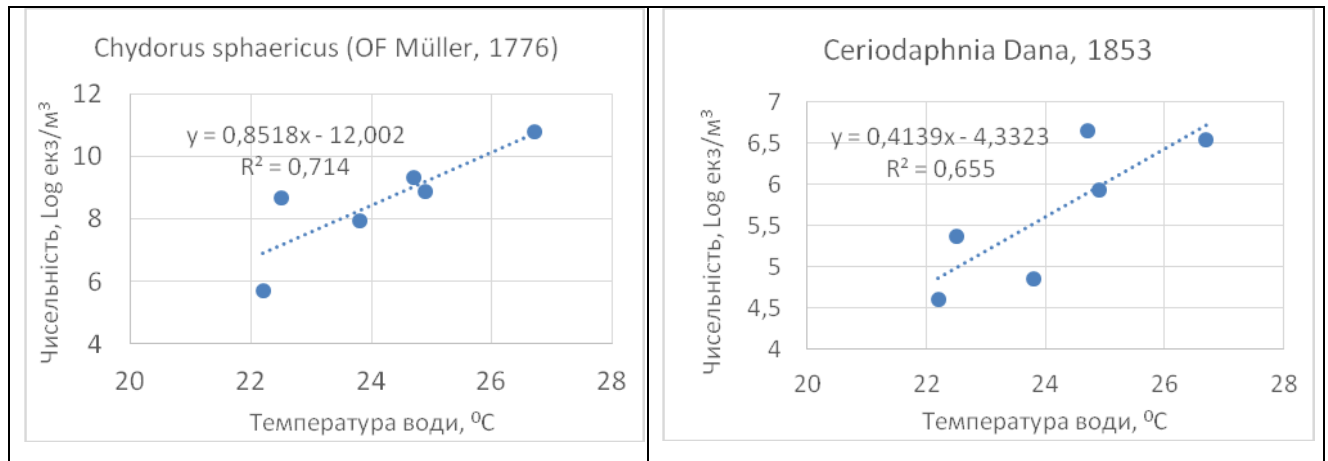


Рис. 3.19. Залежність чисельності *Chydorus sphaericus* (OF Müller, 1776) та *Ceriodaphnia sp.* Dana, 1853 від температури води в Кременчуцькому водосховищі по роках (2006, 2010-2013 - дані ІРГ НААН України, 2020 - наші дані).

По відношенню до температури згідно [196] з наявних на період досліджень у водосховищі видів ми виділили три групи зоопланктону: кріофіли (індикаторна вага  $0.75 < t \leq 1.5$ ), термофіли ( $1.5 < t \leq 2.25$ ) та термобіонти ( $t > 2.25$ ).

До першої групи було віднесено 5 видів, до другої лише 2 види, третя налічувала 10 видів зоопланктону. Частка кріофілів від загальної чисельності (екз/м<sup>3</sup>) зоопланктерів коливалась в різних межах на окремих ділянках водосховища. Так в верхів'ї вона знаходилась в межах від 0,0 (2006, 2011 рр) до 36,9% (2012 р), в середній частині водосховища – від 0,0% (2006 р) до 12,4% (2012 р.), в пониззі – від 0,0% (2006 р) до 9,0% (2010 р.). Види термофіли також не відігравали суттєвої ролі у формуванні чисельності зоопланктерів, так у верхів'ї їх доля від загальної чисельності становила – від 0,0% (2006, 2012 рр) до 11,8% (2010 р.), у середній частині водосховища – від 0,0% (2012, 2013 рр) до 1,8% (2010 р.), в пониззі – від 0,0% (2013 р) до 0,3% (2006 р.). Найбільшу чисельність у водосховищі формували види термобіонти, складаючи в верхів'ї – від 0,0% (2006 р) до 10,1% (2011 р.), у середній частині водосховища – від 9,6% (2013 р) до 25,7% (2020 р.), в пониззі – від 2,8% (2012 р) до 25,0% (2006 р.). Статистично достовірний зв'язок між цими показниками нами не встановлений; при цьому виявлена певна тенденції до поступового збільшення чисельності (екз/м<sup>3</sup>)

термобіонтів по роках в середній ділянці водосховища. Значною мірою це може бути пов'язане з сильним впливом гідрологічного режиму, який, особливо у верхній частині характеризується значною міжсезонною та міжрічною нестабільністю.

Таким чином, аналіз стану та динаміки зоопланктонних угруповань Кременчуцького водосховища за останні роки не дає підстав вважати температуру води чинником, який є визначальним у формуванні їх структурних та кількісних показників. При цьому нами не відмічена стабільна поява нових видів, яка може розглядатися як реакція зоопланктону на зміну кліматичних умов [1].

Враховуючи, що Кременчуцьке водосховище є приймачем забруднених та умовно чистих вод, які утворені за рахунок промислових та господарсько-побутових стоків і значна частка яких містить органічні речовини [24], цей сегмент зовнішнього впливу потребує окремої оцінки з точки зору змін структурних показників зоопланктону. З цією метою була проведена оцінка рівня забруднення водосховища за допомогою зоопланктерів-індикаторів сапробності води.

Загалом у водосховищі як в різні роки так і на різних ділянках водосховища спостерігалось суттєве коливання чисельності видів індикаторів забруднення (3 - 16 видів) та чисельності екземплярів зоопланктерів кожного виду ( $0,88 \cdot 10^3$  –  $130,38 \cdot 10^3$  екз/м<sup>3</sup>), а також самих показників сапробності (1,5–1,9), але простежується тенденція (по роках) до збільшення досліджених показників як в міжрічному, так і просторовому (від верхів'я до пониззя водосховища) аспектах (рис. 3.20).

Найбільша кількість видів індикаторів зафіксована для β-мезосапробів (1-6) і оліго- β-сапробів (1-5), що дозволяє віднести воду Кременчуцького водосховища до оліго- β- мезосапробної зони.

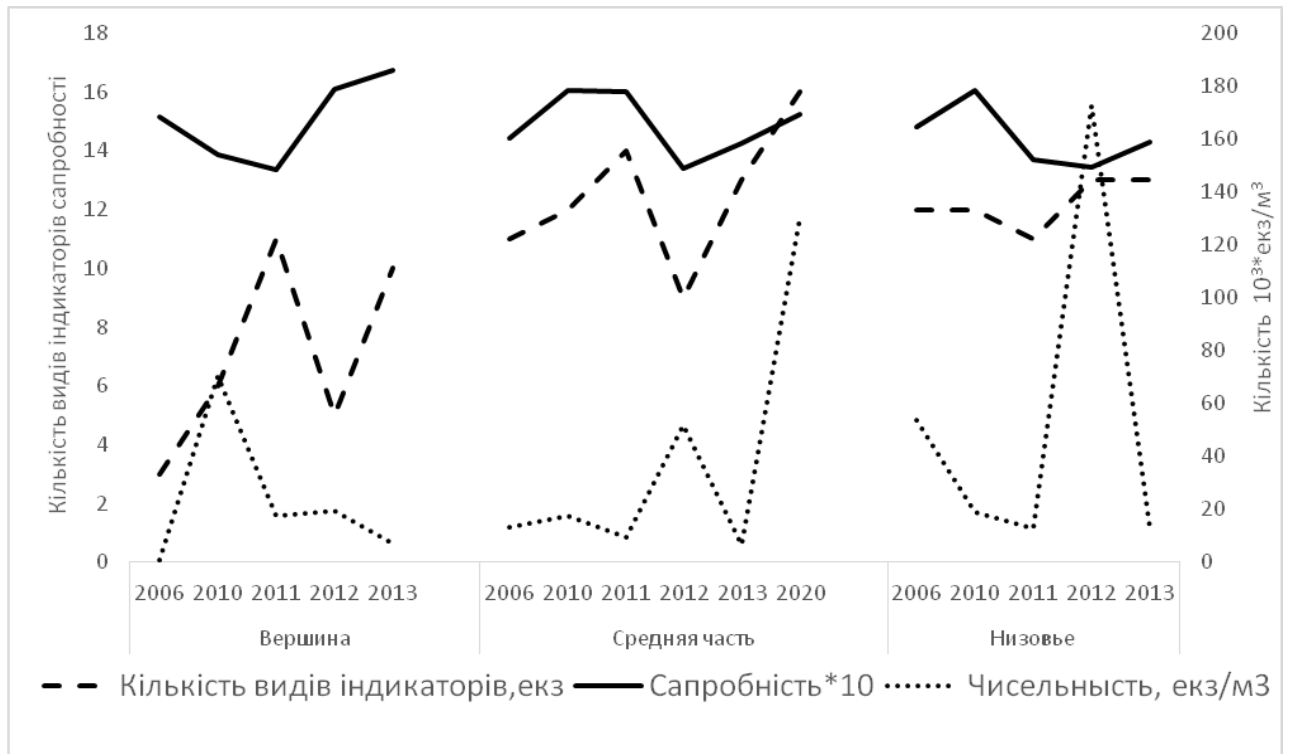


Рис. 3.20. Динаміка показників забрудненості води за роками на різних ділянках Кременчуцького водосховища по роках (2006, 2010-2013 - дані ІРГ НААН України, 2020 -наші дані)

Найменш забрудненою вода була у 2006-2012 рр. в верхній частині водосховища, а по мірі просування до пониззя водосховища якість води суттєво погіршується, найбільш забрудненою була вода середньої частини водосховища особливо у 2010, 1011 та 2020 рр. про що свідчить наявність у водосховищі в незначній кількості (2 види) зоопланктерів  $\alpha$ -мезосапробів. (рис. 3.21). Суттєві коливання показників забрудненості води в різні роки та на різних ділянках водосховища певною мірою можливо пояснити наявністю чи відсутністю ( в певний період часу) забруднюючих стоків.

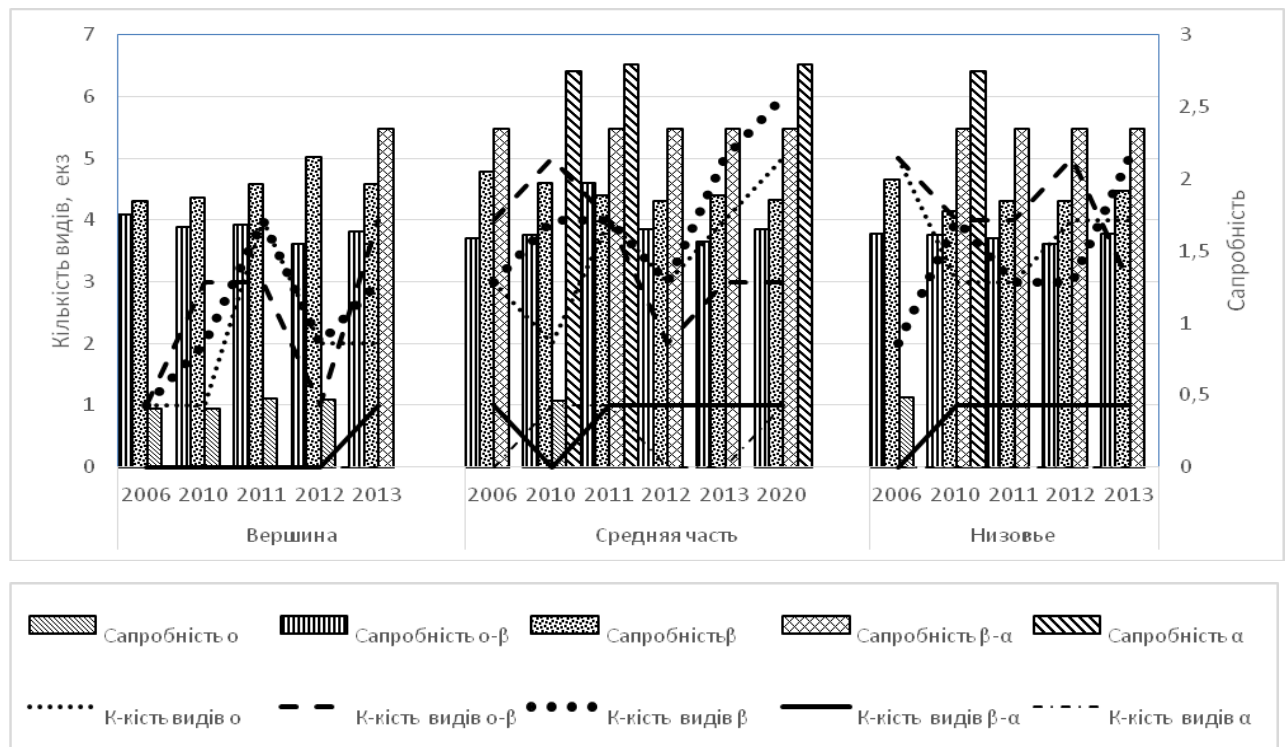


Рис. 3.21. Показники забрудненості води за різним ступенем сапробності та динаміка змін кількості видів індикаторів забруднення на різних ділянках Кременчуцького водосховища по роках (2006, 2010-2013 рр. - дані ІРГ НААН України, 2020 р. -наші дані)

Забруднення води, зрозуміло певною мірою впливає на видовий склад зоопланктону водосховища. Так по мірі зростання забрудненості води такі о-сапробні види як *Bosmina coregoni*, *Synchaeta pectinata*, *Euchlanis dilatata*, *Gastropus hyptopus*, *Polyarthra sp.*, *Trichocerca stylata* (Gosse, 1851) у водосховищі можуть зникати, а їм на заміну приходять  $\beta$  та о- $\beta$ -сапробні види. На даний час найбільша кількість видів індикаторів наявних у водосховищі належить до  $\beta$  та о- $\beta$ -сапробів. До  $\beta$ -сапробів належать такі гіллятвусі ракоподібні як *Daphnia longispina*, *Asplanchna priodonta*, а до о- $\beta$ -сапробів: *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Daphnia cucullata*, *Pleuroxus uncinatus* (Baird, 1850), *Pleuroxus striatus* Schoedler, 1863, *Diaphanosoma brachyurum* (Liévin, 1848). До  $\alpha$ -сапробних видів, що в незначній чисельності зустрічаються у водоймі належать такі види як *Daphnia pulex*, та *Moina sp.* Baird, 1850.

Численність (екз/м<sup>3</sup>) кожного з видів індикаторів забрудненості дуже суттєво коливалась по роках на різних ділянках водойми. Самими чисельними

(екз./м<sup>3</sup>) були зоопланктери що належали до о-, о-β-, та β-сапробам. Найбільш суттєво відрізнялись від інших показники 2020 р. в середній частині водойми та показники 2012 р. в пониззі водосховища. Так у 2020 р. вода була досить чистою адже найбільшої чисельності (екз/м<sup>3</sup>) у водосховищі набули о-сапробні та β-сапробні зоопланктери складаючи, відповідно 42% та 46%. У 2012 р. в пониззі водойми 96% видів індикаторів забрудненості належали до о-β-сапробів. В середньому воду Кременчуцького водосховища можна віднести до о-β-сапробної. Що певною мірою формує видовий склад зоопланктону водойми та його домінуючі комплекси (рис. 3.22).

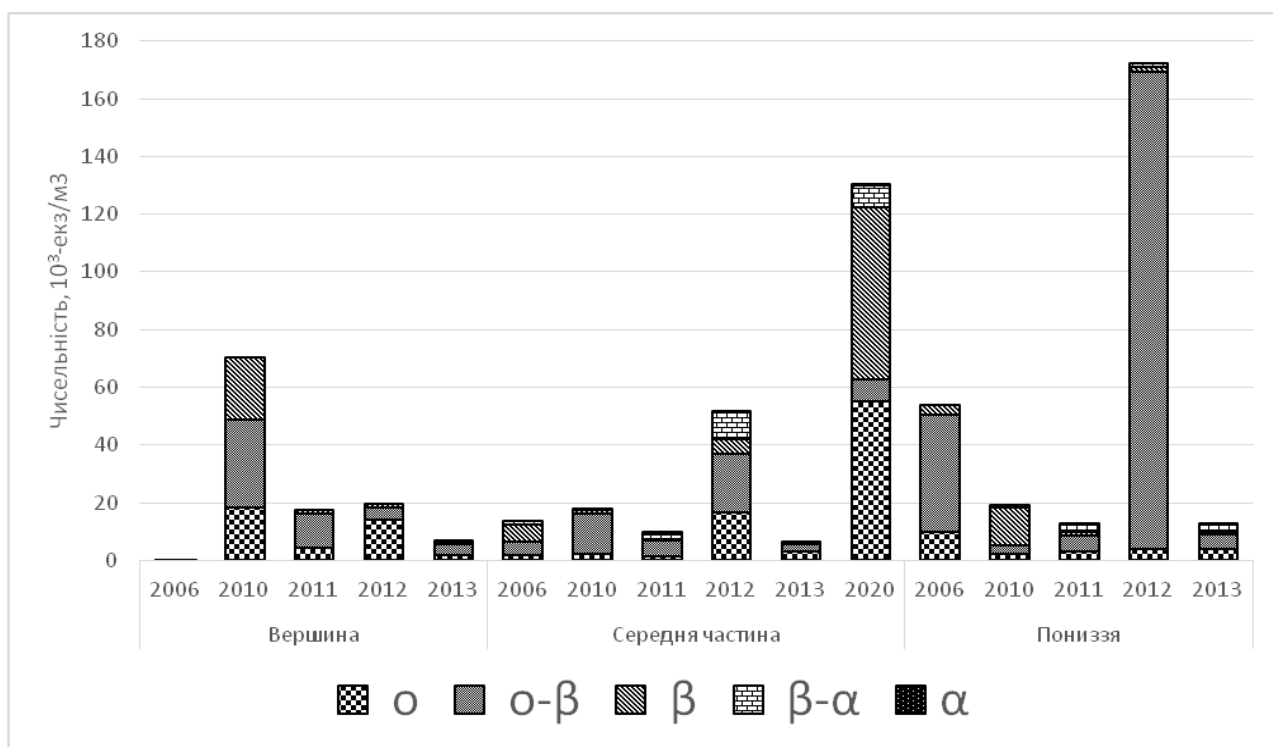


Рис. 3.22. Кількісні показники (екз./м<sup>3</sup>) розвитку зоопланктерів індикаторів забрудненості води на різних ділянках Кременчуцького водосховища по роках (2006, 2010-2013 рр.- дані ІРГ НААН України, 2020 р. -наші дані)

Не дивлячись на те що певні тенденції до збільшення чи зменшення окремих видів зоопланктону залежно від зміни параметрів зовнішнього середовища у водосховищі явно спостерігаються інших математично достовірних залежностей нами не виявлено [354]. Це цілком зрозуміло, адже крім температури на чисельність зоопланктерів у водосховищі суттєво впливає низка інших

чинників таких, як гідрологічний режим, погодні умови (вітер, сонячне опромінення), хімічний склад води, різноманітні забруднення (стоки з промислових підприємств, сільськогосподарських угідь, рН [10, 31, 65, 286, 308, 314]).

Також суттєвими чинниками що впливають на рівень розвитку зоопланктону є наявність у водоймі риб зоопланктофагів [44, 45, 106, 108], а також якісний і кількісний склад фітопланктону. Так біомаса “мирних” гіллястовусих ракоподібних істотно залежить від сукупності біомас синьозелених водоростей з об’ємом клітин 50–100  $\mu^3$  і хлорококових з об’ємом клітин 100–150  $\mu^3$  ( $P < 0,01$ ). Незначний рівень вегетації переважно дрібних с/з та хлорококових водоростей, зумовлює низький кількісний і якісний розвиток зоопланктону [107].

Тому простежити чітку достовірну закономірність між одним фактором середовища таким як температура досить складно.

### **3.7. Сучасний стан зоопланктону Каховського водосховища**

Каховське водосховище – одне з найбільших штучно створених водних об’єктів Європи, статус якого як водойми комплексного призначення передбачає інтенсивну рибогосподарську експлуатацію [15].

Дослідження з вивчення рівня розвитку зоопланктону Каховського водосховища здійснювалися протягом багатьох років низкою учених, починаючи з встановлення водосховища і до нинішнього часу [61, 131, 142, 224].

Зоопланктон Каховського водосховища у перший же період заповнення його (липень-вересень 1955 р.) формувався під безпосереднім впливом Запорізького водосховища. У перший період існування водосховища на формування зоопланктону вплинули також багаточисельні біофони затоплених водойм заплави. Відбулося змішання видів-мешканців цих водойм і, що надходили із Запорізького водосховища, чим було зумовлено багатство та різноманітність видового складу зоопланктону Каховського водосховища. Але протягом найближчих двох років було сформувано основне видове ядро складу зоопланктонних організмів. З коловороток переважаючими були *Asplanchna*

*priodonta*, декілька видів із родів *Bractd. onus*, *Keratella*, *Filinia*, *Euchlanis dilatata*; із веслоногих рачків *A. americanus*, *Mesocyclops crassus*, *Cyclops vicinus*, *C. Stren* та з гіллястовусих рачків – *Diaphanosoma brachyurum*, *D. hyalina*, *Bosmina*, *Chydorus sphaericus*, *Leptodora kindtii* і деякі інші. Масово розвивалися личинки дрейсени. У кількісному відношенні домінує положення в умовах озерного режиму водосховища набули гіллястовусі рачки. У липні-вересні 1955 р. у приплотинній ділянці водосховища біомаса зоопланктону (переважно ракоподібних) за два-три місяці зростає в 19 разів (з 276 до 5198 мг/м<sup>3</sup>). Бурхливий розвиток зоопланктону продовжувався перші три-чотири роки існування водосховища, коли спостерігався загальний "спалах трофії" за рахунок біогенних речовин, що надходили з дна і від затопленої рослинності, що перегниває [142].

Протягом перших 3–4 років після "спалаху трофії" відбувалося поступове зниження величини біомаси зоопланктону, що переважно визначалося процесами становлення біологічного режиму водосховища. Проте з 1959–1960 р. сталося особливо різке зниження біомаси зоопланктону. В ці роки у водосховище проникла тюлька (планктофаг) та низка хижих лиманно-каспійських ракоподібних *Cercopagis pengoi*, *P. ovum*, які поряд, з лептодородою, надали сильний вплив на мирний зоопланктон (фільтраторів) у сенсі його виїдання. Різке зниження біомаси зоопланктону співпало із збільшенням уловів тюльки, тобто масовим розмноженням у Каховському водосховищі, особливо у 1966–1968 рр., коли виловлювалося по 18,4–27 тис. ц на рік. Г. Н. Сигиневич [111], який виконав у 1966 р. дослідження з обліку запасів тюльки у Каховському водосховищі та дослідження зоопланктону показав, що тюлька споживала за рік близько 88500 т зоопланктону (410 г/м<sup>2</sup>). Таким чином, прес хижаків (виїдання) є одним із найпотужніших чинників регуляції чисельності зоопланктону. Водночас тюлька стала сильним конкурентом інших риб-планктофагів (уклея, чехонь, синець), улови яких знижувалися зі збільшенням промислу тюльки [111]. Пізніше спостерігалися коливання в ступені продуктивності Каховського водосховища, зумовлені переважно відмінностями гідрометеорологічних умов та характеру водного стоку, особливо у літній період. У 1971–1973 рр. відзначалося поступове

підвищення біомаси зоопланктону відкритої частини водосховища, коли біомаса його навесні змінилася від 0,47–0,97 г/м<sup>3</sup> у 1971 р. до 1,34 і 2,37 г/м<sup>3</sup> у 1972 і 1973 рр. [131]. Відзначено також незвичайне для літнього планктону збільшення біомаси коловерток у 1972 та 1973 р. (до 1,06–1,68 г/м<sup>3</sup>). Різке зниження чисельності ракоподібних пояснюється тим, що саме в ці роки в середній і нижній частині водосховища виявлені масові скупчення тюльки, що виїдала переважно більші форми зоопланктону, тобто ракоподібних. Подібна ситуація мала місце і в 1981 р.: біомаса зоопланктону в липні знижувалася від верхніх ділянок водосховища до нижніх (відповідно 1,5 та 0,5 г/м<sup>3</sup>). З травня ж спостерігалася зворотна картина (максимальна біомаса відзначена була в нижній частині – 0,5 г/м<sup>3</sup>), проте домінували коловертки. Потенційна рибопродуктивність, розрахована для зоопланктофагів за продукцією зоопланктону в різні роки становила від 90 до 633,6 до кг/га, величина її знаходиться у прямій залежності як від кількісного розвитку зоопланктону, так і його трофічної структури [142].

У 1990 р. структуроутворюючими видами угруповань зоопланктону руслової ділянки Каховського водосховища були *B. longirostris*, *K. quadrata*. За результатами досліджень 1997–1998 рр. комплекс домінуючих видів змінився і був представлений виключно ракоподібними – *Sc. mucronata*, *Ch. sphaericus*, *Eud. vulgaris*, *E. serrulatus*. У 2014 р. структуроутворюючими видами і формами зоопланктону були переважно коловертки – *Tr. (s. str.) pusilla*, *K. Cochlearis tecta*, *Col. colurus* та веслоногі *Eud. vulgaris* [61].

Чисельність зоопланктону в літній період на досліджених ділянках Каховського водосховища становила 40833 екз/м<sup>3</sup> при біомасі 0,245 г/м<sup>3</sup>. Основу чисельності та біомаси зоопланктону формували коловертки (76% та 86%). Гіллястовусі як за чисельністю, так і за біомасою (5% та 7%) та веслоногі ракоподібні (18% та 6%, відповідно) набули значно меншого рівня розвитку у водосховищі. Також в незначній кількості (1%) та біомасі (0,1%) зустрічалась личинка *Dreissena polymorpha* (табл. 3.14).



Таблиця 3.14

**Середні показники зоопланктону Каховського водосховища в літній  
період 2020 р. екз./м<sup>3</sup>  
г/м<sup>3</sup>**

Групи організмів	с. Біленьке		р/з Біленьке-Малокатеринівка		р-н с. Малокатеринівка		Середня	
	екз/м <sup>3</sup> г/м <sup>3</sup>	% %	екз/м <sup>3</sup> г/м <sup>3</sup>	% %	екз/м <sup>3</sup> г/м <sup>3</sup>	% %	екз/м <sup>3</sup> г/м <sup>3</sup>	% %
<i>Rotifera</i>	<u>26600</u> 0,110	<u>90,5</u> 83,1	<u>48300</u> 0,391	<u>78,4</u> 90,9	<u>18200</u> 0,132	<u>57,8</u> 76,5	<u>31033</u> 0,210	<u>76,0</u> 86,1
<i>Cladocera</i>	<u>2100</u> 0,021	<u>7,1</u> 15,8	<u>1400</u> 0,014	<u>2,3</u> 3,3	<u>2800</u> 0,020	<u>8,9</u> 11,3	<u>2100</u> 0,018	<u>5,1</u> 7,4
<i>Copepoda</i>	<u>700</u> 0,001	<u>2,4</u> 1,1	<u>11200</u> 0,025	<u>18,2</u> 5,6	<u>10500</u> 0,021	<u>33,3</u> 12,2	<u>7467</u> 0,016	<u>18,3</u> 6,4
<i>Dreissena</i> Larvae	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>700</u> 0,001	<u>1,1</u> 0,2	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>233</u> 0,001	<u>0,6</u> 0,1
<b>РАЗОМ</b>	<b><u>29400</u></b> <b>0,132</b>	<b><u>100,0</u></b> <b>100,0</b>	<b><u>61600</u></b> <b>0,431</b>	<b><u>100,0</u></b> <b>100,0</b>	<b><u>31500</u></b> <b>0,173</b>	<b><u>100,0</u></b> <b>100,0</b>	<b><u>40833</u></b> <b>0,245</b>	<b><u>100,0</u></b> <b>100,0</b>
З них: Фільтратори	<u>28000</u> 0,104	<u>95,2</u> 78,8	<u>30100</u> 0,090	<u>48,9</u> 21,0	<u>25200</u> 0,061	<u>80,0</u> 35,2	<u>27767</u> 0,085	<u>68,0</u> 34,8
Хижаки	<u>1400</u> 0,028	<u>4,8</u> 21,2	<u>31500</u> 0,340	<u>51,1</u> 79,0	<u>6300</u> 0,112	<u>20,0</u> 64,8	<u>13067</u> 0,160	<u>32,0</u> 65,2

Основу чисельності та біомаси коловерток формували: *Asplanchna brightwelli* (24% та 40%), *Asplanchna priodonta* (7% та 24%), *Synchaeta pectinata* (13% та 8%), *Brachionus calyciflorus* (6% та 6%), *Euchlanis dilatata* (6% та 2%, відповідно). Серед гіллястовусих ракоподібних по чисельності (4%) та по біомасі (7%) домінував *Chydorus sphaericus*. Веслоногі ракоподібні у водоймі в основному були представлені їх наупліальними (17% та 6%) стадіями (рис. 3.23).

Продукція зоопланктону за вегетаційний сезон може скласти 220,5 кг/га, а можливий промисловий вилов риби за рахунок споживання зоопланктону – 5,6 кг/га.

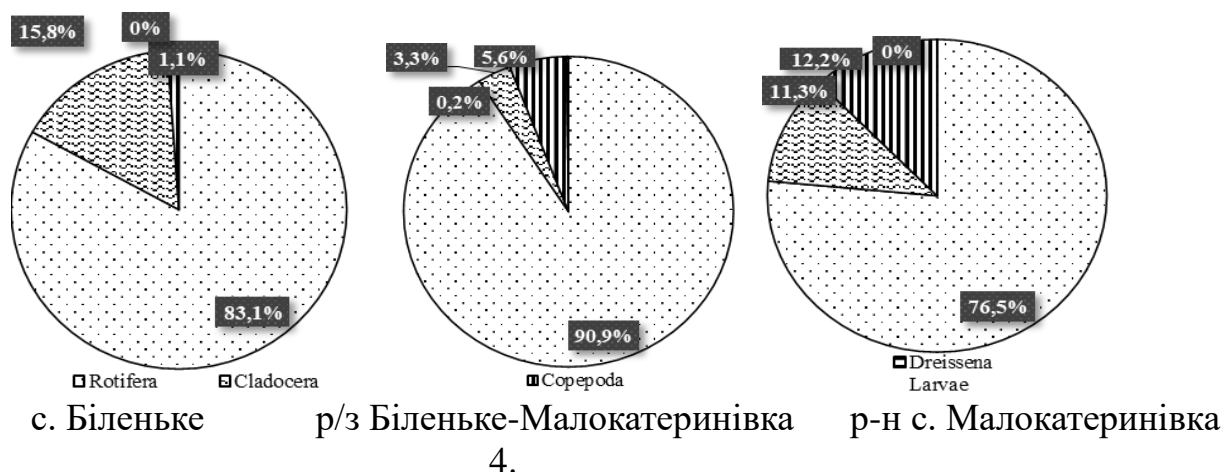


Рис. 3.23. Біомаса основних груп зоопланктону у Каховському водосховищі в 2020 р., %

Чисельність зоопланктону в літній період 2021 р. на досліджених ділянках Каховського водосховища становила 110932 екз/м<sup>3</sup> при біомасі 0,652 г/м<sup>3</sup>. Основу чисельності та біомаси зоопланктону формували коловертки (72% та 68%). Гіллястовусі як за чисельністю (8%) так і за біомасою (14%) та веслоногі ракоподібні (19% та 18%, відповідно) набули дещо меншого рівня розвитку у водосховищі. Також в незначній кількості (1%) та біомасі (0,1%) зустрічалась личинка *Dreissena polymorpha* (табл. 3.15).

Основу чисельності та біомаси коловерток формували: *Asplanchna brightwelli* (16% та 27%), *Asplanchna priodonta* (5% та 19%), *Synchaeta pectinata* (12% та 8%), *Euchlanis dilatata* (7% та 2%), *Brachionus calyciflorus* (6% та 6%), *Br. diversicornis* (5% та 2%, відповідно). Серед гіллястовусих ракоподібних по чисельності (7%) та по біомасі (12%) домінував *Chydorus sphaericus*.

Веслоногі ракоподібні у водоймі в основному були представлені їх наупліальними (12% та 4%) та копеподними (4% та 3%) стадіями, а також *Diaptomus juv.* (1% та 8%), *Cyclops sp.* (2% та 3%, відповідно) (рис. 3.24).

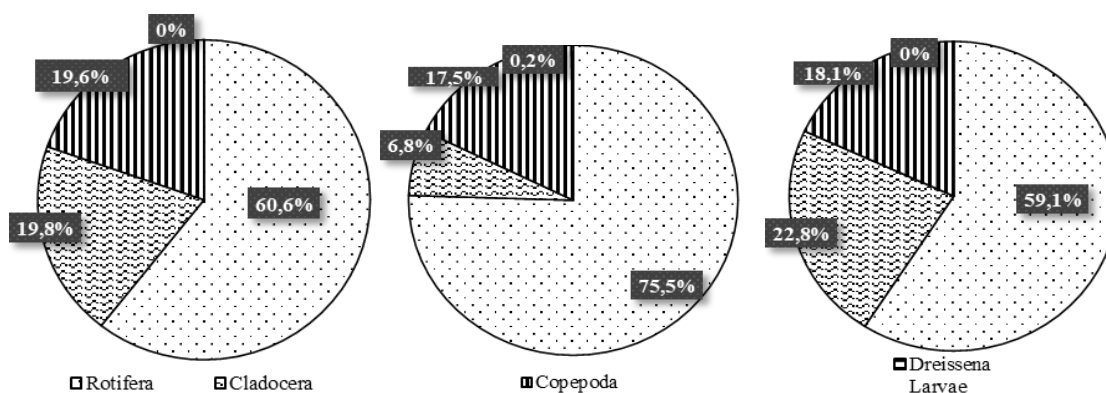
Продукція зоопланктону за вегетаційний сезон може скласти 586,8 кг/га, а можливий промисловий вилов риби за рахунок споживання зоопланктону – 15,3 кг/га.

Таблиця 3.15

## Середні показники зоопланктону Каховського водосховища в літній період

2021 р. екз./м<sup>3</sup>

Групи організмів	г/м <sup>3</sup>							
	с. Біленьке		р/з Біленьке-Малокатеринівка		р-н с. Малокатеринівка		Середня	
	екз/м <sup>3</sup> г/м <sup>3</sup>	% %	екз/м <sup>3</sup> г/м <sup>3</sup>	% %	екз/м <sup>3</sup> г/м <sup>3</sup>	% %	екз/м <sup>3</sup> г/м <sup>3</sup>	% %
<i>Rotifera</i>	<u>73312</u> 0,281	<u>76,7</u> 60,6	<u>109613</u> 0,782	<u>74,5</u> 75,5	<u>57560</u> 0,268	<u>63,9</u> 59,1	<u>80161</u> 0,444	<u>72,3</u> 68,2
<i>Cladocera</i>	<u>9177</u> 0,092	<u>9,6</u> 19,8	<u>7045</u> 0,07	<u>4,8</u> 6,8	<u>11903</u> 0,103	<u>13,2</u> 22,8	<u>9375</u> 0,089	<u>8,5</u> 13,6
<i>Copepoda</i>	<u>13103</u> 0,091	<u>13,7</u> 19,6	<u>28739</u> 0,181	<u>19,5</u> 17,5	<u>20444</u> 0,082	<u>22,7</u> 18,1	<u>20762</u> 0,118	<u>18,7</u> 18,1
<i>Dreissena</i> Larvae	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>1750</u> 0,002	<u>1,2</u> 0,2	<u>151</u> 0,001	<u>0,2</u> +	<u>634</u> 0,001	<u>0,5</u> 0,1
<b>РАЗОМ</b>	<b><u>95592</u></b> <b><u>0,464</u></b>	<b><u>100</u></b> <b><u>100</u></b>	<b><u>147147</u></b> <b><u>1,035</u></b>	<b><u>100</u></b> <b><u>100</u></b>	<b><u>90058</u></b> <b><u>0,454</u></b>	<b><u>100</u></b> <b><u>100</u></b>	<b><u>110932</u></b> <b><u>0,652</u></b>	<b><u>100</u></b> <b><u>100</u></b>
З них: Фільтратори	<u>89819</u> 0,369	<u>94</u> 79,5	<u>86965</u> 0,363	<u>59,1</u> 35,1	<u>78717</u> 0,265	<u>87,4</u> 58,4	<u>85167</u> 0,333	<u>76,8</u> 51,1
Хижаки	<u>5773</u> 0,095	<u>6</u> 20,5	<u>60182</u> 0,672	<u>40,9</u> 64,9	<u>11341</u> 0,189	<u>12,6</u> 41,6	<u>25765</u> 0,319	<u>23,2</u> 48,9



с. Біленьке

р/з Біленьке-Малокатеринівка

р-н с. Малокатеринівка

Рис. 3.24. Біомаса основних груп зоопланктону у Каховському водосховищі в 2021 р., %

Дослідження інших науковців показали, що у Каховському водосховищі зоопланктон представлений переважно інфузоріями, коловертками, гіллястовусими та веслоногими ракоподібними та велігерами двостулкових молюсків. У верхній ділянці через значну швидкість течії переважають коловертки, при просуванні до греблі збільшується частка ракоподібних. До видів, які визначають риси фауни водосховища, відносяться: коловертки *Brachionus calyciflorus*, *Keratella cochlearis*, *Euchlanis dilatata*, *Asplanchna priodonta*, гіллястовусі рачки: *Daphnia cucullata*, *Bosmina longirostris*, веслоногий рачок *Acanthocyclops americanus*. Кількісні показники біомаси зоопланктону характеризуються значною просторовою мінливістю (у весняний період 2012 р. на окремих станціях – до 3,5 г/дм<sup>3</sup>). Показники середньосезонної біомаси коливаються у межах 0,84–1,98 г/м<sup>3</sup>, загальної біомаси зоопланктону – 0,9–2,0 г/м<sup>3</sup>. Спостерігається нарощування біомаси від вершини до пониззя, тобто найбільш продуктивною за зоопланктоном є верхня частина водосховища, де його біомаса досягає 3,0 г/м<sup>3</sup>, при чисельності 70 тис. екз/м<sup>3</sup> [239]. Середня біомаса зоопланктону по водосховищу оцінюється як 0,55 г/дм<sup>3</sup>, продукція – 847 кг/га, що відповідає середньому рівню кормності водойм [60, 61, 250]. Порівняно з іншими водосховищами Дніпровського каскаду, в Каховському водосховищі спостерігається збіднення видового складу та чисельності планктонних безхребетних, що пов'язано з погіршенням екологічної ситуації.

За даними, отриманими у червні та вересні 2018 р. та за літературними даними Л. М. Самойленко [110] порівняльна оцінка стану зоопланктонного угруповання на початок 1980–х років і в сучасний період показала, що видове багатство зоопланктону в останні роки помітно зросло – загальна кількість видів збільшилась з 91 до 168, тобто майже вдвічі. Відповідно зросла і кількість родів з 70 до 91. Найбільше різноманіття відмічено для родів *Trichocerca*, *Lecane*, *Brachionus*, *Euchlanis*. Серед інших таксономічних груп масовими є велігери молюска *Dreissena*. Сучасні дослідження на різних ділянках пониззя Дніпра показують, що склад і співвідношення основних таксономічних, екологічних груп та домінантних видів зоопланктону порівняно з даними попередніх періодів

істотно не змінилися. Незначні зміни, що були зареєстровані у 1980–х роках швидко нівелювалися у подальші роки [110].

Проаналізувавши отримані дані по зоопланктону Каховського водосховища та умови для нагулу риб планктофагів влітку 2020-2021 рр. з точки зору наявності природної кормової бази, загалом можна оцінити як задовільний. Отримані дані за розвитком зоопланктону, а також його продукція свідчить про цілком задовільну забезпеченість риб – планктофагів їжею.

### 3.8. Сучасний стан бентосу у водосховищах

Середня чисельність "м'якого" зообентосу на досліджених ділянках Кременчуцького водосховища у 2020 р. становила 1680 екз/м<sup>2</sup> при біомасі 3,72 г/м<sup>2</sup>. Чисельність та біомасу "м'якого" зообентосу формували олігохети (67% та 44%) та личинки хірономід (27% та 38%). Також у водосховищі на досліджених ділянках були зафіксовані личинки волохокрильців (3% та 6%), раки (3% та 1%, відповідно від загальної чисельності та біомаси «м'якого» макрозообентосу водойми). Молюски були представлені: *Valvata piscinalis* і *Dreissena polymorpha* (50% від загальної чисельності молюсків та 80% від біомаси) (табл. 3.16).

Продукція "м'якого" зообентосу за вегетаційний сезон на дослідженій ділянці може скласти 223 кг/га і можливий промисловий вилов риби за рахунок споживання "м'якого" зообентосу – 4,9 кг/га.

Продукція молюсків за вегетаційний сезон може скласти 63,9 кг/га і можливий промисловий вилов риби за рахунок споживання молюсків – 0,4 кг/га. (табл. 3.17). Середня чисельність "м'якого" зообентосу на досліджених ділянках Кременчуцького водосховища у 2021 р. становила 1034 екз/м<sup>2</sup> при біомасі 3,057 г/м<sup>2</sup>. Чисельність та біомасу "м'якого" зообентосу формували личинки хірономід (88% та 86%) та в меншій мірі олігохети (8% та 12%).

Також у водосховищі на досліджених ділянках були зафіксовані личинки волохокрильців (3% та 29%), кумові раки (4% та 1%, відповідно від загальної чисельності та біомаси «м'якого» макрозообентосу водойми).

Таблиця 3.16

**Чисельність (екз/м<sup>2</sup>) та біомаса (г/м<sup>2</sup>) зообентосу в у Кременчуцькому водосховищі (2020р.)**

Таксономічні групи	Ділянки водосховища							
	Кар'єр		Червона слобода		Фарватер		Середня	
	екз/м <sup>2</sup> г/м <sup>2</sup>	% %	екз/м <sup>2</sup> г/м <sup>2</sup>	% %	екз/м <sup>2</sup> г/м <sup>2</sup>	% %	екз/м <sup>2</sup> г/м <sup>2</sup>	% %
<b>1.Клас. Oligochaeta</b>	<u>2080</u> 3,36	<u>89,6</u> 63,2	<u>480</u> 0,64	<u>38,7</u> 21,3	<u>800</u> 0,92	<u>54,1</u> 32,4	<u>1120</u> 1,640	<u>66,6</u> 44,1
<b>1. Клас. Insecta</b>	<u>240</u> 1,96	<u>10,3</u> 36,8	<u>600</u> 2,20	<u>48,4</u> 73,3	<u>680</u> 1,92	<u>45,9</u> 67,6	<u>507</u> 2,027	<u>30,2</u> 54,5
Ряд. <i>Tendipedidae</i>	<u>200</u>	<u>8,6</u>	<u>480</u>	<u>38,7</u>	<u>680</u>	<u>45,9</u>	<u>453</u>	<u>27,0</u>
1. <i>Chironomidae</i>	<u>1,72</u>	<u>32,3</u>	<u>0,64</u>	<u>21,3</u>	<u>1,92</u>	<u>67,6</u>	<u>1,427</u>	<u>38,4</u>
Ряд. <i>Trichoptera</i> larvae	<u>40</u> 0,24	<u>1,7</u> 4,5	<u>120</u> 1,56	<u>9,7</u> 52,0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>53</u> 0,600	<u>3,2</u> 16,1
<b>1. Клас. Malacostraca</b>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>160</u>	<u>12,9</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>53</u>	<u>3,2</u>
1. <i>Cumacea</i>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0,16</u>	<u>5,3</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0,053</u>	<u>1,4</u>
<b>Всього "м'якого" бентосу</b>	<u>2320</u> 5,32	<u>100</u> 100	<u>1240</u> 3,00	<u>100</u> 100	<u>1480</u> 2,84	<u>100</u> 100	<u>1680</u> 3,72	<u>100</u> 100
<b>Тип. Mollusca</b>	<u>40</u> 1,80	<u>100</u> 100	<u>40</u> 4,40	<u>100</u> 100	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>26</u> 1,827	<u>100</u> 100
<i>Dreissena</i>	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>40</u> 4,4	<u>100</u> 100	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>13</u> 1,467	<u>50</u> 80,33
<i>Valvata piscinalis</i>	<u>40</u> 1,08	<u>100</u> 100	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>13</u> 0,360	<u>50</u> 19,7

Таблиця 3.17

**Продукційні можливості макрозообентосу (г/м<sup>2</sup>) Кременчуцького водосховища у 2020-2021 роки, літо**

Кормові організми	ПОКАЗНИКИ			
	Біомаса	Продукція, кг/га	Потенційний приріст іхтіомаси, кг/га	Можливий промисловий вилов, кг/га
«М'який», 2020 р.	3,720	223,2	22,3	4,9
Моллюски, 2020 р.	1,827	63,9	1,7	0,4
«М'який», 2021 р.	3,057	183,4	18,3	4,1
Моллюски, 2021 р.	2,76	96,6	2,5	0,5

Молюски були представлені: *Valvata piscinalis* та *Dreissena polymorpha* яка складала 67% від загальної чисельності молюсків та 88% від біомаси. (табл. 3.18).

Таблиця 3.18

**Чисельність (екз/м<sup>2</sup>) та біомаса (г/м<sup>2</sup>) зообентосу в у Кременчуцькому водосховищі (2021р.)**

Таксономічні групи	Ділянки водосховища							
	Кар'єр		Красна Слобода		Фарватер		Середня	
	екз/м <sup>2</sup> г/м <sup>2</sup>	% %	екз/м <sup>2</sup> г/м <sup>2</sup>	% %	екз/м <sup>2</sup> г/м <sup>2</sup>	% %	екз/м <sup>2</sup> г/м <sup>2</sup>	% %
<b>1.Клас. Oligochaeta</b>	<u>147</u> 0,147	<u>10,9</u> 8,3	<u>98</u> 0,98	<u>5,6</u> 15,1	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>82</u> 0,376	<u>7,9</u> 12,3
<b>1. Клас. Insecta</b>	<u>1201</u> 1,621	<u>89,1</u> 91,7	<u>1535</u> 5,381	<u>87,6</u> 83,2	<u>1,47</u> 0,931	<u>100</u> 100	<u>912</u> 2,644	<u>88,2</u> 86,5
Ряд. <i>Tendipedidae</i> <i>1.Chironomidae</i>	<u>1176</u> 1,421	<u>87,2</u> 80,4	<u>1470</u> 2,891	<u>83,9</u> 44,7	<u>1,47</u> 0,931	<u>100</u> 100	<u>882</u> 1,748	<u>85,3</u> 57,2
Ряд. <i>Trichoptera larvae</i>	<u>25</u> 0,2	<u>1,9</u> 11,3	<u>65</u> 2,49	<u>3,7</u> 38,5	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>30</u> 0,897	<u>2,9</u> 29,3
<b>1. Клас. Malacostraca</b> <i>1. Cumacea</i>	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>120</u> 0,11	<u>6,8</u> 1,7	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>40</u> 0,037	<u>3,9</u> 1,2
<b>Всього "м'якого" бентосу</b>	<u>1348</u> 1,768	<u>100</u> 100	<u>1753</u> 6,471	<u>100</u> 100	<u>1,47</u> 0,931	<u>100</u> 100	<u>1034</u> 3,057	<u>100</u> 100
<b>Тип. Mollusca</b>	<u>30</u> <u>0,98</u>	<u>100</u> <u>100</u>	<u>60</u> <u>7,3</u>	<u>100</u> <u>100</u>	<u>0</u> <u>0</u>	<u>0</u> <u>0</u>	<u>30</u> <u>2,76</u>	<u>100</u> <u>100</u>
<i>Valvata piscinalis</i>	<u>30</u> 0,98	<u>100</u> 100	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>10</u> 0,327	<u>33,3</u> 11,8
<i>Dreissena</i>	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>60</u> 7,3	<u>100</u> 100	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>20</u> 2,433	<u>66,7</u> 88,2

Продукція "м'якого" зообентосу за вегетаційний сезон на дослідженій ділянці може скласти 183,4 кг/га і можливий промисловий вилов риби за рахунок споживання "м'якого" зообентосу – 4,1 кг/га. Продукція молюсків за вегетаційний сезон може скласти 96,6 кг/га і можливий промисловий вилов риби за рахунок споживання молюсків – 0,5 кг/га (табл. 3.19).

Середня чисельність "м'якого" зообентосу на досліджених ділянках Каховського водосховища у 2020 р. становила 600 екз/м<sup>2</sup> при біомасі 0,719 г/м<sup>2</sup>.

Таблиця 3.19

**Чисельність (екз/м<sup>2</sup>) та біомаса (г/м<sup>2</sup>) зообентосу в у Каховському водосховищі (2020р.)**

Таксономічні групи	Ділянки водосховища							
	с.Біленьке		р/з Біленьке-Малокатеринівка		Р-н с. Малока-теринівка		Середня	
	екз/м <sup>2</sup> г/м <sup>2</sup>	% %	екз/м <sup>2</sup> г/м <sup>2</sup>	% %	екз/м <sup>2</sup> г/м <sup>2</sup>	% %	екз/м <sup>2</sup> г/м <sup>2</sup>	% %
<b>1.Клас. Oligochaeta</b>	<b><u>120</u></b> <b>0,020</b>	<b><u>23,9</u></b> <b>4,0</b>	<b><u>240</u></b> <b>0,540</b>	<b><u>100</u></b> <b>100,0</b>	<b><u>660</u></b> <b>0,840</b>	<b><u>62,3</u></b> <b>75,0</b>	<b><u>340</u></b> <b>0,467</b>	<b><u>56,6</u></b> <b>64,9</b>
<b>1.Клас. Polychaeta</b>	<b><u>120</u></b> <b>0,200</b>	<b><u>24,0</u></b> <b>40,4</b>	<b><u>0</u></b> <b>0</b>	<b><u>0</u></b> <b>0</b>	<b><u>0</u></b> <b>0</b>	<b><u>0</u></b> <b>0</b>	<b><u>40</u></b> <b>0,067</b>	<b><u>6,7</u></b> <b>9,3</b>
<b>2. Клас. Insecta</b>	<b><u>240</u></b> <b>0,240</b>	<b><u>47,9</u></b> <b>48,4</b>	<b><u>0</u></b> <b>0</b>	<b><u>0</u></b> <b>0</b>	<b><u>300</u></b> <b>0,180</b>	<b><u>28,3</u></b> <b>16,1</b>	<b><u>180</u></b> <b>0,140</b>	<b><u>30,0</u></b> <b>19,5</b>
Ряд. <i>Tendipedidae</i>	<u>240</u>	<u>47,9</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>300</u>	<u>28,3</u>	<u>180</u>	<u>30,0</u>
<i>1.Chironomidae</i>	0,240	48,4	0	0	0,180	16,1	0,140	19,5
<b>3. Клас. Malacostraca</b>	<b><u>21</u></b> <b>0,036</b>	<b><u>4,2</u></b> <b>7,2</b>	<b><u>0</u></b> <b>0</b>	<b><u>0</u></b> <b>0</b>	<b><u>100</u></b> <b>0,100</b>	<b><u>9,4</u></b> <b>8,9</b>	<b><u>40</u></b> <b>0,045</b>	<b><u>6,7</u></b> <b>6,3</b>
<b>1. Ситасеа</b>	<b><u>0</u></b> <b>0</b>	<b><u>0</u></b> <b>0</b>	<b><u>0</u></b> <b>0</b>	<b><u>0</u></b> <b>0</b>	<b><u>100</u></b> <b>0,100</b>	<b><u>9,4</u></b> <b>8,9</b>	<b><u>3333</u></b> <b>0,033</b>	<b><u>5,5</u></b> <b>4,6</b>
<b>2. Gammaridae</b>	<b><u>21</u></b> <b>0,036</b>	<b><u>4,2</u></b> <b>7,2</b>	<b><u>0</u></b> <b>0</b>	<b><u>0</u></b> <b>0</b>	<b><u>0</u></b> <b>0</b>	<b><u>0</u></b> <b>0</b>	<b><u>7</u></b> <b>0,012</b>	<b><u>1,2</u></b> <b>1,7</b>
<b>Всього "м'якого" бентосу</b>	<b><u>501</u></b> <b>0,496</b>	<b><u>100,0</u></b> <b>100,0</b>	<b><u>240</u></b> <b>0,540</b>	<b><u>100,0</u></b> <b>100,0</b>	<b><u>1060</u></b> <b>1,120</b>	<b><u>100,0</u></b> <b>100,0</b>	<b><u>600</u></b> <b>0,719</b>	<b><u>100,0</u></b> <b>100,0</b>

Чисельність та біомасу "м'якого" зообентосу формували олігохети (57% та 65%) та личинки хірономід (30% та 19%, відповідно). Також у водосховищі на досліджених ділянках зустрічалась поліхети (7% та 9%), раки (6% та 5%) та бокоплав (15 та 1%, відповідно від загальної чисельності та біомаси «м'якого» макрозообентосу водойми). Молюски на досліджених ділянках водойми зафіксовані не були (табл. 3.20).

Продукція "м'якого" зообентосу за вегетаційний сезон на дослідженій ділянці може скласти 43 кг/га і можливий промисловий вилов риби за рахунок споживання "м'якого" зообентосу – 0,9 кг/га (табл. 3.20) [241].



Таблиця 3.20

**Продукційні можливості макрозообентосу Каховського водосховища у 2020 році, літо**

Кормові організми	ПОКАЗНИКИ			
	Біомаса	Продукція, кг/га	Потенційний приріст іхтіомаси, кг/га	Можливий промисловий вилов, кг/га
«М'який» Макрозообентос, г/м <sup>2</sup>	0,719	43,1	4,3	0,9

За середніми показниками бентосу Кременчуцьке та Каховське водосховища можна віднести до середньокормних.

## РОЗДІЛ 4. СУЧАСНИЙ СТАН ІХТІОФАУНИ ВОДОСХОВИЩ

### 4.1. Видовий склад та динаміка промислових уловів Кременчуцького та Каховського водосховищ

Промислове рибальство у внутрішніх водоймах займає вагоме місце у економіці країн що розвиваються і має не тільки економічну але й культурну складову [301]. Останнім часом достатньо гостро постала питання раціональної сталої експлуатації природних популяцій великих внутрішніх водойм, особливо у країнах з економікою, що розвивається [371]. Дніпровський каскад водосховищ один з найбільших каскадів руслових водосховищ у Європі [288]. Кременчуцьке водосховище є одним з найбільших і найпродуктивніших штучних водойм дніпровського каскаду. Основу промислових уловів складає чотири основних промислових видів риб (лящ, плітка, судак, плоскирка) [289].

Рибопромислове використання є одним з важливих складових водогосподарського комплексу водосховищ, яка, з одного боку, прямо залежить від структурно-функціональних показників іхтіофауни, з другого – є впливовим чинником на видовий склад, чисельність, біомасу та розподіл видів, які складають основу уловів. Відповідно, утворюється динамічна система, де промисел "підлаштовується" під фактичні кількісні та якісні показники промислових іхіоценозів, а склад та величина промислових уловів можуть слугувати інтегральною характеристикою структури іхіоценозу, особливо якщо розглядати її міжрічну динаміку.

Формування промислових стад риб у Кременчуцькому водосховищі відбувалось за рахунок іхтіофауни власне р. Дніпро, його заток, заплавних озер і інших водойм, розташованих у зоні затоплення. Порівняно з ділянками Дніпра до його зарегулювання умови природного відтворення риб помітно погіршали в результаті зменшення нерестових площ та загибелі лучної рослинності, а умови нагулу риб, навпаки, значно покращали завдяки збільшенню кормових ресурсів і площ нагулу.

В період до зарегулювання стоку рибну населення різних частин Дніпра мало свої особливості. Так, в середньому Дніпрі, тобто на місці майбутнього Кременчуцького водосховища, основу промислових уловів складали плітка (20,7%), щука (13,0%), сріблястий карась (15,0%), лящ (12,5%) та марена (8,0%). В нижньому Дніпрі, тобто зоні затоплення Каховського водосховища, основу промислу складали плоскирка (18,3%), щука (13,9%) та плітка (12,5%); дещо меншим було значення лина та ляща – відповідно 8,5 і 6,3%, на частку окуневих припадало біля 8% [5].

В період сталого функціонування водосховища забезпеченість нерестовищами була остатньою, проте подальша дія негативних чинників, зокрема, відчуження частини мілководь, заростання, замулення, несприятливий гідрологічний режим – призвели до погіршення кількісних та якісних характеристик нерестового фонду [235].

У загальному вигляді динаміка промислових уловів на Кременчуцькому та Каховському водосховищах має вигляд кривої з двома максимумами – 1970-1975 рр. та 1985-1990 рр. (рис. 4.1). Слід зазначити, що ці піки уловів були зумовлені зростанням вилову різних видів при змінах організації промислу [170], тобто їх причини мають як природний, так і антропогенний характер.

Аналогічна картина відмічена і для Каховського водосховища – спочатку зростання уловів за рахунок найбільш врожайних генерацій перших років після заповнення водосховища, надалі падіння до середині 80-х років і знову зростання до попереднього рівня. Аналіз видового складу промислових уловів показує, що другий пік уловів як на Кременчуцькому, так і Каховському водосховищах був забезпечений за рахунок плітки (відповідно 82,4 та 82,0% загального зростання уловів) і рослиноїдних риб (відповідно 12,3% і 7,4%) та другорядних дрібночастикових видів. При цьому попередніми дослідниками як причиною такого зростання уловів було вказано збільшення інтенсивності лову [179], проте аналіз матеріально-технічної бази рибодобувних організацій показує, що технічна інтенсивність промислу в період 1980-1985 рр. та 1986-1990 рр. принципово не змінювалась.

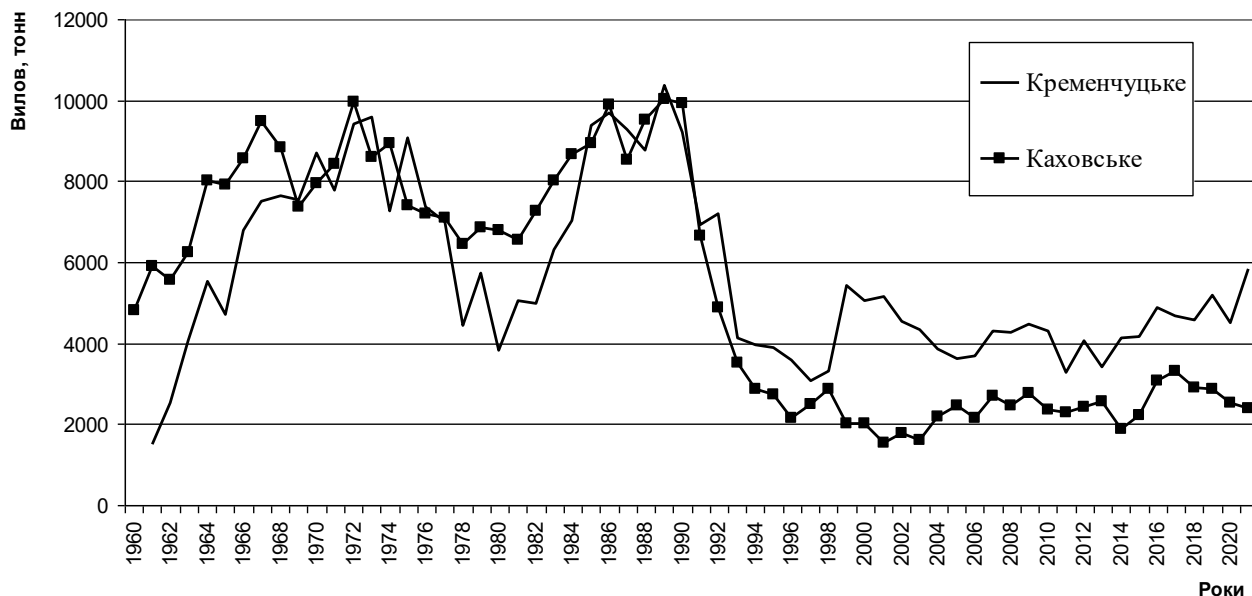


Рис. 4.1. Багаторічна динаміка промислових уловів в Кременчуцькому та Каховському водосховищах

Середня насиченість ставними сітками у 1986-1990 рр. склала: на Кременчуцькому водосховищі – 61,4 шт/1000 га, на Каховському – 115,2 шт/1000 га.

Протягом 1990-1996 рр. на всіх водосховищах спостерігалось стабільне падіння уловів з мінімумом за весь період рибогосподарської експлуатації водосховищ: Кременчуцьке – 3077 т (1997 р.); Каховське – 2152 т (1996 р.). Головним чином (на 72,2%) це було пов'язане зі зменшенням вилову плітки та, в меншій мірі, плоскирки (8,0%) та ляща (6,8%). Певною мірою це може бути зумовлено зниженням промислового навантаження (див. р. 4.2.), при цьому подальше зростання уловів зі збільшенням промислового навантаження відмічено лише для Кременчуцького водосховища.

В останні 10 років промисловий видобуток риби характеризується достатньо значними коливаннями (в межах 3,3–5,8 тис. т), основу уловів стабільно складають лящ, плітка, карась сріблястий (рис. 4.2).

Після відносно невеликих коливань на рівні 3,5–4,0 тис. т протягом 2007-2015 рр., відбулось певне зростання промислового вилову до 4,7–5,1 тис. т у 2016-2019 рр.

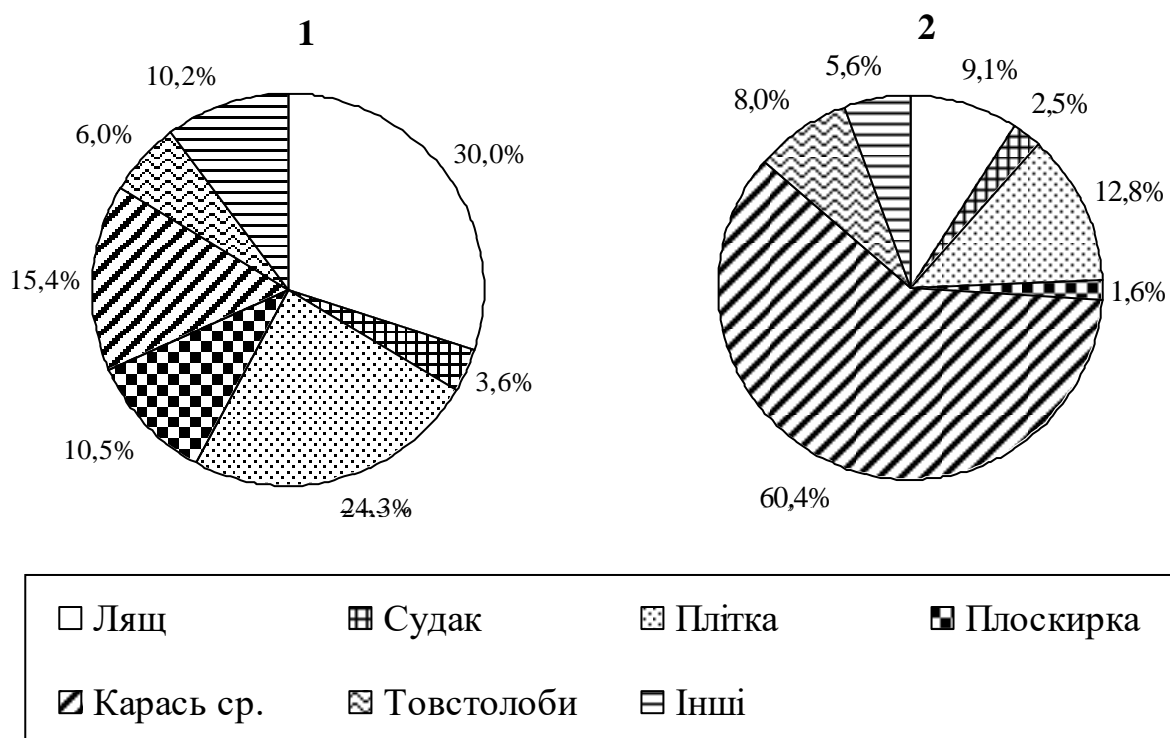


Рис. 4.2. Структура промислових уловів у Кременчуцькому (1) та Каховському (2) водосховищах (усереднена за 2017-21 рр.)

Основними чинниками, які визначали динаміку промислових уловів Кременчуцького водосховищі, були коливання вилову ляща, карася сріблястого та верховодки і тюльки. Так, найбільше за останні роки зростання уловів було забезпечено такими видами, як лящ (22,4%), карась сріблястий (18,7%), плоскирка (15,5%) та судак (13,5%); основне зниження уловів було відмічене для верховодки та тюльки. У 2019 р. вилов зріс до 5,1 тис. т. (в основному за рахунок сріблястого карася), у 2020 р. – зменшився до 4,5 тис. т, у 2021 р. знову зріс до 5,8 тис. т., що на 60,3% було зумовлено зростанням вилову сріблястого карася; улови ляща, плітки та судака у 2019-2021 рр. витявляли тенденцію до зменшення: відповідно 24,2%, 15,2% та 22,8% від рівня 2017-2018 рр.

Рибопродуктивність Кременчуцького водосховища у 2019-2021 рр. склала 22,0–28,5 кг/га, що відповідає середній по каскаду (19,6–23,5 кг/га).

На відміну від Кременчуцького водосховища, з його достатньо багатовидовим промисловим іхтіокомплексом, сировинну базу промислу на Каховському водосховищі на 60-65% : формує сріблястий карась (рис. 4.2).

Промисловий вилов риби на Каховському водосховищі, який протягом 2000-2009 рр. набув загальної тенденції до збільшення, у 2010-2012 рр. знову зменшився до середньобагаторічного рівня 2,3-2,4 тис. т. Певне його збільшення у 2013 р. – до 2,6 тис. т головним чином забезпечено за рахунок тюльки, тобто коливання уловів були зумовлені насамперед організаційними причинами. У 2014-2015 рр. вилов коливався в межах 1,8-2,2 т, у 2016-2018 рр. відбулось його суттєве зростання – до 2,9-3,3 тис. т. Основними об'єктами, які зумовили зазначене зростання, були сріблястий карась (74,4%), рослиноїдні риби (12,2%), та, в меншій мірі, плітка (4,8%). У 2019 р. вилов склав 2,9 тис. т, його зниження у порівнянні з попереднім роком головним чином було зумовлено незначним зменшенням уловів сріблястого карася та рослиноїдних риб. Улови верховодки та тюльки характеризувались нестабільністю, і якщо протягом 2015-2016 рр. ці види забезпечували зростання уловів, то у 2017-2019 рр. – їх зниження. У 2020 р. вилов склав 2,5 тис. т, у 2021 р. – 2,4 тис. т його зниження у порівнянні з попередніми роками головним чином (на 82,1%) було зумовлено зменшенням уловів сріблястого карася та рослиноїдних риб.

Рибопродуктивність водосховища в 2019-2021 рр. склала 11,0–13,3 кг/га, що помітно менше, ніж середня по каскаду.

Коректний аналіз динаміки промислових уловів, зокрема в їх інтерпретації, як функції від запасу промислових видів, неможливий без комплексного аналізу видового складу уловів з позицій селективності та рентабельності промислу. Наявність чисельного виду може спричинювати орієнтацію промислу (в частині типу та характеристик знарядь лову), що, відповідно, буде штучно знижувати інтенсивність вилучення інших видів, які відрізняються за середніми розмірами, біотопами, особливостями поведінки тощо.

За постійного моніторингу стану іхтіофауни дніпровських водосховищ найбільша увага приділяється основним промисловим видам, тоді як мало- та

середньочисельні види розглядаються лише як чинники, що модулюють якісні та кількісні характеристики промислових уловів [18]. Як зазначалось вище, склад видів-домінантів в промислових уловах на Кременчуцькому та Каховському водосховищах суттєво не змінювався. Проте, якщо розглядати другорядні об'єкти (за невисокими виловами за окремими видами їх сумарний вилов досягав 15% від загального), то структура їх уловів в між річному аспекті виявляє значну мінливість. При цьому слід враховувати екологічний аспект – за відносно невеликим впливом на загальну промислову рибопродукцію, роль цих видів полягає в підтриманні біорізноманіття, отже, стабільної структури водної екосистеми [176, 202]. Крім того, представники крупночастикових видів, навіть за низьких показників вилову, відіграють важливу роль у самоорганізації промислу – за рахунок стимулювання використання крупновічкових сіток та позитивного впливу на рентабельність промислу. Таким чином, оцінка динаміки другорядних промислових видів дає більш повну картину умов формування та експлуатації промислового запасу Кременчуцького та Каховського водосховищ. Для порівняння нами були використані дані щодо динаміки уловів на Київському водосховищі, яке характеризується найбільшим на каскаді видовим різноманіттям промислових уловів [18].

Валові показники уловів видів, які належать до категорії "інший крупний частик" (сазан, сом, головень, білизна, в'язь), незважаючи на їх невисоку чисельність та пов'язану з цим випадковість потрапляння до знарядь лову, в період 2003-2010 рр. на всіх досліджених водосховищах характеризувались певною стабільністю за дуже низької частки в загальному вилові (рис. 4.3). Протягом 2014-2019 рр. як абсолютний так і відносний вилов цієї категорії почав зростати, тобто, враховуючи зростання як загального вилову (рис. 4.1), так і вилову основних промислових видів (рис. 4.2) можна припустити, що з 2014 р. важливу роль у формуванні показників промислових уловів почали відігравати організаційні чинники, зокрема, введення для другорядних видів прогнозів замість лімітів вилову.

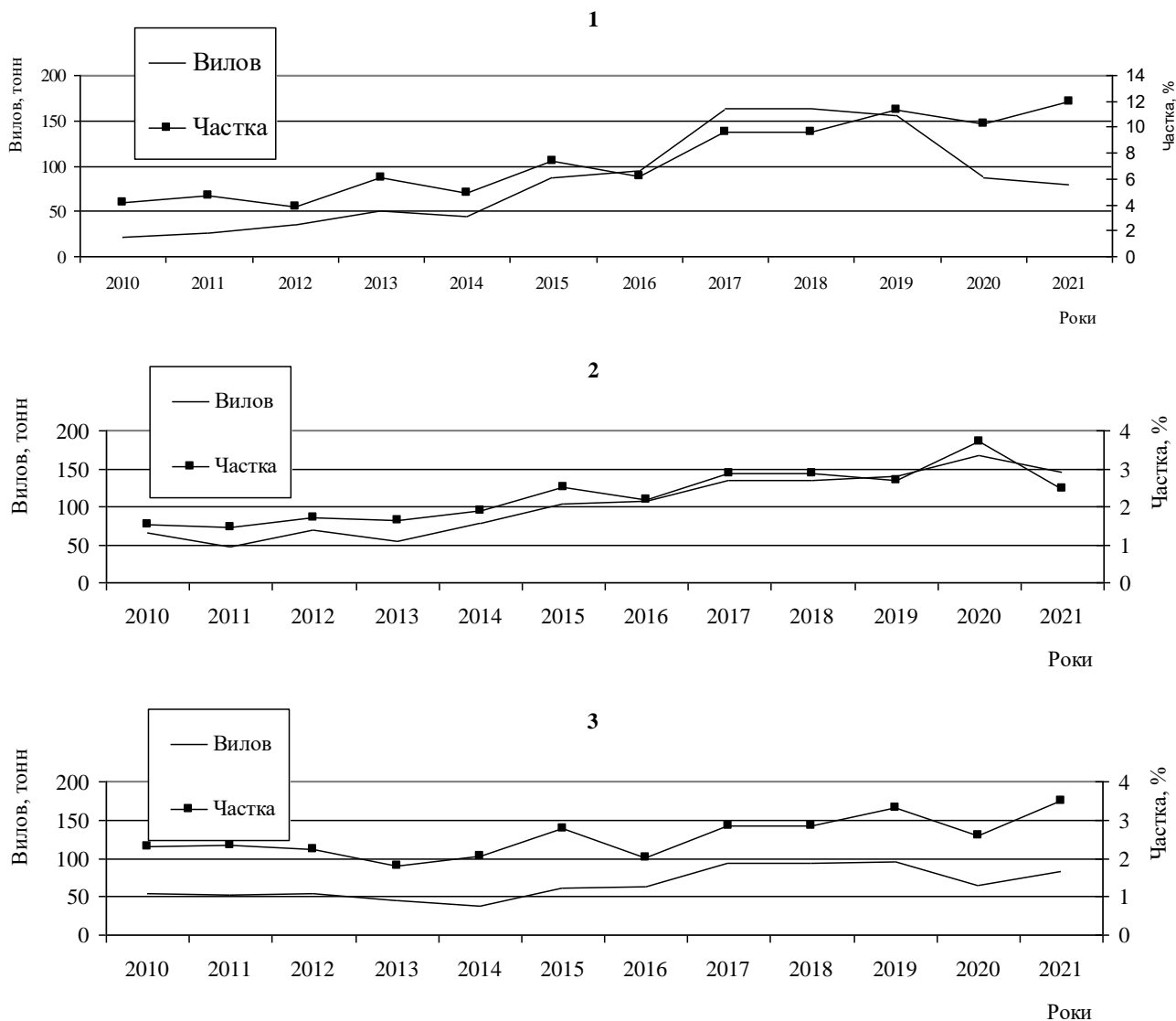


Рис. 4.3 Динаміка уловів категорії "інший крупний частик" в Київському (1), Кременчуцькому (2) та Каховському (3) водосховищах

Це, з одного боку зняло індивідуальні обмеження для користувачів (тобто квоти) за окремими видами, з іншого, дозволили повністю реалізувати потенціал їх сировинної бази за рахунок можливості повноцінного облову в місцях скупчення, в тому числі і за рахунок сіток з кроком вічка  $a=80$  мм і більше, які використовуються для лову старших вікових груп сазана, сома, щуки і є найбільш ощадливими по відношенню до основного крупночастикового виду дніпровських водосховищ – ляща.



Кількісні та якісні характеристики уловів дрібночастикових видів знаходяться в сильній залежності від особливостей організації промислу (стосовно мінімального кроку вічка в знаряддях лову) та базових лімітів на основні дрібночастикові види – плітку і плоскирку. В останні роки основним чинником, який впливає на кількісні та якісні показники уловів дрібно частикових видів, є мінімальний розмір кроку вічка в знаряддях лову. Його збільшення до  $a=38$  мм на дніпровських водосховищах [194] призвело до перебудови структури уловів в бік зростання частки другорядних видів (за виключенням Каховського водосховища, де 78,3–82,8 уловів дрібночастикових видів складає сріблястий карась. При цьому збільшилась частка в уловах таких видів, як синець, окунь, що, на тлі сталних абсолютних уловів, і спричинило певне зменшення відносного вилову плітки. Причому, як буде показано нижче, ця стабілізація уловів відбулась за рахунок зменшення елімінації молодших вікових груп плітки, тобто оптимізації розподілу промислового навантаження.

Динаміка уловів категорії "інший дрібний частик" має тенденції, аналогічні визначеним для крупночастикових видів (рис. 4.4), що підтверджує висновок про визначальний вплив організаційних чинників [114].

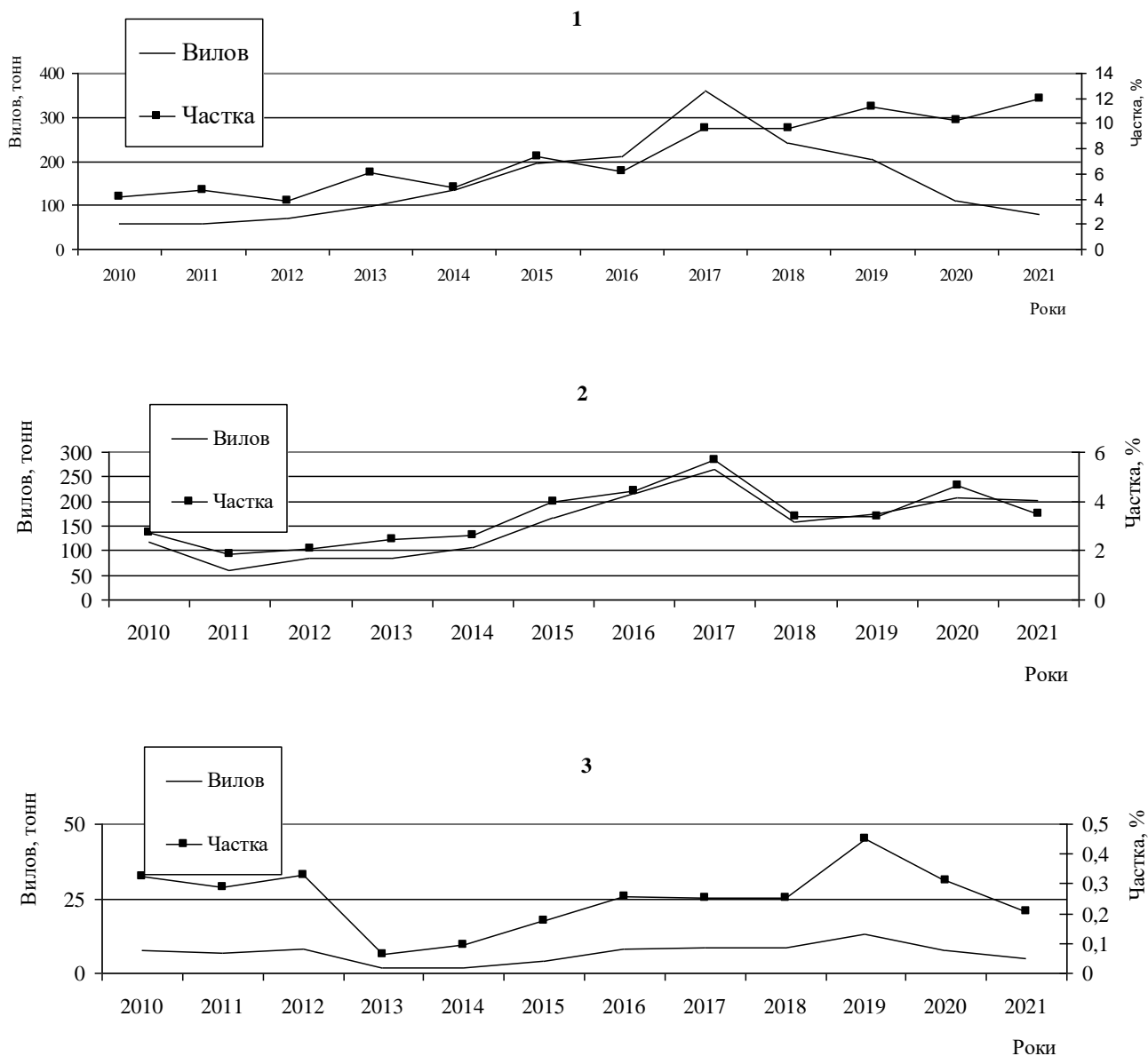


Рис. 4.4 Динаміка уловів категорії "інший дрібний частик" в Київському (1), Кременчуцькому (2) та Каховському (3) водосховищ

Слід також зазначити, що вилов категорії "інший дрібний частик" повністю залежить від характеристик знарядь лову, які використовуються для вилову плітки та, в меншій мірі, сріблястого карася і плоскирки. Тому зазначені основні види, по суті, і визначають кількісні показники уловів другорядних видів.

## 4.2. Структурні показники популяцій основних промислових видів риб водосховищ

### 4.2.1. Кременчуцьке водосховище

За період досліджень 2009-2021 рр. у складі іхтіофауни Кременчуцького водосховища (без урахування придаткової системи) було відмічено 43 види риб, які відносяться до 10 родин. Кількісні показники іхтіокомплексу (промисловий запас) формували в основному еврибіонтні фітофільні представники понто-каспійського прісноводного та бореально-рівнинного фауністичних комплексів; міжрічні коливання структурних показників у цілому можуть бути охарактеризовані, як помірні. Так, в уловах дрібновічкових сіток у 2011-2012 рр. як за чисельністю, так і біомасою домінували плітка та плоскирка; в уловах крупновічкових сіток – лящ (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

### Структура уловів порядку сіток (а=30-120 мм) у Кременчуцькому водосховищі, %

Вид риб	2011 р.		2012 р.	
	чисельність	Маса	чисельність	маса
Лящ	28,6	59,3	36,6	72,4
Плітка	51,3	22,9	41,2	10,8
Судак	1,7	6,2	2,3	3,4
Плоскирка	9,9	3,2	8,1	3,3
Синець	0,4	0,2	0,7	0,3
Карась сріб.	8,2	8,3	11,1	9,8

В уловах контрольного порядку ставних сіток (у перерахунку на єдине зусилля крупно- та дрібновічкових сіток) у 2017 р. домінуюче положення займали лящ (50,2% за чисельністю та 76,9% за масою), плоскирка (відповідно 17,2 та 3,0%) та плітка (11,7% та 3,3%) (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

**Структура уловів промислових видів контрольним порядком сіток в середній частині Кременчуцького водосховища (2017 р.), %**

Види риб	Крок вічка, мм					
	30-40		50-60		70-120	
	чисельність	маса	чисельність	маса	чисельність	маса
Лящ	5,2	4,8	56,2	64,7	96,3	93,0
Судак	3,2	8,3	3,3	3,2	0,1	0,1
Сазан	0,2	0,6	0,1	0,5	0,9	3,1
Чехоня	1,3	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Плітка	26,5	28,7	4,9	2,3	0,0	0,0
Плоскирка	43,2	32,1	0,8	0,2	0,1	0,0
Синець	7,6	7,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Щука	0,1	0,4	0,0	0,1	0,0	0,1
Білізна	0,0	0,0	1,6	7,0	0,0	0,0
Карась ср.	2,2	2,6	18,9	13,3	0,7	0,5
Окунь	9,7	12,5	14,1	8,4	1,5	1,1
Сом	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,8
Товстолоби	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,4
Інші	0,6	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0

Основу уловів дрібновічкових сіток складали широко розповсюджені представники озерно-річкового іхтіокомплексу (плітка та плоскирка), на частку яких припало більше 50% загального улову сіток з кроком вічка 30-40 мм, на відміну від інших водосховищ високою була також частка окуня та чехоні.

Слід зазначити, що у цілому питомий вилов крупночастикових видів в уловах дрібновічкових сіток характеризувався достатньо високими показниками (38,6% за чисельністю та 63,0% за масою – в основному за рахунок ляща), тобто інтенсивний промисел дрібновічковими сітками, може призводити до погіршення

ефективності відтворення (в частині чисельності рекрутів) популяцій деяких видів риб.

В уловах контрольного порядку ставних сіток у 2019 р. домінуюче положення займали: за чисельністю плітка (26,0% від загальної), лящ (24,2%) та сріблястий карась (20,2%), за іхтіомасою домінує лящ (53,4%); відмічається стабільне зростання вагової частки сріблястого карася (з 6,2% у 2016 р. до 15,6% у 2019 р. (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

**Структура уловів промислових видів контрольним порядком сіток в середній частині Кременчуцького водосховища (2019 р.), %**

Види риб	Крок вічка, мм					
	30-40		50-60		70-120	
	чисельність	маса	чисельність	маса	чисельність	маса
Лящ	1,5	1,1	12,9	20,6	93,4	88,9
Плітка	46,9	41,1	1,0	1,1	0,0	0,0
Судак	1,5	2,8	0,7	0,7	0,2	0,5
Карась ср.	5,5	4,9	72,4	60,1	1,8	1,3
Плоскирка	29,5	18,7	4,9	3,0	0,5	0,2
Окунь	7,9	9,1	5,5	5,7	0,7	0,5
Сазан	0,1	0,2	0,8	2,4	2,5	6,3
Щука	0,3	1,4	1,1	3,6	0,9	2,1
Головень	0,8	0,9	0,1	0,1	0,1	0,3
Сом	0,0	0,0	0,3	2,4	0,0	0,0
Синець	1,4	1,3	0,3	0,2	0,0	0,0
Білизна	1,0	14,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Краснопірка	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Чехоня	3,4	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0

Основу уловів дрібновічкових сіток складали широко розповсюджені представники озерно-річкового іхтіокомплексу (плітка та плоскирка), на частку яких припало більше 50% загального улову сіток з кроком вічка 30-40 мм, на відміну від інших водосховищ, високою була також частка окуня та білизни (у 2017-2018 рр. – чехоні).

В уловах порядку дрібновічкових сіток ( $a=38-40$  мм) у 2021 р. (табл. 4.4) відмічено 14 видів риб, основу уловів як за чисельністю (39,5%), так і масою (37,4%) формувала плітка, на другому місці знаходився судак (відповідно 17,7 та 31,0%), тобто склад видів-домінантів у цілому відповідав минулорічному (за виключенням суттєвого зниження питомого вилову ляща - з 21,3% до 8,2%). Показники питомого вилову плоскирки, окуня та чехоні залишились на минулорічному рівні; вилов синця зберігає тенденцію до зростання (у 2021 р. – до 13,4% за масою проти 8,1% у 2020 р. та 1,3% у 2019 р.).

Таблиця 4.4

**Структурні показники промислової іхтіофауни в уловах порядку промислових сіток ( $a=38, 40, 75, 80, 90, 100, 110, 120$  мм) на Кременчуцькому водосховищі у 2021 р. (у перерахунку на зусилля), %**

Види риб	Крок вічка, мм			
	38-40		75-120	
	чисельність	Маса	чисельність	маса
Лящ	8,2	6,9	94,9	67,6
Судак	17,7	31,0	0,2	0,3
Чехоня	2,0	1,9	0,0	0,0
Плітка	39,5	37,4	0,1	0,1
Плоскирка	11,6	6,9	0,0	0,0
Синець	19,1	13,4	0,0	0,0
Карась сріблястий	0,0	0,0	0,1	0,0
Сом	0,0	0,0	0,2	1,0
Окунь	1,8	2,4	0,1	0,1
Товстолоби	0,0	0,0	4,0	30,0
Інші*	0,0	0,1	0,5	0,9

\* - Сазан, краснопірка, рибець звичайний

В крупновічкових сітках традиційно для Кременчуцького водосховища основний улов припадає на ляща – у 2021 р. 94,9% за чисельністю та 67,6% за масою. Частка вселених рослиноїдних риб у поточному році збільшилась до 30,0% (в основному за рахунок сіток з кроком вічка  $a=100-120$  мм; в сітках з  $a=75-80$  мм 82,8% улову припадає на частку ляща). Третім за значущістю видом в крупновічкових сітках є сом, частка якого у 2021 р. зменшилась до 1%, проте

абсолютні показники вилову цього виду на зусилля крупновічкових сіток залишилися на середньобагаторічному рівні.

Віковий склад популяції ляща Кременчуцького водосховища уловах контрольного порядку сіток у 2016-2020 рр. варіював від 15 до 16 вікових груп, граничний вік коливався від 15 до 17 років. Тобто, за досліджуваний період спостерігається погіршення структурних показників популяції ляща, а саме зменшення кількості вікових груп і граничного віку популяції порівняно з 2011-2015 рр. Водночас, слід відмітити, що у зв'язку з організаційними чинниками, в окремі роки нормальний цикл збору польових матеріалів для середньонерестуючих видів Кременчуцького водосховища був порушений, що негативно відобразилось на кількості виловлених особин старших вікових груп.

Разом з тим, необхідно відмітити, що у популяції ляща спостерігалась збільшення віку модальних вікових груп. Так, якщо у 2016 р. основу популяції ляща в уловах (71,1%) формували п'яти-семирічники довжиною 28-40 см, то у 2020 р основу популяції в уловах (68,9%) формували шести- та десятирічники довжиною 32-45 см, тобто структура варіаційного ряду протягом п'яти суміжних років характеризується певною стабільністю з деяким розширенням модального вікового ряду. Мода варіаційного ряду характеризується певною стабільністю, із загальною тенденцією до зсування у бік лівого крила варіаційного ряду. Чисельне покоління, яке у 2015 р. зумовило зростання частки поповнення, в цілому спричинило зсув моди варіаційного ряду праворуч і зростання чисельності 9- та 10-річних особин у 2020 р. Також простежується зростання середньовиваженого віку у популяції з 6,3 років до 7,1-7,2 років починаючи з 2017 року.

Питома чисельність поповнення (за кривою улову) продовж 5 років була нестабільною і характеризувалася високими показниками на початку і кінці періоду дослідень періоду (24,2 та 34,9% відповідно) та низькими у середині спостережень (17,3-17,4% впродовж 2017-2019 рр.).

Частка старших вікових груп впродовж досліджуваного періоду збільшувалась з 4,0% у 2016 р до 7,6% у 2017 р. і досягла максимуму у 2018 – до 12,4%. У подальшому стабілізувалася на рівні 10,3%, тобто до правого крила

кривої улову перейшли достатньо чисельні генерації. Якщо характеризувати зміни вікової структури популяції ляща у 2016-2020 рр., то підтверджується висновок щодо оптимальний (з точки зору формування репродуктивного та промислового ядра) розподіл частот варіаційного ряду та зменшення абсолютних показників поповнення. Так, чисельна генерація 2015 р. простежується протягом 5 суміжних років – частка дев'ятирічників у 2019 р. склала 12,2%, частка десятирічників у 2020 р. – 9,2% (к 2019 р. – 5,3%). Враховуючи динаміку улову на зусилля контрольних сіток, можна зробити висновок про помірну інтенсивність елімінації середніх та старших вікових груп ляща. В результаті крива улову ляща Кременчуцького водосховища характеризується достатньо широкою вершиною та наближеним до гострого кута нахилу її правого крила до осі абсцис Розмірно-вагові показники ляща Кременчуцького водосховища стабільно високі, умови нагулу не є лімітуючим фактором у формуванні промислового запасу цього виду.

У промислових уловах 2021 р. відмічено 16 вікових груп ляща, а граничний вік склав 16 років (максимальна довжина - 53 см). Перші статевозрілі самці трапляються у віці чотирьох, а самки – п'яти років, але масове статеве дозрівання самців встановлено під час досягнення ними довжини 30-32 см у п'ятирічному віці, а самок – 32-34 см у шість років. Ядро нерестового стада становили особини від п'яти до восьми років. Основу популяції в уловах (82%) формували особини у віці від шести до десяти років довжиною 32-45 см, тобто структура варіаційного ряду протягом трьох суміжних років характеризується певною стабільністю з деяким розширенням модального ряду у 2020 р. Частка поповнення різко зменшилася (до 12,2% проти 34,9% у 2020, але знаходиться на рівні 2017-2019 рр.), проте зниження частки десяти- - одинадцятирічників (сумарна частка старших вікових груп зменшилася до 12,7%) зумовило стабілізацію середньовиваженого віку на рівні 7,3 років. Інтенсивність промислового навантаження на середні вікові групи може бути оцінене, як помірне, основу промислових уловів у 2021 р. формували особини довжиною 34-38 см (рис. 4.4).



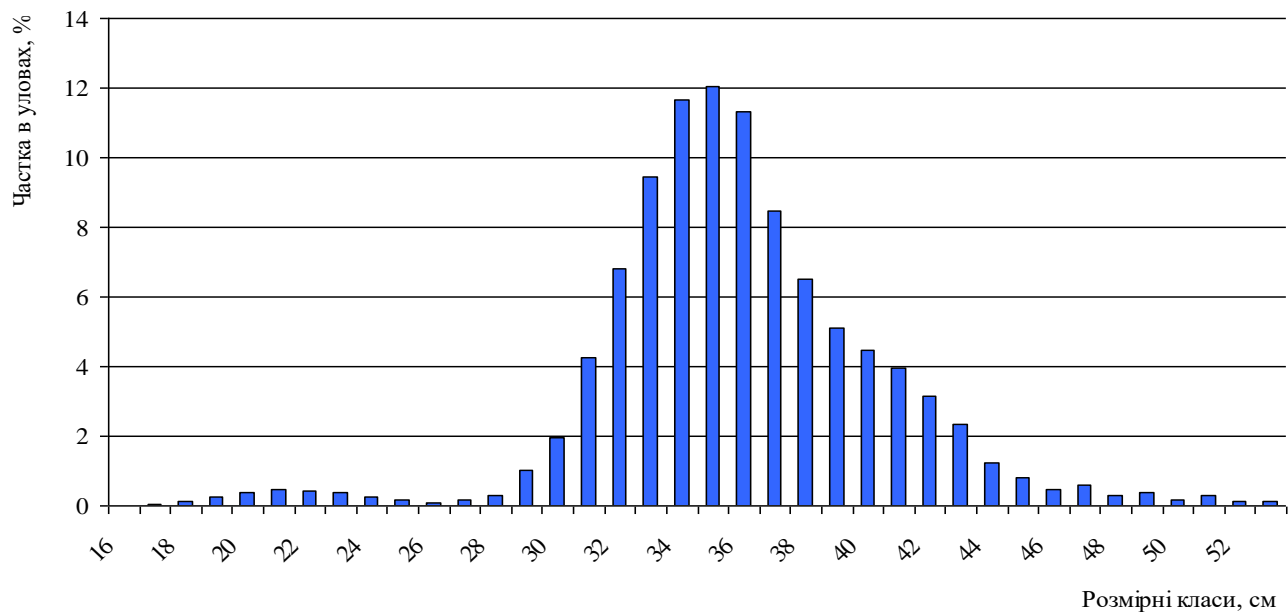


Рис. 4.4. Варіаційний ряд ляща Кременчуцького водосховища в промислових уловах 2021 р.

Якщо характеризувати зміни вікової структури популяції ляща у 2019-2021 рр., то підтверджується висновок щодо оптимальний (з точки зору формування репродуктивного та промислового ядра) розподіл частот варіаційного ряду та зменшення абсолютних показників поповнення. Так, чисельна генерація 2010 р. простежується протягом 10 суміжних років і затухає на 11 рік: частка дев'ятирічників у 2019 р. склала 12,2%, частка десятирічників у 2020 р. – 9,2%, а 11 річників у 2021 – 3%) [24]. Враховуючи динаміку улову на зусилля контрольних сіток, можна зробити висновок про помірну інтенсивність елімінації середніх та старших вікових груп ляща.

В результаті крива улову ляща Кременчуцького водосховища характеризується достатньо широкою вершиною та наближеним до гострого кутом нахилу її правого крила до осі абсцисс (рис. 4.5).

Середньовиважена довжина ляща в уловах крупновічкових сіток у 2021 р. склала 37,9 см, маса – 1170 г, тобто основний промисловий запас сформований за рахунок високопродуктивних розмірно-вікових груп.

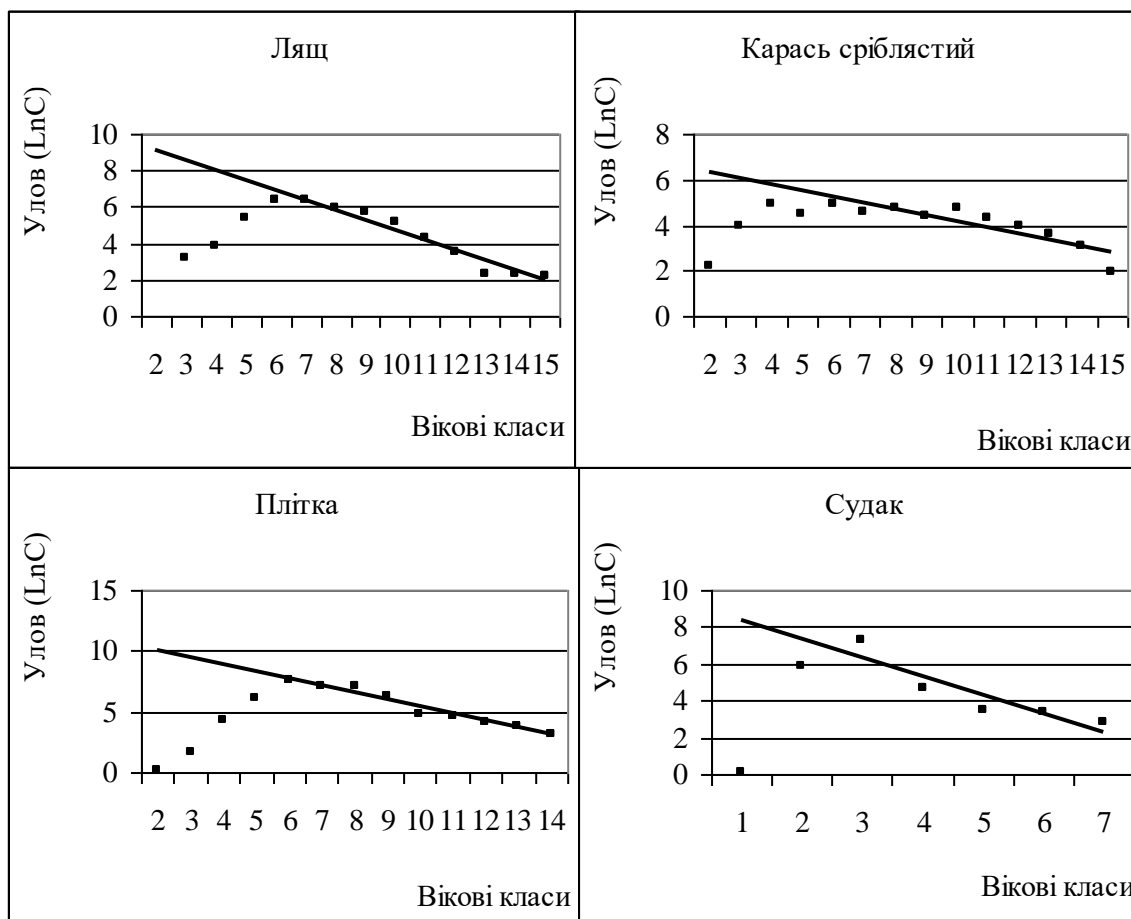


Рис. 4.5. Криві улову основних промислових видів риб Кременчуцького водосховища (промислові сітки  $a=38-120$  мм, весна-літо 2021 р.)

В цілому, структура уловів на зусилля контрольних сіток свідчила про раціональний розподіл промислового навантаження по вікових групах, тобто умови формування іхтіомаси та перспективи промислу у 2021 р., за умови ощадливого використання запасу середніх вікових груп у поточному році. Досягається це за рахунок подальшого збільшення частки старших вікових груп в уловах (нормальним середньовиваженим віком популяції ляща Кременчуцького водосховища можна вважати 8,5-9,5 років), при цьому навантаження на праве крило варіаційного ряду слід підтримувати на невисокому рівні. З цією метою заборону на використання сіток з кроком вічка менше  $a=72$  мм доцільно подовжити і на 2022-2023 рр.

В цілому, за результатами дослідних уловів 2016-2021 рр., показники, за якими здійснюється інтегральна оцінка поповнення та експлуатації основних

промислових видів риб Кременчуцького водосховища, характеризуються значеннями, які не перевищують біологічну норму [245] для середньоциклових видів. Виключення складає судак, скорочення вікового ряду якого (зокрема в уловах 2017 р. була представлена всього 5 віковими групами) свідчить про посилення елімінації, особливо середніх вікових груп. За період, що розглядається коефіцієнт загальної річної смертності коливався в межах від 0,34 (карась сріблястий, 2021 р.) до 0,68 (судак, 2018 р.), в основному складаючи 0,35-0,50 (табл. 4.5). Ступінь промислового використання сировинних ресурсів водосховища за величиною промислової смертності характеризується середніми та високими значеннями (0,17-0,31).

Одним з найбільш значущих показників, який характеризує вплив зовнішніх чинників на умови перебігу життєвих процесів риб, є природна смертність. У загальному вигляді цей показник залежить від максимальної тривалості життя риб, тобто якщо умови існування певного виду не будуть відповідати його біології, то це закономірно позначиться на його природній смертності. Слід зазначити, що певний вплив на величину природної смертності (в бік зменшення) спричинює промисел, тому цей чинник повинен враховуватися, зокрема шляхом визначення динаміки промислової смертності та внесення відповідних коректив у показник природної смертності [285]. На сьогодні існує низка методів визначення природної смертності [245], ми використовували метод розрахунків за коефіцієнтами рівняння Берталанфі, який базується на показниках лінійного росту риб і є найбільш показовим в контексті проблеми, яка розглядається.

Слід також зазначити, що показники як природної, так і промислової смертності можуть бути значною мірою диференційовані за віковими групами. Зокрема, це може бути пов'язане з типом та характеристиками знарядь лову, які переважно застосовуються на промислі, величиною промислової міри та допустимого прилову, погіршення гідрохімічного режиму на біотопах мешкання певних вікових груп, забезпеченість кормовою базою тощо.

Таблиця 4.5

**Річна смертність основних промислових видів риби  
Кременчуцького водосховища**

Види риби	Смертність, %		
	Загальна (Ф <sub>З</sub> )	Природна (Ф <sub>М</sub> )	Промислова (Ф <sub>Ф</sub> )
2016 р.			
Лящ	39,7	19,3	20,4
Плітка	37,8	19,9	17,8
Судак	64,5	52,3	12,2
Карась сріблястий	37,3	24,8	12,4
2017 р.			
Лящ	39,0	22,0	17,0
Плітка	40,0	20,0	19,0
Судак	65,0	43,0	22,0
Карась сріблястий	35,0	12,0	23,0
2018 р.			
Лящ	42,0	18,8	23,2
Плітка	57,0	30,2	26,8
Судак	68,1	41,0	27,1
Карась сріблястий	33,8	20,8	13,0
2019 р.			
Лящ	42,5	18,0	24,5
Плітка	49,9	23,4	26,5
Судак	55,6	25,0	30,6
Карась сріблястий	41,2	26,6	14,6
2020 р.			
Лящ	42,8	16,4	26,5
Плітка	54,0	29,8	24,2
Судак	61,2	35,5	25,7
Карась сріблястий	48,2	28,6	19,6
2021 р.			
Лящ	38,0	17,4	20,6
Плітка	45,8	23,1	22,7
Судак	53,6	30,6	23,0
Карась сріблястий	33,8	18,6	15,2

Тому в доповнення до середньо популяційного показника нами оцінювалась природна смертність для молодших вікових груп які, по перше, менше підпадають під вплив промислу, по-друге, статева зрілість вносить суттєві корективи у темп лінійного росту риби, і, як наслідок, у коефіцієнти рівняння

Берталанфі, що потребує додаткової їх корективи. Розрахунки проводились для кількох періодів, як вихідні показники використані дані для періоду 1986-1989 рр. Результати розрахунків зведені в табл. 4.6.

Таблиця 4.6

**Миттєва природна смертність (M) ляща Кременчуцького водосховища,  
диференційована за віковими класами**

Вікові роки	класи,	1986-89 рр. (дані ІРГ НААН)	2005-2010 рр.	2016-20 рр.
1		1,45	0,92 $\pm$ 0,21	0,97 $\pm$ 0,18
2		0,64	0,52 $\pm$ 0,09	0,53 $\pm$ 0,16
3		0,42	0,38 $\pm$ 0,03	0,38 $\pm$ 0,08
4		0,33	0,30 $\pm$ 0,06	0,30 $\pm$ 0,04
5		0,27	0,26 $\pm$ 0,06	0,25 $\pm$ 0,05
6		0,23	0,23 $\pm$ 0,01	0,22 $\pm$ 0,02

Отримані величини природної смертності молодших вікових груп характеризувались середнім рівнем та виявляли добре виражену стабільність [60].

При реалізації ВПА для 20-ти річної генерації ляща Кременчуцького водосховища при фіксованому значенні коефіцієнта природної смертності встановлено, що отримані значення миттєвої промислової смертності для поповнення (шести- – восьмирічники) складали  $F=0,03-0,08$ , тоді як для одинадцяти- та п'ятнадцятирічників цей показник збільшувався до  $F=0,20-0,25$ .

Отримані значення промислової смертності досить низькі, зокрема, нижчі за коефіцієнт природної смертності для модальних промислових вікових груп ляща (4-8-літки) і майже нульові для наймолодших груп (2-3-літки). Значення F зростають для старшівікових груп (>10 років) і досягають максимальних величин у риб старше 16 років.

Динаміка промислової смертності не може розглядатися поза величиною промислових уловів, які є функцією інтенсивності промислу від біомаси популяції. Для ляща Кременчуцького водосховища в період 1986-2006 рр. була

встановлена досить висока кореляція між уловами та кількістю ставних сіток ( $r=0,76$ ;  $p<0,001$ ) і між уловами і розрахованою промисловою смертністю ( $r=0,88$ ;  $p<0,001$ ) вказує на те, що кількість знарядь лову є одним з основних чинників, що визначає річний улов ляща [285]. Проведені для періоду 2007-2021 рр. розрахунки показали, що дана тенденція зберіглась (рис. 4.6).

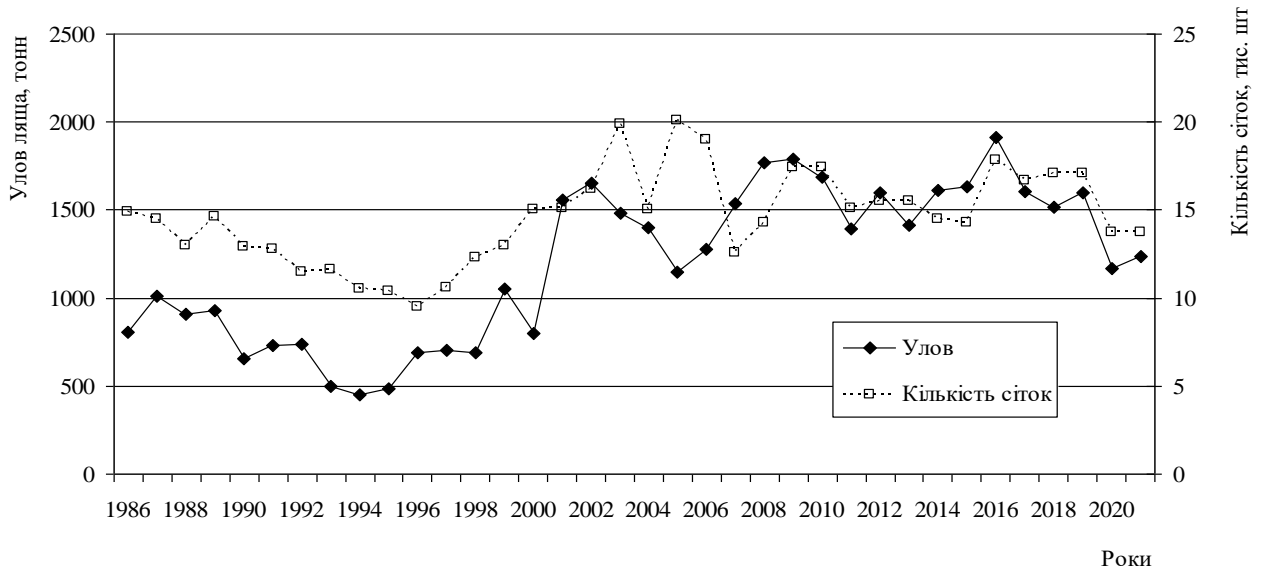


Рис. 4.6. Зміна кількості ставних сіток, що використовувалися на промислі, і річних уловів ляща Кременчуцького водосховища у 1986-2021 рр.

Таким чином, загальна смертність ляща формується під впливом двох приблизно рівнозначних чинників – природної та промислової смертності, величина яких за весь період досліджень не дозволяє визначити їх як дестабілізуючий чинник у формуванні структурних показників популяції ляща Кременчуцького водосховища [59].

Біомаса популяції є похідною від двох параметрів – суми чисельності та середньої індивідуальної маси всіх вікових класів, з яких вона складається. Дані параметри є динамічними і постійно змінюються в часі. Очевидно також, що чисельність кожного вікового класу постійно знижується внаслідок різних причин (виїдання хижаками, загибель від хвороб, недостача корму, вилов тощо). Маса, навпаки, постійно зростає, причому в різні періоди життя питомі показники зменшення чисельності та приросту маси можуть відрізнятися, тобто залежності

"вік-маса" та "вік-чисельність" мають нелінійний характер. Таким чином, до певного вікового класу загальна біомаса популяції зростає, проте надалі смертність починає переважати на ваговим ростом, і біомаса починає знижуватися. На підставі середніх показників смертності за віковими класами та середньої маси за віковими групами, динаміка чисельності та маси ідеальної (за відсутністю вилову) популяції (у перерахунку на 1000 річників) графічно може бути наступним чином (рис. 4.7).

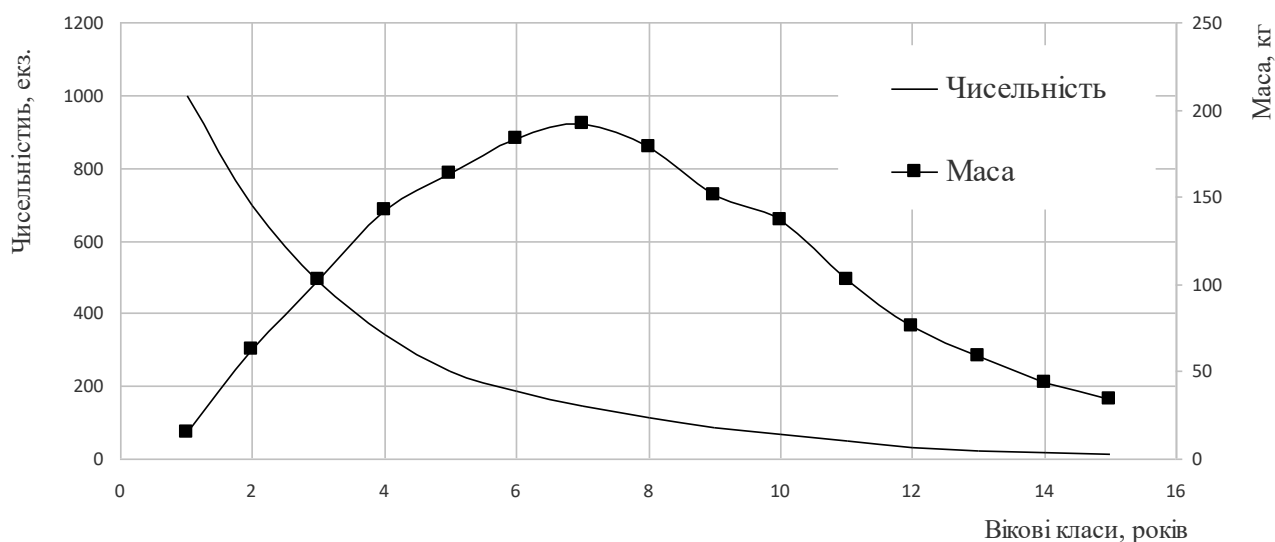


Рис. 4.7. Розподіл чисельності та маси ляща за віковими класами

При цьому виникає ситуація, коли занадто ранній вилов спричинює втрати потенційної рибної продукції (риба не встигає набирати максимальних вагових показників) та, навпаки, коли частина можливого улову втрачається внаслідок природної загибелі. Отже, виникає питання щодо встановлення оптимальних параметрів знарядь лову, для забезпечення максимального вилову на одиницю поповнення. Крім того, слід враховувати і необхідність підтримання відтворювальної здатності популяції, яка забезпечується, в тому числі і за рахунок достатньої кратності нересту умовного плідника.

В результаті математичної обробки первинних даних щодо розмірного складу уловів ляща в сітках з різними кроком вічка були отримані показники вікового складу уловів основних крупновічкових сіток, які використовуються на дніпровських водосховищах (табл. 4.7).

Таблиця 4.7

**Розрахована вікова структура уловів ляща Кременчуцького водосховища в сітках з різним кроком вічка, %**

Вікові класи	Крок вічка в сітках, мм				
	70	75	80	90	100
4	8,5	1,4	0,0	0,0	0,0
5	25,2	8,8	2,7	0,0	0,0
6	31,4	25,9	11,4	1,6	0,0
7	17,2	31,0	22,1	3,7	0,0
8	10,8	19,9	28,7	5,7	1,7
9	4,4	9,2	19,9	12,7	6,6
10	2,0	2,7	9,2	23,3	23,6
11	0,3	1,2	3,7	30,1	30,8
12	0,0	0,0	2,2	13,5	16,2
13	0,0	0,0	0,0	6,0	11,7
14	0,0	0,0	0,0	3,0	6,8
15	0,0	0,0	0,0	0,4	2,5

З табл. 4.7. випливає, що величина середньої частки вікового класу в улові для сіток з кроком вічка  $a=90$  мм склала 10,0, для інших сіток – 12,5.

Природна смертність ляща Кременчуцького водосховища приймалась, як середня фактична: для вікових класів 1-6 років згідно даних табл. 4.6.; для старших вікових груп  $\varphi_M$  прийнятий, як 0,30. Відповідно були розраховані елементи рівнянь моделі [124]. Підсумовуючі результати, отримані при реалізації моделі, зведені в табл. 4.8.

Діючими Правилами промислового рибальства мінімально дозволеним кроком вічка в сітках для вилову ляща є 70 мм.



Таблиця 4.8.

**Популяційні характеристики ляща при використанні сіток з різним кроком вічка**

Крок вічка	Загальний улов від генерації, кг	Середня маса в уловах, кг	Середній вік в уловах, років
a=70 мм	89,7	0,68	4,9
a=75 мм	100,1	0,91	5,8
a=80 мм	111,7	1,16	6,6
a=90 мм	96,1	1,55	8,2
a=100 мм	69,2	1,84	9,7

З табл. 4.8 видно, що ці сітки, а також сітки з a=75 мм є далеко не оптимальними при промислі ляща як з точки зору величини улову на одиницю поповнення і середньої маси виловленої риби, так і для забезпечення нормальної популяційної плодючості; найбільший улов (у ваговому вираженні) на одиницю поповнення буде забезпечений за рахунок використання сіток з кроком вічка a=80 мм.

Розрахунки основних показників, які характеризують ефективність промислу (улов на одиницю поповнення, середня маса в уловах, середня кратність в уловах) показують, що оптимальними сітками для промислу ляща Кременчуцького водосховища є сітки з кроком вічка a=80-90 мм; їх використання у порівнянні з сітками з кроком вічка a=70 мм забезпечить 25-відсоткове зростання вилову та збільшить прогнозну популяційну плодючість у 3–6 разів.

Прогнозне накопичення улову сітками з різними кроком вічка представлено на рис. 4.7.1.

З рис. 4.7.1. видно, що використання сіток з кроком вічка 70-75 мм дають помітний (на рівні 50 % від максимального) улов вже через 3-4 роки після початку промислового використання, тоді як для сіток з кроком вічка a=80-90 мм цей період складає 6-7 років, проте це буде зкомпенсоване збільшенням уловів у наступні роки.

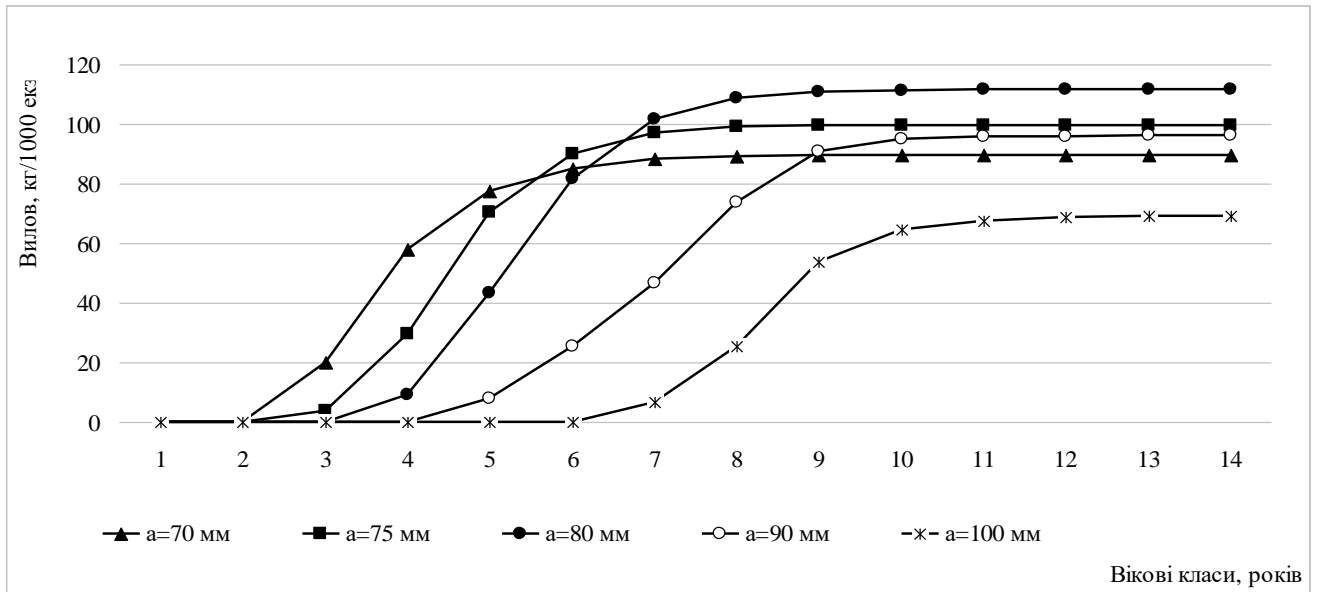


Рис. 4.7.1. Моделювання вилову ляща при використанні різних сіток

Іншою нормою, яка регулює розмір риб в уловах є промислова міра. Діючими Правилами рибальства для ляща встановлена промислова міра, як 32 см, при цьому допустима частка особин з меншими розмірами в улові складає не більше 20% за кількістю особин. Згідно результатів розрахунків за представленою моделлю, у віковому ряді усередненого улову сіток з кроком вічка  $a=80-90$  мм частка п'ятирічників (за кількістю) складає 8,6%, шестирічників – 28,1%. Таким чином, допустима частка шестирічників в улові складає  $20,0 - 8,6 = 11,4\%$ , або 42,0% від питомої кількості шестирічників в загальному улові. Враховуючи, що шестирічники в основному складаються з 4 розмірних класів: 34, 35, 36, 37 см і приймаючи, що чисельність цих класів є однаковою, отримуємо, що мінімальним розміром, який відповідає 20 %-вій частці найменших розмірних класів, є 35 см. Це цілком узгоджується з даними, наведеним на рис. 1, з якого видно, що максимальна біомаса припадає на вікові класи від 6 до 8 років, тобто шестирічні особини з середньою довжиною 35,4 см є тим віковим класом, з якого повинно починатися виловлення.

Популяція судака в уловах 2016-2020 рр. була представлена 5-7 віковими групами, граничний вік склав 5-7 років (максимальна довжина в уловах – 55-60 см), що в цілому відповідає попереднім показникам. У популяції простежується незначний зсув основи уловів праворуч. Так у 2016 р. основу уловів становили

(79,4% за чисельністю) складала дво-трирічніки довжиною 26-40 см і масою 250-800 г, у подальшому – дво-чотирирічніки і у 2020 р. – три-чотирирічніки (90,1%) складала три-чотирирічніки довжиною 30-38 см. Таким чином, структурні показники популяції судака в період 2016-2020 рр. характеризуються незначними міжрічними коливаннями, зокрема довжина модального ряду змінювалась від 2 до 3 років. Частка поповнення залишається стабільно високою – питома чисельність річніків-трирічніків у 2020 р. склала 70,3%, старші вікові групи в уловах 2020 р., як і в період 2016-2019 рр. не зафіксовані. Чисельна генерація 2016 р., яка в минулому значно впливала на середній вік популяції, в уловах 2020 р. також простежується – частка чотирирічніків збільшилась до 27,8%; проте зменшення наповнення правого крила варіаційного ряду зумовило стабілізацію середньовиваженого віку на рівні 3,1 років. Разом з тим слід зазначити, що абсолютні показники вилову середніх вікових груп на зусилля порядку сіток залишились на минулорічному рівні, так сумарний вилов п'яти-семирічніків у 2019 р. склав 12,4 екз., у 2020 р. – 11,7 екз. Стабільно невисока частка середніх вікових груп свідчить, що відмічене вище збільшення уловів базується насамперед на посиленій експлуатації чотири-п'ятирічніків, що з точки зору накопичення іхтіомаси за розмірно-віковими класами, не є оптимальним. Невисока чисельність п'яти-семирічніків та відсутність старших вікових груп в уловах свідчить, що тенденція редукції правого крила варіаційного ряду в останні роки посилюється. В результаті кут нахилу кривої улову судака до осі абсцис різко збільшився (критична точка стабільно припадає на п'ятирічніків). Середньовиважена довжина судака в уловах 2020 р. склала 34,3 см, маса – 524 г; при цьому на частку непромислових контингентів припадало 93,2% кількості особин у вирівняному варіаційному ряді (у перерахунку на зусилля).

Популяція судака в уловах 2021 р. була представлена 9 віковими групами, граничний вік склав 11 років (максимальна довжина в уловах – 76 см). Її основу (9,1%) складала три-чотирирічки довжиною 30-38 см. Таким чином, структурні показники популяції судака в період 2016-2021 рр. характеризуються незначними міжрічними коливаннями, зокрема довжина модального ряду змінювалась від 2 до

3 років. Частка поповнення залишається стабільно високою – питома чисельність річників-трирічок у 2021 р. склала 20,3%, старші вікові групи в уловах 2021 р. не фіксувались. Чисельна генерація 2016 р., яка в минулому значно впливала на середній вік популяції, в уловах 2021 р. також простежується – частка трирічників збільшилась до 27,8%; проте зменшення наповнення правого крила варіаційного ряду зумовило стабілізацію середньовиваженого віку на рівні 3,0 років. При цьому промислове ядро популяції формувалось за рахунок особин 30-35 см (рис. 4.8), що не може вважатися оптимальним з точки зору накопичення іхтіомаси за розмірно-віковими групами.

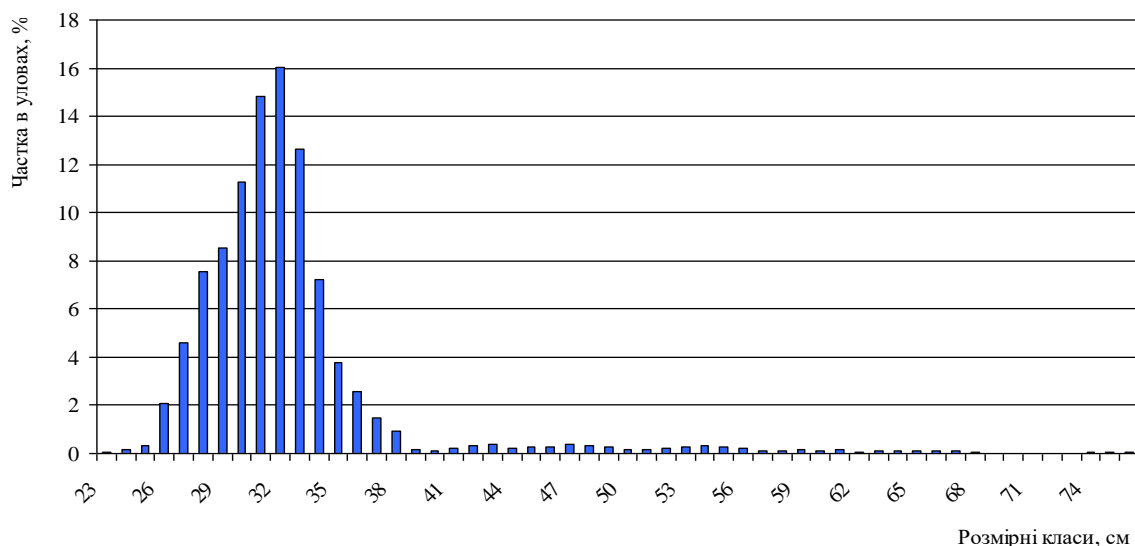


Рис. 4.8. Варіаційний ряд судака Кременчуцького водосховища в промислових уловах 2021 р.

Разом з тим слід зазначити, що абсолютні показники вилову середніх вікових груп на зусилля порядку сіток залишились на минулорічному рівні [24]. Стабільно невисока частка середніх вікових груп свідчить, що відмічене вище збільшення уловів базується насамперед на посиленій експлуатації чотири-п'ятирічників, що з точки зору накопичення іхтіомаси за розмірно-віковими класами, не є оптимальним.

Невисока чисельність п'яти-семирічників та відсутність старших вікових груп в уловах свідчить, що тенденція редукції правого крила варіаційного ряду в

останні роки посилилась. В результаті кут нахилу кривої улову судака до осі абсцис різко збільшився, проте критична точка стабільно припадає на п'ятирічок. Середньовиважена довжина судака в уловах 2021 р. склала 34,3 см, маса – 524 г; при цьому на частку непромислових контингентів припадало 93,2% кількості особин у вирівняному варіаційному ряді (у перерахунку на зусилля).

Кількість видових класів в уловах плітки Кременчуцького водосховища у 2016–2020 рр. характеризувалася нестабільністю. Таку в уловах фіксувалося від 5 до 14 вікових класів, граничний вік коливався від 9 до 16 років, максимальна довжина в уловах – від 28 до 40 см. Основу уловів також коливалася від трьох-чотирьох річників у 2016 р. до п'яти-, восьмирічників у 2020 р., тобто мода варіаційного ряду зсунулась у бік правого його крила. Частка молодших вікових груп при цьому зменшилась з 49,1% до 13,1%. Таким чином, варіаційний ряд плітки має тенденцію до скорочення за рахунок відсутності старших вікових груп і починаючи з 2018 року надбав вигляд кривої з гострою вершиною та різким спадом. Враховуючи такі флуктуації чисельності окремих генерацій ми можемо констатувати, що структура популяції плітки Кременчуцького водосховища нестабільна. Показники абсолютного вилову на зусилля контрольних сіток у 2016-2020 рр. вказують, що основною причиною змін у віковій структурі популяції плітки слід вважати епізодичні чисельні поповнення на тлі переходу чисельного залишку до старших вікових груп: вилов восьмирічників на зусилля порядку дрібновічкових сіток у 2018 р. склав 143 екз., а у 2020 р. – 340 екз. У структурі популяції достатньо чітко простежуються урожайні і неурожайні покоління і їх перехід змінює загальний вигляд структури популяції. Такі данні можуть стверджувати про нестабільні умови відтворення цього виду з виокремленням урожайних та неурожайних років. Таким чином, процеси формування промислового та репродуктивного ядра популяції цього виду у Кременчуцькому водосховищі останніми роками не можуть бути оцінені як сприятливі, що викликає необхідність у подальшому обмеження промислового навантаження на ліве крило варіаційного ряду за рахунок виключення сіток кроком вічка менше  $a=36$  мм.

В промислових уловах плітки Кременчуцького водосховища у 2021 р. зафіксовано 8 вікових класів, граничний вік становив 10 років (максимальна довжина в уловах – 41 см). Основу уловів у 2021 р. (84,6%) склали шести-дев'ятирічні, довжиною 21-27 см, тобто мода варіаційного ряду зсунулась і бік правого його крила (рис. 4.3). Частка молодших вікових груп при цьому зменшилась з 49,1% у 2019 р до 9,4%, проте певною мірою це може бути пов'язане з відсутністю на промислі сіток з  $a=30$  мм. Так, вилов чотирирічників на зусилля дрібновічкових сіток у 2019 р. склав 1085 екз., тоді як вилов п'ятирічників у 2020 р. – 558 екз., тобто загальна смертність дорівнювала  $\phi z=0,49$ , що для даного виду в Кременчуцькому водосховищі є цілком прийнятним показником. Частка старших вікових груп, навпроти, різко збільшилась – до 20,3%, що і зумовило зростання середньовиваженого віку з 4,7 р. до 7,1 р. Таким чином, у поточному році варіаційний ряд плітки зберігає вигляд кривої з гострою вершиною та різким спадом (рис. 4.9).

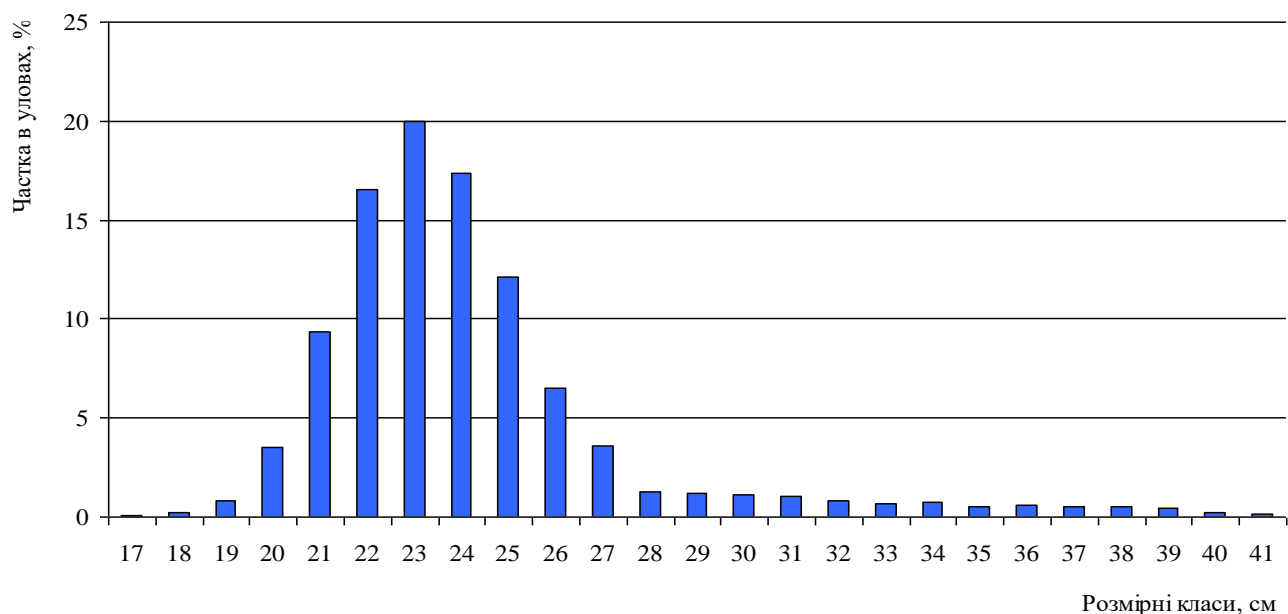


Рис. 4.9. Варіаційний ряд плітки Кременчуцького водосховища в промислових уловах 2021 р.

Враховуючи показники абсолютного вилову на зусилля контрольних сіток у 2020-2021 рр., основною причиною змін у віковій структурі популяції плітки слід вважати стабільне чисельності поповнення на тлі переходу чисельного залишку

до старших вікових груп: вилов восьмирічників на зусилля порядку дрібновічкових сіток у 2020 р. склав 343 екз, а 2021 р. – 452 екз [24]. При цьому процеси формування промислового та репродуктивного ядра популяції цього виду у Кременчуцького останніми роками не можуть бути оцінені, як сприятливі, що викликає необхідність у подальшому обмеження промислового навантаження на ліве крило варіаційного ряду за рахунок виключення сіток кроком вічка менше  $a=36$  мм.

Для оцінки умов формування чисельності плітки у Кременчуцькому водосховищі були обраховані коефіцієнти природної смертності, диференційовані за віковими класами. Розрахунки проводились за схемою, визначеною для ляща, як вихідні показники для періоду 1986-89 рр. використані дані ІРГ НААН. Результати розрахунків зведені в табл. 4.8.

Таблиця 4.8

**Миттєва природна смертність ( $M$ ) плітки Кременчуцького водосховища, диференційована за віковими класами**

Вікові класи, років	1986-89 рр.	2005-2010 рр.	2016-20 рр.
1	0,81	1,02 $\pm$ 0,33	0,76 $\pm$ 0,19
2	0,49	0,57 $\pm$ 0,12	0,50 $\pm$ 0,11
3	0,36	0,44 $\pm$ 0,11	0,39 $\pm$ 0,13
4	0,29	0,38 $\pm$ 0,15	0,33 $\pm$ 0,09
5	0,25	0,35 $\pm$ 0,19	0,29 $\pm$ 0,08
6	0,22	0,30 $\pm$ 0,11	0,27 $\pm$ 0,10

Динаміка коефіцієнтів промислової смертності у 1986-2006 рр. мала риси, відмічені для ляща – низькі показники для молодших вікових груп ( $F=0,05-0,15$ ) та їх різке збільшення до  $F=0,31-0,38$  для шести- восьмирічників [284]. Якщо порівнювати величини природної та загальної смертності, то для модальних вікових груп ці показники знаходились приблизно на одному рівні. При цьому для плітки залежність промислової смертності від величини промислового зусилля простежується в значно меншій мірі, ніж для ляща (рис. 4.10).

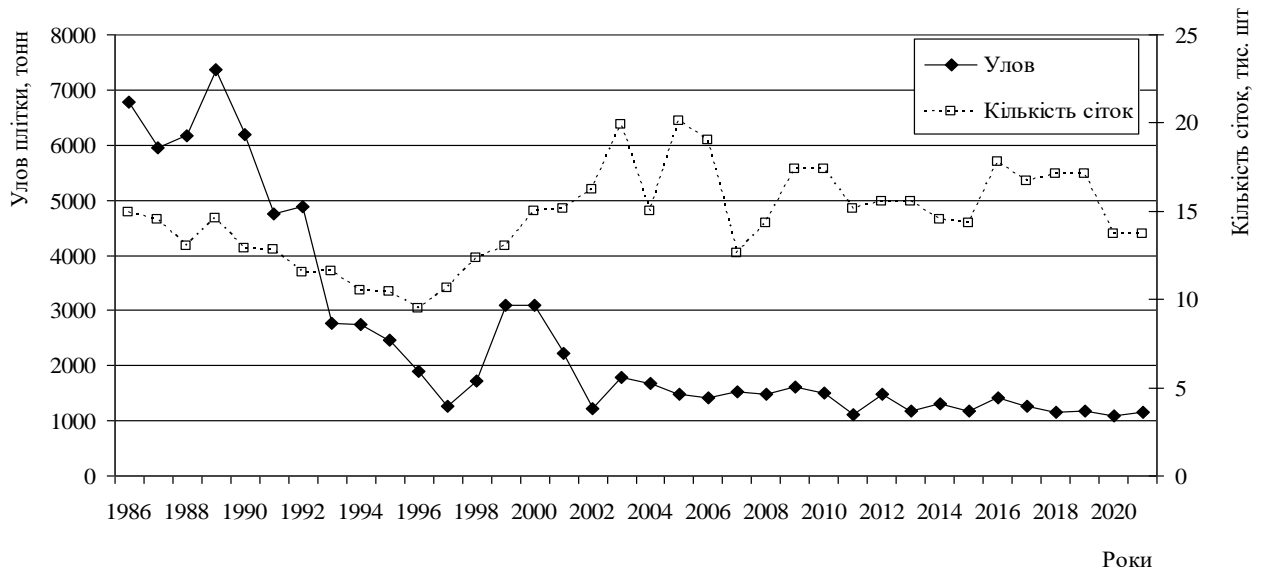


Рис. 4.10. Зміна кількості ставних сіток, що використовувалися на промислі, і річних уловів плітки Кременчуцького водосховища у 1986-2021 рр.

Насамперед це пов'язане зі збільшенням кроку вічка промислових сіток (з  $a=30$  мм до  $a=38$  мм), що виключило з використання найбільш уловисті по відношенню до плітки сітки, і, відповідно, зменшило рівень елімінації середніх вікових груп [236]. Про це, зокрема свідчать показники промислової смертності, у 2016-2020 рр. в середньому склали  $F=0,22-0,31$ . В цьому аспекті цікаво порівняти залежність уловів плітки від величини промислового зусилля, яка для періоду 1986-2006 рр. характеризувалась достатньо високими коефіцієнтами кореляції – 0,68 для знарядь лову та 0,82 для кількості рибалок [284]. Нами були проведені аналогічні розрахунки для періоду 2007-2021 рр., які показали, що коефіцієнт кореляції між кількістю сіток на промислі та уловами плітки склав  $r=0,19$  ( $p<0,001$ ); для кількості рибалок цей показник склав  $r=0,27$  ( $p<0,001$ ). Таким чином, як відмічалось для ляща, природна та, в меншій мірі, промислова смертність в період досліджень знаходились на рівні, який є цілком прийнятним з точки зору формування кількісних та структурних показників популяції плітки Кременчуцького водосховища [57, 236].

В промислових уловах 2016-2020 рр. сріблястий карась був представлений 11-13 віковими групами, граничний вік коливався від 12 до 14 років (максимальна довжина – 34–37 см). Основу популяції карася в уловах (58,5%) складали чотири-



семирічніки довжиною 19-28 см. Частка поповнення впродовж всього періоду дослідження знаходилась на середньорічному рівні – 24,8%, проте збільшення частки вікових груп шести- семирічників зумовило коливання середньовиваженого віку від 5,0 до 6,3 років. Це пов'язано з тим, що чисельні генерації, які формували модальний ряд популяції в уловах попереднього року, збереглися і в поточному році, що свідчить про недостатнє промислове навантаження. Розрахункова річна смертність цьому становила 17,3–20,7%, що є дуже низьким показником для популяції, яка експлуатується промислом. Загалом крива улову цього виду зберігає вигляд практично симетричної параболи з широкою вершиною та наближеним до тупого кутком нахилу лівого крила. Темп лінійного та вагового росту сріблястого карася в Кременчуцькому водосховищі є високими, умови нагулу не лімітують формування промислового запасу цього виду.

Таким чином, визначальну роль у формування вікової структури популяції сріблястого карася, як і в минулих роках році, відіграло збільшення питомої чисельності середніх та старших вікових груп, пов'язане з недостатнім рівнем промислового навантаження.

В промислових уловах 2021 р. сріблястий карась був представлений 14 віковими групами, граничний вік склав 14 років (максимальна довжина – 34 см). Основу популяції карася в уловах (58,5%) склали чотири-десятирічніки довжиною 19-30 см. Частка поповнення знаходилась на середньорічному рівні – 18,7%, проте збільшення частки восьми- – десятирічників зумовило збільшення середньовиваженого віку до 6,7 років, тобто чисельні генерації, які формували модальний ряд популяції в уловах минулого року, збереглися і поточному році. Загалом крива улову цього виду зберігає вигляд практично симетричної параболи з широкою вершиною та наближеним до тупого кутком нахилу лівого крила (рис. 4.10).

Таким чином, визначальну роль у формування вікової структури популяції сріблястого карася, як і в минулих роках, відіграло збільшення питомої чисельності середніх та старших вікових груп, пов'язане з недостатнім рівнем

промислового навантаження. Так, варіаційний ряд даного виду в промислових уловах 2021 р., на відміну від інших видів мав вигляд двовершинної кривої, яка утворилась за рахунок випадіння розмірних класів 25-28 см (рис. 4.11), тобто контингентів, які обловлюються сітками з кроком вічка  $a=50-60$  мм.

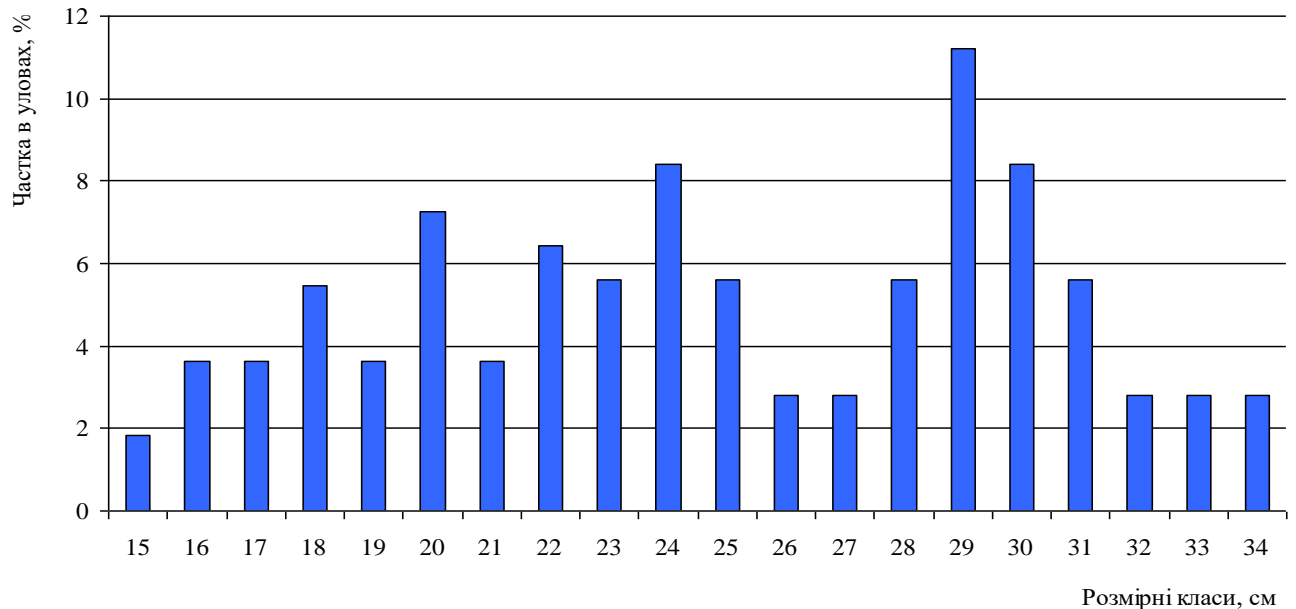


Рис. 4.11. Варіаційний ряд сріблястого карася Кременчуцького водосховища в промислових уловах 2021 р.

Як і в минулому році, в крупновічкових сітках (особливо враховуючи заборону на промислі сіток з  $a=70$  мм, сріблястий карась практично не фіксується, тобто ефективний облов його іхтіомаси можливий лише за рахунок спеціалізованого лову сітками з кроком вічка  $a=50-60$  мм (у 2019 р. середня довжина карася в цих сітках складала 25,9 см, маса – 405 г). Діючими на сьогодні Правилами рибальства безумовно дозволеними є сітки з роком вічка  $a=30-49$  мм та 70 мм і більше [196]. Разом з тим в останні роки спостерігається значне збільшення запасу сріблястого карася – адвентивного виду, який у всіх водосховищах утворив чисельні популяції [175]. Так, середньорічні його улови у Кременчуцькому водосховищі в період 2000-2005 рр. склали 44,6 т, у 2010-15 рр. – 172,3 т, у 2016-20 рр. – 462,4 т. При цьому, в традиційних промислових сітках сріблястий карась займає незначний сегмент вилову – не більше 0,1% за масою. Разом з тим, в сітках з кроком вічка  $a=50-60$  мм цей вид є домінуючим з часткою в

уловах до 60% за масою (табл. 4.9), слід зазначити, що у 2013 р. цей показник складав 8,1%.

Таблиця 4.9

**Структура уловів сіток з кроком вічка а=50-60 мм у літній період (2019, 2021 рр.)**

Види	Лящ	Плітка	Судак	Карась сріблястий	Плос-кирка	Окунь	Щука	Інші види
Чисельність	12,9	1,0	0,7	72,4	4,9	5,5	1,1	1,5
Маса	20,6	1,1	0,7	60,1	3,0	5,7	3,6	5,2

Дані табл. 4.9 свідчать, що за фактичними розмірними показниками уловів, сітки з а=50-60 мм на Кременчуцькому водосховищі можуть бути оцінені як достатньо селективні по відношенню до найбільш продуктивних розмірно-вікових груп сріблястого карася та плітки. Питомий вилов масових дрібночастикових видів в середньому склав 9,9%, що свідчить про достатньо високу селективність даних сіток по відношенню до основного об'єкту промислу – сріблястого карася. Сумарна частка крупночастикових видів в уловах сіток з а=50-60 мм склала 15,9% за чисельністю, що відповідає діючим нормам прилову [196].

Для оцінки розмірно-вагових показників сріблястого карася та основного дрібночастикового виду – плітки, були проаналізовані улови промислових сіток з кроком вічка 50, 60 мм на Кременчуцькому водосховищі. Результати представлені в табл. 4.10. Відповідно, структурні показники популяції сріблястого карася Кременчуцького водосховища свідчать про доцільність запровадження спеціалізованого лову сітками з кроком вічка 50-60 мм, які ефективно обловлюють найбільш продуктивні розмірно-вагові групи цього виду.

Таблиця 4.10

**Розмірна структура промислових уловів сріблястого карася та плітки  
Кременчуцького водосховища в сітках з а=50-60 мм, % (2019, 2021 рр.)**

Вид	Розмірні групи, см									Середня довжина, см
	19-20	21-22	23-24	25-26	27-28	29-30	30-32	33-34	35 і більше	
Плітка	2,0	9,8	10,0	11,1	23,6	23,2	12,1	4,5	3,7	27,8 <sub>±</sub> 2,9
Карась сріблястий	20,2	39,8	15,4	13,3	8,0	2,8	0,5	0,0	0,0	23,7 <sub>±</sub> 1,8

Так, середня маса сріблястого карася в зазначених сітках становить 400-500 г, при цьому зазначеними сітками стабільно забезпечується не менше 60% загальної маси улову даного виду всім порядком промислових сіток (табл. 4.11).

Таблиця 4.11

**Показники розподілу улову сріблястого карася за кроком вічка промислових сіток у Кременчуцькому водосховищі (2019, 2021)**

Показники		Крок вічка, мм		
		36-40	50-60	75-120
Частка від загального улову виду, %	чисельність	14,9	83,1	2,0
	іхтіомаса	7,0	88,5	4,4
Середня маса, г		178	401	854

Фактичний рівень промислового навантаження на середні вікові групи карася (особини довжиною 18-22 см), які обловлюються сітками з кроком вічка менше 50 мм, може бути оцінений як низький [237]. Це може бути обумовлене невисоким попитом на дані групи карася (середня їх маса становить 0,15-0,25 кг), тобто вони характеризуються невисокими товарними якостями). Враховуючи динаміку основних біологічних показників карася Кременчуцького водосховища (зокрема міцне поповнення, розширення вікового ряду, лінійний та ваговий ріст),

можна зробити висновок, що популяції цього виду знаходиться у стані екологічного прогресу, а раціональний облов формованої іхтіомаси може бути забезпечений за рахунок використання сіток з кроком вічка 50- 60 мм.

Таким чином, основні показники, які характеризують рибогосподарську та природоохоронну компоненти здійснення промислу сітками з кроком вічка 50-60 мм (частка основних об'єктів промислу, розмірно-вагові показники, прилов маломірних особин промислово-цінних видів) в цілому відповідають вимогам діючого законодавства. Враховуючи необхідність інтенсифікації промислу сріблястого карася та його високу фактичну питому масу в уловах сіток з кроком вічка 50-60 мм, здійснення спеціалізованого промислу цього виду на дніпровських водосховищах може розглядатися як засіб оптимізації використання сформованої сировинної бази промислу. Для мінімізації негативного впливу даного лову на структурно-функціональні показники популяції ляща, спеціалізований лов слід орієнтувати на ділянки скупчення сріблястого карася, тобто мова йде про спеціалізований промисел з часткою сріблястого карася та плітки не менше 50%. Враховуючи, що сріблястий карась та плітка в уловах цих сіток представлені виключно статевозрілими особинами (табл. 4.9), норми допустимого прилову нестатевозрілих особин в сітках з роком вічка  $a=50-60$  мм необхідно встановити, як 10 %.

#### **4.2.2. Каховське водосховище**

За даними наших досліджень, іхтіофауна Каховського водосховища нараховує 42 види риб, які належать до 15 родин, з яких промислове значення мають біля 20 видів. В цілому видова структура та види-домінанти іхтіофауни Каховського водосховища характеризуються відносно стабільними показниками, за виключенням зниження питомої іхтіомаси плітки, екологічні ніші якої поступово заміщуються сріблястим карасем. В ситуації, коли нерестовий фонд для представників фіто- і літофільної іхтіофауни водосховища є обмеженим, погіршення умов природного відтворення (заростання та замулення нерестовищ, несприятливий рівневий режиму весняний період) набуває ролі основного

лімітуючого чинника у формуванні кількісних показників поповнення. Певною мірою цей чинник впливає і на якісні показники іхтіокомплексу, зокрема, сріблястий карась, як більш пластичний вид, отримує перевагу над пліткою, особливо за наявності трофічної конкуренції.

До періоду різкого збільшення уловів основними промисловими видами риб Каховського водосховища є лящ, сріблястий карась, плітка (табл. 4.12).

Таблиця 4.12

**Усереднена структура уловів контрольного порядку сіток в Каховському водосховищі (2014 р.), %**

Види риб	Показники	Крок вічка сіток, мм		
		30-40	50-60	70-120
Лящ	чисельність	0,4	19,0	86,6
	маса	1,6	23,5	77,1
Плітка	чисельність	54,6	0,1	1,0
	маса	53,7	0,2	0,1
Судак	чисельність	0,1	0,3	0,5
	маса	0,2	0,7	0,2
Карась сріблястий	чисельність	35,3	80,2	4,8
	маса	38,9	75,1	2,7
Плоскирка	чисельність	9,0	0,1	0
	маса	5,1	0,1	0
Окунь	чисельність	0,1	0	0
	маса	0,1	0	0
Сазан	чисельність	0,1	0,1	3,7
	маса	0,2	0,3	13,2
Сом	чисельність	0	0	0,4
	маса	0	0	5,5
Товстолоби	чисельність	0	0	2,8
	маса	0	0	1,0
Інші*	чисельність	0,4	0,2	0,2
	маса	0,2	0,1	0,2

\* - щука, краснопірка, в'язь, головень, підуст звичайний, йорж

В уловах ставних та закидних неводів домінуюче положення (до 70% загальної маси) займають вселені рослиноідні риби (білий, строкатий товстолоби та їх гібриди).

В уловах контрольного порядку сіток контрольних сіток у 2019 р. як за чисельністю (82,7%), так і масою (75,8%) домінував сріблястий карась (у 2016-17

рр. ці показники становили відповідно 56,7% та 63,9%, тобто тенденція до збільшення питомої частки сріблястого карася в останні роки посилилась.

В дрібновічкових сітках стабільно (з достатньо високими питомими показниками) фіксувалась плітка, в крупновічкових сітках, на відміну від періоду 2013-2015 рр., основу уловів (за масою) склав лящ. Стабільно високими (особливо у порівнянні з іншими водосховищами каскаду) є кількісні показники вилову сазана, на частку якого у 2019 р. припало 1,6% загального улову крупновічкових сіток за чисельністю та 7,9% - за масою. Показники основних хижих видів риб (судак, сом) останніми роками стабілізувались на невисокому рівні (1-140 екз/100 сіткодів); частка цих видів в уловах не перевищує 1% за чисельністю (табл. 4.13).

Таблиця 4.13

**Усереднена структура уловів контрольного порядку сіток  
в Каховському водосховищі (2017-19 рр.), %**

Види риб	Показники	Крок вічка сіток, мм		
		30-40	50-60	70-120
Лящ	чисельність	0,04	1,13	41,05
	маса	0,18	1,85	42,75
Плітка	чисельність	25,34	2,82	0,02
	маса	21,51	1,68	0,02
Судак	чисельність	0,07	0,00	0,16
	маса	0,11	0,04	0,45
Карась сріблястий	Чисельність	57,10	94,67	44,96
	маса	63,73	94,70	30,26
Плоскирка	чисельність	2,27	0,08	0,01
	маса	1,26	0,05	0,01
Окунь	чисельність	2,22	0,85	0,90
	маса	3,29	0,83	0,49
Сазан	чисельність	0,61	0,43	12,43
	маса	0,59	0,81	25,01
Сом	чисельність	0,01	0,00	0,43
	маса	0,01	0,00	0,94
Краснопірка	чисельність	12,30	0,00	0,00
	маса	9,25	0,00	0,00
Інші*	чисельність	0,04	0,04	0,03
	маса	0,06	0,02	0,08

\* - щука, головень, підуст, білий, строкатий товстолоби

При цьому спостерігається посилення нерівномірно розподілу об'єктів промислу по водосховищу. Так, в період 2016–2018 рр. за рахунок нижньої частини водосховища забезпечувалось до 30% загально вилову, тоді як для ляща цей показник не перевищував 13%, судака – 20% (табл. 4.14).

Таким чином, популяція ляща, як основного крупночастикового виду водосховища, потребує принаймні локального штучного відновлення, зокрема на ділянках нижньої частини.

Таблиця 4.14

**Питомий вилов водних біоресурсів з різних частин Каховського водосховища (в середньому за 2016-2018 рр.), %**

Частини водосховища	Лящ	Судак	Сазан	РІР	Загальний
Верхня	40,0	48,3	35,7	31,3	39,3
Середня	47,6	34,5	42,1	15,1	35,0
Нижня	12,4	17,2	22,3	53,5	25,7

Слід зазначити, що аналіз табл. 4.14 показує суттєве переважання питомого вилову рослиноїдних риб в нижній частині водосховищі, є традиційним районом їх випуску державними рибовідтворювальними комплексами.

В уловах контрольного порядку дрібновікових (а=30-40 мм) сіток у 2021 р. провідне місце традиційно займає сріблястий карась – 61,1% за чисельністю та 62,5% за масою, проте у порівнянні з минулими роками помітно зростла частка плітки – до 31,6% за чисельністю та 28,5% за масою (проти відповідно 2,5–8,9% та 2,1–7,3%). Збільшилась також частка краснопірки – до 6,9% (8,3%); при цьому абсолютні показники улову карася на зусилля сток з а=30-40 мм залишились на рівні минулорічних, тобто зростання питомого вилову зумовлено насамперед збільшенням чисельності вказаних видів в уловах (табл. 4.15). Сріблястий карась формував улови і сіток з кроком вічка а=50-60 мм – 95,5% за чисельністю та 93,3% за масою, сумарна частка молоді крупночастикових видів (в основному ляща і сазана) у 2021 р. не перевищувала 2% за чисельністю.



Таблиця 4.15

**Усереднена структура уловів контрольного порядку сіток  
в Каховському водосховищі (2021 р.), %**

Види риб	Крок вічка, мм					
	a=30-40		a=50-60		a=70-120	
	N	B	N	B		
Лящ	0,0	0,0	0,3	0,5	30,5	14,5
Плітка	31,6	28,4	1,8	1,5	0,6	0,1
Судак	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Карась	61,1	62,5	95,5	93,6	15,9	8,4
Плоскирка	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Окунь	0,2	0,3	0,6	0,6	0,4	0,2
Сазан	0,0	0,1	1,4	2,9	50,5	73,1
Щука	0,0	0,3	0,1	0,5	0,5	1,2
Краснопірка	6,9	8,3	0,1	0,1	0,2	0,0
Сом	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,6
Лин	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
РІР	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,6

Примітка: N – чисельність, B - біомаса

Серед позитивних явищ слід також відмітити зростання частки плітки – до 1,8% за масою, тоді як у минулі роки цей показник не перевищував 0,5%.

Оснoву уловів крупновічкових сіток (a=70-120 мм) у 2021 р. склав сазан – 50,5% за чисельністю та 73,2% за масою (у 2020 р. ці показники становили відповідно 2020 14,4% та 23,9%). Частка ляща склала 30,5% за чисельністю та 14,5% за масою, що вдвічі менше середньобагаторічного рівня.

Достатньо високими були показники питомого вилову цими сітками сріблястого карася – (15,8% та 8,4% відповідно); частка крупночастикових хижаків (судак, сом та щука) залишається на стабільно низькому рівні – 0,9% та 1,9%.

Інтенсивність та спрямованість промислового навантаження є одними з визначальних чинників формування популяційних характеристик об'єкту лову, проте ця система має чітко виражений зворотній зв'язок – суттєва зміна популяційних характеристик призводить до необхідності зміни рибпромислової

стратегії. У цьому аспекті основним завданням регулювання промислу є підтримка динамічної рівноваги системи "вилов-залишок-поповнення".

Забезпечення оптимальної експлуатації запасу полягає не тільки в обмеженні кількісних показників вилову (тобто дотримання лімітів), а і в забезпеченні максимального вилову на одиницю поповнення, при цьому максимум питомого (за віковими групами) накопичення іхтіомаси повинен співпадати з максимумом промислового навантаження. Відповідно, забезпечення адекватної регламентації кількісних та якісних параметрів промислового навантаження повинно ґрунтуватися на фактичних розмірно-вагових показниках популяції, що експлуатується.

Лящ є основним крупночастиковим видом Каховського водосховища, для оптимізації промислового навантаження на якого були заборонені сітки з кроком вічка 70 мм, які, навіть за нормативними показниками прилову, відловлювали в основному перше- та другонерестуючих особин, які ще не досягли віку максимальної питомої іхтіомаси. Так, середньовиважена довжина ляща в уловах сіток з кроком вічка 70 мм у 2010 р. становила 32,3 см, що відповідає середній кратності нересту 1,8. Збільшення мінімального кроку вічка в промислових сітках призвело до певного зменшення уловів – маса фактичних уловів ляща сітками з кроком вічка 75 мм на Каховському водосховищі була нижча від уловів сітками з кроком вічка 70 мм в 1,5-2,0 рази. Тому виникало питання щодо ефективності цього заходу в аспекті покращення розмірно-вікової структури популяцій, що експлуатуються. З цією метою вивчили улови промислових сіток з розділенням їх на крупно- та дрібновічкові. Оскільки на водосховищі запроваджений спеціалізований промисел сріблястого карася сітками з кроком вічка 50-60 мм, ці сітки виділені в окрему групу. Результати зведені в табл. 4.16.

За даними таблиці 4.16 сітки з кроком вічка 50-60 мм можуть інтенсивно приловлювати нестатевозрілого ляща, при цьому його середній вік та довжина практично не відрізняється від показників дрібновічкових сіток.

Таблиця 4.16

**Віковий склад ляща в уловах промислових сіток (осінь 2011 р.), %**

Вікова група	Крок вічка сіток, мм		
	30-40	50-60	75-130
1+	11,32	0,00	0,00
2+	24,21	8,92	0,00
3+	15,03	47,79	1,15
4+	10,48	22,40	5,79
5+	10,27	9,21	17,91
6+	15,83	6,33	36,59
7+	11,91	3,89	26,04
8+	0,54	0,21	2,11
9+	0,34	0,22	2,04
10+	0,07	0,34	3,28
11+	0,00	0,06	1,05
12+	0,00	0,12	1,78
13+	0,00	0,28	1,33
14+	0,00	0,23	0,69
Середньовиважений вік, роки	3,73	3,78	6,50
Середньовиважена довжина, см	28,5	29,5	35,6
Кількість екземплярів	76	256	99

Необхідно відзначити, що прилов маломірного ляща сітками з кроком вічка 50-60 мм може сильно відрізнятися на різних ділянках та в різні періоди.

Зокрема в осінньо-літній період 2011 р. цей показник коливався від 0 до 100%. Слід також звернути увагу, що питома частка семи- – восьмиліток, які формували основу улову крупновічкових сіток, а також були достатньо чисельними в дрібновічкових сітках, в уловах сіток з кроком вічка 50-60 мм була

невисокою, що підтверджує висновок про локальний характер прилову ляща при здійсненні спеціалізованого промислу сріблястого карася.

Іншим аспектом оптимізації промислового навантаження на іхтіопопуляції є встановлення розмірно-вікових груп, на які припадати початок інтенсивного вилучення. Для перенесення промислового навантаження на старші вікові групи ляща на Каховському водосховищі заборонили сітки з кроком вічка 70 мм, тобто основними знаряддям лову цього виду були сітки з кроком вічка 75 мм, частка яких у 2011 р. становила 55,1% загального зусилля всіх крупновічкових сіток. З огляду на питома накопичення іхтіомаси за розмірно-віковими групами можна оцінити відповідність фактичної розмірної структури улову її оптимальним значенням (рис. 4.12).

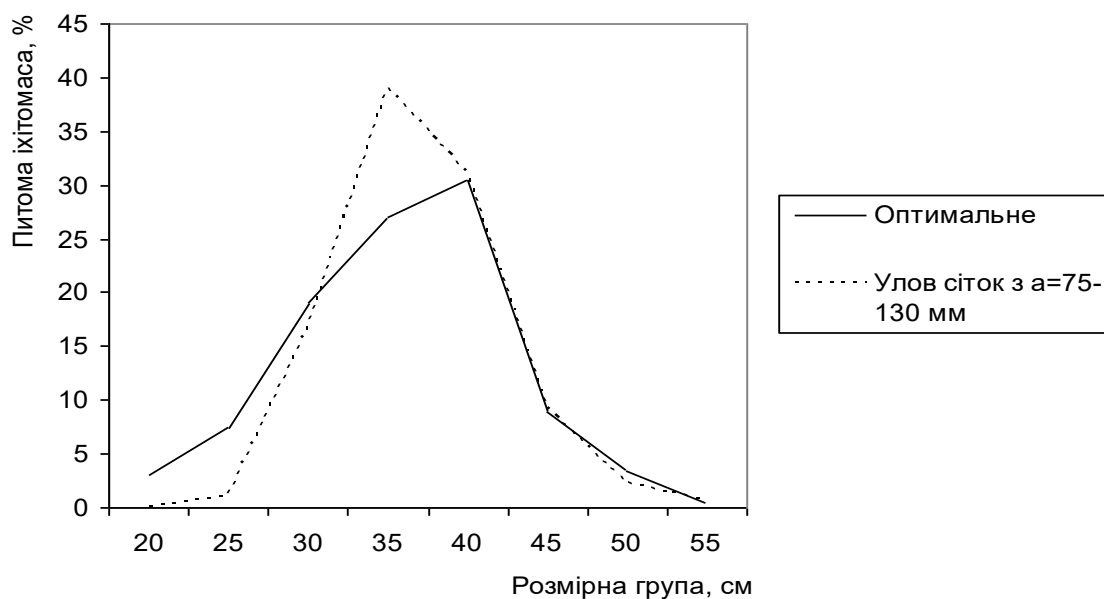


Рис. 4.12. Питома накопичення іхтіомаси ляща Каховського водосховища

Фактична розмірна структура улову сіток з кроком вічка 75-130 мм в цілому забезпечувала розподіл промислового навантаження за розмірними групами, який був наближеним до оптимального (рис. 4.12) [20]. У зв'язку з цим подальше збільшення мінімально допустимого кроку вічка в крупновічкових сітках недоцільне, зокрема, при дисперсійному аналізі розмірної структури уловів сіток з кроком вічка 75-130 мм та 80-130 мм не виявлено статистично значимих

відмінностей в побудованих рядах даних: значення F-критерію Фішера становило 1,21 (критичне - 2,09;  $\alpha = 0,05$ ).

У виловах контрольного порядку сіток 2012 р. була відмічена плітка 6-ти вікових груп, граничний вік у порівнянні з минулим роком дещо зменшився – до 8 років (проти 9 років). Основу виловів (97,5%) складали три- – п'ятирічки довжиною 16-19 см, тобто у порівнянні з минулим роком відбулось помітне омолодження популяції плітки. Збільшення частки молодших вікових груп та відсутність у виловах старших вікових груп зумовили суттєве зниження середнього віку – до 4,1 років (проти 5,4 років у 2011 р), тобто структура популяції набула рис, характерних для періоду 2008-2010 рр. Графічно варіаційний ряд плітки зберігає вигляд кривої з достатньо гострою вершиною та різким спадом, який припадає на п'ятирічок – частка наступної вікової групи зменшується більш ніж в 10 разів.

В промислових виловах 2011 р. цей вид був представлений, в основному, (на 85,4%) особинами чотири- – шестирічного віку, довжиною 20-24 см (табл. 4.17). Основний вилов плітки (67,9% за чисельністю та 62,5% за їхнією масою) припадав на сітки з кроком вічка 38 мм.

В 2012 р. спостерігались певні зміни вікового ряду: частка шестирічників-семиліток різко зменшилась, основне промислове навантаження було перенесено в бік лівого крила варіаційного ряду. Тобто, чисельне поповнення, яке відмічалось в 2012 р., одразу потрапило під інтенсивне вилучення.

У 2013 р. розподіл промислового навантаження практично був подібним такому у 2011 р. і, за відсутності чисельного поповнення, базувався на чотири-п'ятирічних особинах довжиною 19-22 см. Таким чином, аналіз динаміки вікового складу контрольних і промислових виловів показує, що негативні наслідки надмірної експлуатації популяції плітки зберігаються протягом останніх 10 років. Якщо покоління, яке вступає до промислового ядра, має високу чисельність, при вузьких рамках розподілу промислового навантаження воно обловлюється достатньо швидко, і до старших вікових груп переходить нечисельний залишок.

Таблиця 4.17

Віковий склад плітки в промислових виловах у Каховську водосховищі, %

Вікові групи	2011 р.	2012 р.	2013 р. (I півріччя)
2-2+	0,1	1,6	0,0
3-3+	9,1	30,4	13,0
4-4+	25,9	39,0	26,2
5-5+	44,6	25,0	46,7
6-6+	15,0	3,3	5,7
7-7+	3,2	0,4	1,1
8-8+	0,9	0,1	1,2
9-9+	0,7	0,1	3,9
10-10+	0,5	0,1	1,9
11-11+	+	0,0	0,2
12 і старші	+	0,0	0,1
Серед. вік, років	4,9	4,0	4,9
Серед. довжина, см	22,2	20,2	22,1
Кількість екз.	1662	1944	384

Цікаво також відмітити певну циклічність коливань середньовиваженого віку в промислових виловах (з амплітудою в 1 рік), яка добре простежується при аналізі результатів попередніх досліджень: кожне зменшення середньовиваженого віку плітки, зумовлене вступом чисельної генерації до промислового стада, супроводжується його збільшенням у наступний рік. Розподіл вилову плітки за розміром вічка контрольних сіток повністю відповідає описаним вище закономірностям. Основний вилов у 2012 р. як за чисельністю (92,5% від загальної), так і масою (88,4%) припадав на сітки з кроком вічка 30 мм. В крупновічкових сітках плітка не фіксувалась, в сітках з кроком вічка=40 мм її

частка складала всього 3,0% [235]. Таким чином, тенденція до посиленого вилову вікових груп плітки, які підпадають під вплив дозволених знарядь лову, зберігається вже протягом останніх 10 років.

Популяція ляща Каховського водосховища в дослідних уловах 2016-2019 рр. була представлена 12-17 віковими групами, граничний вік становив від 14 до 18 років. Основу популяції в уловах формували особини семи-десятирічного віку (у 2017 р. – п'яти- – семирічного); частка молодших вікових груп в основному характеризувалась невисоким рівнем, зокрема, у 2019 р. – 13,3%, що поряд із покращенням наповнення правого крила варіаційного ряду (частка старших вікових груп у 2019 р. збільшилась до 28,6% проти 9-10% у 2017-2018 рр.). Разом з тим, динаміка вилову на зусилля контрольного порядку свідчить, що рівень елімінації середніх та старших вікових груп залишається високим і відмічене "постаріння" популяції насамперед пов'язане зі скороченням абсолютної чисельності шести-, семирічників. Так, сумарний вилов зазначених вікових груп на зусилля контрольного порядку у 2018 р. склав 1111 екз., тоді як вилов цих генерацій у 2019 р. – 289 екз., річна смертність при цьому склала  $\phi_z=0,74$ , що для середніх вікових груп є дуже високим показником, який свідчить про надмірне промислове навантаження. Слід зазначити, що для старших вікових груп картина дещо інша – сумарний вилов десяти-дванадцятирічників у 2018 р. склав 381 екз., тоді як одинадцяти-тринадцятирічників у 2019 р. – 178 екз., що відповідає річній смертності  $\phi_z=0,53$ . Таким чином, основне промислове навантаження у 2018 р. припало на вікові групи, які щойно увійшли до промислового ядра популяції, що на може бути визначене, які оптимальне як з точки зору формування відтворювального потенціалу популяції (за середніх фактичних показників природної смертності 61% популяційної плодючості ляща Каховського водосховища забезпечують шести- – дев'ятирічники), так і накопичення іхтіомаси по вікових групах (кульмінація іхтіомаси припадає на восьми- – десяти річників). У 2020 р. зазначена тенденція зберіглась – сумарний вилов найбільш продуктивних вікових груп на зусилля сіток з кроком вічка  $a=50-75$  мм у 2019 р. склав 118 екз., у 2020 р. – 45 екз. При цьому кількість особин наймолодшої групи

в промисловому ядрі популяції – восьмирічників у перерахунку на зусилля крупновічкових сіток у 2019 р. склала 76,5 екз., то для дев'ятирічників у 2020 р. цей показник склав 22,6 екз., тобто річна смертність для цієї генерації може бути визначена, як  $\varphi_Z=0,71$ , що відповідає промисловій смертності на рівні  $\varphi_F=0,46-0,51$  та свідчить про високе промислове навантаження.

Популяція ляща в дослідних уловах 2021 р. була представлена 15 віковими групами, граничний вік становив 17 років (максимальна довжина в уловах – 55 см), що відповідає показникам 2018-2020 рр. Основу популяції в уловах (66,8%) формували особини шести- дев'ятирічного віку довжиною 33-40 см, тобто мода варіаційного ряду зсунулась у бік лівого його крила; проте певною мірою це може бути пов'язане з розширенням набору проаналізованого кроку вічка – шести- – десятирічники традиційно є модальними групами популяції ляща Каховського водосховища.

Частка молодших вікових груп залишається на середньому рівні – 20,2% проти 28,7%, що, враховуючи достатнє зусилля проаналізованих дрібновічкових сіток, свідчить про погіршення поповнення в довгостроковій перспективі. Так, вилов три-, чотирирічників на зусилля порядку сіток у 2020 р. склав 26,7 екз, тоді як у 2021 р. – 13,6 екз. Разом з тим, чисельність генерацій, які у 2022 р. сформували основу промислового стада ляща, може бути оцінена, як висока – сумарний вилов восьми-, дев'ятирічників на зусилля крупновічкових сіток у 2021 р. склав 52 екз, тоді як у 2020 р. – 35 екз. Незважаючи на певну редукацію лівого крила варіаційного ряду, перехід до середніх вікових груп чисельного залишку зумовив стабілізацію середньовиваженого віку в уловах на рівні 8,2-8,3 років. Сумарна частка найбільш продуктивних розмірно-вікових груп у 2021 р. склала 32,7% (у 2020 р. - 34,1%), що в контексті оцінки якісних параметрів розподілу промислового навантаження, може бути оцінене, як позитивне явище. Разом з тим, динаміка вилову на зусилля контрольного порядку свідчить, що рівень елімінації середніх та старших вікових груп залишається високим. Так, вилов дев'ятирічників на зусилля крупновічкових сіток у 2020 р. склав 17,7 екз, вилов десяти річників у 2021 р. склав 6,8 екз., тобто річна смертність для цієї генерації



може бути визначена, як  $\varphi_Z=0,60$ , що відповідає промисловій смертності на рівні  $\varphi_F=0,35-0,40$ , що свідчить про високе промислове навантаження. Разом з тим, для середніх вікових груп, які щойно увійшли до промислового ядра популяції показники загальної смертності у 2021 р. знизились до рівня  $\varphi_Z=0,49$ , тобто розподіл промислового навантаження за розмірно-віковими групами може вважатися наближеним до оптимального.

Крива улову ляща у 2021 р. характеризується неширокою симетричною вершиною та плавним спадом (рис. 4.13), що є характерним для популяцій з селективним (по відношенню до розмірно-вікових груп) промисловим навантаженням з рівнем інтенсивності, який дещо перевищує оптимум.

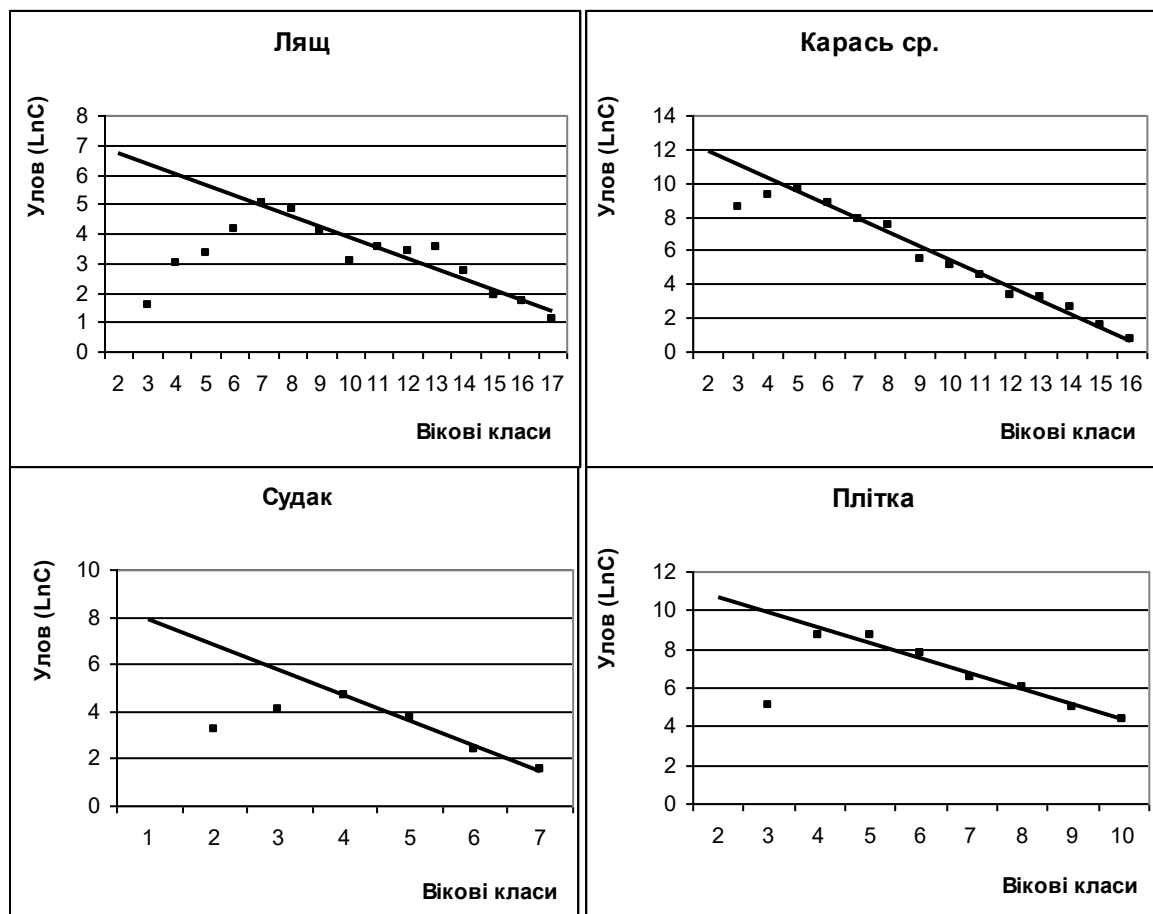


Рис. 4.13. Криві улову основних промислових видів риб Каховського водосховища (контрольний порядок сіток, весна-літо 2021 р.)

В цілому система "поповнення-залишок" для популяції ляща Каховського водосховища протягом останніх 3 років може бути охарактеризована як стабільна.

Показники абсолютного і відносного (за кроком вічка) улову ляща контрольним порядком сіток також свідчать про задовільне поповнення його стада та наблизений до оптимального розподіл промислового навантаження за віковими групами. Основний вилов ляща у 2021 р. як за чисельністю (76,5% від загальної), так і масою (74,5%) припав на сітки з кроком вічка 70-75 мм, тобто на поточний рік сформована достатня сировинна база для промислу за достатньо оптимальної його організації. Збільшення питомого вилову ляща сітками з кроком вічка 50-70 мм (до 53,1% проти 24,4% у 2020 р.) свідчить, що на промисловий сезон 2022 р. також перейде достатньо чисельний залишок, який дозволить стабілізувати вилов цього виду за рахунок використання сіток з кроком вічка 75-80 мм.

В цілому стан формування репродуктивного та промислового ядра популяції за дослідженими показниками в міжрічному аспекті може бути оцінений, як задовільний. Разом з тим, найбільш чисельні розмірно-вікові групи повністю підпадуть під вплив промислу у 2021-2022 рр., тому очікувати суттєвого збільшення уловів цього виду у 2023-2024 рр. не доводиться. Все це обумовлює необхідність подальшого обмеження використання на промислі сіток з кроком вічка менше 75 мм. Вилов сіток з кроком вічка 100 і більше залишається стабільно невисоким – 1,3% за масою, тобто недовикористання промислом старших вікових груп протягом останніх років не спостерігається, що насамперед може бути пов'язане з підвищеною елімінацією дев'яти- – одинадцятирічників, тобто на термінальні групи залишається дуже не чисельний залишок.

Загальний улов ляща на зусилля крупновічкових сіток у 2021 р. склав 593 екз (640 кг), що відповідає середньобагаторічному рівню.

В цілому, за результатами досліджень 2016-2021 р., показники, які характеризують стан поповнення та експлуатації основних промислових видів риб Каховського водосховища, і є інтегральними характеристиками умов існування, характеризуються значеннями, які відповідають помірному рівню елімінації, в тому числі і за рахунок промислу. У 2019-2021 рр. коефіцієнт загальної річної

смертності коливався в межах від 0,39 (лящ) до 0,65 (судак). Ступінь промислового використання сировинних ресурсів водосховища за величиною промислової смертності характеризується середніми та високими значеннями (0,17-0,29) (табл. 4.18).

Таблиця 4.18

Річна смертність основних промислових видів риб Каховського водосховища

Види риб	Смертність, %		
	Загальна (Ф <sub>З</sub> )	Природна (Ф <sub>М</sub> )	Промислова (Ф <sub>Р</sub> )
2016 р.			
Лящ	35,6	14,4	21,2
Плітка	45,0	24,8	20,1
Судак	42,6	29,2	13,4
Карась сріблястий	38,9	23,2	15,7
2017 р.			
Лящ	39,7	17,0	22,6
Плітка	49,1	21,6	27,6
Судак	64,5	38,3	26,2
Карась сріблястий	44,0	20,9	23,2
2018 р.			
Лящ	46,3	23,0	23,3
Плітка	49,1	21,6	27,6
Судак	63,6	36,6	27,0
Карась сріблястий	49,1	21,6	27,6
2019 р.			
Лящ	41,8	18,2	23,7
Плітка	50,4	26,7	23,8
Судак	57,8	28,5	29,3
Карась сріблястий	42,8	16,3	26,5
2020 р.			
Лящ	38,5	18,9	19,6
Плітка	54,6	30,2	24,4
Судак	65,1	38,1	27,0
Карась сріблястий	40,4	16,8	23,6
2021 р.			
Лящ	38,8	17,8	21,0
Плітка	43,3	21,1	22,3
Судак	53,9	34,6	19,3
Карась сріблястий	40,4	16,8	23,6

Популяція сріблястого карася, який останніми роками став основним промисловим видом Каховського водосховища, в промислових уловах 2011 р. була представлена 11 віковими групами – від дво- до дванадцятиліток, її основу (65,1%) склали шести-дев'ятилітки довжиною 22-28 см; у подальшому мода варіаційного ряду помітно зсунулась у бік лвого крила, основу чисельності в уловах, як правило, склали особини довжиною 18-22 см (рис. 4.14) [201].

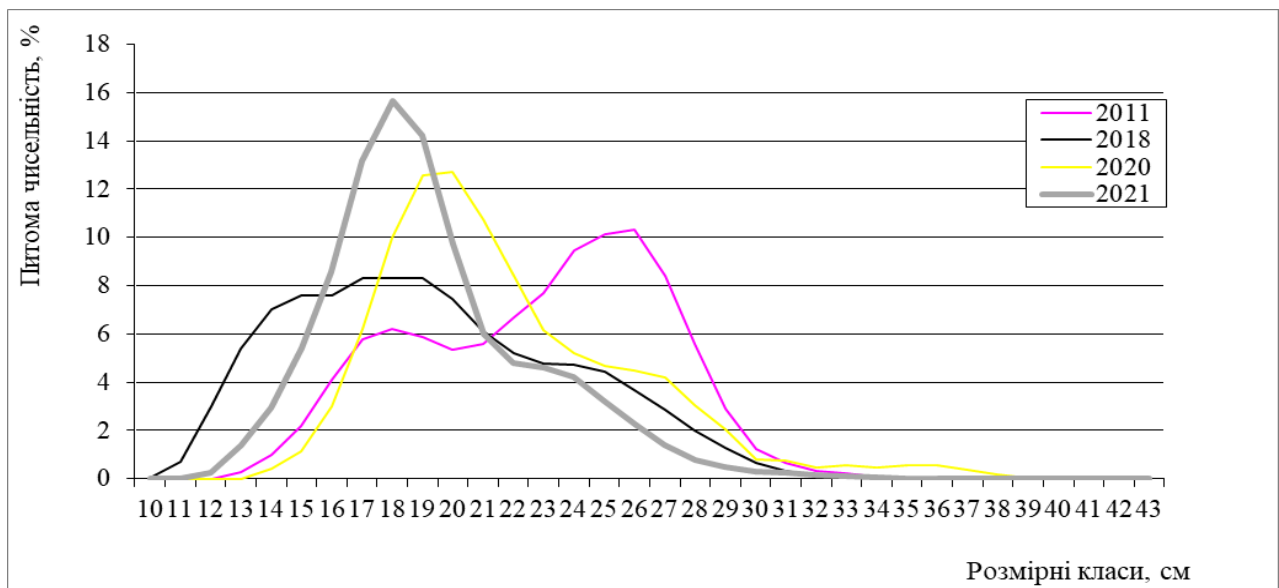


Рис. 4.14. Вирівняний варіаційний ряд сріблястого карася Каховського водосховища

За даними досліджень 2016-2019 рр. в контрольних та весняних уловах відмічено 13-14 вікових груп популяції сріблястого карася, граничний вік склав 15-16 років. Ядро популяції у 2016 р формувалось за рахунок чотири- – семирічників довжиною 17-26 см (на частку яких припало 72,6% загальної чисельності), тоді як у 2017-2019 рр. – за рахунок три- – шестирічників довжиною 15-25 см, частка яких у загальній чисельності збільшилася відповідно до 75,9, 79,7 та 80,6%, тобто в міжрічному аспекті динаміка структурних показників характеризується стабільним "омолодінням" стада цього виду.

Частка поповнення за період 2016-2019 рр. суттєво збільшилась з 30,1% у 2016 р. до 42,8% у 2019 р. проти 20,9% у 2015 р. Такі структурні зміни у стаді пов'язані насамперед з поступовим зпрацюванням промислом генерацій, які у

минулі роки формували чисельний залишок старших вікових груп і збільшення питомої чисельності середніх вікових груп, які у наступному будуть формувати праве крило кривої населення. Поряд із стабільною структурою модального ряду, зростання частки поповнення зумовило подальше зниження середньовиваженого віку – до 5,1 років у 2019 р. проти 5,6 років у 2015 р. та 6,3 років у 2014 р.

Генерації, які формують залишок старших вікових груп, в цілому зберегли свою чисельність – так, частка семи- – дев'ятирічників у 2016 р. склала 21,0%, у 2017 р. – 22,8%, у 2018 р. – 20,0%; при цьому улов дев'ятирічників на зусилля контрольного порядку у 2016 р. склав 171 екз, у 2017 р. – 430 екз., вилов десятирічників у 2017 р. – 89,9 екз. (річна смертність при цьому склала 47,5%, що свідчить про достатньо інтенсивну елімінацію), у 2018 р. – 286 екз. (річна смертність при цьому склала 33,6%, що враховуючи середні показники природної смертності, свідчить про невисокий рівень промислового навантаження). Частка восьми-, дев'ятирічників у 2018 р. склала 11,5%; при цьому сумарний улов цих генерацій на зусилля контрольного порядку сіток у 2018 р. склав 4170 екз., у 2019 р. – 4142 екз. Основне промислове навантаження у 2019 р. припадає на шести- – восьмирічних особин; при цьому їх сумарна чисельність (у перерахунку на вилов на зусилля контрольного порядку) у 2018 р. склала 11008 екз., тоді як чисельність цих генерацій у 2019 р. склала 6252 екз., річна смертність становить  $\varphi_Z=0,43$ , що, враховуючи середні показники природної смертності, свідчить про невисокий рівень промислового навантаження. Так, частка восьми-, дев'ятирічників у 2020 р. склала 16,0%; при цьому сумарний улов цих генерацій на зусилля сіток з кроком вічка  $a=50$  мм у 2018 р. склав 1721 екз., що відповідає показникам 2018-2019 рр. – 1650-1714 екз. Основне вилучення у 2018-19 рр. припадало на семи-, восьмирічних особин, що, враховуючи заборону на промислі сіток з кроком вічка  $a=65-70$  мм, може вважатися наближеним до оптимального з точки зору розподілу промислового навантаження за розмірно-віковими групами цього виду в Каховському водосховищі.

В дослідних уловах 2021 р. відмічено 14 вікових груп сріблястого карася, граничний вік склав 16 років (максимальна довжина в уловах – 42 см). Основу

чисельності цього виду в уловах (8,2%) формували чотири- – семирічники довжиною 17-24 см, тобто в міжрічному аспекті динаміка структурних показників характеризується певною стабільністю. Враховуючи, що частка поповнення у 2021 р. помітно збільшилась до 36,3% проти 26,1%, а улов п'яти- – семирічників на зусилля сіток з кроком вічка  $a=50-60$  мм склав 9978 екз (проти 5911 екз у 2020 р.), можна розбити висновок що структурні зміни у стаді пов'язані насамперед з поступовим зпрацюванням промислом генерацій, які у минулі роки формували чисельний залишок старших вікових груп і збільшення питомої чисельності середніх вікових груп, які протягом 2022-2023 рр. формували праве крило кривої населення. Так, частка семи- – дев'ятирічників у 2020 р. склала 22,4%, у 2021 р. – 10,9%; при цьому улов дев'ятирічників на зусилля контрольного порядку у 2020 р. склав 282 екз., вилов десятирічників у 2021 р. – 89 екз., річна смертність при цьому склала  $\varphi_z=0,71$ , що свідчить про інтенсивну елімінацію. Таким чином, як це характерно для цього виду в Каховському водосховищі, елімінація середніх вікових груп знаходиться на низькому рівні, що дозволяє чисельному поповненню формувати потужний залишок, який може експлуатуватися в найбільш раціональному режимі. Про це, зокрема, свідчить і динаміка вилову сріблястого карася на зусилля контрольного порядку сіток, яка в останні роки характеризується стабільно високими показниками.

Розподіл улову за кроком вічка порядку ставних сіток у 2021 р. в цілому відповідав середньобогаторічним показникам. Основний улов за чисельністю (53,6%) припав на сітки з кроком вічка  $a=36-40$  мм, за масою (54,0%) – на сітки з кроком вічка 50-60 мм, що дозволяє прогнозувати нормальні умови промислу у поточному році та значне поповнення найбільш продуктивних розмірно-вікових груп карася у 2022 р. На частку дозволених на промислі крупновічкових сіток у 2021 р. припало всього 0,8% загального улову сріблястого карася (за масою), тобто єдиним засобом ефективного облову іхтіомаси його найбільш продуктивних розмірно-вікових груп, є організація спеціалізованого промислу сітками з кроком вічка  $a=50-60$  мм. Загальний вилов сріблястого карася на

зусилля контрольного порядку у 2020 р. склав 42662 екз (13045 кг), що вдвічі перевищує середньобогаторічний рівень.

Як зазначалось вище, іодним з головних чинників, які визначають можливість запровадження спеціалізованого лову сріблястого карася, є розмірно-ваговий склад уловів. Для оцінки даного параметру для плітки та сріблястого карася були проаналізовані улови промислових сіток з кроком вічка 50, 60 мм на дніпровських водосховищах. Результати представлені в табл. 4.19.

Таблиця 4.19

**Розмірна структура промислових уловів сріблястого карася та плітки  
Каховського водосховища в сітках з а=50-60 мм (літо-осінь 2019, 2021 рр.), %**

Вид	Розмірні групи, см									Середня довж., см
	19-20	21-22	23-24	25-26	27-28	29-30	31-32	33-34	35-36	
Плітка	4,9	9,8	4,9	7,8	18,5	27,3	16,6	7,8	2,4	28,0
Карась сріблястий	1,5	18,8	40,5	27,5	9,6	2,0	0,1	0,0	0,0	24,1

Дані свідчать, що сітками з а=50-60 мм обловлюються переважно середні та старші вікові групи плітки сріблястого карася. Таким чином, за фактичними розмірними показниками уловів, сітки з а=50,60 мм на дніпровських водосховищі можуть бути оцінені як достатньо селективні по відношенню до найбільш продуктивних розмірно-вікових груп сріблястого карася та плітки.

Відповідності до діючих нормативних документів [201], для визначення норми прилову молоді в промислових знаряддях лову використовується сумарний (для всіх видів в улові) показник кількості особин довжиною менше промислової міри. Результати проведеного нами розрахунку середнього показника частки нестатевозрілих особин всіх видів в уловах сіток з кроком вічка 50-60 мм. зведені в табл. 4.20.

Таблиця 4.20

**Улови сіток з кроком вічка 50-60 мм нестатевозрілих риб всіх видів, %**

Показник	Сезон року		
	Літо	Осінь	В цілому за рік
Прилов маломірних особин	1,8	13,3	11,4
Масова частка сріблястого карася	96,0	75,0	79,5
Масова частка ляща	0,2	17,5	13,8

Таким чином, показники прилову маломірних особин промислово-цінних видів при здійсненні лову сітками з кроком вічка 50-60 мм на Каховському водосховищі в цілому відповідають вимогам діючого законодавства.

Враховуючи необхідність інтенсифікації вилову сріблястого карася та його високу фактичну питому масу в уловах сіток з кроком вічка 50-60 мм, здійснення спеціалізованого промислу цього виду на Каховському водосховищі можна розглядати як засіб оптимізації використання його сформованої сировинної бази.

Для мінімізації негативного впливу на структурно-функціональні показники популяції ляща, його слід орієнтувати на ділянки скупчення сріблястого карася, встановлюючи норми допустимого прилову для крупновічкових сіток.

При цьому, на відміну від ляща, для сріблястого карася спостерігали добре виражену диференціацію розмірного складу в уловах дрібновічкових сіток. Так, середня довжина сріблястого карася зі збільшенням кроку вічка з 38-40 до 50-60 мм зростала на 33,5%, а середня маса – понад два рази (табл. 4.21). Між тим маса риби є одним з визначальних показників організації промислу – інтенсивне вилучення сріблястого карася можливе лише за умови забезпечення високих його товарних якостей в уловах.

Фактичний рівень промислового навантаження на середні вікові групи карася (особини довжиною 18-22 см), які обловлюються сітками з кроком вічка менше 50 мм, може бути оцінений як низький. Це може бути обумовлене невисоким попитом на дані групи карася (середня їх маса становить 0,25-0,35 кг), тобто вони характеризуються невисокими товарними якостями).



Таблиця 4.21

**Розподіл улову сріблястого карася за кроком вічка промислових сіток**

Показник	Крок вічка, мм		
	38-40	50-60	75-80
2011			
Частка від загального улову, %			
- за чисельністю	39,7	54,1	6,3
- за іхтіомасою	20,4	67,9	11,6
Середня маса, г	196	478	707
Середня довжина, см	18,8	25,1	29,0
2020-21 рр.			
Частка від загального улову, %			
- за чисельністю	71,1		
- за іхтіомасою	38,9	28,2	0,7
		59,0	2,1
Середня маса, г	188	586	957
Середня довжина, см	18,3	26,8	31,2

Враховуючи динаміку основних біологічних показників карася Каховського водосховища (зокрема міцне поповнення, розширення вікового ряду, лінійний та ваговий ріст), можна зробити висновок, що популяції цього виду знаходиться у стані екологічного прогресу, а раціональний облов формованої іхтіомаси може бути забезпечений за рахунок використання сіток з кроком вічка 50, 60 мм. Таким чином, основні показники, які характеризують рибогосподарську та природоохоронну компоненти здійснення промислу сітками з кроком вічка 50-60 мм (частка основних об'єктів промислу, розмірно-вагові показники, прилов маломірних особин промислово-цінних видів) в цілому відповідають вимогам діючого законодавства. Враховуючи необхідність інтенсифікації промислу сріблястого карася та його високу фактичну питому масу в уловах сіток з кроком вічка 50-60 мм, здійснення спеціалізованого промислу цього виду на дніпровських водосховищах може розглядатися як засіб оптимізації використання сформованої сировинної бази промислу. Для мінімізації негативного впливу даного лову на

структурно-функціональні показники популяції ляща, спеціалізований лов слід орієнтувати на ділянки скупчення сріблястого карася, тобто мова йде про спеціалізований промисел з часткою сріблястого карася та плітки не менше 50%. Враховуючи, що сріблястий карась та плітка в уловах цих сіток представлені виключно статевозрілими особинами (табл. 4.22), норми допустимого прилову нестатевозрілих особин в сітках з роком вічка  $a=50-60$  мм необхідно встановити, як 10 %.

Таблиця 4.22

**Віковий склад плітки в уловах промислових сіток (осінь 2011 р.), %**

Вікова група	Крок вічка сіток, мм		
	38	38-40	38-60
1+	0,01	0,01	0,01
2+	0,22	0,16	0,15
3+	12,87	9,41	9,12
4+	31,51	26,69	25,86
5+	42,51	45,90	44,58
6+	11,45	15,05	14,96
7+	1,23	2,19	3,23
8+	0,10	0,30	0,87
9+	0,07	0,17	0,65
10+	0,02	0,11	0,47
11+	0,00	0,00	0,05
12+	0,00	0,00	0,05
Середньовиважений вік, роки	4,57	4,76	4,85
Середньовиважена довжина, см	21,6	22,0	22,2
Кількість екземплярів	1129	1610	1662

Іншим представником аборигенної іхтіофауни Каховського водосховища, вилучення якого потребує запровадження спеціального режиму промислу, є плітка. В промислових уловах 2011 р. цей вид був представлений в основному п'яти-, шестилітніми особинами довжиною 20-24 см (табл. 4.22).

Основний улов плітки (67,9% за чисельністю та 62,5% за іхтіомасою), припадав на сітки з кроком вічка 38 мм. Як в контрольних, так і промислових уловах плітка старших вікових груп займала незначний сегмент, що насамперед пов'язане з їх невисокою чисельністю у водосховищі. Крім того, суттєвий вплив на розмірно-вікову структуру уловів цього виду спричиняє заборона сіток з кроком вічка 30-36 мм, на частку яких в контрольних уловах припадає 96,3% загальної чисельності та 84,1% загальної маси плітки.

Дисперсійний аналіз рядів даних, що складають вікову структуру популяції в уловах за кроком вічка не виявив статистично значимих відмінностей. Значення F-критерію Фішера для всіх визначених рядів даних коливався від 1,02 до 1,08, за критичним значенням – 2,75 ( $\alpha = 0,05$ ).

При цьому, як видно з табл. 4.22, збільшення розміру вічка суттєво не впливало на збільшення середніх розмірів риби, тобто, враховуючи значне падіння кількісних показників уловів плітки в сітках з кроком вічка 40 мм і більше, подальше обмеження на промислі сіток з кроком вічка 38 мм є недоцільним.

Аналогічні результати були отримані і у 2020-2021 рр. – основу уловів сіток з кроком вічка  $a=50-60$  мм складали середні вікові групи сріблястого карася та старші вікові групи плітки (табл. 4.19).

У весняних уловах 2016–2019 рр. плітка була представлена 9 та 12 віковими групами, граничний вік яких складав 12 та 14 років. Основу уловів (91,7–95,5%) складали три-п'ятирічки довжиною 16,0–22,0 см., тобто погіршення структурних показників популяції цього виду в уловах протягом останні 5 років набули сталого характеру.

Збільшення частки молодших вікових груп (73,6% у 2016 р., 58,4% у 2017 р., 63,4% у 2019 р.) було лише частково скомпенсоване збільшенням частки

середніх вікових груп, що і зумовило зменшення середньовиваженого віку до – 4,3 років у 2016 р., 4,6 років у 2017 р., 4,5 років у 2019 р. проти 5,1 років у 2015 р., проте наповнення правого крила варіаційного ряду може бути оцінене, як задовільне – на частку найбільш продуктивних (з точки зору формування промислової іхтіомаси) розмірно-вікових груп у 2019 р. припало 37,4% загальної кількості особин цього виду в уловах.

Графічно варіаційний ряд плітки за дослідний період зберігає вигляд кривої з достатньо гострою вершиною та різким спадом, який припадає на шестирічників – частка наступної вікової групи зменшується у 6,4 рази. Подібне явище, яке неодноразово відмічалось для плітки Каховського водосховища, насамперед зумовлене вузькими рамками промислового навантаження, особливо за наявності чисельної генерації. Вилов шестирічників плітки на зусилля контрольного порядку у 2016 р. – 258 екз., у 2017 р. склав 136 екз. (розрахункова смертність у 2017 р. склала 42,5%), цієї ж генерації у 2019 р. – 9 екз., розрахункова річна смертність склала  $\varphi_z=0,66$  (у 2019 р.). Для багаточисельної генерації 2013 р. народження ці показники становили: вилов чотирирічників у 2017 р. – 7585 екз., вилов шестирічників у 2019 р. – 30 екз, розрахункова річна смертність склала  $\varphi_z=0,79$ .

Отриманий раніше висновок, що навіть урожайні покоління плітки не дають чисельного залишку для формування репродуктивного ядра популяції, підтверджується даними досліджень 2016 року – у 2015 р. частка п'ятирічників склала 44,9%, тоді як у 2016 р. частка цієї генерації (у віці шестирічників) склала всього 3,4%. Навіть враховуючи різке збільшення улову у 2016 р. на зусилля контрольного порядку (зумовлене дуже чисельним поповненням), в абсолютному вираженні зниження чисельності даної генерації протягом двох суміжних років складає біля 80%.

Слід зазначити, що для плітки (як і для судака) в Каховському водосховищі простежується певна циклічність коливань середньовиваженого віку в промислових уловах (з амплітудою в 1 рік), яка добре простежується при аналізі результатів попередніх досліджень: кожне зменшення середньовиваженого віку

плітки, зумовлене вступом чисельної генерації до промислового стада, супроводжується його збільшенням у наступний рік.

Графічно варіаційний ряд плітки набув вигляд кривої з широкою вершиною та різким спадом, який припадає на шестирічників, при цьому частку наступної вікової групи зменшується в 4,7 разів. Як зазначалось вище, подібне явище насамперед зумовлене вузькими рамками промислового навантаження, особливо за наявності чисельної генерації. Частково це також пов'язане з інтенсивним вилученням цього виду рибалками-аматорами, частка якої в їх уловах досягає 10%, при цьому до 80% виловленої плітки є нестатевозрілою.

В дослідних уловах 2021 р. плітка була представлена 12 віковими групами, граничний вік склав 14 років (максимальна довжина в уловах – 37 см). Основу уловів (90,2%) склали чотири- – шестирічки довжиною 18-24 см, що повністю відповідає минулорічним показникам. Частка молодших вікових груп знизилась з 54,9% до 37,0%, проте в абсолютному вираженні чисельність поповнення може бути оцінена, як висока – вилов чотирирічників на зусилля дрібновічкових сіток у 2020 р. склав 506 екз, тоді як у 2021 р. – 844 екз. Частка старших вікових груп залишається стабільно низькою (у 2021 р. – 2,2%), що свідчить про посилену елімінацію особин середніх вікових груп, пік якої припадає на семи-, восьмирічних особин, що з точки зору розподілу питомої іхтіомаси за розмірно-віковими групами плітки Каховського водосховища, може вважатися наближеним до оптимального. При цьому наповнення правого крила варіаційного ряду може бути оцінене, як добре – на частку найбільш продуктивних (з точки зору формування промислової іхтіомаси) розмірно-вікових груп у 2021 р. припало 60,9% загальної кількості особин цього виду в уловах. Графічно варіаційний ряд плітки набув вигляд кривої з широкою вершиною та пологим кутом нахилу до осі абсцис, без відміченого у минулі роки різкого спаду, при якому частку наступної вікової групи зменшувалась у 5-10 разів.

Виллов семирічників (група, яка входить до ядра основних промислових контингентів) плітки у перерахунку на зусилля контрольного порядку сіток у 2021 р. склав 98 екз., цієї ж генерації у 2020 р. – 181 екз., розрахункова річна

смертність складала  $\varphi_z=0,46$ , тобто інтенсивність промислового навантаження у 2020-2021 рр. може бути оцінена, як середня.

У весняних та контрольних виловах 2016-2019 рр. зафіксовано від 4 до 9 вікових груп судака, граничний вік яких складав 6–11 років. Зафіксовані показники популяції стабілізувались на рівні, який не може бути охарактеризований, як задовільний, проте, в контрольних уловах 2019 р. структурні показники популяції у порівнянні з періодом 2015-2018 рр. значно покращились. Основу популяції в уловах (47,5% у 2016 р. - 83,3% у 2018 р.) формували дво- – п'ятирічні особини (довжиною 31–50 см), що зумовило зниження середньовиваженого віку до 3,4 роки у 2017 р., 4,9 роки у 2018 р., 3,5 роки у 2019 р. Насамперед, це пов'язане зі збільшенням частки три- – п'ятирічників у варіаційному ряді –чотирирічок у 2017 р. до 52,6%, п'ятирічок у 2018 р. до 43,3% (проти 2,6-12,3% у 2016-17 рр), трирічок у 2019 р. до 55,7%, тобто чисельна генерація 2013 р., яка значною мірою впливала на структуру популяції у 2016 р., в цілому зберегла свою чисельність.

У виловах 2016–2019 рр. відмічено стабільно низьку частку старших вікових груп – судак старше 7 років у водосховищі представлений одиничними екземплярами і відмічається не кожний рік, проте у виловах 2016 та 2018 рр. спостерігалось певне збільшення частки старших вікових груп. Так, зростання частки семи-, восьмирічників (до 38,8% у 2016 р. проти 6,7% у 2015 р.) призвело до збільшення середньовиваженого віку до 5,4 років (проти 3,0-4,0 років у 2010-2015 рр.). Відмічене покращення структурних показників певною мірою має умовний характер, і значною мірою пов'язаний з відносною малочисельністю цього виду і певною випадковістю потрапляння його граничних вікових груп до знарядь лову - так, в уловах 2016 р. десятирічники взагалі не фіксувались, а генерація, яка зумовила зростання частки старших вікових груп у 2019 р., в уловах 2014-2015 рр. була виражена в слабкій мірі.

Чисельна генерація 2016 р. народження, яка значною мірою формувала вікову структуру у 2019 р., у поточному році простежується в достатній мірі – вилов чотирирічників на зусилля проаналізованого порядку склав 46,9 екз, тоді

як вилов вилов трирічників у 2019 р. – 67,5 екз., загальна річна смертність при цьому може бути оцінена, як  $\varphi_z=0,31$ . Натомість, для середніх вікових груп показники загальної смертності залишаються на високому рівні – вилов чотирирічників на зусилля проаналізованого порядку сіток у 2019 р. склав 12,7 екз, тоді як п'ятирічників у 2020 р. – 2,4 екз., що відповідає річній смертності  $\varphi_z=0,81$ . Чисельне поповнення та скорочення правого крила варіаційного ряду призвели до суттєвого зниження середньовиваженого віку в уловах 2020 р. – до 2,7 років проти 3,5 років у 2019 р.

В дослідних уловах 2021 р. зафіксовано 7 вікових груп судака, граничний вік склав 8 років (максимальна довжина в уловах – 63 см), тобто структурні показники популяції, хоч і покращились у порівнянні з минулими роком (зокрема, в частині значного подовження вікового ряду) в цілому відповідали середньобогаторічним (2018-2020 рр.). Основу популяції в уловах (82,0%) формували три- – п'ятирічники (довжиною 35-50 см), тобто у порівнянні з минулим роком, спостерігається зсування моди у бік правого крила варіаційного ряду. Насамперед це пов'язане зі збільшенням частки чотирирічників - з 12,0% до 43,3%, тобто чисельна генерація 2017 р., яка значною мірою впливала на структуру популяції у 2019-2020 рр., в цілому зберегла свою чисельність і на 2022 р. слід очікувати добре поповнення ядра популяції. Достатньо високі показники питомої чисельності відмічені і для п'ятирічок – 16,3% проти 0,6% у 2020 р. Посилене наповнення правого крила варіаційного ряду призвело до суттєвого зростання середньовиваженого віку в уловах 2021 р. – до 4,0 років проти 2,7 років у 2020 р. Разом з тим, відмічене покращення структурних показників певною мірою має умовний характер, і значною мірою пов'язане з відносною малочисельністю цього виду і певною випадковістю потрапляння його граничних вікових груп до знарядь лову. Таким чином, аналіз динаміки структурних показників цього виду підтверджує висновок про високий ступінь дискретності в розподілі іхтіомаси за віковими групами судака. Це свідчить про необхідність посиленої охорони чисельних поколінь та недопущення їх облову до піку кульмінації іхтіомаси. Слід зазначити, що аналіз вікової структури цього виду в

уловах 2021 р. показує значне покращення ситуації з нераціональним розподілом промислового навантаження – на відміну від минулих років, коли чисельність суміжних вікових груп (найчастіше п'яти-, шестирічників) зменшувалась у 20-70 разів, крива улову поточного року характеризується достатньо пологим кутом нахилу правого крила до осі абсцис.

#### **4.3. Динаміка показників лінійного росту основних промислових видів риб водосховищ в контексті впливу зміни кліматичних умов**

Кліматичні зміни на сьогодні повинні розглядатися як потужний чинник впливу на умови існування як окремих видів, так і біоценозів в цілому. В повній мірі це стосується риб, середовище мешкання яких хоч і має більш консервативний (у порівнянні з наземними екосистемами) характер, проте мінливість глобальних кліматичних індексів вносить свої корективи у формування умов реалізації всіх основних етапів життєвого циклу риб. Зокрема, вважається, що збільшення температури повітря зумовлює підсилення атмосферної циркуляції та інтенсифікацію підйому біогенних елементів в верхні шари води. В свою чергу це забезпечує посилення фотосинтезу, як основи для формування більш високого трофічного статусу водної екосистеми та збільшення продуктивності риб [146]. У зв'язку з цим виникає питання щодо впливу зазначених змін на індивідуальні показники риб, зокрема на темп лінійного росту, який може розглядатися якості інтегральної характеристики умов нагулу. Оскільки вважається, що для адекватної оцінки глобальних змін клімату необхідно використовувати 30-ти річний період [229], для порівняння були обрані періоди 1985-89 рр. та 2017-2019 рр. Як вихідний матеріал використані результати власних досліджень на Кременчуцькому (найбільш продуктивному) та Каховському (найнижчому) водосховищах дніпровського каскаду. Крім того, використані архівні первинні матеріали відділу вивчення біоресурсів водосховищ Інституту рибного господарства, які отримані при проведенні моніторингу стану промислової іхтіофауни у 1985-89 рр.



Кількісно темп лінійного росту оцінювався нами за допомогою параметрів рівняння Берталанфі та питомої швидкості росту за І.І. Шмальгаузенем, оскільки ці показники є загальноживаними і найбільш придатні для здійснення ретроспективного аналізу. Як об'єкти дослідження для Кременчуцького водосховища обрані основні промислові види - лящ, плітка та плоскирка, на частку яких припадає 70,4% розрахункового запасу аборигенних частикових видів на 2020 р. У Каховському водосховищі плоскирка є малочисельною, основним промисловим видом є сріблястий (китайський) карась, проте для нього відсутні дані для порівняльного аналізу; відповідно як об'єкти обрані лящ та плітка.

Популяція ляща Кременчуцького водосховища в періоди 1986-1989 рр. та 2017-2019 рр. характеризується в цілому подібними структурними показниками. Граничний вік склав 16-19 років (максимальна асимптотична довжина  $L_{\infty} = 60,0$  см); модальний інтервал варіаційного ряду в уловах формувався переважно за рахунок п'яти- - десятирічних особин. Середній для періоду 1986-1989 рр. показник  $K$  рівняння Берталанфі склав  $0,107 \pm 0,001$  рік<sup>-1</sup>; для періоду 2017-2019 рр. –  $0,108 \pm 0,001$  рік<sup>-1</sup>; тобто достовірна різниця між ними відсутня. Усереднена питома швидкість росту за І.І. Шмальгаузенем для модальних груп ляща протягом періодів, що розглядаються, склала відповідно  $0,112 \pm 0,038$  та  $0,109 \pm 0,039$ ; що також свідчить про невисокі зміни цього показника в міжрічному аспекті.

Структурні показники ляща Каховського водосховища в період 2017-2019 рр. характеризуються незначним погіршенням, яке проявляється в скороченні вікового ряду ( $L_{\infty}$  знизилась з 62,1 до 60,0 см) та зсуванню моди варіаційного ряду в бік лівого його крила – з восьми- – дванадцятирічників до семи- – десятирічників. Середній для періоду 1986-1989 рр. показник  $K$  рівняння Берталанфі склав  $0,096 \pm 0,008$  рік<sup>-1</sup>; для періоду 2017-2019 рр. –  $0,103 \pm 0,004$  рік<sup>-1</sup>; тобто достовірна різниця між ними відсутня. Усереднена питома швидкість росту для модальних груп ляща протягом періодів, що розглядаються, склала відповідно  $0,049 \pm 0,017$  та  $0,064 \pm 0,019$ ; виявлена різниця є статистично недостовірною.

Популяція плітки Кременчуцького водосховища в уловах в 2017-2019 рр. характеризувалась певним скороченням модального ряду – до трьох вікових груп (чотири- – шестирічники) проти чотирьох вікових груп (чотири- – семирічники) у 1986-1989 рр.; відмічено і помітне скорочення варіаційного ряду, що зумовило зниження показника  $L_{\infty}$  з 48,4 см до 42,1 см. Середній для періоду 1986-1989 рр. показник  $K$  рівняння Берталанфі склав  $0,117 \pm 0,010$  рік<sup>-1</sup>; для періоду 2017-2019 рр. –  $0,133 \pm 0,002$  рік<sup>-1</sup>, що свідчить про наявність достовірної різниці у формальних характеристиках росту. Разом з тим відмічене явище може бути частково пов'язане зі збільшенням промислового навантаження на старші вікові групи плітки внаслідок інтенсифікації промислу сріблястого (китайського) карася сітками з кроком вічка  $a=50-60$  мм. На це вказує і відсутність достовірної різниці у показниках усередненої питомої швидкості росту, який для чотири- – шестирічників 1986-1989 рр. склав  $0,107 \pm 0,051$  проти  $0,115 \pm 0,043$  у 2017-2019 рр.

Для плітки Каховського водосховища також відмічені погіршення структурних показників, які насамперед проявились в скороченні правого крила варіаційного ряду. Показник асимптотичної довжини  $L_{\infty}$  знизився з 46,3 см до 41,0 см; мода зсунулась ліворуч – від п'яти- – восьмирічників до чотири- – шестирічників. Середній для періоду 1986-1989 рр. показник  $K$  рівняння Берталанфі склав  $0,124 \pm 0,002$  рік<sup>-1</sup>; для періоду 2017-2019 рр. –  $0,135 \pm 0,003$  рік<sup>-1</sup>, різниця між цими показниками є статистично достовірною. Разом з тим, відмічений для Кременчуцького водосховища можливий вплив промислу сріблястого карася на структуру популяції плітки, для Каховського водосховища має ще більше значення, адже сріблястий карась в період 2017-2019 рр. забезпечив 61,2% загального вилову водних біоресурсів у даному водному об'єкті. Середня питома швидкість росту плітки у порівнянні з попереднім періодом також зросла – з  $0,105 \pm 0,046$  до  $0,124 \pm 0,037$ , проте ця різниця є статистично недостовірною.

Плоскирка Кременчуцького водосховища за періоди, що розглядаються, характеризувалась подібними структурними показниками – мода варіаційного

ряду припадала на п'яти- – семирічників; показник довжини  $L_{\infty}$  у 1986-1989 рр. склав 35,8 см, у 2017-2019 рр. – 34,7 см. Усереднений показник  $K$  рівняння Берталанфі склав відповідно  $0,145 \pm 0,012$  рік<sup>-1</sup> та  $0,135 \pm 0,008$  рік<sup>-1</sup>; питома швидкість росту для модальних груп плоскирки –  $0,131 \pm 0,075$  та  $0,135 \pm 0,029$ ; виявлена різниця є статистично недостовірною.

Таким чином, аналіз формалізованих показників росту основних промислових видів Кременчуцького та Каховського водосховищ показує, що лише для плітки може бути встановлена статистично достовірна різниця протягом 30-ти річного періоду.

#### **4.4. Порівняльний аналіз популяцій ляща водосховищ**

Лящ звичайний (*Abramis brama* L.) – один з базових масових промислових об'єктів іхтіофауни дніпровських водосховищ, який складає основу уловів крупного частику. Як сировинна база промислу окремі популяції цього виду на водосховищах дніпровського каскаду формують до 50 % загальної річної рибопродуктивності. Відсутність завчасного моніторингу стану іхтіопопуляцій, які формують основу промислового вилову може спричинити значні збитки рибній галузі, тому вивчення особливостей біології ляща під впливом інтенсивного антропогенного пресу є актуальним питанням сучасної практичної іхтіології. Внесок окремих популяцій у загальний річний вилов водосховищ Дніпра нерівнозначний у зв'язку з тим, що умови мешкання цього виду у різних водоймах достатньо істотно різняться. У зв'язку з цим узагальнюючі дослідження особливостей біології ляща потрібні і необхідні для створення чітких уявлень щодо формування сировинної бази промислу дніпровського каскаду взагалі.

З літературних джерел [256, 257] відомо, що найпродуктивнішим за лящем у 80-90-ті роки минулого століття були Київське водосховище – до 6 кг/га, а на Кременчуцькому – до 4,5 кг/га. Проте у останні тридцять років улови ляща на Київському водосховищі постійно знижувались і на 2008-2010 рр. середньорічні улови ляща зменшились у порівнянні з рівнем 2005–2007 рр. у 2,5-3 рази. У Кременчуцькому водосховищі, навпаки спостерігається збільшення уловів ляща:

так промисловий вилов 2009 р був найвищий за останні 33 роки. У зв'язку з цим для аналізу нами було обрано саме ці водойми, бо порівняльний аналіз основних біологічних показників досліджуваного об'єкту представлятиме значний інтерес внаслідок найнерівніших умов існування.

Лящ рівномірно розповсюджений по акваторії досліджуваних водойм. Разом з тим, зустрічальність його по частинам водосховищ може істотно різнитися. Основні місця нагулу цього виду як у Кременчуцькому, так і у Київському водосховищах переважно розташовані в середній та нижній частинах водойм. Вершина обох водосховища виступають місцем для відтворення і нагулу молоді ляща, але крім цього, на Кременчуцькому значний внесок у природне відтворення вносять великі затоки і острови нижньої частини водойми, тому за наявності нерестовищ і місць нагулу молоді лящ Кременчуцького водосховища знаходиться у більш виграшному становищі. Крім того, для більш коректного порівняння умов формуванні іхітомаси ляща ми використали Каховське водосховище, де питома площа літоральної зони є найнижчою на каскаді і не перевищує 10%.

Динаміку промислових уловів і частку в них ляща наведено у табл. 4.23. Як видно з табл. 4.23, промисловий вилов ляща у Кременчуцькому водосховищі у 15 разів вищий, ніж у Київському, при тому, що площа Кременчуцького водосховища більше Київського лише у 2,5 рази. Тобто рибопродуктивність за лящем більша майже у 6 разів. Разом з тим, аналогічні показники відмічені і для Каховського водосховища, яке за площею подібно до Кременчуцького – рибопродуктивність за лящем не перевищує 1,5 кг/га, при цьому його частка у загальному вилові майже вдвічі менша, ніж на Київському.

Відмічене явище може бути наслідком цілої групи чинників як внутрішнього, так і зовнішнього (антропогенного) походження, основними з яких є: недостатнє поповнення, низький темп вагового росту, неефективна організація промислу, ірраціональний розподіл промислового навантаження, який спрямований на вилучення розмірно-вікових груп до досягнення максимального улову на одиницю поповнення.

Таблиця 4.23

**Промисловий вилов і частка ляща на водосховищах**

<b>Показник</b>	<b>Водосховище</b>	<b>Середні 2008-10 рр.</b>	<b>Середні 2019-21 рр.</b>
Загальний промисловий вилов, т	Київське	499	963
	Кременчуцьке	4350	4370
	Каховське	2524	2585
Загальна рибопродуктивність, кг/га	Київське	5,4	10,4
	Кременчуцьке	19,3	19,4
	Каховське	11,7	12,0
Промисловий вилов ляща, т	Київське	111	145
	Кременчуцьке	1749	1334
	Каховське	308	236
Рибопродуктивність за лящем, кг/га	Київське	1,2	1,6
	Кременчуцьке	7,8	5,9
	Каховське	1,4	1,1
Частка ляща у промисловому вилові, %	Київське	22,2	15,1
	Кременчуцьке	40,2	30,5
	Каховське	12,2	9,1

Вплив першого та останнього чинників може бути оцінений за узагальнюючою характеристикою – віковим складом в уловах, який, з одного боку, показує розподіл промислового навантаження, з іншого – дозволяє визначити пимому чисельність поповнення та залишку модальних вікових груп. Для прийняття вірного рішення необхідно проаналізувати основні маркерні біологічні показники досліджуваних популяцій.

Для об'єктивної оцінки розглянемо вікову структуру досліджуваних популяцій, яка наведена на рис. 4.15.

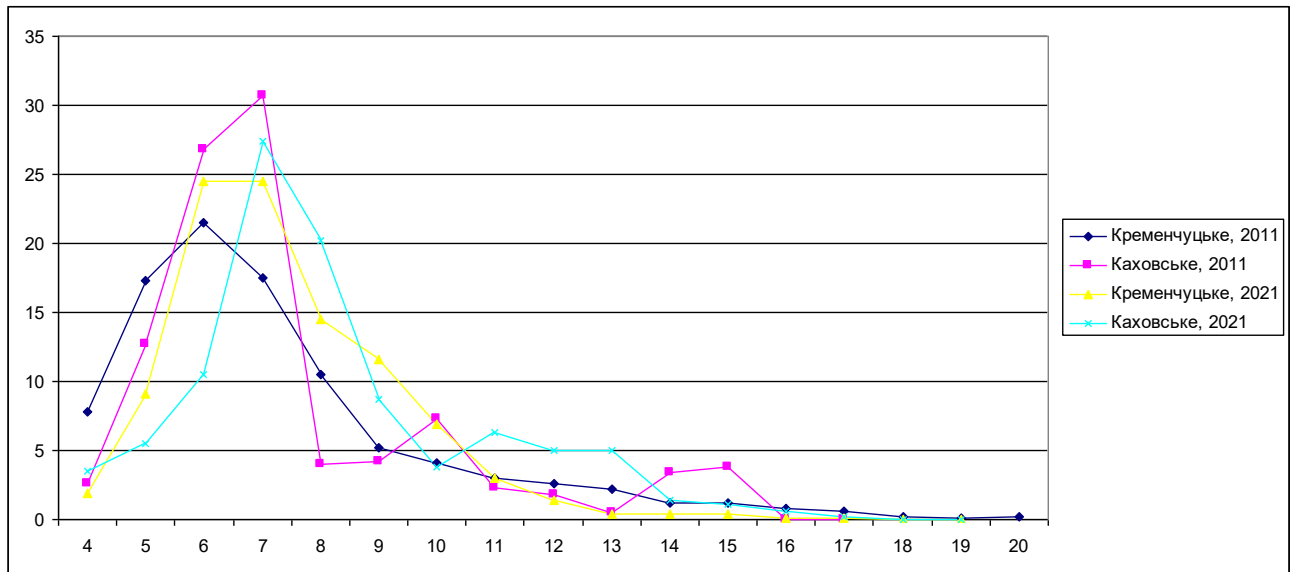


Рис. 4.15. Вікова структура популяцій ляща Кременчуцького та Каховського водосховищ

З рис. 4.15 видно, що основу промислового стада обох популяцій ляща становлять особини 5–8 років, при цьому для обох водосховищ спостерігається різке зменшення чисельності старших вікових груп (більш детально це описано в розділах 4.2.1. та 4.2.2). Слід також зазначити, що за офіційними звітними даними Державного агентства меліорації та рибного господарства України, технічна інтенсивність лову на Кременчуцькому та Каховському водосховищах суттєво не відрізняється. Так, середня насиченість ставними сітками у 2011 р. складала: на Кременчуцькому водосховищі – 67,0 шт./1000 га, на Каховському – 61,1 шт./1000 га, для 2021 р. ці показники становили відповідно 60,7 та 54,0 шт./1000 га.

Іншим важливими чинником, який значною мірою визначає кількісні показники іхтіопопуляцій, є умови нагулу, які, в свою чергу, включають забезпеченість та доступність кормових ресурсів та вплив інших зовнішніх чинників, що може бути охарактеризоване інтегральним показником – темпом лінійного і вагового росту. Відомості щодо стану кормової бази риб, наведені в підрозділах 3.3-3.7, дозволяють оцінити як Кременчуцьке, так і Каховське водосховище, як середньокормні, що не передбачає значного впливу кормової бази на показники росту риб.

За середньовиваженими показниками популяції ляща досліджених водосховищ в період 2008–2010 рр. мали певні відмінності [391]. Так, середньовиважена довжина складала для Київського водосховища –  $34,6 \pm 1,8$  см, для Кременчуцького –  $32,6 \pm 2,1$  см, для Каховського –  $36,3 \pm 1,5$  см; маса – відповідно  $963 \pm 128$  г,  $981 \pm 263$  г та  $1141 \pm 114$  г. Середні показники вгодованості за Фультоном при цьому склали: Київське водосховище –  $2,32 \pm 0,16$ , Кременчуцьке водосховище –  $2,68 \pm 0,19$ , Каховське –  $2,39 \pm 0,12$ . Відповідно темп росту ляща Кременчуцького водосховища за величиною вгодованості достовірно ( $p < 0,05$ ) перевищує показники Київського та Кременчуцького водосховищ. Більш коректною характеристикою росту (особливо вагового) є середні показники по вікових групах. Лінійні та вагові прирости модальних вікових груп наведено на рисунку 4.16 (дані по Київському водосховищі взяті в ІРГ НААН).

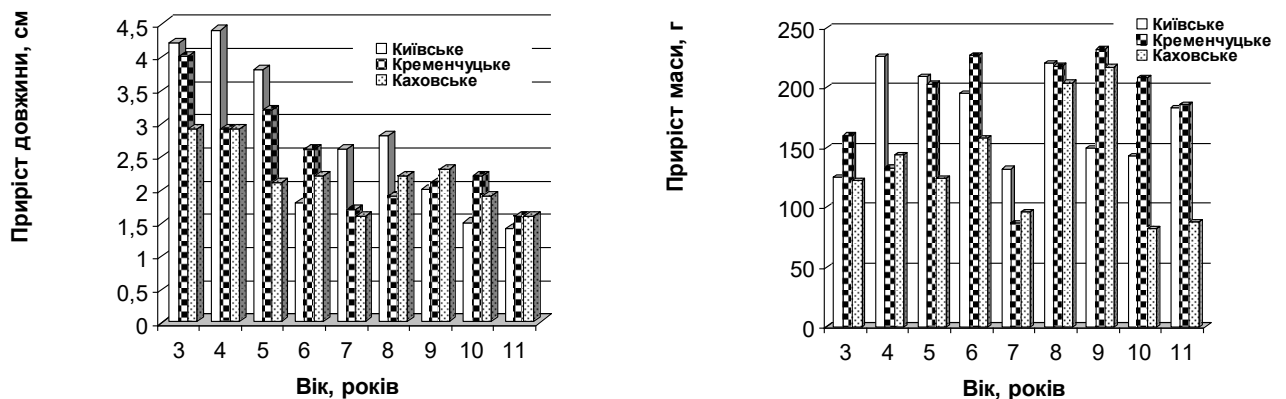


Рис. 4.16. Лінійні і вагові прирости модальних вікових груп популяції ляща Київського, Кременчуцького та Каховського водосховищ

Як видно з вищенаведених діаграм, переважання лінійних і вагових приростів у популяції ляща Київського водосховища відмічається тільки у молодших вікових груп, яке не обловлюється дозволеним знаряддям лову. Починаючи з п'ятиліток темп лінійного і вагового росту, в цілому, вирівнюється, у старших вікових групах ваговий ріст ляща Кременчуцького водосховища достовірно переважає показники для інших водосховищ.

Попередніми дослідниками це пов'язувалось з більшою чисельністю популяції ляща Кременчуцького водосховища і більшою внутрішньовидовою конкуренцією за поживу. У подальшому переважання у приростах пов'язане з задовільною забезпеченістю кормом і розрідженням популяції внаслідок промислу. Натомість невисока чисельність популяції ляща у Київському водосховищі і відсутність старших вікових груп забезпечує молодші групи ляща достатньою кількістю поживи [232].

Таким чином, більша рибопродуктивність Кременчуцького водосховища за лящем може бути пояснена стабільним поповненням промислового та репродуктивного ядра популяції чисельними генераціями, які починають зпрацьовуватися промислом в період досягнення максимальної питомої іхтіомаси. Іншим чинником є кращі індивідуальними біологічні показники, зокрема в частині вагового росту в модальних вікових групах.

#### **4.5. Порівняльний аналіз популяцій плітки водосховищ**

Як зазначалось вище, плітка традиційно є одним з основних об'єктів промислу на дніпровських водосховищах, за рахунок якого у 2017-2021 рр. формувалось до 13-25% загального улову водних біоресурсів. Найпродуктивнішим за пліткою у середині 70-х років минулого століття були Київське водосховище – до 9 кг/га, а на Кременчуцькому у той період було до 4,5 кг/га. У подальшому на Кременчуцькому водосховищі спостерігалось збільшення уловів плітки з піком у середині 80-х, коли рибопродуктивність за цим видом у окремі роки становила до 29 кг/га. У подальшому відбулось зниження уловів і станом на 2019-2021 рр. середньорічні улови плітки зменшились у порівнянні з періодом максимальних уловів у 5-6 разів. На Каховському водосховищі спостерігалась подібна картина – зростання рибопродуктивності за пліткою до 10-14 кг/га у 1986-1990 р. та її зниження до 1,7–1,9 кг/га у 2019-2021 рр.

При цьому, на відміну від ляща, питомий вилов плітки на досліджених водосховищах мав свої особливості. В період максимальних уловів цей вид



складав 68,4% загального вилову на Кременчуцькому водосховищі, більше 30% уловів на Каховському водосховищі, та 20% Київському. У подальшому сегмент плітки в загальному вилові почав скорочуватися, причому для Кременчуцького та Каховського водосховищ показано двократне зменшення показника питомого вилову (табл. 4.24).

Таблиця 4.24

**Промисловий вилов і частка плітки на дніпровських водосховищах**

Показник	Водосховище	Середні 2008-2010 рр.	Середні 2019-2021 рр.
Загальний промисловий вилов, т	Київське	499	963
	Кременчуцьке	4350	4370
	Каховське	325	2585
Загальна рибопродуктивність, кг/га	Київське	5,4	10,4
	Кременчуцьке	19,3	19,4
	Каховське	11,7	12,0
Промисловий вилов плітки, т	Київське	91,0	118,5
	Кременчуцьке	1536,7	1135,9
	Каховське	325,4	360,4
Рибопродуктивність за пліткою, кг/га	Київське	1,0	1,3
	Кременчуцьке	6,8	5,0
	Каховське	1,5	1,7
Частка плітки у промисловому вилові, %	Київське	18,2	12,3
	Кременчуцьке	35,3	26,0
	Каховське	12,9	13,9

Як видно з табл. 4.24, для плітки повністю простежуються всі закономірності, відмічені для ляща – на найбільшому за площею Кременчуцькому водосховищі показники рибопродуктивності за цим видом перевищують такі для інших водосховищ у 3,0–7,0 разів.

Аналіз вікової структури уловів плітки в уловах на Кременчуцькому та Каховському водосховищах показує, що структура уловів у 2011 р. характеризувалась наближеними параметрами – основне навантаження припадало на особин у віці 4+–5+, частка старший вікових груп в уловах була невисокою (рис. 4.17).

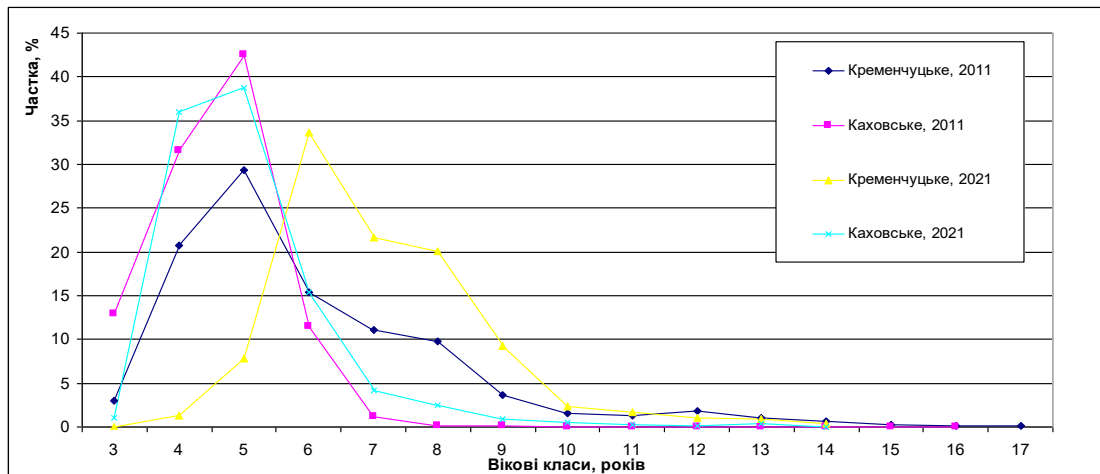


Рис. 4.17. Вікова структура популяцій плітки Київського, Кременчуцького і Каховського водосховищ

У 2021 р. картина дещо змінилась – якщо для Каховського водосховища питомий вилов за віковими класами залишився без змін, то основу промислових уловів Кременчуцького водосховища почали складати особини у віці 6+–8+ років, тобто розподіл промислового навантаження став більш оптимальним. Вважаємо, що це відбулося за рахунок фактичного (а не значною мірою декларованого, як це мало місце на Каховському водосховищі) переходу на сітки з кроком вічка  $a=38\text{--}40$  мм.

Для характеристики впливу чинника індивідуального вагового росту у формування біомаси популяції нами проаналізовані показники росту плітки для трьох водосховищ. Встановлено, що середньовиважена довжина за 2008–2010 рр. складала для Київського водосховища –  $21,2\pm 0,3$  см, для Кременчуцького –  $22,4\pm 0,2$  см, Каховського –  $18,7\pm 0,2$  см маса – відповідно  $212\pm 8$  г.,  $222\pm 11$  г та  $140\pm 6$  г. Лінійні та вагові прирости модальних вікових груп наведено на рисунку 4.18. Як видно з вищенаведених діаграм, переважання лінійних, а особливо вагових приростів у популяції плітки Київського водосховища відмічається тільки у 3 і 11 річних особин. Починаючи з п'ятиліток переважання приростів плітки Кременчуцького водосховища очевидні.

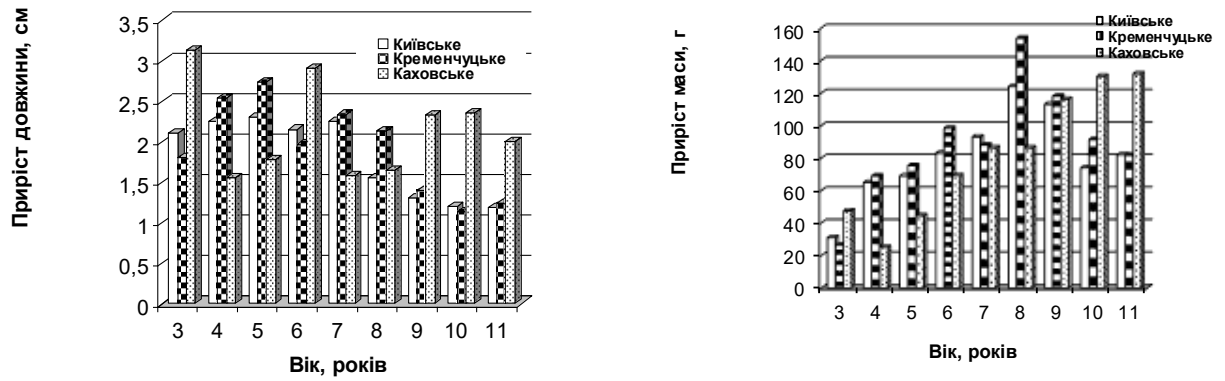


Рис. 4.18. Лінійні і вагові прирости модальних вікових груп популяцій плітки дніпровських водосховищ

На нашу думку, відставання плітки Кременчуцького водосховища у перші роки життя пов'язано з більшою чисельністю популяції плітки цього водосховища і більшу внутрішньовидову конкуренцію за поживу. У подальшому переважання у приростах пов'язане з задовільною забезпеченістю кормом і розрідженням популяції внаслідок промислу. Натомість невисока чисельність популяції плітки у Київському водосховищі і відсутність старших вікових груп забезпечує молодші групи плітки достатньою кількістю поживи [234]. Для Каховського водосховища показані достатньо високі лінійні та вагові прирости, тобто відмічені вище низькі середньовивважені показники зумовлені насамперед переважання в популяції молодших вікових груп, про що більш детально вказано в підрозділі 4.2.2.

Найбільш показовою інтегральною характеристикою умов існування певного виду в контексті проблеми вилову на одиницю поповнення можна вважати загальну смертність, причому праве крило кривої вилову буде тотожним кривій населення. Для порівняння нами обраний показник загальної смертності за 1986-1989 рр. Аналіз кривої улову, побудованої за даними 2010-2013 рр. свідчить, що показник миттєвої загальної смертності за періоди, що розглядаються, збільшився з 0,73 до 0,91, що свідчить про критичний стан популяції цього виду. В основному це зумовлене різким скороченням вікового ряду та низькою часткою старших вікових груп, тобто спостерігаються класичні ознаки перелову, які станом на 2010 р. набули системного характеру, що і зумовили необхідність

різкого у 4,8 разів зниження ліміту на вилов цього виду в Каховському водосховищі.

Умови нагулу плітки у Каховському водосховищі, виходячи з індивідуальних розмірно-вагових показників середніх вікових груп (рис. 4.18), можна вважати сприятливими.

Відповідно, головним засобом регулювання промислу плітки на сучасному етапі є обмеження обсягів її вилову. Це обмеження доцільно здійснювати двома паралельними шляхами – скорочення лімітів, зокрема, за рахунок встановлення більш низьких коефіцієнтів допустимого промислового вилову та зменшення технічної інтенсивності її лову.

Важливе значення у формуванні структури та величини виловів мають також якісні характеристики промислового зусилля. Змодельований за алгоритмом, викладеним в [124] вилов плітки за різних рибпромислових стратегій показує (рис. 4.19), що при використанні сіток з  $a=40-45$  мм перші 4 роки показники вилову будуть суттєво (у 3-6 разів) нижчими внаслідок недоступності чисельних молодих генерацій.

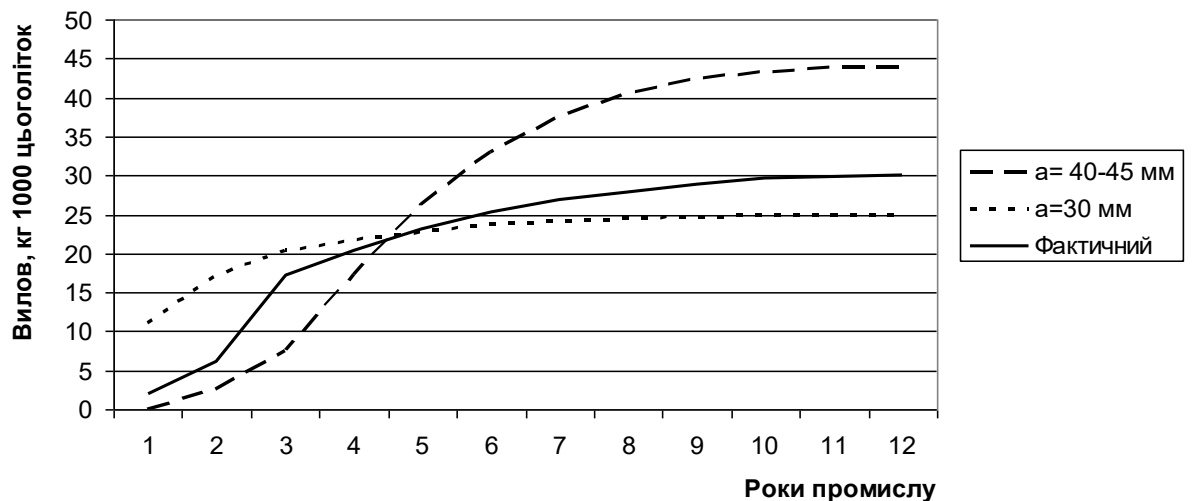


Рис. 4.19. Змодельований вилов плітки на одиницю поповнення за різними рибпромисловими стратегіями

Проте у подальшому вилов буде зростати і після стабілізації промислу загальний вилов при використанні сіток з кроком вічка 40-45 мм буде перевищувати такий сітками з кроком вічка 30-36 мм в 1,5-2,0 рази.

Слід також зазначити, що у першому випадку середня маса плітки у виловах буде становити 90 г, а у другому – 160 г, тобто переважне використання сіток з кроком вічка 40 мм дозволить значно покращити і якісний склад виловів. Крім того, перенесення промислового навантаження на старші вікові групи зумовить збільшення середньої кратності нересту з 1,8 до 3,5 разів, що дуже позитивно вплине на відтворювальну здатність популяції.

Таким чином, більша рибопродуктивність Кременчуцького водосховища за пліткою пояснюється насамперед кращим станом поповнення, проте значну роль в останні роки відіграє раціональна організація промислу, за рахунок якої вилов на одиницю поповнення збільшується в 1,5–2,0 разів при збільшенні інших важливих популяційних показників – популяційна плодючість, кратність нересту, вік фактичної кульмінації іхтіомаси.

#### **4.6. Порівняльний аналіз популяцій судака водосховищ**

Хижаки відіграють важливу роль у формуванні трофічної структури іхтіофауни, оскільки є консументами вищих порядків і впливають на спрямованість та інтенсивність потоків речовини та енергії у водних екосистемах. Важливим також є господарський аспект – прес з боку хижаків може значною мірою впливати, наприклад, на ефективність заходів, з штучного відтворення або на чисельність та розподіл молоді окремих видів риби. Разом з тим, низка дослідників вважає, що ці найвищі ланки трофічних ланцюгів виконують роль біомеліораторів, підтримують якість генотипу риби, які є кормовими об'єктами і запобігають закріпленню патологій у популяціях аборигенних видів риби [150]. При цьому, переважна більшість великих хижих риби наших водойм є найціннішими об'єктами промислового і аматорського рибальства, тому їх

популяції знаходяться під інтенсивним антропогенним пресом, що вимагає їх додаткового вивчення і охорони.

Як зазначалось вище, судак є одним з найцінніших промислових видів на Кременчуцькому водосховищі. За своїми біологічними особливостями він тяжіє до відкритого водного плеса [178, 238]. У складі його поживи основну частку займають дрібні пелагічні риби, зокрема тюлька, яка є головним споживачем зоопланктону дніпровських водосховищ.

Сучасне промислове використання водосховищ Дніпра призвело до інтенсивного антропогенного пресу на судака звичайного Кременчуцького водосховища через промислове і аматорське рибальство. Лише офіційний річний вилов судака користувачами водних біоресурсів на водосховищах дніпровського каскаду становить 400–570 т, з яких третина – добувається на Кременчуцькому водосховищі. За експертними оцінками, аматорський і прихований вилов цього виду за обсягом орієнтовно однаковий [13].

Динаміка промислових уловів судака має відмінності від відмічених вище для ляща та плітки тенденцій. Максимальний вилов судака на Кременчуцькому водосховищі був зафіксований у 1986-1989 рр., тоді як на Каховському – одразу (через 5 років) після заповнення. При цьому у 2008-2010 рр. відмічалось помітне зниження уловів цього виду на всіх водосховищах, надалі вони зросли (табл. 4.25).

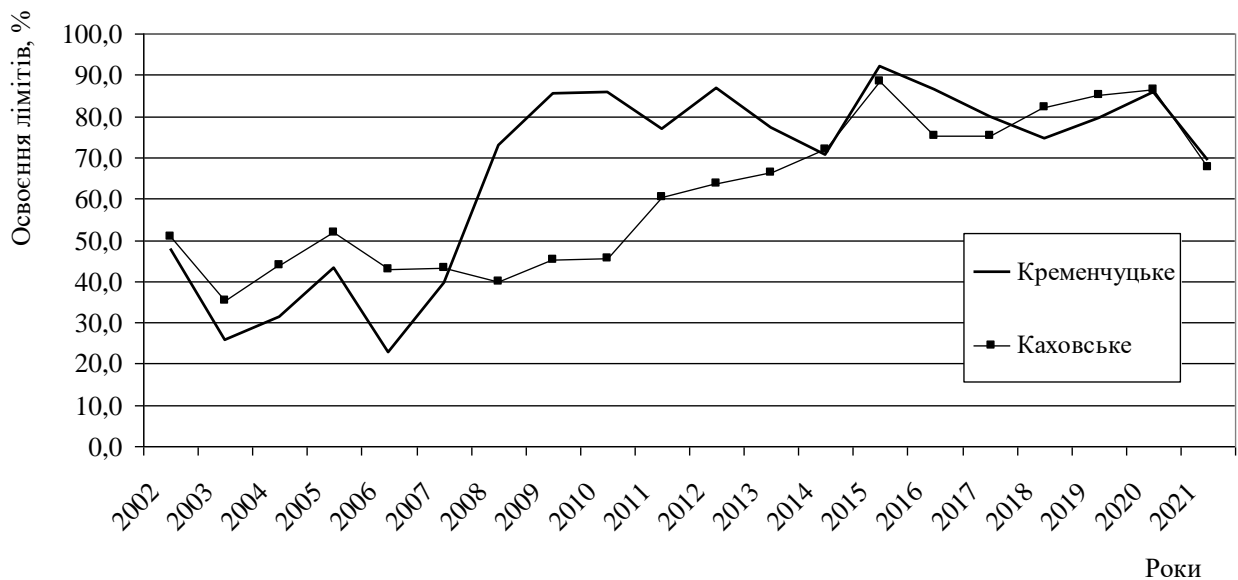
Таблиця 4.25

#### Промисловий вилов і частка судака на дніпровських водосховищах

Показник	Водосховище	Середні 2008-2010 рр.	Середні 2019-2021 рр.
Загальний промисловий вилов, т	Кременчуцьке	4350	4370
	Каховське	2524	2585
Загальна рибопродуктивність, кг/га	Кременчуцьке	19,3	19,4
	Каховське	11,7	12,0
Промисловий вилов судаком, т	Кременчуцьке	77	162
	Каховське	51	64
Рибопродуктивність за судаком, кг/га	Кременчуцьке	0,3	0,7
	Каховське	0,2	0,3
Частка судака у промисловому вилові, %	Кременчуцьке	1,8	3,7
	Каховське	2,0	2,5

Причому на Кременчуцькому водосховищі вилов у 2018-2020 рр. наблизився до максимального рівня за весь період рибогосподарської експлуатації водосховища.

Оскільки судака є видом з підвищеною товарною цінністю, але для повної характеристики промислового використання необхідно проаналізувати освоєння лімітів водосховища, бо запас величина динамічно змінна і сам по собі показник промислового вилову має дещо обмежене значення. Динаміка освоєння лімітів зображена на рис. 4.20.



**Рис. 4.20. Динаміка освоєння ліміту судака на Кременчуцькому та Каховському водосховищах**

З рис. 4.20 видно, що освоєння ліміту судака з 2002 до 2011 року значно збільшилося – з 48 до 85,9 %, і надалі в цілому стабілізувалось на цьому рівні (з коливаннями 79,6–92,1%) [281]. Для Каховського водосховища зростання освоєння лімітів мало більш поступовий характер. Звертає на себе увагу, що починаючи з 2016 р. (тобто рік введення нової системи розподілу квот та знарядь лову) динаміка освоєння лімітів на обох водосховищах стала подібною, що підтверджує висновок про визначальний вплив організаційних чинників на величину промислових уловів особливо цінних видів.

Проте слід зазначити, що покращення кількісних показників уловів судака на обох досліджених водосховищах супроводжувались погіршенням структурних характеристик. Так, якщо у 2011 р. криві улову судака мали вигляд лівоасиметричної параболи з достатньо широкою вершиною, то у 2020-2021 рр. (для судака Каховського водосховища використані дані за 2020 р., оскільки матеріал 2021 р. був недостатньо повним) варіаційний ряд у вловах набув вигляд гостро вершинної кривої з різким спадом, який припадав на 4-річних особин (рис. 4.21.)

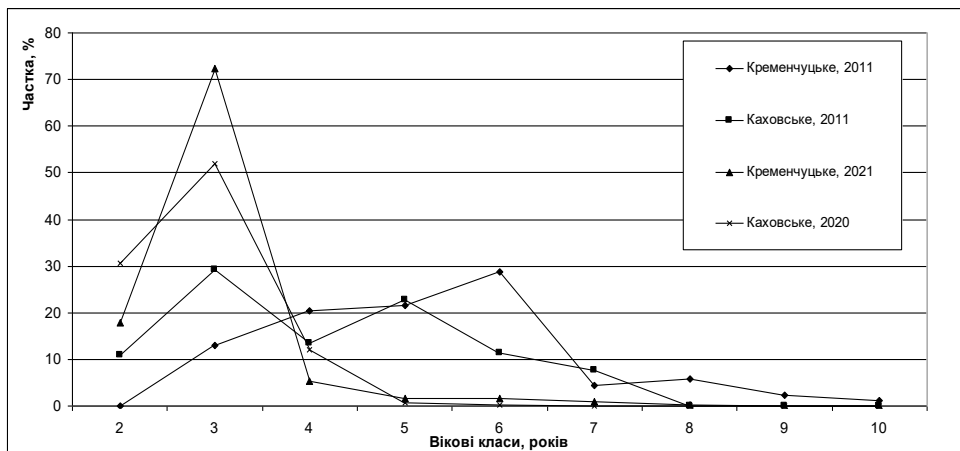


Рис. 4.21. Вікова структура популяцій судака Кременчуцького та Каховського водосховищ

Таким чином, відмічене вище зростання уловів судака зумовлено насамперед посиленою експлуатацією середніх вікових груп (тобто контингентів з кратністю нересту не більше 2, які не досягли віку кульмінації іхтіомаси), що з точки зору розподілу промислового навантаження за розмірно-віковими групами не може бути визначено, як раціональне.

За середньовиваженими продуктивними показниками популяції судака досліджених водосховищ в період 2008–2010 рр., мали певні відмінності. Так, середньовиважена довжина складала для Кременчуцького водосховища –  $41,0 \pm 4,7$  см, для Каховського –  $39,9 \pm 1,3$  см; маса – відповідно  $1392 \pm 407$  г та  $1073 \pm 131$  г, тобто ваговий ріст судака Кременчуцького водосховища був помітно більшим, про що, зокрема свідчать середні показники вгодованості за Фультоном, які



склали: Кременчуцьке водосховище –  $1,99 \pm 0,12$ , Каховське водосховище –  $1,68 \pm 0,04$ , різниця достовірна при  $p < 0,01$ . Разом з тим, аналіз показників приростів показує, що в старших вікових групах темп лінійного росту групами судака Каховського водосховища перевищує такий для Кременчуцького водосховища (рис. 4.22).

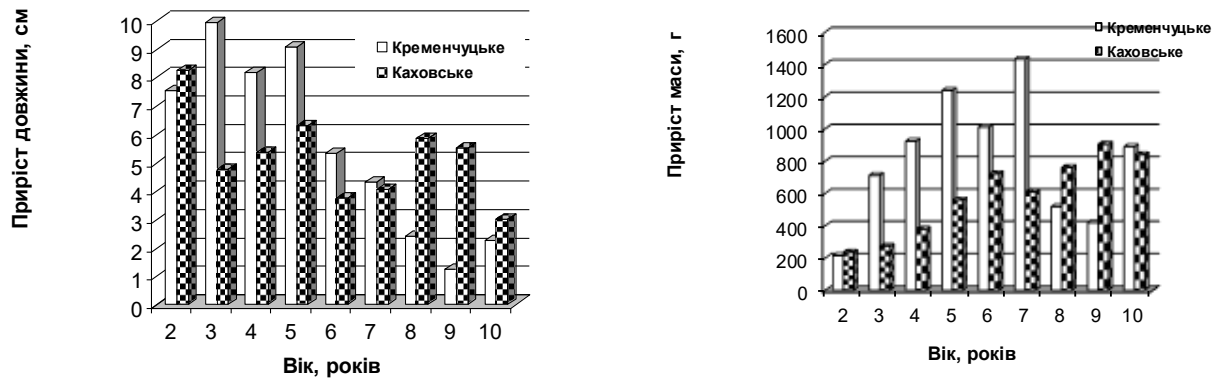


Рис. 4.22. Лінійні і вагові прирости модальних вікових груп популяцій судака Кременчуцького та Каховського водосховищ

Слід зазначити, що в найбільш масових вікових групах, які формують до 90% загальної біомаси популяції судака (дво- – п'ятирічок) середній ваговий приріст для Кременчуцького водосховища вище у 2,1 рази, тобто двократне перевищення рибопродуктивності Кременчуцького водосховища за судаком у порівнянні з Каховським значною мірою може бути пов'язане з кращими показниками вагового росту цього виду.

#### 4.7. Порівняльний аналіз популяцій сріблястого водосховищ

Карась сріблястий Кременчуцького так і Каховського водосховищ впродовж останніх років характеризувався стабільним збільшенням іхтіомаси, що закономірно позначалося на динаміці його промислових уловів. Якщо у 2000-2005 р. його улови не перевищували 50 т, то у 2008-2010 рр. – на Кременчуцькому водосховищі збільшились до 60–120 т, на Каховському – до 1030–1170 т, у 2019-2021 рр. – відповідно 655–1650 т та 1460–1750 т (табл. 4.26).

Таблиця 4.26

**Промисловий вилов і частка сріблястого карася на дніпровських водосховищах**

Показник	Водосховище	Середні 2008-2010 рр.	Середні 2019-21 рр.
Загальний промисловий вилов, т	Кременчуцьке	4350	4370
	Каховське	2524	2585
Загальна рибопродуктивність, кг/га	Кременчуцьке	19,3	19,4
	Каховське	11,7	12,0
Промисловий вилов сріблястого карася, т	Кременчуцьке	90	1024
	Каховське	1090	1590
Рибопродуктивність за сріблястим карасем, кг/га	Кременчуцьке	0,4	4,6
	Каховське	5,1	7,4
Частка сріблястого карася у промисловому вилові, %	Кременчуцьке	2,1	23,4
	Каховське	43,2	61,5

На відміну всіх інших основних промислових видів, вікова структура сріблястого карася в уловах за досліджений період змінювалось в незначній мірі (рис. 4.23).

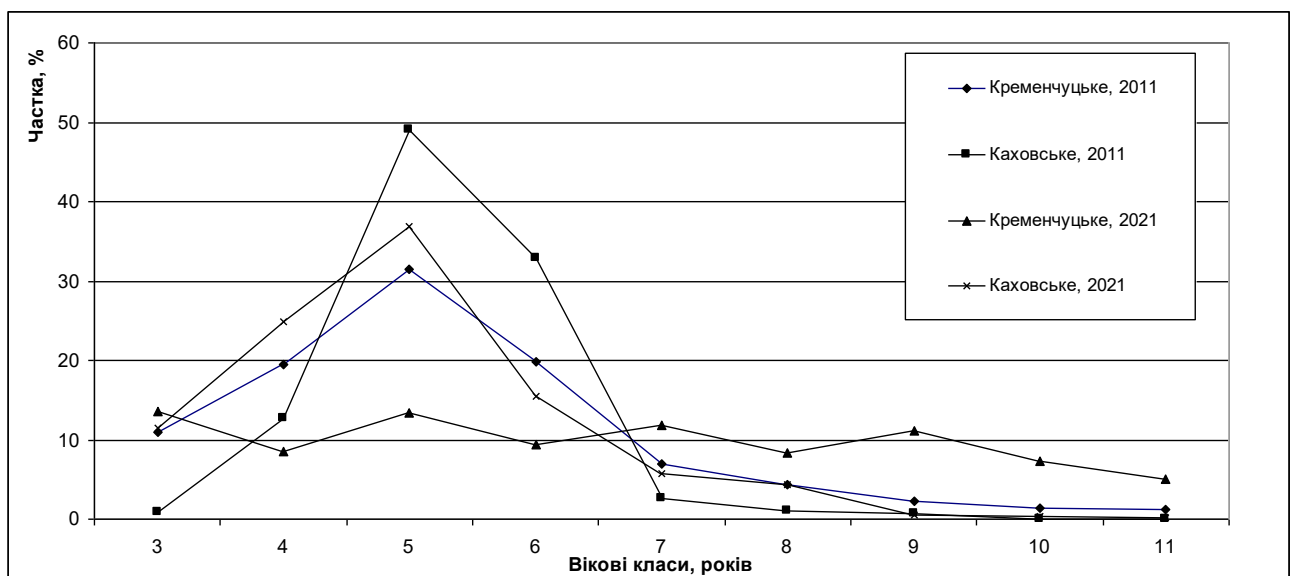


Рис. 4.23. Вікова структура популяцій сріблястого карася Кременчуцького та Каховського водосховищ

Основу уловів стабільно складала чотири- – семирічні особин, при цьому праве крило кривої улову характеризується порівняно пологим кутом нахилу до осі абсцис. При цьому розподіл промислового навантаження за розмірно-віковим

групами (з точки зору питомого накопичення їхтіомаси) можна вважати наближеним до оптимального. Про це, зокрема свідчить аналіз вагового росту цього виду у водосховищах.

Середньовиважена довжина промислового стада сріблястого карася в період зростання чисельності даного виду Кременчуцького водосховища становила  $25,2 \pm 3,6$  см, маса –  $639 \pm 75$  г. Середня довжина та маса різних вікових груп досліджуваного виду показана на рис. 4.24 [22]. Для Каховського водосховища середні показники довжини та маси сріблястого карася в період 2008-2010 рр. склали відповідно  $24,7 \pm 0,6$  та  $515 \pm 23$  г.

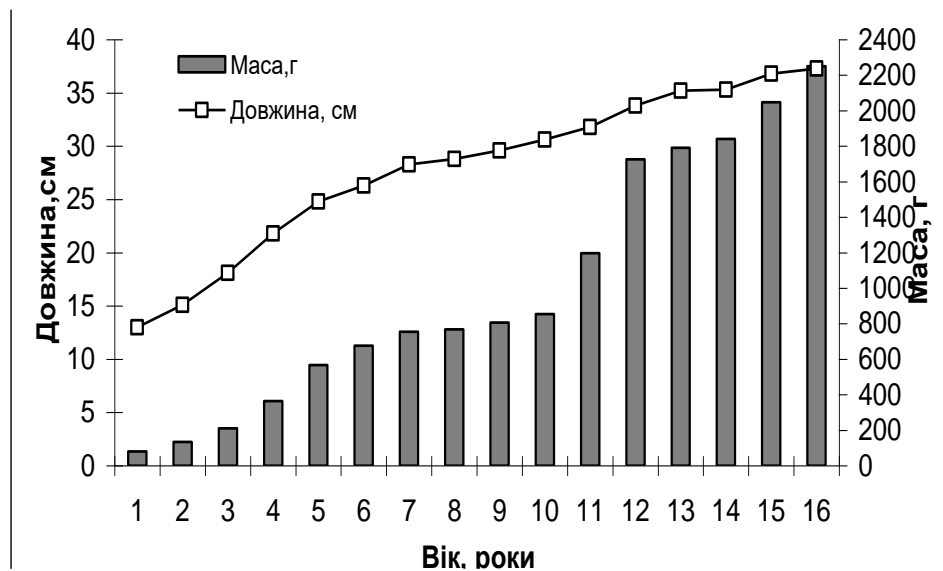


Рис. 4.24. Середня довжина та маса різних вікових груп карася сріблястого Кременчуцького водосховища у 2001-2011 рр.

Якщо розглядати ріст сріблястого карася у порівняльному аспекті, то можна відзначити більш прискорений темп росту молодших вікових груп цього виду в Кременчуцькому водосховищі, що певною мірою може бути пояснене умовами нагулу – в Каховському водосховищі утворюють щільні сезонні скупчення тюльки [39], які суттєво погіршують стан кормової бази факультативних зоопланктофагів, до яких відноситься молодь сріблястого карася (рис. 4.25).

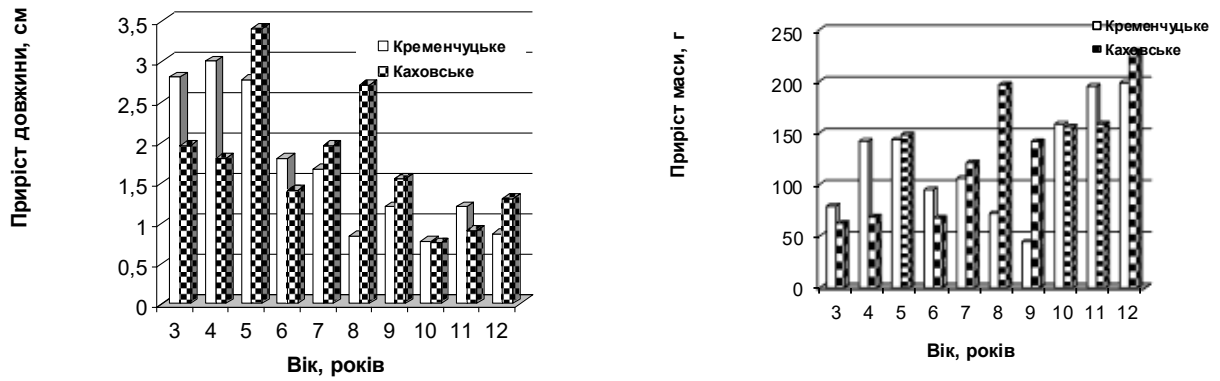


Рис. 4.25. Лінійні і вагові прирости модальних вікових груп популяцій сріблястого карася Кременчуцького та Каховського водосховищ (середні за 2001-2011 рр.)

Про це свідчать і більш високі середні показники вгодваності за Фультоном, які для сріблястого карася Кременчуцького водосховища склали  $3,81 \pm 0,17$  проти  $3,29 \pm 0,07$ ; різниця достовірна при  $p < 0,01$ .

Основним фактором, який обмежує улови карася, є неефективний промисел. Зокрема, найцінніші в товарному відношенні масові вікові групи виду відповідають кроку вічка 52-60 мм, яке заборонене Правилами промислового рибальства у внутрішніх водоймах [196] внаслідок можливого прилову статевонезрілих крупночастикових видів. Більш детально дане питання розглядається в підрозділ 4.2.2.

## РОЗДІЛ 5.

### ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РИБ В РІЗНІ ПЕРІОДИ РІЧНОГО ЦИКЛУ ВОДОСХОВИЩ

#### 5.1. Загальні біохімічні показники органів і тканин ляща Кременчуцького водосховища у нагульний та переднерестовий періоди

Одним з найбільш поширених представників промислово цінних видів риб, які населяють Кременчуцьке водосховище, є лящ (*Abramis brama* (L.)), за рахунок якого формується 25-28% загального річного вилову водних живих ресурсів. Протягом 10 останніх років вилов ляща у водосховищах дніпровського каскаду характеризується високою стабільністю [16]. Високий біопродукційний потенціал ляща у значній мірі обумовлюється наявністю у водосховищі оптимальних для нього екологічних умов (рівневого, температурного режиму тощо) та природної кормової бази.

Слід зазначити, що раніше оптимальні екологічні умови для природного відтворення та вирощування представників різних видів риб передбачалися дотриманням Правил експлуатації дніпровських водосховищ [195].

Проте, протягом останніх десятиріч спостерігаються зміни глобального клімату, які мають суттєвий вплив на кліматичні умови формування стоку річок України, зумовлюючи зміни її поверхневих водних ресурсів [134]. Не обминуло у цьому аспекті і Кременчуцьке водосховище. На основі аналізу динаміки гідрологічного режиму в період з 2015 по 2020 р.р. встановлено, що у зв'язку з низьким рівнем повеневих вод з верхнього Дніпра та з річок, які впадають у водосховище, рівневий режим у ньому не відповідає вимогам, які встановлені Правилами експлуатації дніпровських водосховищ, а знаходиться на максимально високому рівні з незначними коливаннями протягом всього вегетаційного періоду, який визначено рішенням Міжвідомчої комісії, що обумовлено необхідністю забезпечення питною водою населення різних регіонів, розташованих у зоні водосховища, та промислових підприємств тощо.

Існує інформація про те, що у водосховищах за їх нормального рівня води для природного відтворення особливо для видів риб, які нерестять весною, можливі умови сприятливіші, ніж у водоймах природних. До сприятливих чинників ми віднесемо регулювання рівня води в період нересту найцінніших промислових риб, яке може виключати різкі коливання, що негативно для їх природного відтворення [27]. Адже відомо, що лящ відкладає ікру на вегетуючу лучну рослинність на глибину від 20-30 до 100-120 см. Проте, лящ може також відкладати ікру на коріння верби, очерету, рогозу та інших рослин.

Поміж тим, до цього часу в літературних джерелах відсутня інформація щодо показників, які характеризують фізіологічний статус організму риб в умовах глобального потепління. Існують лише матеріали наукових досліджень, проведених у семидесяті роки [76, 77, 140, 141, 368], якими встановлені особливості накопичення загальних білків та ліпідів в органах і тканинах ляща, який населяє різні ділянки Кременчуцького водосховища, в різні сезони року. Більш широкі дослідження у вивченні фізіологічного статусу ляща Кременчуцького водосховища та Сулинської затоки проведені протягом 2004-2006 рр. [211].

Відомо, що у період нагулу обмін речовин в основному спрямований на відновлення енергетичних ресурсів організму, витрачених в період нересту, а також на інтенсифікацію процесів пластичного обміну та ріст риби. Проведеними дослідженнями встановлено, що в період нагулу статевозрілих особин ляща Кременчуцького водосховища загальний вміст білка у білих скелетних м'язах на 57,5% перевищував його вміст у печінці (табл. 5.1) [367]. Це може бути пов'язано з участю печінки ляща в процесах гаметогенезу, який супроводжується біосинтезом в печінці попередника білка - оовітеліну і його транспорт до визріваючих ооцитів.

З настанням нового етапу гаметогенезу для забезпечення процесів генеративного обміну у значній мірі, крім компонентів їжі, пластичні та енергетичні ресурси організму використовуються для забезпечення процесів генеративного обміну, пов'язаного з утворенням гамет та сперматоцитів.

Таблиця 5.1

**Вміст загального білка, ліпідів та глікогену в органах і тканинах ляща  
Кременчуцького водосховища у нагульний та переднерестовий періоди  
річного циклу ( $M \pm m$ , мг/г сирі маси тканини,  $n=5$ )**

Період відбору проб	Білок		Ліпіди		Глікоген	
	М'язи	Печінка	М'язи	Печінка	М'язи	Печінка
Нагульний, 2020 р.	146,3±20,5	92,9±3,7	13,8±2,7	49,1±7,3	46,4±3,8	109,5±10,5
Передне- рестовий, 2021 р.	145,3±12,5	229,3±11,7	8,41±1,9	40,0±3,4	17,0±2,3	130,3±14,2

Існує інформація про те, що в осінній період можливе ослаблення, або деколи припинення живлення ляща, особливо при завершенні вегетаційного періоду, що зумовлено температурним режимом, величиною у водоймі кормової бази та умовами нагульного періоду в попередні роки [79].

Після зимівлі за певних температурних умов та наявності кормових організмів для цього виду риб відбувається поступове відновлення енергетичного потенціалу організму та його підготовка до одного з найбільш відповідальних періодів – до нересту. Ця підготовка здійснюється у так званій переднерестовий період, який характеризується специфічними умовами метаболізму та функціонального стану організму. Відомо, що у цей період відбувається диференцировка, а потім і трофоплазматичний ріст ооцитів і сперматогоніїв [6, 77].

У період перед нерестом, або близько 10-20 днів до початку нересту, риба свій енергопотенціал відновлює. З початку відновлюються білки м'язів, а після цього витрачена енергія на зимівлю компенсується та трофоплазматичний ріст, як за рахунок ліпідів, так і за рахунок білка печінки і м'язів [273].

Дослідженнями встановлено, що у весняний, переднерестовий період наступного року загальний вміст білка у м'язах ляща залишався на попередньому рівні, що може свідчити про його успішну зимівлю і збереження у його м'язах білка, накопиченого у нагульний період минулого року. Проте, в печінці ляща у переднерестовий період, порівняно з періодом нагулу загальний вміст білка виявився у 2,5 рази більшим, досягаючи максимальних значень, які перевищували у цей період їх вміст у м'язах на 57,8%. Це може бути свідченням того, що у переднерестовий період в середній частині Кременчуцького водосховища у достатній кількості існують відповідні кормові організми, які забезпечують інтенсивне живлення ляща і білоксинтезуючу функцію печінки, пов'язану з біосинтезом білків, необхідних для завершення процесів визрівання статевих продуктів. Відомо, що у переднерестовий період у ляща спостерігаються високі індекси наповнення, що є свідченням його інтенсивного живлення, якщо у водоймі є достатня кількість їжі.

У нагульний період в печінці ляща встановлено більш високий (у 3,6 рази) загальний вміст ліпідів, порівняно з їх вмістом у м'язах. Це є закономірним процесом, оскільки в осінній період за деякого зниження температури води функціональна діяльність печінки перемикається з пластичного обміну на забезпечення організму енергетичними резервами у вигляді ліпідів, необхідних для його успішної зимівлі [273].

Проте у переднерестовий період спостерігається більш низький (на 22,6%) загальний вміст ліпідів в печінці, що може бути свідченням використання їх певної кількості в період зимівлі для забезпечення процесів життєдіяльності організму за умов дещо підвищених температур води.

Відомо, що у переднерестовий період реєструється негативний баланс речовини і енергії, оскільки генеративний обмін у цей час здійснюється не лише за рахунок субстратів, отриманих з їжею, а й з резервів, які знаходяться в органах і тканинах.

Лабільність відносного вмісту загальних ліпідів в печінці самиць у співставленні з м'язами більш висока, що свідчить про метаболічну активність її



жирових запасів. Безпосередньо перед нерестом (березень) печінка ляща максимально насичена білком і мінімальною кількістю ліпідів. Найбільш високий вміст білка в печінці самиць ляща спостерігається в зимовий і весняний періоди в результаті його активного біосинтезу і перенесення до визріваючих ооцитів [101].

Для періоду перед нерестом риб (ляща) притаманні інтенсивні процеси біосинтезу білка, пов'язаного з ростом тканини генеративної. Матеріалом для отримання статевих гонад в період зимово-весняний є не тільки ліпідні запаси організму, а також резервні білки м'язів і печінки [342].

За період мобілізації енергії вміст ліпідів в тілі риби дуже знижується. В період дозрівання статевих продуктів інтенсивно зниження це спостерігається. Коли гонади з III на IV та V стадії є найбільш енергоємними, ніж процес лінійного росту. Частина ліпідів використовується не в енергетичному, а в генеративного обміні, проходячи на розвиток ооцитів. Тому, на кінець зимівлі, в період перед нерестом як в печінці, так і в м'язах є мінімальна кількість жиру та білка [77, 263].

За підвищених температур у зимовий період спостерігається зростання метаболічної активності в організмі риб, на що витрачається певна кількість енергетичних резервів організму, зосереджених не лише в печінці і у м'язах, а й у інших жирових депо. Свідченням цього може також бути і більш низький вміст (на 61,4%) загальних ліпідів у м'язах ляща у переднерестовий період, порівняно з періодом нагулу. При цьому у переднерестовий період загальний вміст ліпідів в печінці ляща у 4,8 рази перевищував показники, які встановлені у м'язах. Згідно літературних даних у самиць ляща на заключних етапах трофоплазматичного росту ооцитів і у весняний період встановлено зниження вмісту не лише ліпідів, а й білка м'язів як на енергетичні потреби, так і на дозрівання статевих продуктів [121]. Тобто, отримані нами дані співпадають з результатами інших дослідників.

Рівень білка в печінці ляща цієї водойми, як і загальних ліпідів, відрізняється з роками залежно від температури води і стану кормової бази. Поміж тим, зміни вмісту білка в печінці риб не співпадають зі змінами рівня загальних ліпідів. Так, кількість білка зростає в процесі визрівання гонад, а ліпідів — навпаки, знижується. Аналогічна закономірність відмічена також у ляща

Рибінського водосховища [121]. У нагульний період в печінці ляща вміст глікогену у 2,4 рази перевищував його значення у м'язах, що обумовлено функціональною діяльністю печінки у процесах біосинтезу ліпідів, особливо в осінній період.

Звертає увагу те, що після зимівлі у переднерестовий період спостерігається зростання загального вмісту глікогену в печінці (на 19%), що може бути свідченням запасання енергетичних резервів організму для успішного забезпечення процесів нересту.

У той же час вміст глікогену у м'язах ляща навесні був на 172,6% нижче, порівняно з його вмістом в період нагулу, що також може бути пов'язано з його використанням організмом ляща в період зимівлі.

Наслідком всіх цих змін виявилось, що вміст глікогену в печінці ляща в переднерестовий період у 7,7 разів перевищував його значення, виявлені у м'язах.

## **5.2. Фізіологічний статус ляща Каховського водосховища у нагульний період**

Для характеристики сучасного стану популяції ляща та його прогнозування недостатніми є дані морфометричного аналізу. Досить важливою у цьому аспекті може бути інформація, яка характеризує фізіологічний статус риб в різні сезони та в різні періоди річного циклу. Фізіологічний статус риб базується на визначенні в органах і тканинах фізіолого-біохімічних показників, які характеризують особливості функціонування різних систем організму риб. Одним з ключових та інтегральних показників, які відображають фізіологічний статус риб, є обмін речовин та ступінь накопичення запасних речовин. Основними показниками, які характеризують процеси обміну речовин, є вміст в органах і тканинах білка, ліпідів та вуглеводів. Поряд з цим, ці показники відображають біосинтетичну діяльність печінки риб, яка виконує в організмі риб багаточисельні функції.

Фізіолого-біохімічні показники є також своєрідними біомаркерами, які опосередковано характеризують не лише фізіологічний статус риб, а також якість води та екологічний стан водойм.

Особливої актуальності набувають ці питання у зв'язку з глобальним потеплінням, наслідком якого може бути зміна термінів вегетаційного періоду, зниження рівня води водойм та підвищення ступеню токсичності води для представників різних видів гідробіонтів, у тому числі і для риб. Негативні наслідки глобального потепління можуть проявитися не лише на процесах обміну речовин, а й на екологічних умовах природного відтворення риб, особливо на процесах генеративного обміну та на продуктивних характеристиках у цілому [224, 368].

Не дивлячись на актуальність цієї проблеми, в літературних джерелах нами не виявлено відповідної інформації, яка стосується вивчення процесів обміну речовин в організмі статевозрілих особин ляща Каховського водосховища в окремі періоди річного циклу.

Зазвичай нагульний період умовно поділяють на літній і осінній підперіоди. Після нересту риб з підвищенням температури води та з розвитком природної кормової бази протягом перших 1-2-х місяців спостерігається поступове відновлення рівня накопичення білка, використаного в період зимівлі та нересту і, очевидно, у процесах генеративного обміну на стадії трофоплазматичного росту ооцитів.

Проведеними дослідженнями на початку літнього нагулу встановлено дещо високий (на 15,6%) вміст загального білка у м'язах, порівняно з печінкою статевозрілих особин ляща Каховського водосховища (табл. 5.2.).

Таблиця 5.2

**Вміст загального білка, ліпідів і глікогену в органах і тканинах ляща Каховського водосховища у нагульний періоди ( $M \pm m, n=5$ ), мг/г сирової маси тканини**

Період відбору проб	Білок		Ліпіди		Глікоген	
	М'язи	Печінка	М'язи	Печінка	М'язи	Печінка
Жовтень 2020 р.	148,8±8,1	126,5±12,8	9,41±0,8	66,8±8,2	38,1±2,0	134,3±11,5
Травень 2021 р.	109,4±4,5	94,6±4,17	5,5±7,8	85,4±3,7	19,8±2,6	26,4±2,9

З підвищенням температури води в організмі риб активізуються також процеси ліпогенезу і до літа досягають максимальних значень. З літературних джерел відомо, що лящ (*Abramis brama* (L.)) з прогрівом води до 10<sup>0</sup>С переходить на літній тип обміну речовин. У цей період в печінці риб з'являються краплинки жиру, який свідчить про переробку печінкою жиру, що надходить з їжею, в специфічний для цього виду риб жир.

У період літнього нагулу спостерігалось інтенсивне накопичення загальних ліпідів як у м'язах, так і , особливо, в печінці ляща. При цьому вміст загальних ліпідів в печінці ляща у 15,8 разів перевищував їх значення, зареєстровані у м'язах.

Більш високий вміст загальних ліпідів в органах і тканинах ляща в період літнього нагулу можна пояснити підвищенням інтенсивності перебігу метаболічних процесів за підвищеної температури води та можливо за наявності у водному середовищі у достатні кількості корму відповідної якості.

Закономірним є виявлений дослідженнями більш низький (на 33,5%) вміст глікогену у м'язах, порівняно з печінкою ляща. У цілому, цей період нагулу риб характеризується інтенсивним жиронакопиченням і, у меншій мірі, запасанням глікогену, який у більшій мірі використовується організмом у зимовий період. Крім того, біосинтез глікогену в печінці риб відбувається за більш низьких температур.

Проведеними дослідженнями встановлено, що у осінній період нагулу 2020 р. сзагальний вміст білка у білих скелетних м'язах статевозрілих особин ляща Каховського водосховища на 17,6% перевищував показники, зареєстровані в печінці (табл. 5.2). Це може бути обумовлено використанням певної частки синтезованого печінкою білка у процесах генеративного обміну шляхом транспортування його до гонад, формування яких у цей період характеризується високою інтенсивністю. Відомо, що у серпні-вересні починається процес гаметогенезу ляща, в ході якого спостерігаються певні зміни хімічного складу органів і тканин риб.

Звертає увагу те, що у цей період вміст загального білка у м'язах ляща виявився на 36%, а в печінці - на 33,8% вищим, порівняно з його вмістом у цих органах і тканинах в період літнього нагулу.

Поміж тим, протягом осіннього нагулу в печінці ляща виявлено значне накопичення загальних ліпідів, яке у 7,1 рази перевищувало значення, зареєстровані у м'язах. Цей факт може бути свідченням високої ліпідуютворюючої функції печінки за деякого зниження температури води, але й, очевидно, за достатнього вмісту у водосховищі корму для ляща.

Поряд з цим встановлено, що вміст загальних ліпідів у м'язах статевозрілих особин ляща у виявився на 79,4% вищим, а в печінці - на 27,9% - нижчим, порівняно з показниками, реєстрованими у літній період нагулу.

Високий рівень біосинтезу ліпідів в печінці ляща у нагульний період може бути достатнім для енергетичного забезпечення процесів життєдіяльності організму риб в період зимівлі та генеративного обміну на вирішальній стадії формування гамет.

Високий енергетичний потенціал організму ляща зосереджений не лише у вигляді загальних ліпідів, а й глікогену, вміст якого в печінці у 3,5 рази переважав показники, виявлені у нагульний період у м'язах.

Крім того, встановлено, що вміст глікогену у м'язах ляща на 92,6%, а в печінці - у 5 разів виявився вищим, порівняно з показниками, зареєстрованими в період літнього нагулу.

На наш погляд, це пов'язано з тим, що значна частина глікогену печінки і м'язів ляща може бути використана для енергетичного забезпечення процесів зимівлі риб, а у переднерестовий період з підвищенням температури води в печінці ініціюється процес біосинтезу ліпідів, а утворення глікогену спостерігається за більш низьких температур.

### 5.3. Особливості накопичення запасних речовин в організмі плітки Кременчуцького водосховища у нагульний та переднерестовий періоди

Одним з найбільш поширених видів рибу Кременчуцькому водосховищі є плітка (*Rutilus rutilus* (L.)), яка займає друге місце за виловом. Її високі продуктивні характеристики у значній мірі визначаються наявністю у водосховищі оптимальних екологічних умов для природного відтворення і росту, а також наявністю у водному середовищі у достатній кількості високоякісного корму [30].

Досить важливими показниками, які визначають фізіологічний статус плітки в різні сезони року, а у статевозрілих особин - у різні періоди річного циклу є вміст в органах і тканинах білка, ліпідів та вуглеводів, які приймають участь у забезпеченні всіх процесів життєдіяльності організму, його ріст, розмноження та адаптацію до змінених екологічних умов навколишнього середовища [262].

Детальної інформації в літературних джерелах щодо процесів обміну речовин в організмі плітки Кременчуцького водосховища у переднерестовий і нагульний періоди річного циклу за сучасних екологічних умов нами не виявлено. Існують лише дані ранніх досліджень, які не в повній мірі характеризують фізіологічний статус плітки [33, 140, 141]. Більш детальні дослідження проведені Н.Я. Рудик-Леуською [211] у 2004-2006 рр, з вивчення фізіологічного статусу ляща та плітки Сулинської затоки та прилеглої до неї ділянки нижньої частини Кременчуцького водосховища.

Проте протягом останніх років в результаті глобального потепління дещо змінились екологічні умови природного відтворення та вирощування риб у Кременчуцькому водосховищі, які можуть мати певний вплив на динаміку обміну речовин, особливо статевозрілих особин плітки та її фізіологічний статус у цілому.

Проведеними дослідженнями встановлено, що протягом вегетаційного періоду (травень-вересень) 2020 р. гідрологічний режим води у середній частині Кременчуцького водосховища знаходився на достатньо високому, стабільному

рівні, який становив в середньому 80 м (за НПГ 81 м), а у жовтні- листопаді - 79 м.

Рівневий режим води у березні 2021 р. в середньому становив 79 м, у квітні - 80 м, у травні та червні - досягав максимального значення - 81 м.

Середньодобова температура води восени, у нагульний період 2020 р коливалась у межах 12-15°C – у травні, 14-24 °C - у червні, 21-25 °C - у липні, 20-24 °C - у серпні та 16-23 °C у вересні. Середньодобова температура води у переднерестовий період у квітні 2021 р. коливалась у межах 6-9 °C, у травні - в межах 10-19 °C.

Польовими дослідженнями виявлено, що у статевозрілих особин плітки у різні періоди річного циклу змінюється комплекс фізіолого-біохімічних показників, які характеризують їх фізіологічний статус.

Одним з інтегральних показників, які визначають фізіологічний статус риб, є обмін речовин, який базується на показниках перебігу метаболічних процесів, пов'язаних з біосинтезом білків, ліпідів, вуглеводів та інших органічних сполук. Проведеними дослідженнями встановлено, що період нагулу статевозрілих особин плітки Кременчуцького водосховища характеризувався вдвічі більшим вмістом загального білка у білих скелетних м'язах, порівняно з печінкою (табл. 5.3) [367].

На наш погляд, низький вміст загального білка в печінці плітки восени обумовлений її участю у цей період в процесах генеративного обміну, зокрема у формуванні вмістимого жовтка яйцеклітини. Саме за рахунок синтезованого печінкою білка відбувається його збільшення у жовтку яйцеклітини. Протягом нагульного періоду (червень-вересень) в організмі плітки відбувається накопичення резервних речовин і визрівання статевих продуктів. На зимівлю плітка йде з гонадами на IV стадії зрілості. У переднерестовий період весною відбувається дозрівання статевих продуктів.

Таблиця 5.3

**Вміст загального білка, ліпідів та глікогену в органах і тканинах плітки  
Кременчуцького водосховища у період нагулу та в переднерестовий період  
річного циклу ( $M \pm m$ , мг/г сирі маси тканини,  $n=5$ )**

Період відбору проб	Білок		Ліпіди		Глікоген	
	М'язи	Печінка	М'язи	М'язи	Печінка	М'язи
Нагульний, 2020 р.	141,6±19,3	72,0±10,6	19,1±2,1	144,7±25,8	40,4±3,8	125,4±12,5
Переднерестовий, 2021 р.	159,6±20,1	241,3±17,8	8,7±1,2	50,4±7,0	23,0±2,44	69,5±6,5

Динаміка фізіолого-біохімічних показників плітки у різні періоди річного циклу у значній мірі пов'язана з екологічними умовами навколишнього середовища та з забезпеченістю риб їжею відповідної якості і з перебігом в організмі процесів обміну речовин [118]. Слід зазначити, що проведеними раніше дослідженнями [140] встановлено, що вміст білка, ліпідів і глікогену у м'язах плітки з різних ділянок Кременчуцького водосховища виявився неоднаковим. Так, максимальний вміст жиру відмічено у м'язах плітки з нижньої ділянки водосховища. Це може свідчити про те, що в різних ділянках водосховища існують неоднакові екологічні умови та умови живлення плітки, які, у значній мірі, визначають її процеси життєдіяльності та продуктивні характеристики.

Аналогічна закономірність спостерігалась дослідженнями проведеними в період з квітня по жовтень місяці, якими встановлено, що загальний вміст білка у білих скелетних м'язах плітки Кременчуцького водосховища був вище, ніж у печінці на 30-60% [7].

Залежно від температури та рівневого режиму води і наявності природної кормової бази може відбуватись переднерестова підгодівля плітки. При цьому



динаміка приростів і жиронакопичення в різні роки може мати неоднаковий характер [127, 231].

За оптимальних екологічних умов в осінній або в переднерестовий період спостерігається інтенсивне накопичення в організмі плітки порожнинного жиру. Накопичені резервні речовини риб використовуються в період зимівлі та в період дозрівання статевих продуктів.

Після зимівлі, у переднерестовий період відмічено незначне (на 12,7%) збільшення загального вмісту білка у м'язах плітки, що може бути свідченням її успішної зимівлі за рахунок накопиченого білка в період нагулу. Проте, в печінці плітки у переднерестовий період спостерігалось суттєве зростання (у 3,4 рази), порівняно з нагульним періодом загального вмісту білка, що є свідченням його відновлення після участі в процесах визрівання статевих клітин плітки, а також після зимівлі.

Відомо, що у переднерестовий період відбувається активація процесів білкового синтезу, пов'язаного з диференціацією і ростом генеративної тканини. Пластичним матеріалом на завершальній стадії формування статевих продуктів у статевозрілих особин слугують компоненти корму, а також резервні речовини, які зосереджені в органах і тканинах риб внаслідок їх нагулу у попередній рік [273].

Якщо в період нагулу загальний вміст білка у м'язах плітки вдвічі перевищував його значення в печінці, то у переднерестовий період його вміст в печінці перевищував значення у м'язах на 51,2%. Це також може бути свідченням високої функціональної, зокрема білоксинтетичної діяльності печінки плітки у переднерестовий період, а також опосередковано – про достатню наявність у водному середовищі кормових об'єктів. Відомо, що спектр живлення плітки досить широкий. Це - нижчі і вищі водяні рослини, молюски, личинки хірономід, які у сумі можуть складати 43-94% маси всієї їжі. Другорядне значення у живленні плітки мають ракоподібні, личинки комах, малощетинкові черви, кліщі тощо, а також у значній кількості зустрічається і детрит [79].

Відомо, що на початку переднерестового періоду (III-IV стадії зрілості статевих продуктів) в органах і тканинах багатьох видів риб відмічається суттєве зростання вмісту білків [273].

Період нагулу плітки також характеризувався відносно високим рівнем накопичення в печінці загальних ліпідів, вміст яких перевищував їх значення у м'язах у 7,6 рази. Значний вміст загальних ліпідів в печінці плітки свідчить про її високу ліпідоутворюючу функцію, пов'язану з забезпеченням організму високоенергетичними резервними речовинами на період зимівлі та наступного нересту.

Встановлений перебіг фізіолого-біохімічних процесів в організмі плітки у нагульний та переднерестовий періоди у значній мірі пов'язаний з екологічними умовами та забезпеченістю їжею.

Більш високий вміст загальних ліпідів у м'язовій тканині риб спостерігається восени порівняно з весняним періодом, що обумовлено температурним режимом та інтенсивністю живлення риби [127].

Значне накопичення жиру у м'язах припадає на більш холодні періоди нагульного сезону і відбувається у різні роки або відразу після нересту, або у другій половині нагульного періоду. Проте високий рівень жиронакопичення в органах і тканинах риб спостерігається за оптимальних екологічних умов, які сприяють інтенсивному живленню, та за наявності у водоймі у достатній кількості для даного виду якісного корму.

Інтенсивне жиронакопичення за більш низьких температур викликане підготовкою організму до умов зимівлі за переходу організму на ендогенний тип живлення і забезпечення всіх процесів життєдіяльності.

При цьому швидкість біосинтезу ліпідів в печінці риб у значній мірі визначається температурними умовами. По мірі зниження температури води вміст загального жиру в печінці різко знижується і починає переважати глікоген, вміст якого в умовах теплих вод у зимовий період досягає 18-20%, а з осінній період за зниження температури води відбувається зміна «жирового обміну» на «вуглеводний» [124].

Про значні витрати жирових запасів в період зимівлі плітки свідчить більш низький (у 2,2 рази) вміст загальних ліпідів у м'язах і у 2,9 рази - в печінці у переднерестовий період, порівняно з періодом нагулу. При цьому загальний вміст ліпідів в печінці плітки у переднерестовий період у 5,8 рази перевищував їх значення, встановлені у м'язах.

Суттєве зниження вмісту загальних ліпідів в органах і тканинах плітки у переднерестовий період, порівняно з нагульним, пояснюється тим, що в період мобілізації енергії на процеси генеративного обміну в період трофоплазматичного росту ооцитів процеси диференціювання статевих продуктів є більш енергоємними, порівняно з ростом. При цьому певна частина резервних ліпідів використовується не в енергетичному, а в пластичному обміні, приймаючи участь в процесах утворення жовтка яйцеклітини самиць [271]. У цьому випадку жирові резерви у значній мірі забезпечують енергетичний потенціал генеративної тканини. Поряд з цим, певна частка ліпідів переходить до гонад і включаються в жовток яйцеклітини. Після вимету і запліднення ікри ліпіди жовтка виконують роль основного джерела енергетичного забезпечення процесів ембріонального розвитку організму.

Отже, в процесі визрівання статевих продуктів у нагульний період, а також в період їх дозрівання у переднерестовий період певна частина білка і резервів ліпідів печінки переходить до гонад.

Крім ліпідів, у нагульний період плітки зареєстровано більш високий вміст глікогену, який більш, ніж втричі перевищував значення, зареєстровані у білих скелетних м'язах. Це є закономірним, оскільки метаболізм глікогену, у значній мірі, пов'язаний з ліпідоутворюючою функцією печінки. У тому числі не відкидається і глікогензапасаюча функція печінки, яка пов'язана з енергозабезпеченням процесів зимівлі та наступного нересту. Крім того, у печінці глікоген є вуглеводним резервом, із якого з задіянням певних ферментних систем утворюється глюкоза, яка може приймати участь в енергетичному забезпеченні метаболічних процесів в організмі риб.

Поміж тим, встановлено, що після зимівлі вміст глікогену як у м'язах, так і в печінці у переднерестовий період був на 75,8% та на 80,6% відповідно нижчим, порівняно з періодом нагулу. Це є свідченням значного використання резервів глікогену, зосереджених як у м'язах, так і в печінці плітки як в процесах зимівлі, так і в енергетичному забезпеченні процесів вітелогенезу. Відомо, що певна частина вуглеводів риби перетворюється в жири, які накопичуються в печінці і у м'язах. При цьому не виключаються значні витрати енергетичних ресурсів організму в процесі адаптації риб до змінених екологічних умов, підвищені температури води тощо.

У цілому, у переднерестовий період вміст глікогену в печінці плітки втричі перевищував його вміст у білих скелетних м'язах. В кінці нагульного періоду риби зазвичай накопичують в печінці і м'язах максимальну кількість жиру і глікогену [255]. Так, восени вміст глікогену в печінці коропа у 10 разів перевищував його вміст у м'язах.

Отже, вміст глікогену у м'язах і особливо в печінці риб може бути одним з індикаторів фізіологічного стану організму риб.

#### **5.4. Вміст білка, ліпідів та глікогену в органах і тканинах плітки Каховського водосховища в літній період нагулу**

Плітка (*Rutilus rutilus* (L.)) є одним з численних промислових видів риб, які населяють Каховське водосховище та характеризується високими показниками росту, що обумовлено оптимальними екологічними умовами та наявністю у водосховищі у достатній кількості корму, тому логічним має бути також високий рівень обміну речовин в організмі плітки в різні періоди річного циклу. Проте, в літературних джерелах подібна інформація практично відсутня, особливо в період впливу на водні екосистеми потепління, яке спостерігається протягом останніх декількох років.

Після нересту в органах і тканинах статевозрілих особин спостерігається невисока швидкість приросту білка, яка, очевидно, пояснюється тим, що спочатку

відбувається поступове заміщення використаних в процесі нересту білка м'язових клітин (табл. 5.4).

Дослідженнями встановлено, що у цей період в печінці і у білих скелетних м'язах плітки загальний вміст білка виявився відносно невисоким і практично однаковим. З літературних джерел відомо, що у подальшому з підвищенням температури води відбувається найбільш швидкий приріст білка [121].

Таблиця 5.4

**Вміст загального білка, ліпідів і глікогену в органах і тканинах плітки Каховського водосховища у післянерестовий період ( $M \pm m$ , мг/г сирі маси;  $n=5$ )**

	Білок		Ліпіди		Глікоген	
	М'язи	Печінка	М'язи	Печінка	М'язи	Печінка
Весна, 2021	108,72±4,32	109,21±3,26	10,59±0,84	73,66±6,15	34,82±2,24	125,33±15,37

Накопичення енергетичних резервів в організмі риб протягом вегетаційного періоду залежить як від температурних умов, так і в цілому від стану природної кормової бази водойм (Yanni M, 1962, Crec't Y. Serfaty A., 1964).

Натомість накопичення жиру у м'язах плітки припадає на більш холодний період нагульного сезону і відбувається в різні роки, або відразу після нересту, або у другій половині нагульного сезону [119].

Проведеними дослідженнями встановлено, що вже на початку нагульного періоду виявлено достатньо високий рівень накопичення загальних ліпідів як у м'язах, так і, особливо в печінці, вміст яких майже у 7 разів перевищував їх рівень у м'язах. Більш високий вміст загальних ліпідів у м'язах і в печінці плітки Каховського водосховища можливо пов'язано з більш високою температурою води у травні, порівняно з березнем. Підвищення температури води сприяє більш високому рівню ліпідуютворюючої функції печінки [183]. Інтенсивне жиронакопичення в органах і тканинах плітки Каховського водосховища також,

очевидно, у значній мірі пов'язано з більш високим розвитком у ньому природної кормової бази за умов підвищених температур [118].

На початку нагульного періоду також виявлено суттєве накопичення як у білих скелетних м'язах, так і, особливо в печінці глікогену, вміст якого у 3,6 разів перевищував показники, реєстровані у м'язах.

Таким чином, отримані результати можна пояснити позитивним впливом температурного чинника водного середовища на процеси ліпідного і вуглеводного обміну в організмі плітки Каховського водосховища у післянерестовий період. При цьому не виключається також і той факт, що зростання ліпідоутворюючої і глікогензапасаючої функції печінки у цей період сприяв також більш інтенсивний розвиток природної кормової бази у Каховському водосховищі за підвищеної температури води [118].

### **5.5. Вміст білка, ліпідів та глікогену в органах і тканинах судака Кременчуцького водосховища у нагульний та переднерестовий періоди**

Одним з найбільш цінних об'єктів промислу на Кременчуцькому водосховищі є судак, який поширений практично на всіх його ділянках [98, 178]. Існуючі екологічні умови для природного нересту судака у водосховищі сприяють зростанню його вилову протягом останніх років.

Спектр живлення судак в основному переважно становить молодші вікові групи корошових і окуневих риб. Восени спектр живлення дорослих особин судака розширюється за рахунок власних молодших вікових груп. При цьому спостерігається достатньо високий рівень його вгодованості, особливо навесні та восени [79]. Відомо, що самиці судака живляться навіть в період нересту. Кормовими об'єктами судака є риба із дрібних особин (тюлька, кільки, хамса, колюшка, укля, плітка), а також мізиди, гамариди тощо. Статевозрілий судак у переднерестовий період (квітень-травень) одночасно може захоплювати таку кількість молодших вікових груп риб, маса яких в середньому становить 2,6% від його власної маси [192,193]. Нерест судака відбувається в період нарощування рівня води і розпочинається в різні роки за температури води 8,5-10<sup>0</sup>С, а

закінчується за температури 18-20<sup>0</sup>С. Тривалість нересту становить 20-30 днів і припадає в основному на другу половину квітня – першу половину травня. Масове ікрометання судака завжди відбувається під час інтенсивного підвищення рівня води, що протягом нерестового періоду в різні роки збільшується на 1,0-2,5 м. Ікру судак відкладає на затоплене додаткове коріння верби на глибині від 50 до 150 см [235].

Досить важливими показниками, які характеризують фізіологічний статус судака, є вміст в органах і тканинах білка, ліпідів та вуглеводів, оскільки вони характеризують його пластичний обмін і ріст, а ліпіди і глікоген - є енергетичним резервом організму, які забезпечують всі процеси життєдіяльності, у тому числі і природне відтворення. Ці показники характеризують пластичний обмін і ріст риб у різні сезони року, а у статевозрілих особин – обмін речовин в різні періоди річного циклу за різних екологічних умов. Також білки, ліпіди та вуглеводи відіграють значну роль у забезпеченні всіх процесів життєдіяльності організму, у цілому, і їх вміст залежить від екологічних умов.

Поглиблене вивчення особливостей перебігу метаболічних процесів в організмі судака у переднерестовий та нагульний періоди річного циклу визначається необхідністю висвітлення процесів підготовки організму до його зимівлі та нересту.

Проведеними нами дослідженнями встановлено, що протягом вегетаційного періоду (травень-вересень) 2020 р. гідрологічний режим води у середній частині Кременчуцького водосховища знаходився на достатньо високому, стабільному рівні, який становив в середньому 80 м (за НПГ 81 м.), а у жовтні-листопаді - 79 м. Рівневий режим води у березні 2021 р. в середньому становив 79 м, у квітні- 80 м, у травні та червні досягав максимального значення - 81 м.

Середньодобова температура води восени, у нагульний період 2020 р коливалась у межах 12-15<sup>0</sup>С- у травні, 14-24<sup>0</sup>С - у червні 21-25<sup>0</sup>С - у липні, 20-24<sup>0</sup>С- у серпні та 16-23<sup>0</sup>С у вересні. Середньодобова температура води у переднерестовий період у квітні 2021 р. коливалась у межах 6-9<sup>0</sup>С, у травні – в межах 10-19<sup>0</sup>С.

Дослідженнями встановлено, що в період нагулу загальний вміст білка у білих скелетних м'язах статевозрілих особин судака, який населяє Кременчуцьке водосховище, на 20,7% перевищував значення, які були виявлені у цей період в печінці (табл. 5.5) [367]. Це може бути свідченням того, що у цей період за умов оптимальних літніх температур відбувається інтенсивний пластичний обмін, який супроводжується збільшенням лінійного і вагового росту судака.

Таблиця 5.5

**Вміст загального білка, ліпідів та глікогену в органах і тканинах судака Кременчуцького водосховища у нагульний та переднерестовий періоди річного циклу ( $M \pm m$ , мг/г сирої маси тканини,  $n=5$ )**

Період відбору проб	Білок		Ліпіди		Глікоген	
	М'язи	Печінка	М'язи	Печінка	М'язи	Печінка
Нагульний, 2020 р.	116,7±6,4	96,7±4,3	10,01±1,4	60,9±8,7	22,7±2,1	86,3±9,5
Переднерестовий, 2021 р	187,5±20,5	208,3±8,8	6,7±1,1	37,3±3,9	27,3±8,4	138,3±25,0

Поряд з цим, з настанням нового етапу гаметогенезу та для забезпечення процесів генеративного обміну і утворення ооцитів і сперматоцитів у статевозрілих особин судака у значній мірі використовуються пластичні та енергетичні ресурси організму, крім компонентів їжі. Наслідком використання синтезованого печінкою білка в процесах генеративного обміну є зниження його вмісту нагульний період у цьому органі порівняно з м'язами.

Очевидно, що певна частка синтезованого печінкою білка використовується в період зимівлі, що є недостатнім для завершення процесів дозрівання статевих продуктів (стадія вітелогенезу), та для забезпечення успішного нересту судака.



Тому наступної весни, за досягнення певних температур та розвитку кормових об'єктів, відбувається переднерестова відгодівля, яка сприяє накопиченню в органах і тканинах судака у достатній кількості енергетичних і пластичних резервних речовин, необхідних для забезпечення процесів вітелогенезу та успішного нересту.

Після нересту настає післянерестовий період, протягом якого відбувається відновлення резервних речовин в результаті інтенсивної післянерестової підгодівлі риб. Цей період характеризується інтенсивним накопиченням в органах і тканинах риб значної кількості резервних речовин, необхідних для енергетичного забезпечення процесів життєдіяльності організму вже в зимовий період.

Проведеними дослідженнями встановлено більш високий (на 60,7%) загальний вміст білка у білих скелетних м'язах судака і на 115,4% в печінці у переднерестовий період, порівняно з періодом нагулу. При цьому слід зазначити приблизно однаковий вміст загального білка у переднерестовий період як у м'язах, так і в печінці судака. Високий рівень вмісту загального білка в печінці і у м'язах судака у переднерестовий період може бути свідченням наявності у водному середовищі у цей період у достатній кількості кормових об'єктів, споживання яких супроводжувалось зростанням білок синтетичної функції печінки з утворенням як пластичного, так і енергетичного резерву організму, необхідного для завершення трофоплазматичного росту ооцитів та для успішного нересту. Отже, найбільш високий вміст загального білка в печінці судака спостерігається у зимовий і переднерестовий періоди в результаті його активного біосинтезу печінкою і перенесенням у визріваючі гонади.

В процесі літньо-осіннього нагулу судака проведеними польовими дослідженнями встановлено зростання як у м'язах, так і в печінці риби загального вмісту ліпідів. Це може бути свідченням наявності у водоймі відповідних кормових об'єктів, які забезпечують організм судака необхідними високоенергетичними компонентами, з яких в результаті функціональної діяльності печінки синтезуються різні фракції ліпідів, які зосереджуються в

різних органах і тканинах риби. Саме у цей період відбувається накопичення в жирових депо енергетичних резервів, які забезпечують процеси життєдіяльності організму риби в зимовий період.

Дослідженнями встановлено, що в період нагулу загальний вміст ліпідів в печінці судака у 6 разів перевищував їх значення у м'язах. Це може бути свідченням високої ліпідуютворюючої функції печінки у цей період.

Очевидно, що значна кількість енергетичних резервів, зосереджених як в печінці, так і у м'язах судака, витрачається в період зимівлі. Свідченням тому є більш низький рівень вмісту загальних ліпідів в печінці (на 63,4%) і у м'язах (на 48,6%) судака у переднерестовий період, порівняно з періодом нагулу.

Поряд з цим, слід зазначити, що загальний вміст ліпідів в печінці судака у переднерестовий період у 5,5 разів перевищував їх значення у м'язах. Це може бути свідченням високої біосинтетичної діяльності печінки судака у поповненні енергетичних резервів організму у переднерестовий період, а також про достатньо високий рівень природної кормової бази для даного організму риби. Крім того, у переднерестовий період у статевозрілих особин значна частка енергетичних резервів витрачається на процеси дозрівання статевих продуктів. Пластичним матеріалом для завершення процесів формування статевих продуктів статевозрілих особин слугують компоненти корму, а також резерви організму, зосереджені в органах і тканинах внаслідок нагулу у попередній рік [273].

У період нагулу в печінці судака вміст глікогену переважає його вміст у м'язах у 3, 8 рази. Як відомо, біосинтез глікогену здійснюється в печінці з глюкози в результаті глікогенезу. Крім того, в печінці можливе новоутворення глікогену з продуктів розпаду вуглеводів, а також в результаті розпаду жирів і білків в результаті глюконеогенезу. У печінці глікоген є вуглеводним резервом, із якого з задіянням певних ферментів утворюється глюкоза, яка може приймати участь в енергетичному забезпеченні метаболічних процесів в організмі риби.

У м'язах глікоген слугує резервним джерелом енергії, яка забезпечує роботу м'язів. У переднерестовий період судак характеризується значною рухливою активністю у пошуках корму.

Як у переднерестовий, так і у період нересту потреби риб у вуглеводах зростають, свідченням чого є значно більш високий вміст глікогену виявлено нами в печінці судака у переднерестовий період, порівняно з нагульним [78].

З іншого боку, більш високий вміст глікогену в печінці і у м'язах у переднерестовий період може свідчити про кращий розвиток навесні кормових організмів, доступних для судака. Крім того, в нагульний і переднерестовий періоди глікоген може бути одним з компонентів для біосинтезу в печінці риб ліпідів.

Слід також відмітити, що вміст глікогену в печінці судака у переднерестовий період перевищував його значення у м'язах більш, ніж у 5 разів.

Отже, загальний вміст білка в печінці у м'язах судака у нагульний період значно нижче, ніж у переднерестовий період, а загальний вміст ліпідів в органах і тканинах вище у період нагулу, ніж у переднерестовий період. Вміст глікогену в печінці і у м'язах судака вище у переднерестовий період, порівняно з періодом нагулу. Отримані дані співпадають з результатами досліджень інших авторів [140].

## **5.6. Особливості обміну речовин в організмі сріблястого карася Кременчуцького водосховища у нагульний та переднерестовий періоди**

Сріблястий карась є одним з важливих промислових видів у водосховищах дніпровського каскаду за промисловим виловом [190]. Його високі продуктивні характеристики, очевидно, визначаються якістю води, оптимальними екологічними умовами природного відтворення і вирощування, а також наявністю у водному середовищі у достатній кількості високоякісного корму.

Нерест карася сріблястого відбувається за температури води 18-25<sup>0</sup> С. Нерестовий період припадає на травень - першу половину липня (найчастіше – на другу половину травня - червень) і триває протягом 45-60 днів. Карась відкладає ікру на вегетуючу водяну рослинність на глибині 50-70 см у найбільш затишних, тиховодних місцях заплави, де зовсім відсутня течія.

Відомо, що карась сріблястий характеризується відносно повільним рівнем метаболізму, а також досить широким спектром живлення, у якому переважають хірономіди, зоопланктон, нитчасті і діатомові водорості, частки рослин тощо, що у повній мірі забезпечує його харчові потреби [82].

Значний інтерес викликають питання, пов'язані з вивченням фізіологічного статусу статевозрілих особин карася сріблястого в різні періоди річного циклу. Фізіологічний статус можна охарактеризувати шляхом визначення у життєво-важливих органах і тканинах риб загального вмісту білка, ліпідів та вуглеводів. Ці показники відіграють суттєву роль у пластичному, енергетичному, функціональному та генеративному обміні, особливо у енергетичному забезпеченні різноманітних процесів життєдіяльності організму [262]. Крім того, показники обміну речовин є своєрідними біомаркерами, які характеризують фізіологічний статус риб, а також екологічний стан водойм і якість води.

В літературних джерелах подібна інформація щодо особливостей перебігу обміну речовин в організмі карася сріблястого Кременчуцького водосховища в різні періоди річного циклу відсутня.

Враховуючи те, що найбільш важливими чинниками водного середовища, які мають суттєвий вплив на процеси життєдіяльності риб у водосховищах дніпровського каскаду, є гідрологічний та температурний режими.

Проведеними дослідженнями встановлено, що у нагульний період загальний вміст білка у білих скелетних м'язах карася сріблястого Кременчуцького водосховища у 2,3 рази перевищував його вміст у печінці (табл. 5.6) [367]. Високий вміст загального білка у білих скелетних м'язах карася сріблястого у нагульний період може бути свідченням оптимальних екологічних умов і достатньої кількості природної кормової бази у середній частині Кременчуцького водосховища, які забезпечують підвищену функціональну діяльність печінки у забезпеченні високого рівня пластичного обміну в організмі, пов'язаного з ростом риби. Більш низький вміст загального білка в печінці, на наш погляд, обумовлений можливим його використанням у цей період в процесах генеративного обміну.

У той же час у м'язах карася спостерігалось збереження накопиченого в період нагулу білка і протягом зимівлі, свідченням чого є встановлений майже однаковий його вміст у м'язах риб у переднерестовий період.

Таблиця 5.6

**Вміст загального білка, ліпідів і глікогену в печінці та у білих скелетних м'язах карася сріблястого Кременчуцького водосховища у нагульний та попереднерестовий періоди річного циклу ( $M \pm m$ , мг/г сирової маси тканини,  $n=5$ )**

Період відбору проб	Білок		Ліпіди		Глікоген	
	М'язи	Печінка	М'язи	Печінка	М'язи	Печінка
Нагульний, 2020 р.	180,2±12,1	80,0±7,9	11,2±1,89	134,5±16,8	83,8±11,3	124,9±23,7
Переднерестовий, 2021 р.	172,3±5,6	154,8±11,0	18,5±2,2	40,4±3,9	73,9±11,4	254,5±8,9

Проте навесні в печінці сріблястого карася загальний вміст білка перевищував його значення, отримані в період нагулу восени, на 93,6%. Це може свідчити про те, що у переднерестовий період відбувається підвищення білоксинтезуючої функції печінки, спрямованої на поповнення компонентів білка у складі жовтка яйцеклітин статевозрілих особин на завершальній стадії (вітелогенезу) формування гамет та для забезпечення успішного нересту. Про участь печінки у процесах дозрівання статевих продуктів самиць карася сріблястого у переднерестовий період свідчить і більш низький (на 11,7%) вміст загального білка в печінці, порівняно з м'язами.

Висока інтенсивність перебігу біосинтетичних процесів в організмі сріблястого карася у цей період можлива лише за наявності у водоймі достатньої кількості кормових об'єктів для його живлення та відповідних екологічних умов для забезпечення процесів життєдіяльності організму.

У нагульний період в печінці сріблястого карася встановлено значний вміст загальних ліпідів, який у 12 разів перевищував його значення у білих скелетних м'язах, що може бути свідченням підвищення у цей період її ліпидоутворюючої функції. Це обумовлено накопиченням в жирових депо організму достатньої кількості енергетичних резервів, необхідних для забезпечення пластичного обміну і росту риб у нагульний період, використання певної частки ліпідів в пластичному обміні, приймаючи участь в процесах утворення жовтка яйцеклітини самиць, а також для успішної зимівлі та процесів дозрівання статевих продуктів у переднерестовий період і самого процесу нересту.

Слід зазначити що після зимівлі у переднерестовий період загальний вміст ліпідів у м'язах карася сріблястого на 64,7% перевищував значення, встановлені нами у нагульний період. Проте їх загальний вміст в печінці сріблястого карася у переднерестовий період виявився у 3,3 рази нижчим, порівняно з даними, які спостерігались в період нагулу.

Отримані результати можуть бути пов'язані із значним використанням організмом сріблястого карася енергетичних резервів в період зимівлі та навесні, в процесі дозрівання статевих продуктів. При цьому загальний вміст ліпідів в печінці карася сріблястого у цей період у 2,2 рази перевищував значення, порівняно з м'язами. Крім того, не виключена вірогідність витрат певної частки енергетичних резервів організму карася в період зимових міграцій у пошуках корму, особливо за дещо підвищених температур водного середовища.

Значну роль у процесах енергозабезпечення організму карася сріблястого відіграє глікоген, вміст якого в печінці у нагульний період на 48,9% перевищував значення, встановлені нами у м'язах. У риб визначається легка мобілізуємість і відновлюваність вуглеводних резервів та здатність протягом короткого проміжку часу вивільнювати значну кількість енергії. Проведеними дослідженнями встановлено два максимуми у вмісті глікогену в печінці карася сріблястого.

Синтезований печінкою глікоген, який характеризується високоенергетичними властивостями, приймає участь у енергетичному забезпеченні не лише процесів росту, а й різноманітних процесів життєдіяльності

всього організму в різні періоди життєвого циклу та адаптації риб до зміни екологічних умов навколишнього середовища. Певна частина синтезованого глікогену риби перетворюють у жир, який зосереджується в печінці і у м'язах.

Накопичений глікоген м'язів слугує резервним джерелом енергії для їх функціонування в період міграцій у водному середовищі.

У переднерестовий період вміст глікогену у м'язах виявився дещо нижчим (на 13,3%), у той час, як у печінці його вміст фіксувався вдвічі вище, порівняно з періодом нагулу. При цьому навесні вміст глікогену в печінці карася сріблястого у 3,4 рази перевищував величини, встановлені у цей період у м'язах. Високий вміст глікогену в печінці сріблястого карася в переднерестовий період може бути результатом його біосинтезу з продуктів розпаду білково-ліпідних комплексів м'язів [264].

Отже, всі ці зміни вмісту в органах і тканинах карася сріблястого можуть бути свідченням високої активності біосинтетичної функції печінки у забезпеченні організму високоенергетичними резервними речовинами на заключній стадії дозрівання статевих клітин і в процесах нересту.

## РОЗДІЛ 6.

### ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РИБ З РІЗНИМ ТИПОМ ЖИВЛЕННЯ ТА РІЗНИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ

#### 6.1. Порівняльна характеристика показників білкового, ліпідного та вуглеводного обміну риб з різним типом живлення та в різних умовах існування

Глобальне потепління, яке спостерігається протягом декількох останніх років, і прогнозується вченими на наступні роки, суттєво вплинуло на термічний і льодовий режим водойм Дніпра, а, відповідно, й на перебіг численних внутрішньоводоймних процесів, які відбуваються в них [25, 83].

Підвищення температури повітря, яке прогнозується сценаріями глобального потепління, зумовлює суттєве збільшення максимально можливого випаровування води, особливо у водосховищах, що може суттєво позначитися на різних процесах життєдіяльності водних організмів, у тому числі і риб, та на розвиток і ріст кормових організмів. У зв'язку з чим, глобальне потепління клімату завдає значний деструктивний вплив на більшість біологічних систем. Все це може мати негативний вплив на біо- та рибопродуктивність водойм у цілому.

Особливої уваги у цьому аспекті заслуговують питання, які стосуються впливу зміни екологічних умов на фізіологічний статус риб, які населяють водосховища дніпровського каскаду. Одним з інтегральних показників фізіологічного стану риб є обмін речовин, який визначається за вмістом в органах і тканинах білків, ліпідів, вуглеводів тощо.

Аналіз літературних джерел з цієї проблеми свідчить про недостатність інформації щодо сучасного стану іхтіофауни водосховищ дніпровського каскаду за умов поєданого впливу на організм риб глобального потепління та антропогенних чинників.

В доступних джерелах інформації існують лише дані фізіолого-біохімічних досліджень, спрямованих на вивчення фізіологічного статусу окремих видів риб,



що населяють водосховища дніпровського каскаду. Так, зокрема представлена більш рання інформація щодо вмісту загальних ліпідів у м'язах деяких видів риб Кременчуцького водосховища [140], а також щодо вмісту загального білка в тканинах ляща, плітки та щуки цього ж водосховища [8].

Більш детальна інформація щодо фізіолого-біохімічної характеристики промислово-цінних видів риб Сулинської затоки Кременчуцького водосховища представлена в монографічній роботі [211].

Одним з показників фізіологічного статусу риб та особливостей функціонування та окремих систем організм в різні періоди річного циклу є вміст в органах і тканинах загального білка. Дослідженнями встановлено, що вміст загального білка у білих скелетних м'язах ляща, плітки та судака в осінній період часу значно перевищувала показники вмісту білка в печінці (рис. 6.1). Так, загальний вміст білка у білих скелетних м'язах ляща з Київського водосховища [124] перевищував вміст білка в печінці на 63,8%, у м'язах плітки – на 147,1%, у м'язах судака – на 16,1%, а у м'язах окуня – на 111,7%.

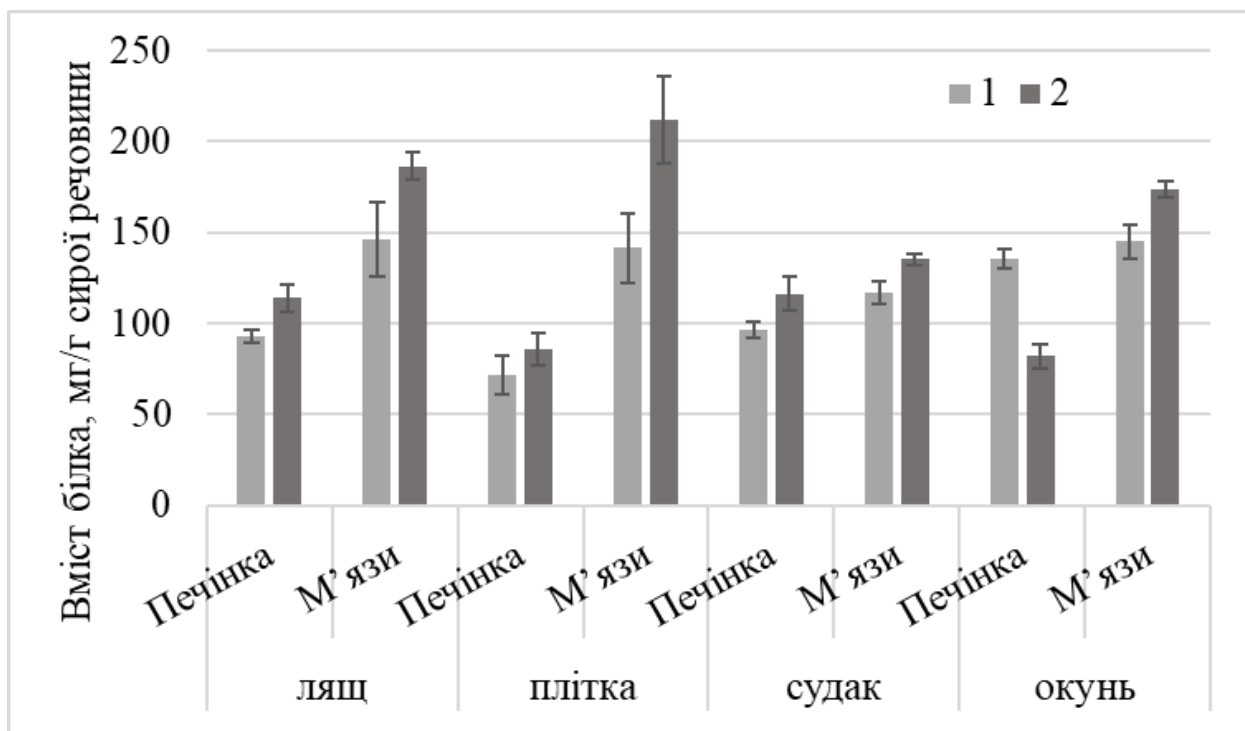


Рис. 6.1. Вміст загальних білків в печінці та м'язах риб Кременчуцького та Київського водосховищ ( $M \pm m$ , мг/г сирової тканини,  $n=5$ ).

Примітка: 1 – Кременчуцьке водосховище, 2 – Київське водосховище [124].

При порівнянні вмісту білка в печінці майже всіх видів риб можна відмітити, що в неї міститься менше білка у риб з Кременчуцького водосховища порівняно до Київського (рис. 6.1). В першу чергу, це свідчить що умови цього водосховища сприятливі накопиченню у печінці ліпідів та глікогену. Більш теплий температурний режим водойми в літній період дозволив риbam досягнути кращого фізіологічного стану в процесі підготовки до наступної зими. Безперечно стан кормової бази Кременчуцького водосховища має істотну роль, оскільки середня його частина достатньо мілководна порівняно з нижньою частиною Київського водосховища.

Окремо від інших досліджених видів риб стоїть окунь річковий. Цей вид більш холодноводний відноситься до бореального рівнинного комплексу, інші досліджені види – до понтокаспійського прісноводного. Вміст білка у печінці риб з Київського водосховища менший, що також пов'язано з накопиченням інших енергоємних сполук.

У м'язовій тканині спостерігаються ті ж закономірності по різниці у вмісті білка у різних видів риб, як і для печінки. Загальний вміст білка у білих скелетних м'язах ляща з Київського водосховища перевищував цей показник у ляща з Кременчуцького водосховища на 27,5%, у м'язах плітки – на 49,9%, у м'язах судака – на 15,8%, а у м'язах окуня – на 19,6%. Характерним є і те, що хижих видів риб з Київського водосховища менший вміст білка порівняно з бентосоядними видами риб – лящем та пліткою.

Незначна різниця в показниках вмісту загального білка у м'язах і в печінці окуня з Кременчуцького водосховища може бути свідченням його активного живлення і високої функціональної діяльності печінки в біосинтезі білка з компонентів їжі, яку він споживає. Проте, у риб, що населяють Київське водосховище, різниця за вмістом білків у печінці та м'язах істотна. Вірогідно, через більш ранню підготовку окуня до зими у печінці накопичуються більша кількість інших запасних речовин, зокрема ліпідів та глікогену, що проявилось на показнику білку в цьому органі.

Дещо більш високий рівень накопичення загального білка у білих скелетних м'язах ляща та плітки виявлено дослідженнями, проведеними у 2004–2005 рр. на рибах, що населяють Сулинську затоку і відкриту частину Кременчуцького водосховища [211]. Слід також зазначити, що в печінці цих видів риб в кінці нагульного періоду загальний вміст білка майже вдвічі перевищував показники, зареєстровані в печінці цих видів риб Кременчуцького водосховища у 2020 р. Вірогідно, це пов'язано з температурним режимом водойми, температура води в літній період під час проведення досліджень була нижчою на 1–3°C, ніж у 2020 р.

Одним з важливих показників, які також характеризують фізіологічний статус риб, є ліпіди, які поряд з білками та вуглеводами приймають участь у побудові клітинної мембрани і є обов'язковою складовою протоплазми. Крім того, ліпідам належить досить важлива роль в процесах обміну речовин, зокрема у енергетичному забезпеченні процесів життєдіяльності організму в різні періоди річного циклу, у тому числі і під час зимівлі.

Аналіз результатів досліджень (рис. 6.2), свідчить про неоднаковий вміст загальних ліпідів в печінці та білих скелетних м'язів ляща, плітки, судака та окуня, які населяють Кременчуцьке та Київське водосховища [365].

Найбільший вміст загальних ліпідів виявлений в печінці та в білих скелетних м'язах плітки. Це пояснюється особливістю біології цього виду. При цьому кількість загальних ліпідів в печінці плітки з Київського водосховища була меншою на 10,2%, ніж у риб з Кременчуцького водосховища. У деяких випадках зростання вмісту ліпідів може бути викликано значним переважанням в складі корму компонентів рослинного походження, яку споживає плітка. При цьому відбувається так звана жирова інфільтрація печінки. Це явище зазвичай також спостерігається за дії на риб підвищених температур [67]. У нашому випадку, саме температурні умови позначилися на ступені накопичення в органах і тканинах риб загальних ліпідів.

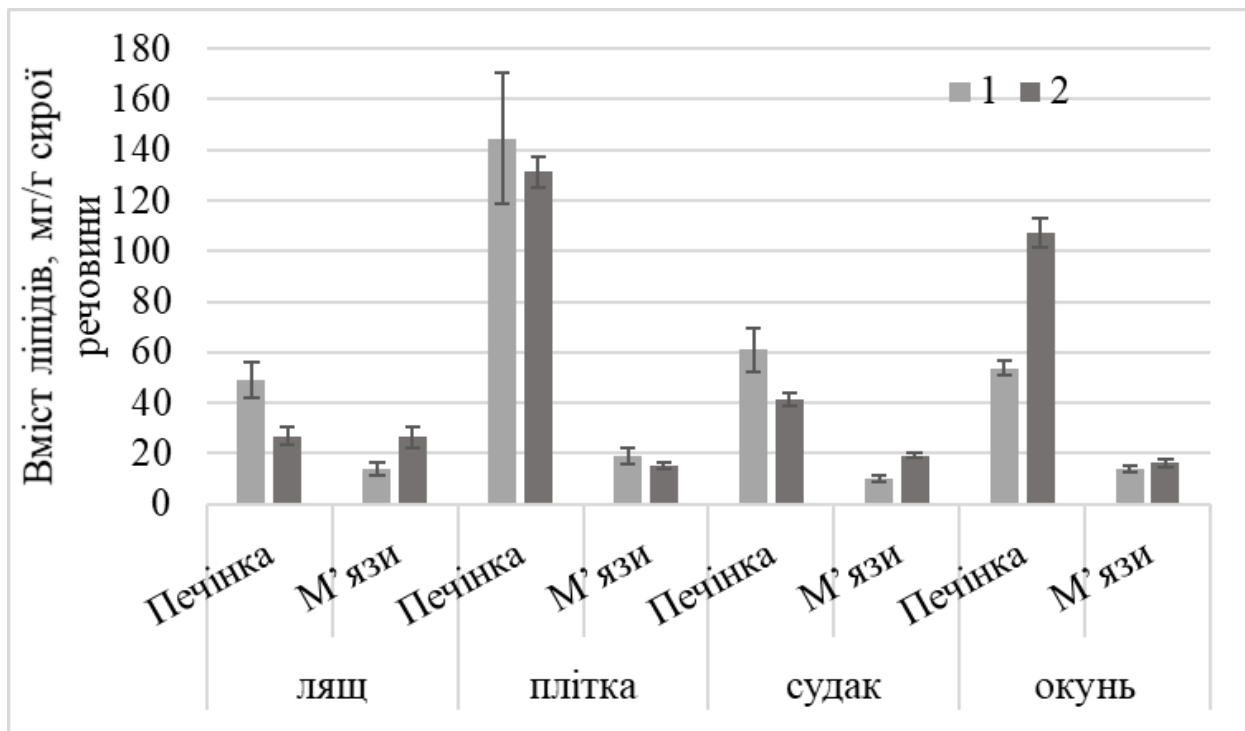


Рис. 6.2. Вміст загальних ліпідів в печінці та м'язах риб Кременчуцького та Київського водосховищ ( $M \pm m$ , мг/г сирової тканини,  $n=5$ ). Примітка: 1 – Кременчуцьке водосховище, 2 – Київське водосховище [124].

Так, у риб з Київського водосховища спостерігається тенденція до меншого накопичення ліпідів у печінці та м'язах. Це узгоджується з більшим вмістом білків у плітки з цієї водойми.

Більш, ніж вдвічі меншим виявився рівень вмісту загальних ліпідів в печінці судака, що також може свідчити про її достатньо високу ліпідуютворюючу функцію в період нагулу. Проте у білих скелетних м'язах цього виду нами зареєстровано найменший вміст загальних ліпідів. На наш погляд, це може бути пов'язано з більшою локомоторною активністю судака порівняно до інших видів. За рахунок цього організмом витрачається значна кількість жиру. Крім того, вміст загальних ліпідів в печінці судака з Кременчуцького водосховища на 46,2% був більшим, чим у риб з Київського водосховища.

Приблизно на однаковому рівні зареєстровані показники вмісту загальних ліпідів в печінці та білих м'язах ляща та окуня з Кременчуцького водосховища. Проте цей показник у м'язах цих видів риб був однаковим, але він був у 3-4 рази нижчим порівняно з печінкою. Ці показники, у цілому, відповідають

загальноприйнятими нормами для цих видів риби. Отримані результати співпадають з даними, зареєстрованими раніше в органах і тканинах ляща середньої частини Кременчуцького водосховища [68, 211]. Крім того, наші дані співпадають з результатами досліджень інших дослідників, якими встановлено, що загальний вміст ліпідів у м'язах ляща в середньому становить 1,8–4,5% [2, 112, 140, 225, 248, 306].

При порівнянні вмісту ліпідів у плітки, ляща та судака помітно, що більшість при низькому температурному режимі водойми (Київське водосховище) у них менше накопичуються ліпідів у печінці, але більше у м'язах.

Окунь знову відрізняється від інших досліджених видів за ступенем накопичення ліпідів як у печінці, так і м'язах. У риби з Київського водосховища в печінці вміст ліпідів переважає у 2,0 рази, а у м'язах на 16,2% порівняно до окуня з Кременчуцького водосховища.

Слід зауважити, що за даними [211] у відкритій частині Кременчуцького водосховища у 2004–2005 рр. загальний вміст ліпідів у м'язах ляща і плітки був майже вдвічі нижчим, порівняно з показниками, отриманими у 2020 р, а вміст загальних ліпідів в печінці цих видів риби знаходився приблизно на такому ж рівні. Що також свідчить про вплив температурних умов на ступінь накопичення ліпідів у тканинах цих видів риби. Крім того, за певних температурних умов та наявності у водному середовищі достатньо високого рівня кормових організмів для риби ними відбувається інтенсивне споживання корму з значним вмістом жиру, який відкладається у черевній порожнині риби та печінки.

Важлива роль в процесах енергетичного обміну у риби належить глікогену, котрий є основним енергетичним компонентом білої скелетної мускулатури. Його специфікою є легка мобілізованість і швидке відновлення, а також здатність звільняти велику кількість енергії протягом короткого проміжку часу. Відомо також, що основним депо глікогену в організмі риби є печінка і м'язи. Встановлено, що у деяких видів риби вміст глікогену в печінці може досягати 10–15%, а у білих скелетних м'язах його вміст у нормі підтримується на рівні 1,5% [20].

За вмістом глікогену досліджені види риби різних водосховищ розподілилися на дві групи. Перша – бентосоїдні (плітка, лящ), у яких його кількість у печінці більша у риб з Кременчуцького водосховища порівняно з Київським [124]. Друга група – хижі види, які більше накопичують глікоген як у печінці, так і в м'язах за дещо нижчою температурою води за вегетаційний період.

Серед досліджених видів риб з Кременчуцького водосховища найбільш високий вміст глікогену виявлено в печінці ляща та плітки (9,5–12,5%) та у їх білих скелетних м'язах (4,0–4,6%), а менший - в печінці судака і окуня (8,6%) та в білих скелетних м'язах (2,3–2,8%) (рис. 6.3).

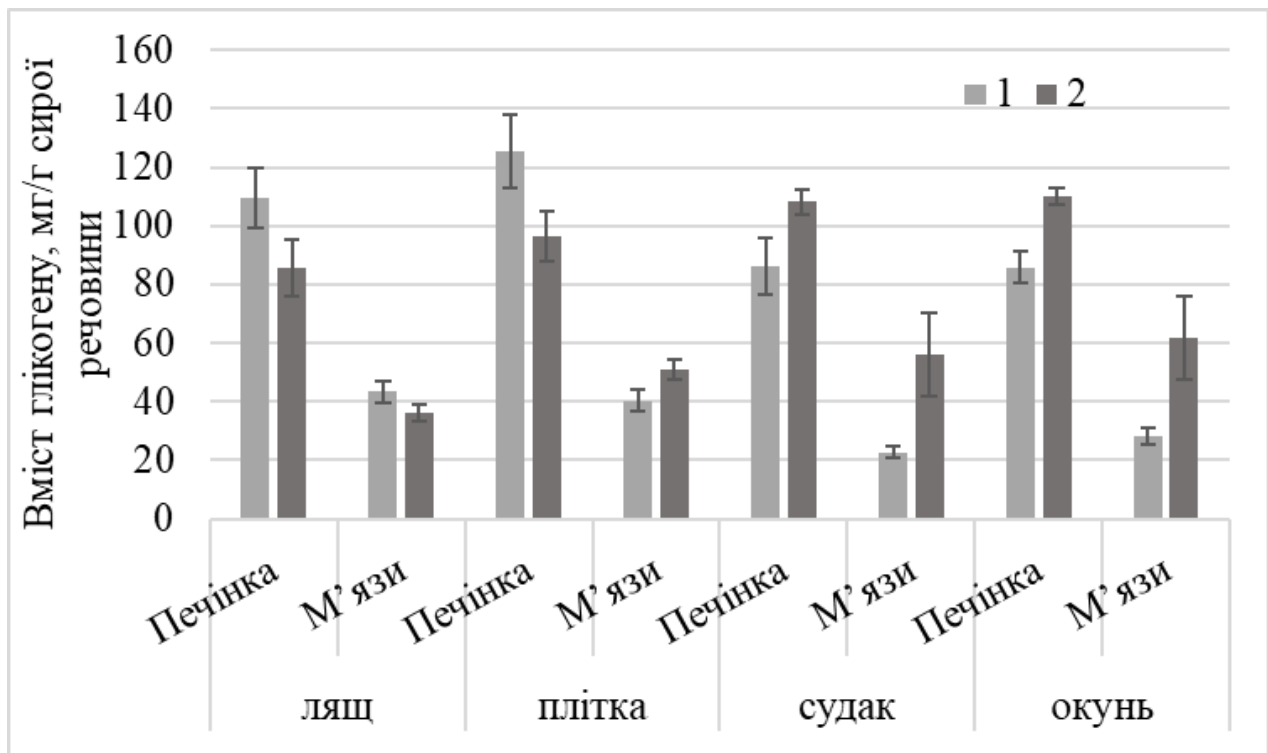


Рис. 6.3. Вміст глікогену в печінці та м'язах риб Кременчуцького та Київського водосховищ ( $M \pm m$ , мг/г сирової тканини,  $n=5$ ).

Примітка: 1 – Кременчуцьке водосховище, 2 – Київське водосховище [124].

Найбільший вміст глікогену у печінці був у судака та окуня (10,8–11,0%) та у м'язах (5,6–6,2%) риб, що населяють Київське водосховище. У ляща та плітки з цього водосховища містилось 8,5–9,6% в печінці та 3,6–5,1% у м'язах. Безперечно, крім температурного режиму водойми на вміст глікогену у тканинах бентосоїдних видів риб, впливає стан кормової бази. Але для хижих видів риб

останній чинник є малодійним, оскільки для них кормова база була достатньою як У Кременчуцькому, так і Київському водосховищах.

Плітка та лящ з Київського водосховища порівняно з Кременчуцьким були менш підготовлені для наступної зими за накопиченням як ліпідів, так і глікогену.

Особливо помітна різниця між різними видами риб за біохімічної відповіді на підвищення температури води за калорійністю їх тканин. Для представників понтокаспійської прісноводної фауни (лящ, плітка та судак) характерним є більша калорійність печінки риб з більш тепловодного водоймища – Кременчуцьке (рис. 6.4).

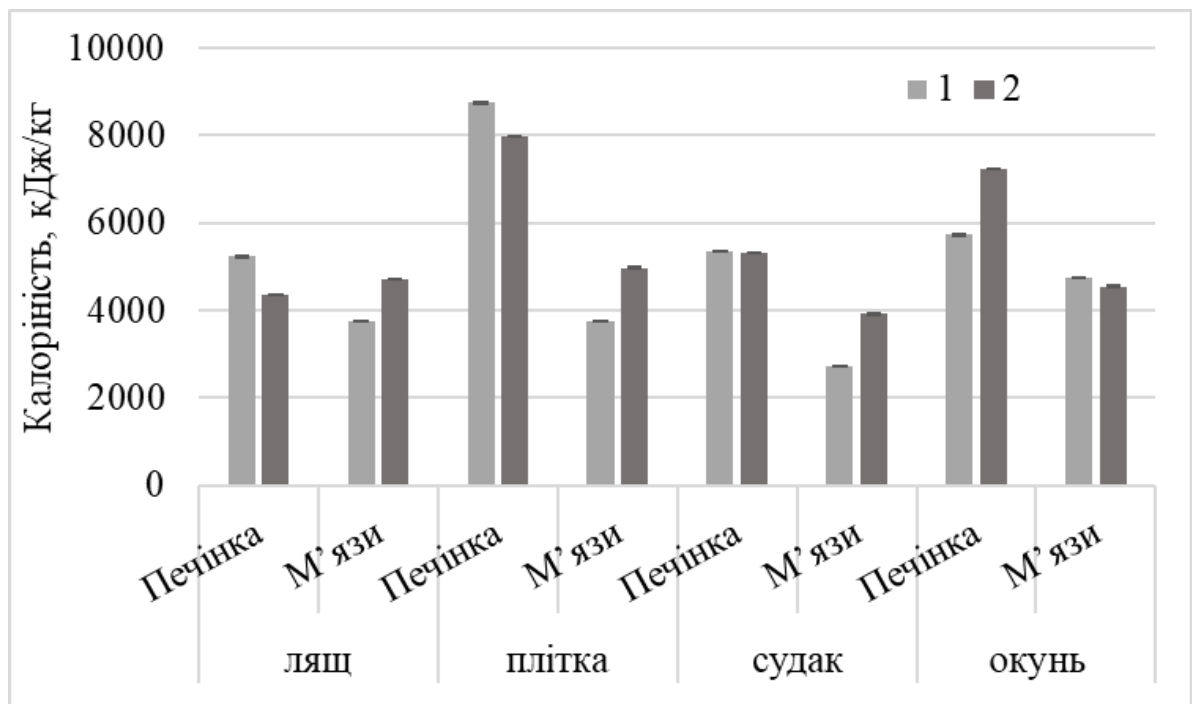


Рис. 6.4. Загальна калорійність тканин риб Кременчуцького та Київського водосховищ.

Примітка: 1 – Кременчуцьке водосховище, 2 – Київське водосховище [124].

Проте білі скелетні м'язи цих видів риб містять меншу кількість енергії за підвищених температур. Окремо, як вже вказувалося вище, за змінами цього показника стоїть бореальний вид – окунь річковий, у якого спостерігаються

протилежні іншим дослідженим видам закономірності. Він краще адаптується до екологічних умов за доволі низьких температур води.

За калорійністю риби розподілилися в таку низку – плітка>окунь> лящ, судак. У 2020 році ні в Київському, ні в Кременчуцькому водосховищі не спостерігалось екстремального підвищення температури води. Але вже деяке підвищення температури води в межах оптимуму позначилося на фізіологічному стані промислово-цінних видів риб. Безперечно потребуються подальші дослідження в цьому напрямку, оскільки за модельними експериментами відомо, що перевищення температури 27°C призводить до негативних явищ, а іноді до загибелі риб [24].

## **6.2. Фізіологічний статус риб з різним типом живлення Кременчуцького водосховища у нагульний період**

Одним з пріоритетних напрямків наукових досліджень в галузі природничих наук сьогодення є вивчення екологічного стану водойм комплексного і рибогосподарського призначення та біоти, яка їх населяє, у тому числі і іхтіофауни, за комплексного впливу глобального потепління та антропогенних чинників. Це пов'язано з тим, що вже зараз спостерігаються суттєві зміни температурного режиму водного середовища водойм різного типу, наслідком яких є значні порушення функціональної діяльності різних фізіологічних систем організму гідробіонтів, зниження їх продуктивних характеристик та інтенсивності росту тощо [135, 200].

Протягом останнього десятиріччя спостерігаються зміни глобального клімату, які проявляють суттєвий вплив на кліматичні умови формування стоку річок України, зумовлюючи зміни її поверхневих водних ресурсів [46, 134, 135,]. Не обминули проблеми у цьому аспекті і Кременчуцьке водосховище. На основі аналізу динаміки гідрологічного режиму в період з 2015 по 2020 рр. встановлено, що у зв'язку з низьким рівнем повеневих вод з верхнього Дніпра та з річок, які впадають у водосховище, рівневий режим у ньому не відповідає вимогам.



Серед забруднюючих речовин основними пріоритетними токсичними речовинами у Кременчуцькому водосховищі є важкі метали. Так, концентрація у воді цинку, марганцю, міді, нікелю кобальту та свинцю перевищувала гранично допустимі норми [149]. Зокрема у каскаді дніпровських водосховищ у 1998 р. виявлено 192 випадки високого забруднення (понад 10 ГДК), із них 189 випадків – важкими металами [94].

Зміна екологічних умов, викликаних глобальним потеплінням, для природного відтворення і вирощування риб, вимагає проведення глибоких моніторингових спостережень, спрямованих на встановлення особливостей перебігу метаболічних процесів, які відбуваються в організмі різних видів статевозрілих риб як в сезонному аспекті, так і в різні періоди річного циклу (нагулу, зимівлі, переднерестовий, нерестовий). Результати цих досліджень можуть бути відправною точкою для прогнозування можливих наслідків поєднаного впливу глобального потепління та антропогенних чинників водного середовища на стан іхтіофауни водойм різного типу.

Не дивлячись на актуальність даної проблеми, в літературних джерелах нами не виявлено відповідної інформації, яка стосується вивчення процесів обміну речовин в організмі статевозрілих особин різних видів риб Кременчуцького водосховища.

Враховуючи те, що обмін речовин в організмі риб залежить від екологічних чинників, на наш погляд доцільним є представлення інформації, яка характеризує динаміку рівневого і температурного режиму Кременчуцького водосховища восени 2021 р. (нагульний період).

У нагульний період 2021 р. рівень води у липні у водосховищі коливався в межах 80,6-80,9 м, у серпні – в межах 80,3-80,1 м, у вересні – в межах 79,9-79,7 м, у жовтні – в межах 79,5-79,2 м (за НПГ 81 м). Тобто, рівень води у липні знаходився нижче НПГ на 0,4-0,1 м, у серпні – на 0,7-0,9 м, у вересні – на 1,1 м, у жовтні – на 1,5-1,8 м.

Середньодобова температура води Кременчуцького водосховища у нагульний період 2021 р коливалась у межах: у липні – в межах 21-25 °С, у серпні – в межах 20-24 °С, у вересні – в межах 16-23 °С, у жовтні – в межах 11- 17 °С.

Одним з основних чинників, які впливають на процеси обміну речовин в організмі риб, є якісний та кількісний склад їжі. Відомо, що основну харчову цінність для риб-планктофагів являє представлена у водоймах біомаса фіто- і зоопланктону. Планктон багатий білками, ліпідами, а також мінеральними солями та амінокислотами, тобто всіма речовинами, необхідними для побудови організму водних тварин.

Кількість жиру у планктоні піддається значним сезонним коливанням, які, безперечно, відображаються на динаміці ліпідів в організмі риб.

Інтенсивність нагулу риби і накопичення в органах і тканинах ліпідів у повій мірі залежить від забезпеченості кормом. Існує тісний взаємозв'язок між жирністю риб і кількістю корму у водоймі. При цьому необхідно також враховувати фізіологічний стан риби в умовах споживання їжі (її доступність, температуру води, за якої відбувається споживання корму, газовий режим тощо). Крім того, забезпеченість риби кормом піддається коливанням залежно від року, сезону, регіону, який цей вид населяє, тощо [271].

Серед досліджених видів риб існують відмінності у спектрі живлення. Так, карась сріблястий живиться хірономідами, зоопланктоном, нитчастими і діатомовими водоростями, частинами водяних рослин. Лящ є типовим бентофагом, живлення якого здійснюється переважно донними безхребетними – ракоподібними, хірономідами, молюсками, водоростями, червами, личинками комах [150]. У період інтенсивного живлення і росту (травень-липень) лящ у значній мірі може споживати навіть детрит [75].

Плітка має широкий спектр живлення: нижчі і вищі рослини, молюски і личинки хірономід, планктонні організми, які у сумі складають 43-94% маси всієї їжі. Другорядне значення мають личинки комах, малоцетинкові черви, ракоподібні, кліщі тощо. У значній кількості зустрічається детрит [79].

Судак відноситься до хижих риб, тобто з низьким вмістом жиру [271]. Він живиться переважно молоддю коропових і окуневих риб [79]. Восени спектр живлення дорослого судака розширюється за рахунок власної молоді й характеризується високим рівнем нагодованості. Найвищі індекси вгодованості – навесні і восени.

У раціоні судака у весняний період виявлено 17 харчових компонентів серед яких 14 видів риб. Основу його живлення складають окунь, плітка, бичок, власна молодь [59]. Відомо також, що статевозрілі самиці судака живляться навіть у період нересту [193]. Спектр живлення судака складає тюлька, кілька, хамса, колюшка, укля, плітка, молодші вікові групи риб, мізиди, гамариди тощо.

Після нересту риб за оптимальних екологічних умов відбувається літній нагульний період, протягом якого спостерігається інтенсивне накопичення в органах і тканинах білка та їх ріст. У нагульний період обмін речовин в організмі статевозрілих риб спрямований на відновлення використаних в процесі нересту енергетичних резервів на соматичний і лінійний ріст, а також на депонування загальних ліпідів в порожнині тіла, в печінці і м'язах, максимальні величини яких виявляються в літній період. Протягом цього періоду в організмі риб відбувається основний приріст пластичних і енергетичних речовин. Тривалість періоду нагулу у риб різних екологічних груп і походження відрізняється. Протягом цього періоду відбувається білковий приріст і накопичення енергетичних резервів, а також значна частина приросту маси гонад. Цей період характеризується інтенсивним накопиченням в органах і тканинах риб значної кількості резервних речовин, необхідних для енергетичного забезпечення процесів життєдіяльності організму в зимовий період.

Встановлено, що період осіннього нагулу риб також характеризувався відносно високим рівнем білкового обміну в організмі практично всіх досліджених видів риб. При цьому найбільший вміст загального білка у білих скелетних м'язах виявлено у ляща та плітки, з середніми показниками 145,29 - 142,61 мг/г сирої маси тканини відповідно (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

**Вміст загального білка в органах і тканинах досліджуваних риб  
Кременчуцького водосховища у нагульний період річного циклу 2021 р.  
( $M \pm m$ , мг/г сирі маси тканини, n=5)**

Види риб	Білок, мг/г сирі маси	
	М'язи	Печінка
Лящ	145,29±7,36	108,24±8,26
Плітка	142,61±7,36	132,20±5,74
Судак	108,37±3,26	80,4±3,94
Карась сріблястий	135,47±5,91	131,13±8,30

Дещо нижчим виявився вміст загального білка у м'язах карася сріблястого – на рівні 135,37 мг/г сирі маси і найнижчим вміст загального білка реєструвався у м'язах судака.

Встановлений рівень накопичення загального білка у м'язах всіх досліджених видів риб Кременчуцького водосховища у цілому відповідає їх видовому статусу хімічного складу білих скелетних м'язів у цей період.

Отримані результати можуть свідчити про високий рівень білоксинтезуючої функції печінки досліджених видів риб у забезпеченні процесів пластичного обміну та росту риб, особливо в літній період. Проте, звертає увагу те, що у представників всіх досліджених видів риб вміст сумарного білка в печінці у різному степені виявився дещо меншим, порівняно з м'язами.

Так, вірогідно менше загального білка у печінці, порівняно з м'язами, виявлено у ляща (на 34,2%) та судака (на 34,8 %). Майже однаковий і високий вміст загального білка в печінці та у м'язах карася сріблястого може бути обумовлений високою функціональною діяльністю печінки у період літнього нагулу, яка була спрямована на забезпечення пластичного обміну в організмі та його росту.

Існує припущення про те, що більш низький вміст загального білка в печінці ляща, порівняно з м'язами, може бути обумовлений використанням значної частки білка у процесах визрівання статевих продуктів на різних стадіях трофоплазматичного росту ооцитів [177].

Крім того, за зниження температури води в кінці нагульного періоду спостерігається призупинення пластичного обміну (білкового росту) та перемикання обміну речовин на інтенсивне жиронакопичення [86, 123].

Відомо, що до складу оболонки жовтка яйцеклітини входять як білки, так і ліпіди. Доведено, що білки оболонок ооцитів, як і інші компоненти мембран, виділяються плазмою яйця. Білки і ліпіди жовтка, які зосереджені у його гранулах, синтезуються і поставляються переважно печінкою [172]. Поміж тим, існує точка зору про можливий біосинтез деяких білків самими ооцитами і оточуючими їх клітинами.

Отже, спектр білків і ліпідів та їх кількість в ооцитах значною мірою визначаються перебігом білкового і ліпідного обміну в організмі, тобто його фізіологічним станом [52].

Обмін речовин самого ооцита та печінки забезпечує біосинтез різноманітних запасних речовин, які згодом використовує ембріон для свого розвитку. До таких речовин належить, перш за все, глікоген, білки та ліпіди [12].

У інших видів риб, можливо процеси генеративного обміну протягом осіннього нагулу знаходились на завершальній стадії. Адже відомо, що у більшості видів риб процеси трофоплазматичного росту ооцитів на стадії вітелогенезу починаються восени (у жовні-листопаді місяці). Тривалість вітелогенезу в ооцитах пов'язана з особливостями нересту риб. Так, у риб з одночасним нерестом, зокрема у ляща, судака й плітки, процеси вітелогенезу спостерігаються восени за більш низької температури води, які потім інтенсифікуються у переднерестовий період за підвищеної температури води [222].

У карася сріблястого з порційним ікрометанням процес вітелогенезу відбувається на початку весни і продовжується після вимету першої порції ікри.

Слід також зазначити, що неоднаковий вміст в органах і тканинах риб загального білка може бути викликане різним впливом екологічних умов на процеси обміну речовин та наявністю у водному середовищі корму. Припускають, що в осінній нагульний період відбувається зниження інтенсивності білкового обміну та перемикання процесів обміну речовин на ліпідний обмін [123].

Ліпіди відіграють в організмі риб надзвичайно важливу роль. Фізіологічне значення ліпідів пояснюється тим, що вони є досить концентрованими, висококалорійними і найбільш зручними для депонування, а також є стійким і економічним джерелом енергії в організмі.

Особлива роль належить ліпідам в енергетичному забезпеченні процесів генеративного обміну, зокрема в період формування гамет, а також в процесах ембріонального і постембріонального розвитку організму тощо. По мірі зниження температури води восени швидкість білкового росту знижується і починається інтенсивне жиронакопичення. При цьому, якщо на початку і в середині нагульного періоду в депо організму в основному відкладаються триацилгліцерини, то в кінці його починається відкладання структурних ліпідів. З цією фазою накопичення фосfolіпідів тісно пов'язаний початок визрівання гонад.

У багатьох видів риб в період розвитку гонад вміст ліпідів в органах і тканинах знижується, оскільки жирові запаси організму витрачаються в процесі гаметогенезу. Ступінь зниження вмісту ліпідів залежить від інтенсивності розвитку гонад та від екологічних умов, в яких відбувається переднерестовий або нагульний період [273].

Крім білків, в процесах трофоплазматичного росту ооцитів суттєву роль відіграють ліпіди, зокрема фракція фосfolіпідів, оскільки відомо, що основну масу клітинних мембран становлять саме фосfolіпіди, які приймають участь у процесі формування клітинної оболонки внутрішньоклітинних мембран. Тому в процесі визрівання статевих продуктів до гонад надходить не лише синтезований печінкою білок оовітелін, а й певні фракції ліпідів [139].

Обмін речовин самого ооцита та печінки забезпечує біосинтез різноманітних запасних речовин, які згодом використовує ембріон для свого розвитку. До таких речовин належить, перш за все, глікоген, білки та ліпіди [12]. Тому у нагульний період в печінці риб відбувається біосинтез компонентів, необхідних для формування статевих продуктів, а також їх транспорт до гонад, де відбуваються процеси овогенезу, тобто дозрівання статевих клітин в організмі самиці. Цей період характеризується накопиченням в ооцитах поживних речовин, необхідних для подальшого розвитку ікри, викльову передличинок, росту личинок, та забезпечення їх високої життєстійкості. Такими поживними речовинами є білки, ліпіди, різноманітні макро- і мікроелементи, ферменти, які необхідні для перетворення резервних речовин жовтка в ембріон.

Вміст ліпідів в органах і тканинах риб має також суттєвий вплив на інтенсивність процесів сперматогенезу, оскільки біосинтез нуклеїнових кислот в сперматоцитах визначається величиною жирового запасу в організмі [287].

У процесі визрівання яєчників значну роль в метаболізмі риб відіграє печінка. На ранніх стадіях овогенезу в печінці, крім білків, відбувається накопичення ліпідів переважно у вигляді фракцій триацилгліцеринів і фосфоліпідів. Тому з початком вітелогенезу жирність печінки знижується.

Накопичені в органах і тканинах ліпідів, зокрема, триацилгліцерини слугують основним запасним енергетичним джерелом, які беруть участь у забезпеченні енергетичних витрат організму, особливо у тих випадках, коли енергетичні потреби організму вище екзогенного надходження енергії [203].

Послідовність використання жирових запасів у різних видів риб неоднакова. Так, у жирних риб для забезпечення процесів генеративного обміну у першу чергу використовуються ліпіди печінки. Доведено, що в цьому органі метаболічна активність ліпідів найвища. У подальшому використовується мезентеральний жир, жир сполучної тканини і лише потім – ліпіди м'язів.

Слід зазначити, що накопичення ліпідів відбувається у першу чергу і з найбільшою інтенсивністю у тих органах і тканинах, які найбільш швидко його витрачають. Відомо також, що ліпідам належить надзвичайно важлива роль в

енергетичному забезпеченні процесів пластичного та генеративного обміну і росту риб, а також різноманітних процесів життєдіяльності організму, особливо в зимовий період.

У багатьох видів риб обмін речовин після нересту супроводжується перебудовою обміну речовин у бік накопичення ліпідів. При цьому інтенсивність нагулу і рівень жирових запасів, якого досягає риба в кінці нагульного періоду, визначається масштабами енергетичних витрат організму [272].

Дослідженнями, проведеними восени, у нагульний період встановлено, що відносний вміст загальних ліпідів у білих скелетних м'язах практично всіх 4 видів представників статевозрілих риб Кременчуцького водосховища характеризувався більш низьким рівнем, порівняно з їх вмістом у печінці (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

**Вміст загальних ліпідів в органах і тканинах досліджуваних риб  
Кременчуцького водосховища у нагульний період річного циклу 2021 р.  
( $M \pm m$ , мг/г сирої маси тканини,  $n=5$ )**

Види риб	Ліпіди, мг/г сирої маси	
	М'язи	Печінка
Лящ	4,61±0,38	31,09±4,41
Плітка	12,27±2,23	88,89±9,01
Судак	65,25±8,71	105,63±6,44
Карась сріблястий	6,26±0,82	62,26±6,24

Серед досліджених видів риб найбільший вміст загальних ліпідів у м'язах виявлено у судака, який досягав 65,25 мг/г сирої маси тканини. У м'язах інших видів риб, зокрема, у плітки вміст загальних ліпідів виявився у 5 разів нижчим, порівняно з його вмістом у м'язах судака. Найнижчий вміст загальних ліпідів зафіксовано у м'язах ляща та карася сріблястого.

Значне накопичення жиру у м'язах припадає на більш холодні періоди нагульного сезону і відбувається у різні роки або відразу після нересту, або у



другій половині нагульного періоду. Проте високий рівень жиронакопичення в органах і тканинах риб спостерігається за оптимальних екологічних умов, які сприяють інтенсивному живленню, та за наявності у водоймі у достатній кількості для даного виду якісного корму. Зокрема, найбільш інтенсивний біосинтез жиру в печінці коропа спостерігається в кінці липня - на початку серпня при вирощуванні в ставах [90].

Більш високий вміст загальних ліпідів у м'язовій тканині риб спостерігається восени порівняно з весняним періодом, що обумовлено температурним режимом та інтенсивністю живлення риби [127].

Інтенсивне жиронакопичення за більш низьких температур викликане підготовкою організму до умов зимівлі за переходу організму на ендогенний тип живлення і забезпечення всіх процесів життєдіяльності.

За зниження температури води в період, коли гонади знаходяться на III стадії зрілості, продовжується зменшуватись кількість порожнинного жиру, а також вміст загальних ліпідів в печінці і м'язах, які витрачаються на забезпечення процесів генеративного обміну.

Значно більш високим виявився вміст загальних ліпідів в печінці досліджених видів риб. Найбільш високим рівнем накопичення загальних ліпідів у печінці також характеризувався судак. Дещо нижчим (в середньому на 22%) виявився вміст загальних ліпідів в печінці плітки. Загальний вміст ліпідів у карася сріблястого виявився на 75% нижчим порівняно з показниками, які реєстровані у печінці судака. Найменший вміст загальних ліпідів встановлено в печінці ляща.

Звертає увагу і той факт, що вміст загальних ліпідів в печінці судака, плітки, карася сріблястого та ляща перевищував рівень їх накопичення у м'язах на 61,8%, у той час як в печінці плітки, карася та ляща – майже у 5-7 разів.

Неоднаковий вміст загальних ліпідів у м'язах та в печінці різних видів риб може бути обумовлений наявністю у водному середовищі достатньої кількості корму відповідної якості та екологічними умовами, а також видовою специфікою обміну речовин в організмі риб, які визначають рівень перебігу метаболічних процесів, пов'язаних з ліпидоутворюючою функцією печінки.

Отже, отримані дані польових і експериментальних досліджень свідчать про те, що протягом осіннього нагульного періоду в організмі риб спостерігається інтенсифікація процесів ліпідного обміну, зокрема значний рівень ліпидоутворюючої функції печінки, в якій також відбувається значне накопичення синтезованих нею ліпідів, які необхідні для енергетичного забезпечення процесів генеративного обміну на стадії трофоплазматичного росту ооцитів та процесів життєдіяльності організму в період зимівлі.

Інтенсивність нагулу риби і накопичення в їх органах і тканинах ліпідів у значній мірі залежить від забезпеченості кормом. Існує тісний взаємозв'язок між жирністю і кількістю корму у водоймі. При цьому необхідно враховувати фізіологічний стан риби та умови споживання нею корму, його доступність, температуру води, газовий режим, коливання рівня води тощо [272].

При цьому інтенсивність нагулу і рівень жирових запасів організму риб визначається масштабами енергетичних витрат. Добре відомо, що ліпіди поряд з білками є структурною основою клітинних органел і мембран, а також нервових волокон тощо і визначають спрямованість та упорядкованість ферментативних реакцій в клітинах.

Інтенсивний біосинтез жиру в печінці в літній період характерний для риб з швидким ростом, які живляться повноцінними кормами, так і для риб, які живляться їжею рослинного походження і характеризуються низьким темпом росту. При цьому швидкість біосинтезу ліпідів в печінці риб у значній мірі визначається температурними умовами. По мірі зниження температури води вміст загального жиру в печінці різко знижується і його витісняє глікоген, вміст якого в умовах теплих вод у зимовий період досягає 18-20%, а з високої температури знижується до 2-3%. Тобто, в осінній період за зниження температури води відбувається зміна «жирового обміну» на «вуглеводний» [89, 124, 127]. Цей процес супроводжується зниженням вмісту загальних ліпідів в печінці, що викликає зростання її маси.

У кінці нагульного періоду риби зазвичай накопичують в печінці і м'язах максимальну кількість жиру і глікогену [272].

Значна роль в енергетичному забезпеченні процесів життєдіяльності організму риб, особливо в період зимівлі, належить глікогену. У період осіннього нагульного періоду вміст глікогену у м'язах риб зазвичай дещо зростає, порівняно з нерестовим періодом.

Проведеними дослідженнями встановлено неоднаковий рівень його накопичення в печінці і у білих скелетних м'язах різних видів риб (табл. 6.3).

*Таблиця 6.3*

**Вміст глікогену в органах і тканинах досліджуваних риб  
Кременчуцького водосховища у нагульний період річного циклу 2021 р.  
( $M \pm m$ , мг/г сирої маси тканини,  $n=5$ )**

Види риб	Глікоген, мг/г сирої маси	
	М'язи	Печінка
Лящ	19,51±1,60	84,40±3,69
Плітка	28,08±2,79	102,62±7,31
Судак	16,50±1,27	102,47±3,41
Карась сріблястий	78,32±13,03	149,09±12,17

Серед досліджених видів риб найбільш високий вміст глікогену виявлено у м'язах карася сріблястого, і значно нижчі показники у інших досліджуваних видів риб – у 2,8 рази менше – у м'язах плітки, у 4 рази – у ляща, та у 4,7 рази – у судака.

Неоднаковий вміст глікогену у м'язах різних видів риб, ймовірно значною мірою пов'язаний з кількістю та якістю спожитого рибою корму, а також з внутрішніми потребами організму у використанні цього енергетичного компоненту й забезпеченні процесів життєдіяльності риб, особливо в період зимівлі.

Значно більш високий рівень накопичення глікогену реєструвався в печінці, порівняно з м'язами всіх досліджених видів риб.

Найбільш високий вміст глікогену також виявився в печінці карася сріблястого. На 46% менше встановлено вміст глікогену в печінці плітки та судака, на 76,5% та 84% – в гепатопанкреасі ляща.

Крім того, звертає увагу те, що вміст глікогену в печінці всіх досліджених видів риб суттєво перевищував її значення, встановлені у м'язах. Так, в печінці карася сріблястого вміст глікогену майже вдвічі перевищував його значення у м'язах, плітки – у 3,7 рази, судака – у 6,2 рази, у ляща – у 4,3 рази.

Отримані результати досліджень свідчать про високий рівень глікогензапасаючої функції печінки різних видів риб Кременчуцького водосховища протягом осіннього нагульного періоду, що є досить важливим для енергетичного забезпечення процесів життєдіяльності організму риби у зимовий період та в період нересту.

### **6.3. Порівняльна характеристика фізіологічного стану риби за різних кліматичних умов**

Температура один із найважливіших абіотичних чинників як наземного, так і водного середовища [208]. Її зміна впливає не лише на швидкість протікання хімічних реакцій, але й визначає загальний фізіологічний стан організму. Для риби навіть незначні коливання цього показника можуть викликати значні зміни в метаболізмі [324].

Підвищення температури води зумовлює суттєве збільшення випаровування води, особливо у водосховищах, що також може істотно позначитися на різних процесах життєдіяльності водних організмів, у тому числі і риби, та на розвиток і ріст кормових організмів. У зв'язку з чим, глобальне потепління клімату завдає значний деструктивний вплив на більшість біологічних систем. Все це може мати негативний вплив на біо- та рибопродуктивність водойм у цілому.

Кліматичні зміни змушують живі організми формувати компенсаторні механізми до дії несприятливого чинника. У першу чергу, це проявляється у зміні ферментативної активності багатьох біохімічних реакцій та вмісті накопичених запасних речовин [274].

Особливої уваги заслуговують питання, які стосуються впливу екологічних умов на фізіологічний статус риб, які населяють водосховища дніпровського каскаду. Одним з інтегральних показників фізіологічного стану риб є обмін речовин, який визначається за вмістом в органах і тканинах білків, ліпідів, вуглеводів тощо.

В останній час інтерес до проведення таких досліджень набуло великого значення. Це пояснюється тим, що за допомогою цих показників можна отримати узагальнюючу характеристику стану організму в конкретних умовах існування і також екологічні умови окремої водойми. Також за результатами таких моніторингових досліджень можливі певні вирішення проблем по встановленню збитків від негативної дії антропогенних чинників, які в останні роки набули істотного значення.

Температура води при проведенні лову риб на початку жовтня 2021р. була 8–10°C. Але протягом вегетаційного періоду вона суттєво відрізнялась у двох водосховищах. Так, середня температура води в весняно-літній період на ділянках Кременчуцького водосховища була в 2021 р.: травень – 14°C, червень – 19,8, липень – 24,6, серпень – 22,3, вересень – 15,9°C. Відповідно на ділянці Каховського водосховища середня температура води була в 2021 р.: 14,8°C, 19,2, 24,6, 24,2, 17,0°C (рис. 6.5).

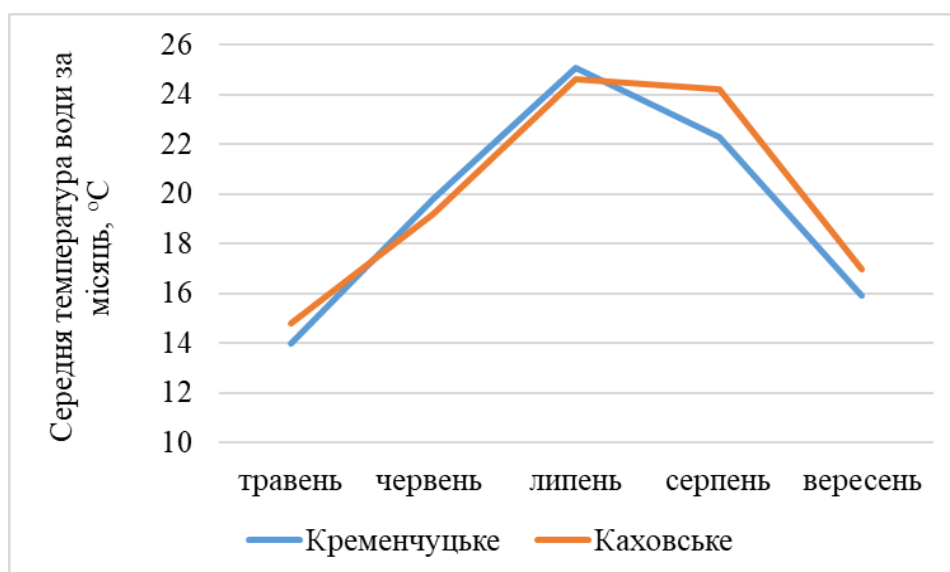


Рис. 6.5. Середня температура води на досліджених ділянках Кременчуцького

та Каховського водосховища протягом вегетаційного періоду.

До липня місяця температура води у Кременчуцькому водосховищі дещо переважала її значення у Каховському водосховищі. Але протягом серпня-вересня вона була істотно нижче на ділянках Кременчуцького водосховища.

За хімічним складом у Кременчуцькому водосховищі дещо нижча рН середовища порівняно до Каховського водосховища. За концентрацією азотних та фосфорних сполук вода у водосховищах суттєво не відрізняється, тобто антропогенних вплив майже однаковий. Перевищення ГДК вільного аміаку, йонів амонію, нітритів, фосфору фосфатів не спостерігалось (табл. 3.2, 3.3). За іншими показниками води також можна стверджувати, що риби не підлягали істотному впливу несприятливих чинників, а їх фізіологічний стан, в першу чергу, залежав від температури води у вегетаційний період.

За біомасою фітопланктону, зоопланктону та бентосу досліджені ділянки Кременчуцького та Каховського водосховища можна вважати середньо кормними [110, 153].

Середня біомаса кормових організмів у 2021 р. становить: Кременчуцьке водосховище – від 0,035 до 1,231 мг/дм<sup>3</sup> фітопланктону, від 0,09 до 0,735 г/м<sup>3</sup> зоопланктону, до 2,44 г/м<sup>2</sup> м'якого макрозообентосу та від 0,327 до 2,433 г/м<sup>2</sup> молюсків; Каховське водосховище – 0,009 – 7,947 мг/м<sup>3</sup> фітопланктону, 0,001-0,444 зоопланктону та до 10,0 г/м<sup>2</sup> м'якого макрозообентосу. Домінуючими видами фітопланктону були синьо-зелені та діатомові водорості, а зоопланктону – гіллястовусі.

Екологічні фактори, зокрема температура води, істотно впливають на обмін речовин у риб. При чому саме температурний чинник має визначальне значення для живлення риб, їх росту та ступеню накопичення запасних речовин в органах та тканинах. З пониженням температури води пластичний обмін сповільнюється. Риби, які знаходяться в задовільних умовах продовжують рости, на що витрачаються енергетичні ресурси і значного запасання енергоємних речовин ще не відбувається.

Глікоген є необхідним матеріалом для життєдіяльності риб, він переважно накопичується у печінці, яка є основним джерелом глюкози у крові. Кількість глікогену залежить від фізичних, хімічних та біологічних чинників, з якими зіткнулась риба [329]. Мінімальна кількість глікогену в тканинах спостерігається влітку, а максимальний його вміст у вересні-жовтні місяці [302]. Несприятливі або стресові чинники оточуючого середовища викликають зниження запасів глікогену з початку в печінці, а потім в м'язах.

В зв'язку з різним температурним режимом досліджених ділянок в м'язах плітки та ляща з Каховського водосховища накопичилась менша у 2,3 кількість глікогену (рис. 6.6). Риби з цього водосховища перебували в стані росту, а глікоген витрачався на енергетичні потреби. Судак та карась сріблястий з різних водойм за вмістом глікогену у м'язах не відрізнялися, а у плоскирки спостерігався підвищений вміст.

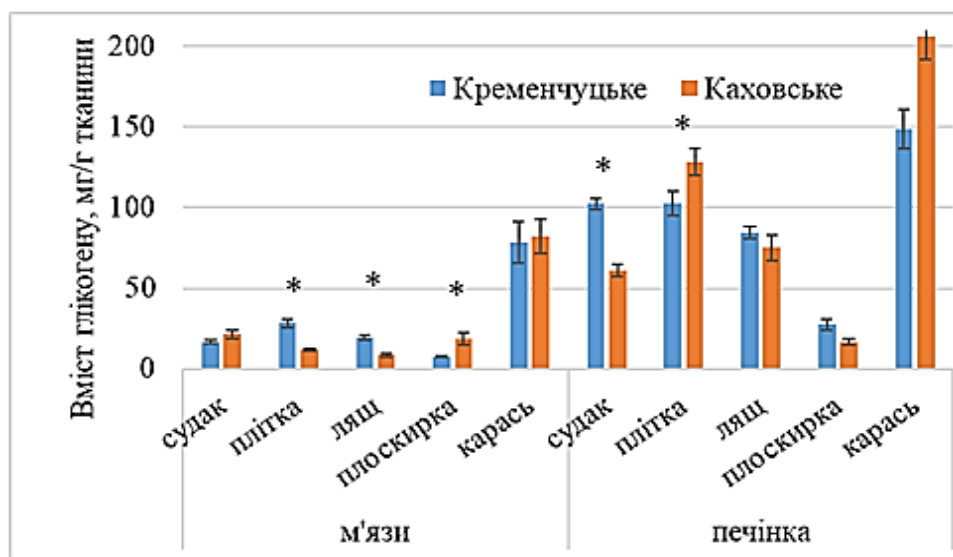


Рис. 6.6. Вміст глікогену у білих м'язах та печінці риб з ділянок Кременчуцького та Каховського водосховища,  $M \pm m$ ,  $n=8$ .

Примітка: \* – вірогідність  $P < 0,05$ .

За винятком карася сріблястого, у більшості видів риб вміст глікогену у печінці або був однаковим (плітка, лящ) або меншим (судак, плоскирка) у риб з Каховського водосховища. Таким чином, температурний режим водойм відобразився на вуглеводному обміні риб.

Ліпіди та жирні кислоти, що входять їх склад, є основними органічними компонентами риб та відіграють важливу роль як джерела метаболічної енергії [385]. Екологічні фактори, такі як сезон року, температура та стадія розмноження, впливають на вміст ліпідів в тканинах різних видів [338].

Як показали наші дослідження переважно у всіх вивчених видів риб вміст ліпідів у білих м'язах вірогідно не відрізнявся. Винятком був карась сріблястий, у якого вміст ліпідів в м'язах риб з Каховського водосховища у 4,1 рази вище порівняно з особинами з іншої водойми (рис. 6.7). Також був меншим вміст ліпідів у плоскирки з Каховського водосховища. Проте, в печінці накопичення ліпідів у всіх риб Каховського водосховища було вірогідно меншим. Це ще раз вказує, що риби через більшу температуру води в серпні та вересні на ділянці Каховського водосховища не закінчили підготовку до наступної зими. Карась же виявляв протилежні закономірності. Вірогідно в силу своєї більшої теплолюбності він знаходився на стадії закінчення річного циклу.

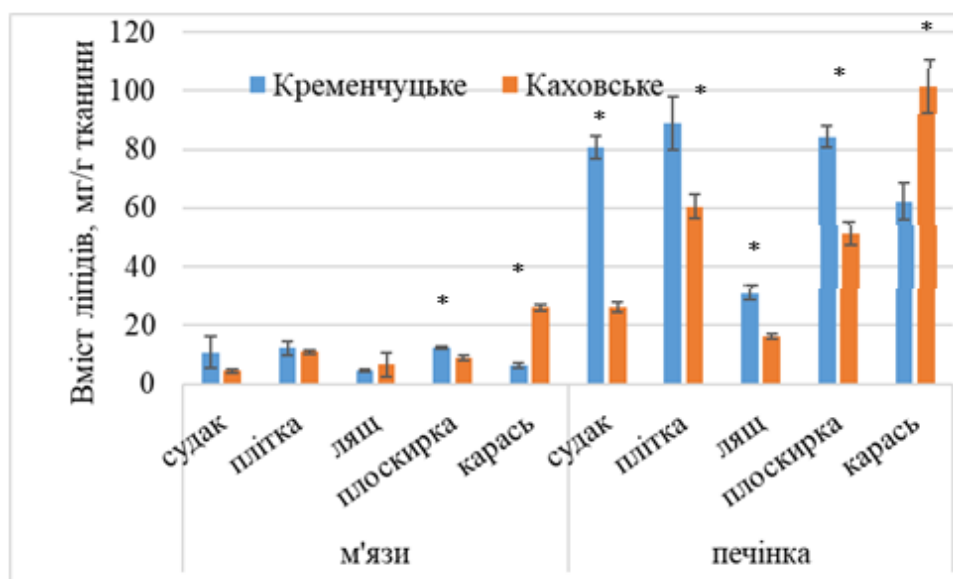


Рис. 6.7. Вміст ліпідів у білих м'язах та печінці риб з ділянок Кременчуцького та Каховського водосховища,  $M \pm m$ ,  $n=8$ .

Примітка: \* – вірогідність  $P < 0,05$ .

Одним із головних чинників, від яких залежить інтенсивність обмінних процесів риб є температура навколишнього середовища [294]. В процесі життєдіяльності риб білки виконують різноманітні функції, до яких входять



також енергетичне забезпечення організму. Використовуючи білки та амінокислоти як окиснювальний субстрат дозволяє компенсувати нездатність катаболізму ліпідів (Ballantyne, 2001). Так, при розчепленні 1 г білка виділяється приблизно 16,7 кДж енергії [155]. Очевидно, значне використання білка, як джерела енергозабезпечення, викликане зростаючими енергетичними потребами метаболічних процесів внаслідок збільшення температури зовнішнього середовища.

За нашими дослідженнями встановлено, що з вивчених видів риб лише у судака з Каховського водосховища спостерігається значне (у 1,9 рази) перевищення вмісту білку в білих м'язах порівняно до риб Кременчуцького водосховища (рис. 6.8). У плітки, ляща, плоскирки та карася сріблястого з Кременчуцького водосховища вміст білку у м'язах був більшим. Якщо для карася з Каховського водосховища менше накопичення білків у м'язах можна пояснити значним накопиченням інших енергетичних субстратів – глікогену та ліпідів, то у інших видів цього не спостерігалось.

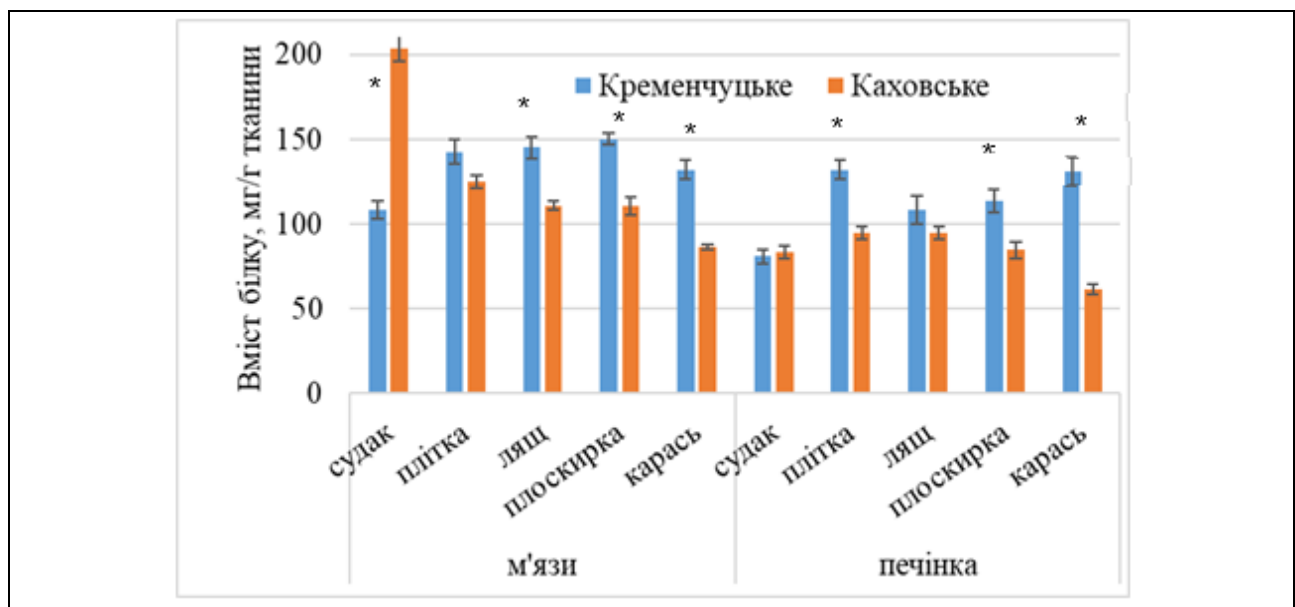


Рис. 6.8. Вміст білку у білих м'язах та печінці риб з ділянок Кременчуцького та Каховського водосховища,  $M \pm m$ ,  $n=8$ .

Примітка: \* – вірогідність  $P < 0,05$ .

В печінці риб Кременчуцького водосховища вміст білків був або однаковим з особинами Каховського водосховища (судак, лящ) або більшим (плітка, плоскирка, карась). Це ще раз підкреслює вплив екологічних чинників, і в першу чергу температури води протягом вегетаційного періоду, на ступінь накопичення запасних речовин.

Найбільш показовою за різних екологічних умов виявилася характеристика риби за калорійністю білих м'язів та печінки. Так, цей показник у м'язах судака з Каховського водосховища переважав його величину у риби з Кременчуцького водосховища у 1,6 разів (рис. 6.9). Проте, у печінці цього виду калорійність була нижче у 1,8 разів. Це свідчить, що цей хижий вид продовжував рости, а енергетичні ресурси витрачалися на підтримання підвищених темпів росту.

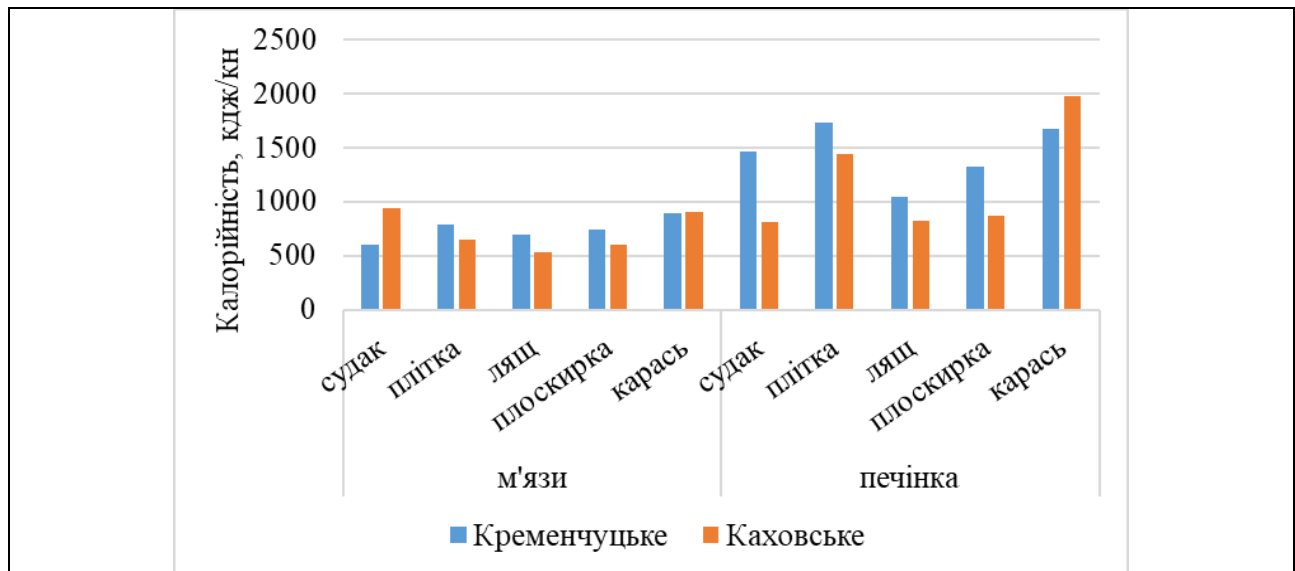


Рис. 6.9. Середня калорійність білих м'язів та печінки риби з ділянок Кременчуцького та Каховського водосховища,  $M \pm m$ ,  $n=8$ .

Карась сріблястий характеризувався іншими закономірностями. Якщо м'язи риби з різних ділянок не відрізнялися за калорійністю, то у печінці карася з Каховського водосховища вона була значно (на 18%) більшою [370]. Слід відмітити, що калорійність печінки карася була найбільшою серед всіх досліджених видів риби. Цей теплолюбний вид, незважаючи на досить теплий вересень, на початку жовтня місяця закінчує річний цикл та готується до майбутній зимівлі.

Інші види риби (плітка, лящ та плоскирка) з Кременчуцького водосховища характеризувалися більшими величинами калорійності м'язів та печінки порівняно до особин з Каховського водосховища. Більш прохолодний вересень примусив рибу раніше приготуватися до зими, що проявилось в більшому накопиченні енергетичних ресурсів у вигляді глікогену, ліпідів та білків.

## РОЗДІЛ 7.

### АНАЛІЗ ТА ОБГОВОРЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Дніпровські водосховища – унікальні техногенні об'єкти, екологічний стан яких формується під впливом складного комплексу чинників зовнішнього та внутрішнього походження. Кременчуцьке водосховище є водосховищем комплексного призначення з пріоритетом вироблення електроенергії та акумулювання поверхневого стоку. Проте воно ефективно використовується і має велике значення в рибогосподарській галузі, як одне із найпродуктивніших серед інших водосховищ дніпровського каскаду. Основа поповнення іхтіофауни водосховища – природне відтворення риб. Від ефективності нересту залежить повнота поповнення основних популяцій, які виступають сировинною базою риболовецького промислу. Затоки водосховищ дніпровського каскаду служать основними нерестовищами фітофільних видів риб. Однак вони, як мілководні ділянки, піддаються замуленню, а під час технологічних попусків, пов'язаних з роботою ГЕС, стають суходолами зі старицями, у яких масово гине риба від притискання кригою взимку, від задухи і рибоїдних птахів влітку. Добові коливання рівня води, які відбуваються під час попусків, особливо небезпечні у нерестовий період. Окрім цього, екологічні умови водосховищ (зміни температурного режиму, подекуди відсутність нерестового субстрату) порівняно з річковими, зумовили зміну початку нересту більшості видів риб на пізніші терміни. Зокрема, нерест щуки і сазана відбувається пізніше на дві-три декади, плітки, ляща і чехоні – на півтори, судака – на одну декаду. Змінилась тривалість нерестового періоду в деяких видів риб: у щуки, судака, плітки та окуня вона збільшилася на 5–10 днів, а у чехоні, ляща й сазана зменшилась на 10–15 днів.

Гідрологічний режим протягом періоду досліджень був нестабільним. У січні-лютому-грудні 2019-2021 рр. він сягав нижче 79 м Балтійської системи висот (БС), що спричинило осушення і промерзання нерестовищ; найкритичніше зменшення припало на 2019 р., коли рівень зменшився у лютому до 78,6 м БС та 2021 р., аномальним був і 2020 р., коли посуха на початку травня спричинила

сповільнення наповнення водосховища. Зниження рівня води нижче 79 м БС протягом квітня-першої половини червня призводить до осушення більшої частини нерестовищ. Також негативно впливає відсутність повільного зниження рівневого режиму на 1,5-2,0 м в липні-серпні [8]. Такі зниження рівня води на Кременчуцькому водосховищі не дають змогу рослинності відновлюватись на нерестовищах і до втрати цінних нерестових біотопів. Подібні явища також відмічені на інших водоймах з нестабільним рівневим режимом [11, 16, 22]. Не слід забувати і про забезпечення умов для пропуску повені водосховищами. Нормальне спрацювання рівня перед повеневими попусками становлять 77,5-78,0 м НПР до 1 березня. При незначному об'ємі повені, коли є загроза неповного заповнення об'єму водосховищ каскаду, спрацювання Кременчуцького водосховища встановлюється не нижче позначки 78,5 м; при середньому об'ємі – 77,5 НПР; при великому – спрацювання рекомендується здійснювати до 76,5-75,75 НПР [2, 8]. На жаль, такий режим енергетиками не виконується.

У цілому по водосховищі максимальний рівень в межах НПР  $\pm 20$  см підтримується з початку травня до серпня. Мінімальний рівень спостерігається в січні–березні (на 3-5 м нижче НПР). Річна амплітуда коливання рівня за рахунок змін запасів води у 2019-2021 рр. не сильно різнилась і складала  $\approx 3$  м.

Таким чином, рівневий режим Кременчуцького водосховища за даними останніх років (2019-2021 рр.) вказує на те, що існуюча схема експлуатації цього водосховища негативно впливає на відтворення рибних запасів і відновлення нерестовищ для основних видів риб. З урахуванням того, що природне відтворення є основним і єдиним джерелом поповнення популяцій туводних видів риб необхідно переглянути існуючі норми експлуатації водойми і зробити річний хід рівня максимально наближеним до оптимального для рибного господарства. Проте слід відмітити, що гідрологічний режим в період природного відтворення більшості представників цінних у господарському та природоохоронному відношенні видів у 2020 р. хоч і не відповідав оптимальним показникам, в цілому може бути охарактеризований, як задовільний. Виключення традиційно складають види, які масово нерестують до середини квітня такі, як щука, білизна,

в'язь. Однак, враховуючи достатньо низьку чисельність плідників цих видів, їх щільність на нерестовищах не перевищувала 20 екз./га, що певною мірою знівелювало негативний вплив скорочення нерестового фонду.

В останні роки особливого значення набувають дослідження кліматичних змін, як потужного чинника впливу на умови існування як окремих видів, так і біоценозів в цілому. В повній мірі це стосується і гідробіонтів, середовище мешкання яких хоч і має більш консервативний (у порівнянні з наземними екосистемами) характер, проте мінливість глобальних кліматичних індексів вносить свої корективи у продукційно-деструкційні процеси у водних екосистемах.

Процес природного відтворення, стан репродуктивної системи, дозрівання статевих продуктів й нерест риб значною мірою залежить від загального балансу нерестової температури – градусоднів. Станом на початок березня 2020-2021 р. температура води у Кременчуцькому водосховищі відповідала середньобагаторічним показникам і коливалася в межах 1,4-3,5°C. Стан гонад плідників у раньо- та середньонерестуючих основних промислових видів відповідали V – III стадії зрілості відповідно. У квітні сума градусоднів у 2020 і 2021 рр. була на рівні 226 °C та 241 °C відповідно. Ходові скупчення середньонерестуючих видів не відмічені. Вищий показник нерестової температури у 2021р. обумовлений аномальними умовами зимівлі (спричинили можливість швидкого прогріву водосховища) та достатньо високі температури повітря у першій половині березня і могла спричинити більш раннє виникнення міграційної активності. Проте вони були нівельовані суттєвим похолоданням у середині квітня, що і зупинило дозрівання плідників й навіть відставання нересту від середньобагаторічних термінів. Контроль дозрівання статевих продуктів основних промислових видів риб, проведений в першій декаді червня 2021 р. (температура води на основному плесі 13,4°C) показав, що плідники ляща характеризувались гонадами на VI стадії зрілості, ГСІ в середньому 11,9 %; плідники плоскирки були на IV-V стадії зрілості, ГСІ склав 15,0 %; плідники

краснопірки характеризувалась гонадами на V стадії зрілості, перше ікрометання вже відбулось. На кінець нерестової заборони (друга декада червня) віднерестувало більше 90% представників промислової іхтіофауни водосховища, разом з цим, тривало природне відтворення карася сріблястого; в деяких водних об'єктах спостерігався нерест сома та сазана. Таким чином, температурний режим та нерестові температури суттєво впливають на підходи терміни нересту плідників основних промислових видів риби.

Проведеними дослідженнями встановлено, що гідрохімічні показники Кременчуцького та Каховського водосховищ були переважно в межах нормативних значень, регламентованих для водойм комплексного та рибогосподарського призначення. В окремі періоди реєстрували незначне підвищення вмісту сульфатів у воді Кременчуцького водосховища в районі Червона Слобода й концентрації нітратів (вільного аміаку,  $\text{NO}_3$ ) на всіх станціях. Максимальні значення вмісту вільного азоту у воді припадають на зимовий період, а на початку осіннього періоду зростання вмісту у воді вільного аміаку може бути обумовлено початком деструкції органічної речовини у водоймі. Зниження концентрації нітратів у воді може відбуватись в результаті вітрового перемішування води в результаті штормів, які часто спостерігаються у Каховському водосховищі. Високий рівень нітратів у воді Каховського водосховища може бути також викликаний низьким рівнем водообміну, який спостерігався протягом літнього періоду 2021 р. У цілому, гідрохімічний склад води середньої частини Кременчуцького та Каховського водосховища за основними показниками відповідав вимогам до рибогосподарських водойм і є придатним для нормальної життєдіяльності гідробіонтів.

Функціонування і продуктивність водосховищ, як і будь-яких інших водних об'єктів, визначається трофічними умовами, основу яких формують первинні продуценти [280, 335, 339, 387]. Фітопланктон водосховищ представлений систематичними відділами водоростей характерними для прісноводних водойм. Видове різноманіття фітопланктону Кременчуцького та Каховського водосховищ за період 2020-2021 рр. формували 43-55 таксономічних одиниць водоростей.

Найбільш чисельними були зелені водорості – 22-24 таксони, діатомові – 10-15, синьо-зелені налічували та 8-11, евгленові – 2 та динофітові – 1 таксон. Середня чисельність фітопланктону влітку у цей період коливалася в межах 12427-28099 тис.кл./дм<sup>3</sup> при біомасі 1,463-2,266 мг/дм<sup>3</sup> у Кременчуцькому та 122021-169823,8 тис.кл./дм<sup>3</sup> при біомасі 6,379-9,181 мг/дм<sup>3</sup> у Каховському водосховищі. Основу чисельності (74-93 %) та біомаси (35-54 %) фітопланктону формували синьо-зелені водорості і в Каховському водосховищі вони виявились практично монодомінантним комплексом – 99 та 91 % відповідно. Діатомові водорості при незначній чисельності (2-7 %) складали 44-54 % загальної біомаси, зелені – 5-19 % від загальної чисельності та 15-17 % загальної біомаси. Евгленові водорості відігравали суттєво менше значення у формуванні чисельності і біомаси фітопланктону (0,1 та 1,6-3,2 %, відповідно). Надходження у водосховища органічних речовин та мінеральних солей з стічними водами підприємств, які знаходяться поблизу, призводить до поширення, а також збільшення кількості видів хлорококових та синьо-зелених водоростей, що є властивим для водойм із високою евтрофікацією [180]. Домінуючими видами серед синьо-зелених водоростей у різні періоди за чисельністю і біомасою були *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*, *M. wesenbergii*, *Gomphosphaeria lacustris*, *Anabaena spiroides*, *Anabaena flos-aquae*.

Щороку у водосховищах по всій акваторії зазвичай спостерігається два спалахи цвітіння води, навесні, у березні-квітні, при температурі води 4–8 °С – діатомовими водоростями та літньо-осінній період з середини червня і до початку жовтня за температури води вище 19 °С – синьо-зеленими водоростями. Перше цвітіння зумовлюється водоростями роду *Melosira*, а друге – *Microcystis*. Враховуючи весняне «цвітіння», біомаса фітопланктону в центральній частині Каховського водосховища у 2010 році варіювала від 4,8 до 46 г/м<sup>3</sup> за норми для рибогосподарських водойм – 20–30 г/м<sup>3</sup>. Найбільш небезпечними є спекотні сонячні дні, коли температура повітря підвищується до 18–32 °С, а води 21–25,8 °С. У результаті летальних наслідків з екосистеми випадають найчутливіші види – рак широкопалий (*Astacus astacus*), судак звичайний (*Sander lucioperca*) тощо



[364]. Окрім цього, синьо-зелені водорості – *Microcystis*, *Anabaena* виділяють токсини, які негативно впливають на процеси природного самоочищення водою. Експериментально встановлено, що токсини синьо-зелених водоростей пригнічують життєдіяльність нітрифікуючих бактерій, у зв'язку з чим процес мінералізації закінчується на першій фазі, що супроводжується зниженням у воді концентрації мінералізованих форм азоту [88, 227, 345, 349, 364, 374, 390]. Схожі явища здатні призводити до загибелі гідробіонтів, а також масових задух риб на водоймах.

Серед різноманіття водоростей на досліджених ділянках обох водосховищ переважають індикатори сапробності  $\beta$ -мезосапробної зони – від 16 до 27. Вони складають більше 50 % від чисельності видів-індикаторів на всіх досліджених ділянках Кременчуцького водосховища: Червона Слобода – 89-91 %, і Фарватер – 66-86 %, кар'єр вони складають 68 %. У Каховському на станціях «с. Біленьке» – 38%, «р/з Біленьке-Малокатеринівка» – 42-43%, і «р-н с. Малокатеринівка» – 32-47%. Якість води Кременчуцького та Каховського водосховищ за домінуючими індикаторними видами сапробності відноситься до  $\beta$ -мезосапробної зони

Розрахована потенційна продукція фітопланктону за вегетаційний сезон може скласти 4317,0-6898,0 кг/га, а можливий промисловий вилов риби за рахунок її споживання на рівні 11,0-18,9 кг/га у Кременчуцькому водосховищі. У Каховському продукція фітопланктону за вегетаційний сезон може скласти 19137,0 27543,0 кг/га, а можливий промисловий вилов риби за рахунок споживання фітопланктону – 52,1–76,7 кг/га-

Важливим компонентом кормової бази для молоді та старших вікових груп риб і однією з основних ланок процесів самоочищення вод є зоопланктон – група організмів, яка у водоймах займає переважно ніші консументів першого-другого порядку [64]. За період досліджень загальна чисельність зоопланктону водосховищ коливалася в межах 23103-256103 екз/м<sup>3</sup>, біомаса – від 0,14 до 2,11 г/м<sup>3</sup>. У видовому складі виявлено 46 таксономічних одиниць з яких 33 визначено до виду, 6 – до роду. Чисельність таксонів по роках коливалась від 26 до 32 одиниць, а видів – від 17 до 27). Домінували (крім 2020 р) гіллястовусі рачки

*Chydorus sphaericus*, *Bosmina coregoni* *Brachionus diversicornis*, а найбільш стабільною групою протягом періоду досліджень були наупліальні стадії циклопів. Серед коловірок найпоширенішими були *Asplanchna brightwelli*, *A. priodonta*, *Synchaeta pectinata*, *Euchlanis dilatata*, *Brachionus calyciflorus*, *Br. Diversicornis*. Веслоногі ракоподібні представлені переважно наупліальними та копеподними стадіями, а також *Diaptomus* juv. *Cyclops* sp. Основу чисельності та біомаси зоопланктону Кременчуцького водосховища формували гіллястовусі ракоподібні, а коловірки та веслоногі ракоподібні набували другорядного значення, за виключенням 2020 р., коли відбулась зміна домінантних угруповань з гіллястовусих ракоподібних на коловірки. У Каховському водосховищі в літній період за чисельністю і біомасою переважали коловірки (76% та 86% відповідно). Гіллястовусі та веслоногі ракоподібні набули значно меншого рівня розвитку. Причини змін домінантних угруповань зоопланктону можуть критися у ряді чинників як антропогенного так і природного походження. Встановлено достовірний зв'язок ( $p \leq 0.05$ ) між чисельністю гіллястовусих ракоподібних та температурою води, який в інтервалі температур 22-27 °С задовільно описується лінійним рівнянням:  $y = 11,133 \cdot x - 244,85$  ( $R^2 = 0,71$ ). Для біомаси подібна залежність не встановлена. У веслоногих ракоподібних та коловірок подібна тенденція в розвитку не проявилася, адже перші є більш холодолюбні і в період досліджень температура для їх розвитку вже була несприятлива, а другі – евритермні і легко витримують суттєві перепади температур. Проведена спроба прослідкувати залежність розвитку зоопланктонних угруповань по відношенню до змін клімату. Для цього виявлені види зоопланктону розділили на три групи: кріофіли (індикаторна вага  $0.75 < t \leq 1.5$ ), термофіли ( $1.5 < t \leq 2.25$ ) та термобіонти ( $t > 2.25$ ) [207]. До першої групи було віднесено 5 видів, до другої лише 2 види, третя налічувала 10 видів зоопланктону. Частка кріофілів від загальної чисельності (екз/м<sup>3</sup>) зоопланктерів коливалась в різних межах на окремих ділянках водосховища. Так в верхів'ї вона була в межах від 0,0 % (2006, 2011 рр) до 36,9 % (2012 р), в середній частині водосховища – від 0,0 % (2006 р) до 12,4% (2012 р.), в пониззі – від 0,0 % (2006 р) до 9,0 % (2010 р.). за нашими даними термофіли не

відігравали суттєвої ролі у формуванні чисельності зоопланктону. У верхів'ї їх частка становила – від 0,0 % (2006, 2012 рр) до 11,8% (2010 р.), у середній частині водосховища – від 0,0 % (2012, 2013 рр) до 1,8% (2010 р.), в пониззі – від 0,0% (2013 р) до 0,3% (2006 р.). Найбільшу чисельність зоопланктону у водосховищі формували види термобіонти: у верхів'ї – від 0,0% (2006 р) до 10,1% (2011 р.), у середній частині – від 9,6% (2013 р) до 25,7% (2020 р.), в пониззі – від 2,8% (2012 р) до 25,0% (2006 р.). Статистично достовірний зв'язок між цими показниками нами не встановлений; при цьому виявлена певна тенденція до поступового збільшення чисельності (екз/м<sup>3</sup>) термобіонтів по роках в середній ділянці водосховища. Значною мірою це може бути пов'язане з сильним впливом гідрологічного режиму, який, особливо у верхній частині характеризується значною міжсезонною та міжрічною нестабільністю.

У цілому аналіз стану та динаміки зоопланктонних угруповань Кременчуцького водосховища за останні роки не дає підстав вважати температуру води чинником, який є визначальним у формуванні їх структурних та кількісних показників. При цьому нами не відмічена стабільна поява нових видів, яка може розглядатися як реакція зоопланктону на зміну кліматичних умов [1]. Враховуючи, що Кременчуцьке водосховище є приймачем забруднених та умовно чистих вод, які утворені за рахунок промислових та господарсько-побутових стоків і значна частка яких містить органічні речовини [25], цей сегмент зовнішнього впливу потребує окремої оцінки з точки зору змін структурних показників зоопланктону. З цією метою була проведена оцінка рівня забруднення водосховища за організмами-індикаторами зоопланктону.

Найбільша кількість видів індикаторів зафіксована для β-мезосапробів (1-6) і оліго-β-сапробів (1-5), що дозволяє віднести воду Кременчуцького водосховища до оліго- β-мезосапробної зони. Найменш забрудненою вода була у 2006-2012 рр. в верхній частині водосховища. У міру просування до пониззя водосховища якість води суттєво погіршується. Найбільш забрудненою була вода середньої частини водосховища особливо у 2010, 2011 та 2020 роках про що свідчить наявність у водосховищі в незначній кількості (2 види) α-мезосапробів. Суттєві коливання

показників забрудненості води в різні роки та на різних ділянках водосховища певною мірою можливо пояснити наявністю чи відсутністю ( в певний період часу) забруднюючих стоків.

У цілому, воду водосховища за організмами-індикаторами зоопланктону можна віднести до  $\alpha$ -сапробної, що певною мірою формує видовий склад зоопланктону водойми та його домінуючі комплекси.

Продукція зоопланктону за вегетаційний сезон може скласти 586,8 кг/га, а можливий промисловий вилов риби за рахунок споживання зоопланктону – 15,3 кг/га.

Середня чисельність "м'якого" зообентосу на досліджених ділянках Кременчуцького водосховища у 2020-2021 рр. була на рівні 1034-1680 екз/м<sup>2</sup> при біомасі 3,057-3,72 г/м<sup>2</sup>. Чисельність та біомасу формували олігохети (67% та 44%) та личинки хірономід (27% та 38%). Серед інших донних безхребетних виявлені личинки волохокрильців, раки. «Жорсткий» зообентос представлений молюсками *Valvata piscinalis* і *Dreissena polymorpha*, які склали 50% від загальної чисельності молюсків та 80% від біомаси.

Продукція "м'якого" зообентосу за вегетаційний сезон на дослідженій ділянці може скласти 183,4-223 кг/га і можливий промисловий вилов риби за рахунок споживання "м'якого" зообентосу – 4,1-4,9 кг/га. Продукція молюсків за вегетаційний сезон може скласти 63,9 -96,6 кг/га і можливий промисловий вилов риби за рахунок споживання молюсків – 0,4-0,5 кг/га.

На досліджених ділянках Каховського водосховища середня чисельність "м'якого" зообентосу у 2020 р. становила 600 екз/м<sup>2</sup>, біомаса 0,719 г/м<sup>2</sup>, яку формували олігохети (57% та 65%) та личинки хірономід (30% та 19%, відповідно)., зустрічалась поліхети, раки та бокоплавці, молюсків не виявили.

Продукція "м'якого" зообентосу за вегетаційний сезон на дослідженій ділянці може скласти 43 кг/га і можливий промисловий вилов риби за рахунок споживання "м'якого" зообентосу – 0,9 кг/га. За кількісними середніми показниками розвитку макрзообентосу Кременчуцьке та Каховське водосховища можна віднести до середньопродуктивних.

Рибпромислове використання водосховищ є одним з важливих складових водогосподарського комплексу. Кременчуцьке водосховище – одне з найбільших і найпродуктивніших штучних водойм дніпровського каскаду. Основу промислових уловів складає чотири промислові види риб – лящ, плітка, судак, плоскирка. У загальному вигляді динаміка промислових уловів на Кременчуцькому та Каховському водосховищах має вигляд кривої з двома максимумами (1970-1975 рр.) та 1985-1990 рр.. Протягом 1990-1996 рр. на всіх водосховищах спостерігалось стабільне падіння уловів з мінімумом за весь період рибогосподарської експлуатації водосховищ. В останні 10 років промисловий видобуток риби характеризується достатньо значними коливаннями (в межах 3,3-5,8 тис. т), основу уловів стабільно складають лящ, плітка, карась сріблястий. Рибопродуктивність Кременчуцького водосховища у 2019-21 рр. склала 22,0-28,5 кг/га (середня по каскаду – 19,6-23,5 кг/га). Основними чинниками, які визначали динаміку промислових уловів були коливання вилову ляща, карася сріблястого, верховодки і тюльки.

Видобуток риби Каховського водосховища у 2016-18 рр. був на рівні 2,9-3,3 тис. т. (основа уловів – сріблястий карась – 60-74 %). У 2019-2021 рр. відмічалось зниження уловів до 2,4-2,5 тис. т зумовлено зменшенням уловів сріблястого карася та рослиноїдних риб. Рибопродуктивність водосховища в 2019-21 рр. склала 11,0 -13,3 кг/га, що помітно менше, ніж середня по каскаду.

Аналіз динаміки промислових уловів, зокрема в їх інтерпретації як функції від запасу промислових видів, неможливий без комплексного аналізу видового складу уловів з позицій селективності та рентабельності промислу. Наявність чисельного виду може спричинювати орієнтацію промислу (в частині типу та характеристик знарядь лову), що, відповідно, буде штучно знижувати інтенсивність виловлення інших видів, які відрізняються за середніми рлхзмірами, біотопами, особливостями поведінки тощо.

За постійного моніторингу стану іхтіофауни дніпровських водосховищ найбільша увага приділяється основним промисловим видам, тоді як мало- та середньочисельні види розглядаються лише як чинники, що модулюють якісні та

кількісні характеристики промислових уловів [20]. Як зазначалось вище, склад видів-домінантів в промислових уловах на Кременчуцькому та Каховському водосховищах суттєво не змінювався. Проте якщо розглядати другорядні об'єкти (за невисокими виловами за окремими видами їх загальний вилов досягав 15 % від загального), то структура їх уловів в між річному аспекті виявляє значну мінливість. При цьому слід враховувати екологічний аспект – за відносно невеликим впливом на загальну промислову рибопродукцію, роль цих видів полягає в підтриманні біорізноманіття, отже, стабільної структури водної екосистеми [15, 18]. Крім того, представники крупночастикових видів, навіть за низьких показників вилову, відіграють важливу роль у самоорганізації промислу – за рахунок стимулювання використання крупновічкових сіток та позитивного впливу на рентабельність промислу. Таким чином, оцінка динаміки другорядних промислових видів дає більш повну картину умов формування та експлуатації промислового запасу Кременчуцького та Каховського водосховищ. Для порівняння нами були використані дані щодо динаміки уловів на Київському водосховищі, яке характеризується найбільшим на каскаді видовим різноманіттям промислових уловів [18].

Кількісні та якісні характеристики уловів дрібночастикових видів знаходяться в високій залежності від особливостей організації промислу (щодо мінімального кроку вічка в знаряддях лову) та базових лімітів на основні дрібночастикові види – плітку і плоскирку. В останні роки основним чинником, який впливає на кількісні та якісні показники уловів дрібночастикових видів, є мінімальний розмір кроку вічка в знаряддях лову. Його збільшення до  $a=38$  мм на дніпровських водосховищах призвело до перебудови структури уловів в бік зростання частки другорядних видів (за виключенням Каховського водосховища). При цьому збільшилась частка в уловах таких видів, як синець, окунь, що на тлі стабільних абсолютних уловів, і спричинило певне зменшення відносного вилову плітки. Причому стабілізація уловів відбулась за рахунок зменшення елімінації молодших вікових груп плітки, тобто оптимізації розподілу промислового навантаження.

За період досліджень 2009-2021 рр. у складі іхтіофауни Кременчуцького водосховища відмічено 43 види риб, які відносяться до 10 родин. Кількісні показники іхтіокомплексу (промисловий запас) формували в основному еврибіонтні фітофільні представники понто-каспійського прісноводного та бореально-рівнинного фауністичних комплексів; міжрічні коливання структурних показників у цілому можуть бути охарактеризовані, як помірні. Так, в уловах дрібновічкових сіток у 2011-2012 рр. як за чисельністю, так і біомасою домінували плітка та плоскирка; в уловах крупновічкових сіток – лящ. В уловах контрольного порядку ставних сіток (у перерахунку на єдине зусилля крупно- та дрібновічкових сіток) у 2017 р. домінуюче положення займали лящ (50,2 % за чисельністю та 76,9 % за масою), плоскирка (відповідно 17,2 та 3,0 %) та плітка (11,7 % та 3,3 %)

Основу уловів дрібновічкових сіток складали широкорозповсюджені представники озерно-річкового іхтіокомплексу (плітка та плоскирка), на частку яких припало більше 50 % загального улову сіток з кроком вічка 30-40 мм, високою була також частка окуня та чехоні.

Віковий склад популяції ляща Кременчуцького водосховища уловах контрольного порядку сіток у 2016-2021 рр. варіював від 15 до 16 вікових класів, граничний вік коливався від 15 до 17 років. Тобто, за досліджуваний період спостерігається погіршення структурних показників популяції ляща, а саме зменшення кількості вікових груп і граничного віку популяції порівняно з 2011-2015 рр., простежується зростання середньовиваженого віку у популяції з 6,3 років до 7,1-7,2 років починаючи з 2017 року. Середньовиважена довжина ляща в уловах крупновічкових сіток у 2021 р. склала 37,9 см, маса – 1170 г, тобто основний промисловий запас сформований за рахунок високопродуктивних розмірно-вікових груп. Розмірно-вагові показники ляща Кременчуцького водосховища стабільно високі, умови нагулу не є лімітуючим фактором у формуванні промислового запасу цього виду. Ступінь промислового використання сировинних ресурсів водосховища за величиною промислової смертності характеризується середніми та високими значеннями (0,17-0,40).

Популяція судака в уловах 2016-2021 рр. була представлена 5-9 віковими класами, граничний вік склав 5-7 років (довжина в уловах – 34-68 см, маса – 320-524 г), структурні показники характеризуються незначними міжрічними коливаннями (довжина модального ряду змінювалась від 2 до 3 років). Частка поповнення залишається стабільно високою – питома чисельність річників-трирічників у 2020 р. склала 70,3 %, старші вікові групи в уловах не зафіксовані. В уловах 2021 р. також відмічалось зменшення наповнення правого крила варіаційного ряду, яке зумовило стабілізацію середньовиваженого віку на рівні 3,0 років. При цьому промислове ядро популяції формувалось за рахунок особин 30-35 см, що не може вважатися оптимальним з точки зору накопичення їхтіомаси за розмірно-віковими групами.

Популяція плітки представлена 5-14 вікових класів, граничний вік коливався від 9 до 16 років, максимальна довжина в уловах – від 28 до 40 см. Основу уловів формували три-чотирьох річників у 2016 р. до п'яти-восьмирічників у 2020 р., тобто мода варіаційного ряду зсунулась у бік правого його крила. Частка молодших вікових груп при цьому зменшилась з 49,1 % до 13,1 %. Таким чином, варіаційний ряд плітки має тенденцію до скорочення за рахунок відсутності старших вікових груп, структура популяції нестабільна, достатньо чітко простежуються урожайні і неурожайні покоління і їх перехід змінює загальний вигляд структури популяції. Це вказує на нестабільні умови відтворення цього виду з виокремленням урожайних та неурожайних років. Таким чином, процеси формування промислового та репродуктивного ядра популяції плітки у Кременчуцькому водосховищі останніми роками не можуть бути оцінені як сприятливі, що викликає необхідність у подальшому обмеження промислового навантаження на ліве крило варіаційного ряду за рахунок виключення сіток кроком вічка менше  $a=36$  мм.

У промислових уловах 2016-2021 рр. сріблястий карась був представлений 11-14 віковими класами, граничний вік коливався від 12 до 14 років (максимальна довжина – 34 -37 см). Основу популяції карася в уловах (58,5 %) складали чотири-семирічники довжиною 19-28 см. Частка поповнення впродовж всього періоду



дослідження знаходилась на середньорічному рівні – 18,7-24,8 %, проте збільшення частки вікових груп шести-семирічників зумовило коливання середньовиваженого віку від 5, до 6,3 років. Це пов'язано з тим, що чисельні генерації, які формували модальний ряд популяції в уловах попереднього року, збереглися і в поточному році, що свідчить про недостатнє промислове навантаження. Розрахункова річна смертність цьому становила 17,3 – 20,7 %, що є дуже низьким показником для популяції, яка експлуатується промислом. Загалом крива улову даного виду зберігає вигляд практично симетричної параболи з широкою вершиною та наближеним до тупого кутком нахилу лівого крила. Темп лінійного та вагового росту сріблястого карася в Кременчуцькому водосховищі є високими, умови нагулу не лімітують формування промислового запасу цього виду. Таким чином, визначальну роль у формування вікової структури популяції сріблястого карася, як і в минулих роках році, відіграло збільшення питомої чисельності середніх та старших вікових груп, пов'язане з недостатнім рівнем промислового навантаження.

Основні показники, які характеризують рибогосподарську та природоохоронну компоненти здійснення промислу сітками з кроком вічка 50-60 мм (частка основних об'єктів промислу, розмірно-вагові показники, прилов маломірних особин промислово-цінних видів) в цілому відповідають вимогам діючого законодавства. Враховуючи необхідність інтенсифікації промислу сріблястого карася та його високу фактичну питому масу в уловах сіток з кроком вічка 50-60 мм, здійснення спеціалізованого промислу даного виду на дніпровських водосховищах може розглядатися як засіб оптимізації використання сформованої сировинної бази промислу. Для мінімізації негативного впливу даного лову на структурно-функціональні показники популяції ляща, спеціалізований лов слід орієнтувати на ділянки скупчення сріблястого карася, тобто мова йде про спеціалізований промисел з часткою сріблястого карася та плітки не менше 50 %. Враховуючи, що сріблястий карась та плітка в уловах цих сіток представлені виключно статевозрілими особинами, норми допустимого

прилову нестатевозрілих особин в сітках з роком вічка  $a=50-60$  мм необхідно встановити, як 10 %.

Іхтіофауна Каховського водосховища нараховує 42 види риб з 15 родин, з яких промислове значення мають близько 20 видів. В уловах контрольного порядку дрібновічкових ( $a=30-40$  мм) сіток у 2019-2021 р. провідне місце традиційно займає сріблястий карась як за чисельністю (61,1-82,7 %), так і масою (62,5-75,8 %). У 2021 р. зростла частка плітки – до 31,6 % за чисельністю та 28,5 % за масою (проти відповідно 2,5-9 % та 2,1-7,3 %) та частка краснопірки – до 6,9 (8,3) %. Основу уловів крупновічкових сіток ( $a=70-120$  мм) у 2021 р. склав сазан – 50,5 % за чисельністю та 73,2 % за масою, частка ляща – 30,5 % за чисельністю та 14,5 % за масою, що вдвічі менше середньобагаторічного рівня. Достатньо високими були показники питомого вилову цими сітками сріблястого карася – (15,8 та 8,4 % відповідно); частка крупночастикових хижаків (судак, сом та щука) залишається на стабільно низькому рівні – 0,9 % та 1,9 %. Аналіз уловів по водосховищу показує суттєве переважання питомого вилову рослиноїдних риб в нижній частині, яка є традиційним районом їх випуску державними рибовідтворювальними комплексами, а популяція ляща, як основного крупночастикового виду, потребує принаймі локального штучного відновлення.

Популяція ляща Каховського водосховища в дослідних уловах 2016-21 рр. була представлена 12-17 віковими групами, граничний вік становив від 14 до 18 років (максимальна довжина в уловах – 55 см). Основу популяції в уловах формували особини шести-десятирічного віку, які традиційно є модальними групами популяції ляща Каховського водосховища; частка молодших вікових груп характеризувалась невисоким рівнем, із подальшим покращенням наповнення правого крила варіаційного ряду (до 28,6 % проти 9-10 %). Динаміка вилову на зусилля контрольного порядку свідчить, що рівень елімінації середніх та старших вікових груп залишається високим і відмічене "постаріння" популяції насамперед пов'язане зі скороченням абсолютної чисельності шести-семирічників. Основне промислове навантаження лягає на вікові групи, які щойно увійшли до промислового ядра популяції, що не може бути визначене, як оптимальне як з

точки зору формування відтворювального потенціалу популяції (за середніх фактичних показників природної смертності 61 % популяційної плодючості ляща Каховського водосховища забезпечують шести-дев'ятирічники), так і накопичення іхтіомаси по вікових групах (кульмінація іхтіомаси припадає на восьми-десятирічників). У цілому стан формування репродуктивного та промислового ядра популяції за дослідженими показниками в міжрічному аспекті може бути оцінений, як задовільний.

За даними досліджень 2016-2019 рр. в контрольних та весняних уловах відмічено 13-14 вікових груп популяції сріблястого карася, граничний вік склав 15-16 років (максимальна довжина в уловах – 42 см). Ядро популяції у 2016 р формувалось за рахунок чотири-семирічників довжиною 17-26 см (на частку яких припало 72,6 % загальної чисельності), тоді як у 2017-2019 рр. – за рахунок тришестирічників довжиною 15-25 см, частка яких у загальній чисельності збільшилася відповідно до 75,9, 79,7 та 80,6 %, тобто в міжрічному аспекті динаміка структурних показників характеризується стабільним "омолодінням" стада цього виду. У дослідних уловах 2021 р основу чисельності (8,2 %) формували чотири-семирічники завдовжки 17-24 см, тобто в міжрічному аспекті динаміка структурних показників характеризується певною стабільністю. Враховуючи, що частка поповнення у 2021 р. помітно збільшилась до 36,3 % проти 26,1 %, а улов п'яти-семирічників на зусилля сіток з кроком вічка  $a=50-60$  мм склав 9978 екз (проти 5911 екз у 2020 р.), можна розбити висновок що структурні зміни у стаді пов'язані насамперед з поступовим зпрацюванням промислом генерацій, які у минулі роки формували чисельний залишок старших вікових груп і збільшення питомої чисельності середніх вікових груп, які у наступному (а також частково у поточному році) будуть формувати праве крило кривої ппуляції. Елімінація середніх вікових груп знаходиться на низькому рівні, що дозволяє чисельному поповненню формувати потужний залишок, який може експлуатуватися в найбільш раціональному режимі. Про це, зокрема, свідчить і динаміка вилову сріблястого карася на зусилля контрольного порядку сіток, яка в останні роки характеризується стабільно високими показниками.

Іншим представником аборигенної іхтіофауни Каховського водосховища, вилучення якого потребує запровадження спеціального режиму промислу, є плітка. У весняних уловах 2016-2021 рр. плітка представлена 9 та 12 віковими класами (максимальна довжина в уловах – 37 см), граничний вік яких складав 12 та 14 років. Основу уловів (90,2 – 95,5 %) склали три-п'ятирічки завдовжки 16,0-22,0 см. Аналіз показників показав погіршення структурних показників популяції цього виду в уловах протягом останніх 5 років набули сталого характеру. Збільшення частки молодших вікових груп (73,6 % у 2016 р., 58,4 % у 2017 р., 63-63,4 % у 2019-2021 р.) було лише частково скомпенсоване збільшенням частки середніх вікових груп, що і зумовило зменшення середньовиваженого віку до 4,3 років у 2016 р., 4,6 років у 2017 р., 4,5 років у 2019 р. проти 5,1 років у 2015 р., проте наповнення правого крила варіаційного ряду може бути оцінене, як задовільне – на частку найбільш продуктивних (з точки зору формування промислової іхтіомаси) розмірно-вікових груп у 2019 р. припало 37,4 % загальної кількості особин цього виду в уловах. Для плітки (і судака) в Каховському водосховищі простежується певна циклічність коливань середньовиваженого віку в промислових уловах (з амплітудою в 1 рік), яка відображається при аналізі результатів попередніх досліджень: кожне зменшення середньовиваженого віку плітки, зумовлене вступом чисельної генерації до промислового стада, супроводжується його збільшенням у наступний рік.

У весняних та контрольних виловах 2016-2021 рр. зафіксовано від 4 до 9 вікових класів судака, граничний вік яких складав 6 – 11 років, (максимальна довжина в уловах – 63 см),. Зафіксовані показники популяції стабілізувались на рівні, який не може бути охарактеризований, як задовільний, проте, в контрольних уловах 2019 р. структурні показники популяції у порівнянні з періодом 2015-18 рр. значно покращились. Основу популяції в уловах (47,5 % у 2016 р. - 83,3 % у 2018 р.) формували дво- п'ятирічні особини (довжиною 31 – 50 см), що зумовило зниження середньовиваженого віку до 3,4 роки у 2017 р., 4,9 роки у 2018 р., 3,5 роки у 2019 р. Насамперед, це пов'язане зі збільшенням частки три- п'ятирічників у варіаційному ряду –чотирирічок у 2017 р. до 52,6 %,

п'ятирічок у 2018 р. до 43,3 % (проти 2,6-12,3 % у 2016-2017 рр), трирічок у 2019 р. до 55,7 %, тобто чисельна генерація 2013 р., яка значною мірою впливала на структуру популяції у 2016 р., в цілому зберегла свою чисельність. Аналіз вікової структури судака в уловах 2021 р. показує значне покращення ситуації з нераціональним розподілом промислового навантаження. Посилене наповнення правого крила варіаційного ряду призвело до суттєвого зростання середньовиваженого віку в уловах 2021 р. – до 4,0 років проти 2,7 років у 2020 р.

Разом з тим, відмічене покращення структурних показників певною мірою має умовний характер, і значною мірою пов'язане з відносною малочисельністю даного виду і певною випадковістю потрапляння його граничних вікових груп до знарядь лову. Таким чином, аналіз динаміки структурних показників цього виду підтверджує висновок про високий ступінь дискретності в розподілі іхтіомаси за віковими групами судака. Це свідчить про необхідність посиленої охорони чисельних поколінь та недопущення їх облову до піку кульмінації іхтіомаси.

У цілому видова структура та види-домінанти іхтіофауни Каховського водосховища характеризуються відносно стабільними показниками, за виключенням зниження питомої іхтіомаси плітки, екологічні ніші якої поступово заміщуються. В ситуації, коли нерестовий фонд для представників фіто- і літофільної іхтіофауни водосховища є обмеженим, погіршення умов природного відтворення (заростання та замулення нерестовищ, несприятливий рівневий режиму весняний період) набуває ролі основного лімітуючого чинника у формуванні кількісних показників поповнення. Певною мірою цей чинник впливає і на якісні показники іхтіокомплексу, зокрема, сріблястий карась, як більш пластичний вид, отримує перевагу над пліткою, особливо за наявності трофічної конкуренції.

Зміни клімату – суттєвий чинник впливу на умови існування як окремих видів, так і біоценозів в цілому. У повній мірі це стосується популяцій риб, зокрема індивідуальний темп лінійного росту, який може розглядатися в якості інтегральної характеристики умов нагулу. Оскільки вважається, що для адекватної оцінки глобальних змін клімату необхідно використовувати 30-ти

річний період, для порівняння були обрані періоди 1985-1989 рр. (архівні первинні матеріали співробітників ІРГ НААН) та наші дані за 2017-2019 рр. Аналіз структурних показників – лінійного росту (за Берталанфі) та питомої швидкості росту (за І.І. Шмальгаузенем) основних промислових видів показав, що лише для плітки Каховського водосховищ може бути встановлена статистично достовірна різниця лінійного росту протягом 30-річного періоду. Усереднена питома швидкість росту за І.І. Шмальгаузенем інших досліджених промислових видів водосховищ за цей період, свідчить про невисокі зміни модальних рядів в міжрічному аспекті, а виявлена різниця є статистично недостовірною

Лящ традиційний промисловий об'єкт іхтіофауни і становить основу уловів крупного частуку. У каскаді дніпровських водосховищ найпродуктивнішими за лящем у 80-90-ті роки минулого століття були Київське – до 6 кг/га та Кременчуцьке – до 4,5 кг/га [179]. Проте у останні тридцять років ці показники зазнали значних змін. Останніми дослідженнями встановлено, що промисловий вилов ляща у Кременчуцькому водосховищі у 15 разів вищий, ніж у Київському, рибопродуктивність збільшилась майже у 6 разів. У Каховського водосховища рибопродуктивність за лящем не перевищує 1,5 кг/га, а його частка у загальному вилові майже вдвічі менша, ніж на Київському. Це наслідки низки чинників і для їх підтвердження або спростування необхідно проаналізувати основні маркерні біологічні показники популяцій ляща. Вище ми з'ясували, що основу промислового стада популяцій ляща обох водосховищ становлять особини 5–8 років й спостерігається різке зменшення чисельності старших вікових груп, хоча за офіційними звітними даними Держагентства меліорації та рибного господарства України, технічна інтенсивність лову на Кременчуцькому та Каховському водосховищах суттєво не відрізняється. Стан природної кормової бази дозволяє оцінити водосховища, як середньопродуктивні. Середньовиважена довжина ляща для Київського водосховища склала  $34,6 \pm 1,8$  см, для Кременчуцького –  $32,6 \pm 2,1$  см, для Каховського –  $36,3 \pm 1,5$  см; маса – відповідно  $963 \pm 128$  г,  $981 \pm 263$  г та  $1141 \pm 114$  г. Середні показники вгодованості за Фультоном при цьому склали: Київське водосховище –  $2,32 \pm 0,16$ , Кременчуцьке

водосховище –  $2,68 \pm 0,19$ , Каховське –  $2,39 \pm 0,12$ . Відповідно темп росту ляща Кременчуцького водосховища за величиною вгодваності достовірно ( $p=0,05$ ) перевищує показники Київського та Кременчуцького водосховищ. Більш коректною характеристикою росту (особливо вагового) є середні показники по вікових групах. У популяції ляща Київського водосховища відмічається переважання лінійних та вагових приростів у молодших вікових групах, починаючи з п'ятиліток темп лінійного і вагового росту в цілому вирівнюється, у старших вікових групах ваговий ріст ляща Кременчуцького водосховища достовірно переважає показники інших водосховищ. Це пов'язували з більшою чисельністю і внутрішньовидовою конкуренцією за поживу популяції ляща Кременчуцького водосховища.

Отже, стабільне поповненням промислового та репродуктивного ядра популяції ляща Кременчуцького водосховища чисельними генераціями, кращі індивідуальними біологічними показниками вагового росту в модальних вікових групах дозволяють отримати кращі улови і вищу рибопродуктивність.

Промисел плітки у 2017-21 рр. становив 13-25 % загального улову, що у 5-6 разів менше порівняно з 1986-1990 рр, відповідно рибопродуктивність впала з 10-14 кг/га до 1,7-1,9 кг/га. У період максимальних уловів цей вид складав 68,4 % загального вилову на Кременчуцькому водосховищі, більше 30 % уловів на Каховському та 20 % на Київському. У подальшому сегмент плітки в загальному вилові почав скорочуватися, причому для Кременчуцького та Каховського водосховищ – це двократне зменшення показника питомого вилову.

Аналіз вікової структури уловів плітки на Кременчуцькому та Каховському водосховищах показав, що в структурі уловів основне навантаження припадало на особин у віці 4+-5+, частка старший вікових груп в уловах була невисокою. У 2021 р. для Каховського водосховища питомий вилов за віковими класами залишився без змін, основу промислових уловів Кременчуцького водосховища склали особини у віці 6+-8+ років, тобто розподіл промислового навантаження став більш оптимальним. Вважаємо, що це відбулося за рахунок фактичного переходу на сітки з кроком вічка  $a=38-40$  мм. Вищу рибопродуктивність

Кременчуцького водосховища за пліткою можна пояснити насамперед кращим станом поповнення, проте значну роль в останні роки відіграє раціональна організація промислу, за рахунок якої вилов на одиницю поповнення збільшується в 1,5-2,0 рази при збільшенні інших важливих популяційних показників – популяційна плодючість, кратність нересту, вік фактичної кульмінації іхтіомаси.

Судак є одним з найцінніших промислових видів на Кременчуцькому водосховищі. Офіційний річний вилов судака на водосховищах дніпровського каскаду становить 400-570 т, з яких третина – добувається на Кременчуцькому водосховищі. Зростання уловів судака зумовлено насамперед посиленою експлуатацією середніх вікових груп (тобто контингентів з кратністю нересту не більше 2, які не досягли віку кульмінації іхтіомаси), що з точки зору розподілу промислового навантаження за розмірно-віковими групами не може бути визначено, як раціональне. Середньовиважена довжина складала для Кременчуцького водосховища –  $41,0 \pm 4,7$  см, для Каховського –  $39,9 \pm 1,3$  см; маса – відповідно  $1392 \pm 407$  г та  $1073 \pm 131$  г, тобто ваговий ріст судака Кременчуцького водосховища був помітно більшим, про що, зокрема свідчать середні показники вгодованості за Фультоном, які склали: Кременчуцьке водосховище –  $1,99 \pm 0,12$ , Каховське водосховище –  $1,68 \pm 0,04$ , різниця достовірна при  $p=0,01$ . Разом з тим, аналіз показників приростів показує, що в старших вікових групах темп лінійного росту популяції судака Каховського водосховища перевищує такий для Кременчуцького водосховища.

Масові вікові групи, які формують до 90 % загальної біомаси популяції судака (дво- п'ятирічок) середній ваговий приріст для Кременчуцького водосховища вище у 2,1 рази, тобто двократне перевищення рибопродуктивності Кременчуцького водосховища за судаком у порівнянні з Каховським значною мірою може бути пов'язане з кращими показниками вагового росту цього виду.

Карась сріблястий як Кременчуцького так і Каховського водосховищ впродовж останніх років характеризувався стабільним збільшенням іхтіомаси, що закономірно позначалося на динаміці його промислових уловів. у 2019-21 рр. –



відповідно 655-1650 т та 1460-1750 т . Основу уловів стабільно складала чотири-семирічні особин, розподіл промислового навантаження за розмірно-віковим групами (з точки зору питомого накопичення іхтіомаси) можна вважати наближеним до оптимального. Якщо розглядати ріст сріблястого карася у порівняльному аспекті, то можна відзначити більш прискорений темп росту молодших вікових груп цього виду в Кременчуцькому водосховищі, що певною мірою може бути пояснене умовами нагулу – в Каховському водосховищі утворюють щільні сезонні скупчення тюльки [39], які суттєво погіршують стан кормової бази факультативних зоопланктофагів, до яких відноситься молодь сріблястого карася

Про це свідчать і більш високі середні показники вгодованості за Фультоном, які для сріблястого карася Кременчуцького водосховища склали  $3,81 \pm 0,17$  проти  $3,29 \pm 0,07$ ; різниця достовірна при  $p=0,01$ .

Основним фактором, який обмежує улови карася, є неефективний промисел. Зокрема, найцінніші в товарному відношенні масові вікові групи виду відповідають кроку вічка 52-60 мм, яке заборонене Правилами промислового рибальства у внутрішніх водоймах [199] внаслідок можливого прилову статевонезрілих крупночастикових видів.

Показники обміну речовин є своєрідними біомаркерами, які характеризують фізіологічний статус риб, а також екологічний стан водойм і якість води. Порівняльний аналіз показників, які характеризують фізіологічний статус статевозрілих особин ляща у переднерестовий та нагульний періоди річного циклу свідчить про їх істотні відмінності, суть яких визначається різними фізіологічними процесами, які відбуваються в організмі риб.

У переднерестовий період процеси обміну речовин спрямовані на відновлення втрачених в органах і тканинах резервних компонентів в період зимівлі, а також інтенсивне накопичення білків, жирів та вуглеводів (глікогену), необхідних для завершення процесів трофоплазматичного росту ооцитів в період вітелогенезу та для підготовки організму до процесу нересту. Дослідженнями встановлено, що сумарний вміст білка у м'язах ляща залишався на попередньому

рівні, а в печінці він був на 57,8 % вищим. Це дає підставу стверджувати про успішну зимівлю, інтенсивне весняне живлення і білоксинтезуючу функцію печінки. Сумарний вміст ліпідів в печінці дещо нижчий, ніж у м'язах, оскільки генеративний обмін у цей час здійснюється не лише за рахунок субстратів, отриманих з їжею, а й з резервів, які знаходяться в органах і тканинах. Безпосередньо перед нерестом (березень) печінка ляща максимально насичена білком і мінімальною кількістю ліпідів.

У нагульний період обмін речовин переважно спрямований на відновлення енергетичних ресурсів організму, витрачених в період нересту, а також на інтенсифікацію процесів пластичного обміну та ріст риби. Дослідженнями встановлено вищий сумарний вміст ліпідів (у 3,6 рази) в печінці, порівняно з м'язами. Вміст білка у білих скелетних м'язах на 57,5% перевищував його вміст у печінці, що може бути пов'язано з участю печінки ляща в процесах гаметогенезу, який супроводжується біосинтезом в печінці попередника білка - оовітеліну і його транспорт до визріваючих ооцитів.

У статевозрілих особин плітки протягом річного циклу змінюється комплекс фізіолого-біохімічних показників, які характеризують їх фізіологічний статус. Проведеними дослідженнями встановлено, що у період нагулу сумарний вміст білка у м'язах плітки вдвічі перевищував його значення в печінці, у переднерестовий період його вміст в печінці перевищував значення у м'язах на 51,2%. Це свідчить про високу функціональну, зокрема білоксинтетичну діяльність печінки плітки у переднерестовий період, а також опосередковано – про достатню наявність у водному середовищі кормових об'єктів. Період нагулу плітки також характеризувався відносно високим рівнем накопичення в печінці сумарних ліпідів, вміст яких перевищував їх значення у м'язах у 7,6 рази. Значний вміст загальних ліпідів в печінці плітки свідчить про її високу ліпідоутворюючу функцію, пов'язану з забезпеченням організму високоенергетичними резервними речовинами на період зимівлі та наступного нересту. Встановлена динаміка перебігу фізіолого-біохімічних процесів в організмі плітки у нагульний та переднерестовий періоди у значній мірі пов'язана з екологічними умовами та

забезпеченістю їжею. Більш високий вміст загальних ліпідів у м'язовій тканині риби спостерігається восени порівняно з весняним періодом, що обумовлено температурним режимом та інтенсивністю живлення риби [10]. За умов оптимальних літніх температур відбувається інтенсивний лінійний і ваговий ріст бореальних риби. По мірі зниження температур восени швидкість білкового росту знижується, починається інтенсивне дожиронакопичення. Тому за зниження температури води в кінці нагульного періоду спостерігається призупинення пластичного обміну (білкового росту) та перемикання обміну речовин на інтенсивне жиронакопичення [5, 7].

Встановлено значно менший загальний вміст білка в печінці і у м'язах статевозрілих особин судака Кременчуцького водосховища у нагульний період, порівняно з переднерестовим. Це може вказувати на відсутність у водосховищі у достатній кількості їжі, або на використання синтезованого печінкою значної кількості білка для забезпечення процесів визрівання статевих продуктів. У період нагулу судака в його печінці і м'язах встановлено більш вміст сумарних ліпідів, порівняно з переднерестовим періодом та більш низький вміст у них глікогену. У печінці судака в переднерестовий і у нагульний періоди сумарний вміст ліпідів а глікогену значно перевищував показники, виявлені у м'язах, що може свідчити про високу функціональну діяльність печінки у енергозабезпеченні організму судака на період нересту.

Загальний вміст білка у білих скелетних м'язах карася сріблястого був достатньо високим і у 2,3 рази перевищував його вміст у печінці. Навесні його показники у м'язах залишилися практично на тому ж рівні, що є свідченням збереження його протягом зимівлі. Проте в печінці сумарний вміст білка перевищував його значення, отримані в період нагулу восени, на 93,6%. Це може свідчити про те, що у переднерестовий період відбувається підвищення білоксинтезуючої функції печінки, спрямованої на поповнення компонентів білка у складі жовтка яйцеклітин статевозрілих особин на завершальній стадії (вітелогенезу) формування гамет та для забезпечення успішного нересту. Про участь печінки у процесах дозрівання статевих продуктів самиць карася у

переднерестовий період свідчить і більш низький (на 11,7%) вміст сумарного білка в печінці, порівняно з м'язами.

Вміст загальних ліпідів в печінці карася у нагульний період у 12 разів перевищував його значення у білих скелетних м'язах, що може бути свідченням підвищення у цей період її ліпідотворюючої функції. Це обумовлено накопиченням в жирових депо організму достатньої кількості енергетичних резервів, необхідних для забезпечення пластичного обміну і росту риб у нагульний період, використання певної частки ліпідів в пластичному обміні, приймаючи участь в процесах утворення жовтка яйцеклітини самиць, а також для успішної зимівлі та процесів дозрівання статевих продуктів у переднерестовий період і самого процесу нересту.

Показники загального вмісту ліпідів у м'язах карася після зимівлі були на 64,7% вищими, від встановлених нами у нагульний період. Проте їх вміст в печінці карася у цей період виявився у 3,3 рази нижчим, порівняно з даними, які спостерігались в період нагулу. Отримані результати наукових досліджень можуть бути пов'язані із значним використанням організмом карася енергетичних резервів в період зимівлі та навесні, в процесі дозрівання статевих продуктів (Козлов, 1972). Не виключена вірогідність витрат певної частки енергетичних резервів організму карася в період зимових міграцій у пошуках корму, особливо за дещо підвищених температур водного середовища.

Вміст глікогену в печінці у нагульний період на 48,9% перевищував значення, встановлені нами у м'язах. Динаміку вуглеводного обміну у риб визначає здатність протягом короткого проміжку часу вивільнювати значну кількість енергії.

Температурний режим водойм істотно впливає на фізіолого-біохімічні процеси промислово-цінних видів риб водосховищ. Вони проявляються у ступені накопичення запасних речовин у печінці та білих скелетних м'язах. Дослідженнями встановлено, що вміст загального білка у білих скелетних м'язах ляща, плітки та судака в осінній період часу значно перевищувала показники вмісту білка в печінці. Так, загальний вміст білка у білих скелетних м'язах ляща з

Київського водосховища перевищував вміст білка в печінці на 63,8%, у м'язах плітки – на 147,1% , у м'язах судака – на 16,1%, а у м'язах окуня – на 111,7%. При порівнянні вмісту білка в печінці майже всіх видів риб можна відмітити, що в ній міститься менше білка у риб з Кременчуцького водосховища порівняно з Київським. Це свідчить про оптимальні умови водосховища, які сприяли накопиченню ліпідів та глікогену у печінці. Кращий температурний режим та розвиток кормової бази Кременчуцького водосховища дозволив рибам досягнути кращого фізіологічного стану в процесі підготовки до зимівлі.

Найбільший вміст загальних ліпідів виявлений в печінці та в білих скелетних м'язах плітки. Це пояснюється особливістю біології цього виду. При цьому кількість загальних ліпідів в печінці плітки з Київського водосховища була меншою на 10,2%, ніж у риб з Кременчуцького водосховища. У деяких випадках зростання вмісту ліпідів може бути викликане значним переважанням в складі корму компонентів рослинного походження, яку споживає плітка. При цьому відбувається так звана жирова інфільтрація печінки. Це явище зазвичай також спостерігається за дії на риб підвищених температур [4]. У нашому випадку саме температурні умови позначилися на ступені накопичення в органах і тканинах риб загальних ліпідів.

Більш, ніж вдвічі меншим, виявився рівень вмісту загальних ліпідів в печінці судака, що також може свідчити про її достатньо високу ліпідуютворюючу функцію в період нагулу. Проте у білих скелетних м'язах цього виду нами зареєстровано найменший вміст загальних ліпідів. На наш погляд, це може бути пов'язано з більшою локомоторною активністю судака порівняно з іншими видами. За рахунок цього організмом витрачається значна кількість жиру. Крім того, вміст загальних ліпідів в печінці судака Кременчуцького водосховища на 46,2% був більшим, ніж у риб Київського водосховища.

Отримані результати співпадають з даними, зареєстровані раніше в органах і тканинах ляща середньої частини Кременчуцького водосховища [5, 14]. Крім того, наші дані співпадають з результатами досліджень інших дослідників, якими

встановлено, що загальний вміст ліпідів у м'язах ляща в середньому становить 1,8–4,5% [6, 9, 11, 15, 16, 22].

При порівнянні вмісту ліпідів у плітки, ляща та судака помітно, що більш низькому температурному режимі водойми (Київське водосховище) у них менше накопичуються ліпідів у печінці, але більше у м'язах. Окунь знову відрізняється від інших досліджених видів за ступенем накопичення ліпідів як у печінці, так і м'язах. У риб з Київського водосховища в печінці вміст ліпідів переважає у 2,0 рази, а у м'язах на 16,2% порівняно до окуня з Кременчуцького водосховища.

За вмістом глікогену досліджені види риби різних водосховищ розподілилися на дві групи. Перша – бентосоїдні (плітка, лящ), у яких його кількість у печінці більша у риб з Кременчуцького водосховища порівняно з Київським. Друга група – хижі види, які більше накопичують глікоген як у печінці, так і в м'язах за дещо нижчою температурою води за вегетаційний період.

Серед досліджених видів риб з Кременчуцького водосховища найбільш високий вміст глікогену виявлено в печінці ляща та плітки (9,5–12,5%) та у їх білих скелетних м'язах (4,0–4,6%), а менший - в печінці судака і окуня (8,6%) та в білих скелетних м'язах (2,3–2,8%).

Найбільший вміст глікогену у печінці був у судака та окуня (10,8–11,0%) та у м'язах (5,6–6,2%) риб, що населяють Київське водосховище. У ляща та плітки з цього водосховища містилось 8,5–9,6% в печінці та 3,6–5,1% у м'язах. Безперечно, крім температурного режиму водойми на вміст глікогену у тканинах бентосоїдних видів риб, впливає стан кормової бази. Але для хижих видів риб останній чинник є малодійним, оскільки для них кормова база була достатньою як у Кременчуцькому, так і Київському водосховищах.

Проведеними дослідженнями встановлено, що за існуючих екологічних умов (відносно постійного рівневого режиму та відповідної температури води), викликаних глобальним потеплінням, в осінній нагульний період фізіологічний статус статевозрілих риб з різним типом живлення Кременчуцького водосховища характеризувався відносно високим рівнем перебігу метаболічних процесів,

свідченням чого є значне накопичення в органах і тканинах, зокрема у печінці та у білих скелетних м'язах сумарного білка, ліпідів та глікогену.

У більшості досліджених видів риб (крім карася сріблястого) у період осіннього нагулу встановлено більш високий вміст сумарного білка у білих скелетних м'язах, порівняно з печінкою. Це обумовлено тим, що основний етап накопичення білка у м'язах риб припадає на літній період нагулу, а в осінній нагульний період спостерігається деяке гальмування процесів пластичного обміну та перемикання його на інтенсивне жиронакопичення [22].

Крім того, більш низький вміст сумарного білка в печінці риб у цей період можна пояснити тим, що з настанням у більшості риб нового етапу гаметогенезу в осінній період для забезпечення процесів генеративного обміну у значній мірі, крім компонентів їжі, використовуються синтезовані печінкою попередник білка оовітелін, який бере участь в процесах трофоплазматичного росту ооцитів та сперматоцитів.

У період осіннього нагулу встановлено високий рівень накопичення сумарних ліпідів в печінці досліджених видів риб, який суттєво перевищував значення, встановлені у м'язах. Це обумовлено високою інтенсивністю ліпідуютворюючої функції печінки, спрямованою на забезпечення процесів енергетичного обміну на стадії трофоплазматичного росту ооцитів та процесів життєдіяльності організму в період зимівлі.

За зниження температури води в осінній період спостерігається зміна «жирового обміну» на вуглеводний. Крім ліпідів, в органах і тканинах різних видів риб у період осіннього нагулу встановлено інтенсивне накопичення глікогену, високий рівень накопичення якого у значній мірі визначається наявністю у водоймі корму, необхідного для інтенсивного біосинтезу в печінці глікогену. У кінці нагульного періоду в органах і тканинах статевозрілих риб Кременчуцького водосховища реєструється максимальний рівень накопичення сумарного білка, ліпідів та глікогену, які необхідні для енергетичного забезпечення генеративного синтезу і розвиток гонад та різноманітних процесів життєдіяльності організму і період зимівлі. Різний вміст в органах і тканинах

досліджених видів риб сумарного білка, ліпідів та глікогену у нагульний період у значній мірі обумовлений не лише особливостями перебігу в їх організмі метаболічних процесів, а й наявністю у водному середовищі їжі певної якості та екологічні умови, які є специфічними для кожного виду риб.

Незначні коливання рівня води та оптимальний температурний режим в осінній період нагулу риб з різним типом живлення Кременчуцького водосховища виявилися оптимальними екологічними умовами для розвитку природної кормової бази та перебігу в організмі процесів пластичного, генеративного обміну та енергетичного забезпечення процесів життєдіяльності організму в період зимівлі та нересту.

За температурних та екологічних умов Кременчуцького водосховища у плітки, ляща та судака в печінці синтезується більша кількість ліпідів глікогену з вищою калорійністю при меншому вмісті білка порівняно до Київського водосховища. Окунь у більшій мірі пристосований до холодноводного існування, його біохімічні показники кращі у Київському водосховищі.

Проведеними дослідженнями встановлено, що обрані ділянки в Кременчуцькому та Каховському водосховищі істотно не відрізнялися за гідрохімічними та гідробіологічними показниками. Основним діючим чинником на фізіологічний стан аборигенних видів риб була температура води. Навесні та до середині літку відзначалася більша температура води у Кременчуцькому водосховищі. З середини літа до початку осені середньомісячна температура води в Каховському водосховищі була на 1,1–1,9 °C вищою порівняно до іншої водойми. За цих умов карась виявляв кращу адаптованість до температурного чинника, в його білих м'язах та печінці накопичувалася більша кількість запасних речовин у вигляді ліпідів та глікогену при підвищеній температурі води. Калорійність тканин карася була максимальною порівняно з іншими видами риб та в умовах Каховського водосховища. Судак, як єдиний досліджений хижий вид риб, виявляв різноспрямовані процеси накопичення запасних речовин. У білих м'язах спостерігалось більша кількість глікогену, білків та вища калорійність у риб з Каховського водосховища, а у печінці менший вміст глікогену, ліпідів та



глікогену порівняно з судаком з Кременчуцького водосховища. Плітка, плоскирка та лящ виявляли Каховського водосховища у вересні виявили меншу пристосованість до наступної зими за ступенем накопичення запасних речовин у тканинах через більшу температуру води. Риби продовжували ріст і енергетичні ресурси переважно витрачалися на його потреби.

Таким чином, за комплексного впливу природних і антропогенних чинників водного середовища в організмі риб виробляються фізіолого-біохімічні механізми, спрямовані на адаптацію до екологічних умов існування.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі проаналізовані сучасні екологічні умови та стан промислового й репродуктивного ядра промислових популяцій риб Кременчуцького та Каховського водосховищ протягом 2009-2021 рр. Встановлені індивідуальні біологічні показники, вікова структура, фізіолого-біохімічна характеристика статевозрілих особин ляща, плітки, судака та карася сріблястого в переднерестовий та нагульний періоди. На основі проведених досліджень встановлено:

1. Сучасні екологічні умови природного відтворення та росту аборигенної іхтіофауни за основними показниками гідрологічного, гідрохімічного, температурного режимів, стану розвитку природної кормової бази в цілому відповідали фізіологічним потребам промислових популяцій риб. Якість води Кременчуцького та Каховського водосховищ за індикаторними видами фітопланктону відноситься β-мезосапробній зоні.

2. У складі іхтіофауни Кременчуцького водосховища відмічено 43 види риб, які відносяться до 10 родин, у Каховському відповідно 42 та 15. Промисловий запас у Кременчуцькому водосховищі формували переважно лящ 30, плітка 24, а в Каховському карась сріблястий - 60 %.

3. В крупновічкових сітках для Кременчуцького водосховища основний улов припадав на ляща – у 2021 р. 94,9% за чисельністю та 67,6% за масою, а в Каховському - сазан – відповідно 50,5% та 73,2%.

4. Популяції ляща в Кременчуцькому водосховищі у 2021 р. відмічена 16 віковими групами, довжина - 53 см, основу популяції в уловах (82%) формували особин у віці від 6 до 10 років; плітки – 8 вікових класів, довжина в уловах – 41 см, основу уловів (84,6%) складали шести- дев'ятирічники; судака - 9 віковими групами довжиною до 76 см, основу (9,1%) складали три-чотирирічки; карася сріблястого - 14 віковими групами, довжиною – 34 см, основу популяції в уловах (58,5%) складали чотири-десятирічники.

5. У Каховському водосховищі у 2021 р. відмічено популяції лящ - 15 віковими групами, довжина 55 см, основу в уловах (66,8%) формували особини шести- дев'ятирічки, плітка - представлена 12 віковими групами, довжина в уловах до 37 см, основу уловів (90,2%) складали чотири- шестирічки; судак - 7 вікових груп, довжина до 63 см, основу в уловах (82,0%) формували три- – п'ятирічні; карась сріблястий - 14 вікових груп, довжина до 42 см, основу в уловах (8,2%) формували чотири- – семирічні.

6. У переднерестовий період загальний вміст білка у м'язах ляща залишався на попередньому рівні, що може свідчити про його успішну зимівлю, а в печінці - виявився у 2,5 рази більшим, досягаючи максимальних значень, які перевищували у цей період їх вміст у м'язах на 57,8%. Це може бути свідченням того, що у переднерестовий період в Кременчуцькому водосховищі достатня кількість відповідних кормових організмів. Проте спостерігається більш низький (на 22,6%) загальний вміст ліпідів в печінці, що може бути свідченням використання їх певної кількості в період зимівлі для забезпечення процесів життєдіяльності організму за умов дещо підвищених температур води.

7. У нагульний період в печінці ляща встановлено більш високий (у 3,6 рази) загальний вміст ліпідів, порівняно з їх вмістом у м'язах. У той же час вміст глікогену у м'язах ляща навесні був на 172,6% нижче, порівняно з його вмістом в період нагулу, що також може бути пов'язано з його використанням організмом ляща в період зимівлі.

8. Фізіологічний статус статевозрілих риб з різним типом живлення характеризувався меншим вмістом загального білка у печінці, порівняно з м'язами у ляща (на 34,2%) та судака (на 34,8 %); вміст загальних ліпідів в печінці судака, плітки, карася сріблястого та ляща перевищував рівень їх накопичення у м'язах на 61,8%, у той час як в печінці плітки, карася та ляща – майже у 5-7 разів, а найбільш високий вміст глікогену виявлено у м'язах карася сріблястого, і значно нижчі показники у інших досліджуваних видів риб – у 2,8 рази менше – у м'язах плітки, у 4 рази – у ляща, та у 4,7 рази – у судака. Неоднаковий вміст ліпідів та глікогену може бути обумовлений наявністю у водному середовищі

достатньої кількості корму відповідної якості та екологічними умовами, а також видовою специфікою обміну речовин в організмі риб.

## ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Пропозиції до нової редакції правил експлуатації водосховищ Дніпровського каскаду.

1.1. Коливання рівнів води, зумовлені добовим і тижневим регулюванням потужності Кременчуцької ГЕС у нормальних умовах експлуатації, припустимі в межах 0,15–0,20 м. Станом на 1 травня забезпечується наповнення водосховища до відмітки не менше 80,6 м БС.

1.2. У маловодні роки, екологічні витрати в нижній б'єф Каховської ГЕС, за виключенням періоду нересту водних біоресурсів, можуть короткочасно знижуватися до 500 м<sup>3</sup>/с, що з одного боку, забезпечить нормальний гідрологічний режим Каховського водосховища, з іншого – забезпечить прийнятний водообмін в заплівній системі Дніпровсько-Бухзького лиману.

1.3. За умови дотримання екологічних витрат у нижній б'єф Каховської ГЕС на рівні не менше 1200 м<sup>3</sup>/с, заповнення водосховища до НПР у весняний період здійснюється до 01 травня. Мінімальний допустимий рівень води станом на 1 травня – 15,8 мБС.

2. Пропозиції до нової редакції правил промислового рибальства у рибогосподарських водних об'єктах.

2.1. Встановити мінімально допустимий розмір для вилов ляща дніпровських водосховищ, як 35 см.

2.2. Дозволити використання для вилову сріблястого карася ставних сіток з кроком вічка  $a=50-60$  мм з встановленням норми прилову, як 10% від загальної кількості видів, що охороняються Правилами рибальства.

2.3. Встановити мінімальний крок вічка в сітках для вилову ляща, як 75 мм; оптимальний – 80-90 мм.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абрамова Е. Н., Жулан И. А. Появление новых видов зоопланктона в водоемах дельты р. Лены. *Труды Зоологического института РАН*. Т. 320, № 4. 2016. С. 473-487
2. Алекин О. Ф., Семенов А. Ф., Скопицев В. А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л.: Гидрометиздат. 1973. 353 с.
3. Алексенко Т. Л. Класифікація плавневих водойм пониззя Дніпра за біологічними показниками. Т. Л. Алексенко, С. В. Овечко, Г. М. Мінаєва та ін. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.*. 2010. № 2 (43). С. 3–6.
4. Андрианов В. А. Исследование влияния техногенной системы на окружающую среду: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1995. 21 с.
5. Белинг Д. О. Дніпро та його рибні багатства. Д.О. Белинг. К., Вид. всеукр. акад. наук, 1935. 163 с.
6. Беляев В. И., Николаев В. М. Шульман Г. Е., Юнева Т. В. Тканевый обмен у рыб. К.: Наук. думка. 1983. 144 с.
7. Билык Т. И. Содержание белка в тканях некоторых видов рыб Кременчугского водохранилища. *Рыб. Хоз-во*. 1985. Вып. 41. С.59-63.
8. Билык Т. И. Содержание белка в тканях некоторых видов рыб Кременчугского водохранилища. *Рыбное хозяйство*. 1986. № 41. С. 59–63.
9. Биоразнообразии и изменение климата: Международный день биоразнообразия. Секретариат Конвенции о биологическом разнообразии. 2007. 46 с. <https://www.cbd.int/doc/bioday/2007/ibd-2007-booklet-01-ru.pdf>.
10. Боярин М. В. Основи гідроекології: теорія й практика. М. В. Боярин, І. М. Нетробчук. Луцьк: Вежа-Друк. 2016. 365 с.
11. Брагинский Л. П. Экологические подходы к исследованию механизмов действия токсикантов в водной среде. Формирование и контроль качества поверхностных вод. К.: Наук. думка. 1975. Вып.1. С.5–15.
12. Браше Ж. Биохимическая эмбриология. М.: Изд-во иностр. Литературы. 1961. 327с.

13. Брюзгин В. Л. Методы изучения роста рыб по чешуе и отолитам. К.: Наукова думка. 1969. 186 с.
14. Буздуган В. К. Экологические аспекты острой токсичности тяжелых металлов и их влияние на общий обмен у массовых видов водных беспозвоночных: Автореф. диссер. ... канд. биол. наук. К., 1987. 25 с.
15. Бузевич І. Ю. Сучасний стан промислової іхтіофауни Каховського водосховища / І. Ю. Бузевич. Рибогосподарська наука України, 2008. № 4. С. 4–9.
16. Бузевич І. Ю. Особливості рибпромислового використання дніпровських водосховищ. І.Ю. Бузевич. *Рибне господарство*. К. Аграрна наука. 2009. Вип. 67. С. 222–226.
17. Бузевич І. Ю. Стан та перспективи рибогосподарського використання промислової іхтіофауни великих рівнинних водосховищ України: дис. ... доктора біол. наук: 03.00.10 / Бузевич Ігор Юрійович. К., 2012. 297 с.
18. Бузевич І. Ю., Рудик-Леуська Н. Я., Максименко М. Л. Розмірнова структура промислових уловів риб Каховського водосховища. *Наукові доповіді НУБіПУ*. 2012. № 2 (31). С. 1–11. Режим доступу до журн.: <http://www.nbu.gov.ua/e-Journals/nd/2012-2/12dovtkr.pdf>.
19. Бузевич І. Ю., Котовська Г. О., Рудик-Леуська Н. Я., Христенко Д. С., Хоменко М. М. Особливості біології карася сріблястого (*Carassius auratus gibelio* (Bioch)) та його промислове використання в Кременчуцькому водосховищі. *Наукові доповіді НУБіПУ*. 2012. № 3 (32). С. 1–7. Режим доступу до журн.: <http://www.nbu.gov.ua/e-Journals/nd/2012-3/12dovtkr.pdf>.
20. Бузевич І. Ю., Діденко О. В., Рудик-Леуська Н. Я. Динаміка показників лінійного росту основних промислових видів риб Кременчуцького та Каховського водосховищ в контексті впливу зміни кліматичних умов. *Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології: XIII Міжнародна іхтіологічна науково-практична конференція*. (Харків, 17-19 вересня 2020). Харків, 2020. С. 29–32.
21. Бузевич І. Ю., Котовська Г. О., Христенко Д. С., Рудик-Леуська Н. Я. Сучасний стан основних промислових видів риб Кременчуцького водосховища.

*Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка: Серія: Біологія.* 2021. № 4 (81). С.53–62. doi: 10.25128/2078-2357.21.4.8 Режим доступу до журн.: <http://journals.chem-bio.com.ua/index.php/biology/article/view/141>

22. Бурдин К. С. Основы биологического мониторинга. М.: Изд-во МГУ. 1985. 160 с.
23. Ваганова В. С., Ваганов А. С., Давыдова О. А. Мониторинг влияния жесткости воды на распределение тяжелых металлов в водных экосистемах. *Экологические проблемы промышленных городов: Всеросс. научно-практ. конф.: Тез. докл.* Саратов, 2011 г. Саратов: СГТУ, 2011. С.34–36.
24. Вишневський В. І. Водогосподарський комплекс в басейні Дніпра. В. І. Вишневський, В. А. Сташук, А. М. Сакевич. К.: Інтерпрес ЛТД. 2011. 188 с.
25. Вишневський В. І. Гідролого-гідрохімічний режим Дніпровських водосховищ. *Гідробіол. журн.* 2020. Т.56 (2). С. 103-120.
26. Відновна іхтіоекологія (реабілітація аборигенної іхтіофауни природних водойм України). [Й. В. Гриб, В. В. Сондак, Н. І. Гончаренко та ін.] Рівне: Волинські обереги. 2007. 630 с.
27. Владимиров В. И., Сухойван П. Г., Бугай К. С. Размножение рыб в условиях зарегулированного стока рек .К.: Изд-во АН УССР. 1963. 394 с.
28. Владимиров В. И., Сухойван П. Г., Бугай К. С. Размножение рыб в условиях зарегулированного стока реки. К.: АН УССР. 1965. 395 с.
29. Владимиров В. И., Сухойван П. Г., Бугай К. С. Размножение рыб в условиях зарегулированного стока реки (на примере Днепра). К.: Изд-во АН СССР. 1968. 396 с.
30. Влияние изменений климата на морские биоресурсы. Влияние климатических изменений на морские биоресурсы и рыболовство: материалы международного симпозиума. г. Сендай, Япония, 2010. Тихоокеанский научноисследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр). [fishretail.ru /data /docs /warming. pdf](http://fishretail.ru/data/docs/warming.pdf).



31. Влияние абиотических факторов на структуру зоопланктона малых озёр юга Западной Сибири. Известия Алтайского отделения Русского географического общества. 2018. 49 № 2. С. 95–103;
32. Володин В. М. Динамика структуры популяций леща *Abramis brama* (L) (Cyprinidae) Рыбинского водохранилища. СПб: Гидрометеоздат, 1993. С. 233–251.
33. Вятчанина Л. И. Биологические особенности и рыбохозяйственное значение плотвы Кременчугского водохранилища. Автореф. дис. ... канд. биол.наук.1970. 24 с.
34. Вятчанина Л. И. Биологические особенности плотвы Кременчугского водохранилища и ее рыбохозяйственное значение. *Рыбное хозяйство*. 1973. Вып. 16. С. 71–76.
35. Вятчанина Л. И. Изменение морфологических признаков плотвы *Rutilus rutilus* L. в условиях Кременчугского водохранилища. *Рыбное хозяйство*. 1974. Вып. 19. С. 75–83.
36. Вятчанина Л. И., Демченко М. Ф. Динамика плодовитости промысловых рыб Кременчугского водохранилища (Сообщение 11). *Рыб.хоз-во*. 1984. №37. С.37–44.
37. Гандзюра В. П. Продуктивність біосистем за токсичного забруднення середовища важкими металами. К.: ВГЛ Обрії, 2002. 248 с.
38. Гандзюра В. П., Грубінко В. В. Концепція шкодочинності в екології. К.–Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. В.Гнатюка, 2008. 144 с.
39. Гейна К. М. Харчові взаємовідносини тюльки та товстолобів Каховського водосховища [Текст] : автореф. дис... канд. біол. наук: 03.00.10. Гейна К. М. УААН, Ін-т рибного госп-ва. К. 2007. 24 с.
40. Гелашвили Д. Б., Безруков М. Е., Бельшева О. И., Черников А. А. Количественные методы оценки куммулятивного и комбинированного действия ксенобиотиков. *Экологический мониторинг*. Н.Новгород: ННГУ. 1998. Ч. III. С. 175–217.

41. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ. А. И. Денисова, В. М. Тимченко, Е. П. Нахшина и др.; под ред. М. А. Шевченко. К.: Наук. думка, 1989. 216 с.
42. Голиков С. Н., Саноцкий И. В., Тиунов Л. А. Общие механизмы токсического действия. Л.: Медицина, 1986. 280 с.
43. Головенко Н. Я., Карасева Т. Л. Сравнительная биохимия чужеродных соединений. К.: Наук. думка, 1983. 199 с.
44. Голубков С. М. Роль консументов в динамике пище-вых цепей и функционировании водных экоси-стем. *Journal of Siberian Federal University. Biology*. 2013.V. 4. No 6. P. 335–353.
45. Голубков С. М., Шадрин Н. В., Голубков М. С., Балушкина Е. В., Литвинчук Л. Ф. Пищевые цепи и их динамика в экосистемах мелководных озер с различной соленостью воды. *Экология*. 2018. № 5. С. 391–398.
46. 2.Гребінь В. В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз): Ніка-Центр. 2000. 316 с.
47. Гриневич Н. Є., Водяніцький О. М., Хом'як О. А., Світельський М. М., Жарчинська В. С. Моніторинг вмісту глікогену хижих видів риб на ювенальній стадії розвитку за зміни температурного та кисневого режиму водойми. *Водні біоресурси та аквакультура: науковий журнал*. 2021. № 1. С. 49–61. doi: 10.32851/wba.2021.1.5
48. Грубинко В. В. Каскадный принцип организации биохимической адаптации рыб: шкала времени, интенсивности, специфичности. *Экологическая физиол.и биохим. рыб*. Ярославль, 2000. Т.1. С. 71.
49. Грушко Я. М. Ядовитые металлы и их неорганические соединения в промышленных сточных водах. М.: Медицина, 1972. 176 с.
50. Гусынская С. Л. Пелагический зоопланктон. Гусынская С. Л. Безпозвоночные и рыбы Днепра и его водохранилищ. под ред. Г. И. Щербака. К.: Наук. думка, 1989. С. 21–44.

51. Денисова А. И., Тимченко В. М., Нахшина Е. П. и др. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ. Отв. ред. М. А. Шевченко; АН УССР. Институт гидробиологии. Киев: Наук. думка, 1989. 216 с.
52. Детлаф Т. А., Фенльгенгауэр П. Е., Степанов Е. С., Чудицкая Е. В. Синтез белка в ооцитах севрюги в разные сроки периода созревания и влияние подавления этого синтеза на изменение ооцитов. *Онтогенез*. 1980. № 1 С. 24–30.
53. Діденко О. В. Моделювання змін популяцій та запасів основних промислових видів риб Канівського та Кременчуцького водосховищ [Текст]: автореф. дис... канд. біол. наук: 03.00.10. Діденко О. В.; УААН, Ін-т рибного госп-ва УААН. К., 2008. 24 с.
54. Діденко О. В., Рудик-Леуська Н. Я. Аналіз стану промислового стада плітки (*Rutilus rutilus*, L) Кременчуцького водосховища з використанням демографічного підходу. *Рибгосп. наука України*. 2008. № 2. С. 13–19.  
<http://elibrary.ru/item.asp?id=23300754>
55. Діденко О. В. Сучасний стан запасів плоскирки (*Blicca bjoerkna* L.) Кременчуцького водосховища. *Рибогосподарська наука України*. 2008. № 3. С. 19–22.
56. Діденко О. В., Рудик-Леуська Н. Я. Моделювання динаміки запасів ляща (*Abramis brama*, L.) Кременчуцького водосховища. [Електронний ресурс]. *Наукові доповіді НАУ*. 2008. № 4 (12). С. 1–12. Режим доступу до журн.: <http://www.nbu.gov.ua/e-Journals/nd/2008-4/08dovtkr.pdf>.
57. Діденко А. В., Рудик-Леуская Н. Я. Взаимосвязь между промысловой смертностью и промысловым усилием на днепровских водохранилищах. *Риб. госп.* 2009. № 66. С. 48–51.
58. Діденко А. В., Гурбик А. Б. Питание окуня (*Perca fluviatilis* L.) Каневского водохранилища в весенний период. *Рибогосп. наука України*, 2011. № 2. С.18–24.
59. Діденко О. В., Гурбик О. Б. Особливості живлення судака (*Sander luciperca* L.) Канівського водосховища у весняний період. // *Рибогосп. наука України*. 2012. №1. С.28–35.

60. Домбровський К. О., Корж О. П. Гідробіологічні особливості водойм верхів'я Каховського водосховища в умовах антропогенного забруднення. *Вісн. Запорізьк. нац. ун-ту*. 2006. С. 64–70.
61. Домбровський К. О. Структура зоопланктонних угруповань річкової ділянки літоралі Каховського водосховища. К. О. Домбровський, С. В. Бичок. *Вісник Запорізького національного університету. Біологічні науки*. 2016. № 1. С. 127–138.
62. Дудник С. В., Євтушенко М. Ю. Водна токсикологія: основні теоретичні положення та їхнє практичне застосування: монографія. К.: Вид-во Українського фітосоціологічного центру, 2013. 295 с.
63. Евтушенко Н. Ю., Дудник С. В. Механизмы поступления, распределения и выведения металлов из организма рыб (обзор). *Гидробиол. журн.* 2014. №4 (50). С. 63–77.
64. Ермолаева Н. И. Водные экосистемы. Особенности формирования зоопланктона водохранилищ. Ин-т вод. и экол. проблем Сиб. отд-ния Рос. акад. наук. Сер. Экология. Вып. 88. Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2008. 69 с.
65. Ермолаева Н. И., Зарубина Е. Ю., Двуреченская С. Я. Суточная динамика гидрохимических показателей и зоопланктона в литорали Новосибирского водохранилища. *Поволжский Экологический Журнал*. 2016. № 2. С. 155–166.
66. Ершов Ю. А., Плетенева Т. В. Механизмы токсического действия неорганических соединений. М.: Медицина, 1989. 272 с.
67. Есипова Н.Б ., Евтушенко Н. Ю. Сравнительная характеристика функционального состояния печени карпа при тепловодном и прудовом выращивании. *Гидробиол. журн.* 2003. Т. 39 (4). С. 72–81.
68. Євтушенко М. Ю., Зіньковський О. Г., Потрохов О. С. Рудик-Леуська Н. Я. Фізіологічний стан ляща та плітки за різних умов зимівлі в Сулинській затоці Кременчуцького водосховища. *Аграрна наука і освіта*. 2007. Том 8 (1). С. 5–10.

69. Євтушенко М. Ю., Дудник С. В. Водна токсикологія: підручник. Херсон:ОЛДІ-ПЛЮС, 2016. 606 с.
70. Євтушенко М. Ю., Рудик-Леуська Н. Я., Леуський М. В. Проблеми щодо встановлення фізіолого-біохімічних процесів у представників прісноводних риб в різні періоди річного циклу. *Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології*: Матеріали X міжнародної іхтіологічної наук.-практ. конф. (Київ, 19–21 вересня, 2017). Київ, 2017. С. 104–108.
71. Євтушенко М. Ю., Рудик-Леуська Н. Я., Хижняк М. І. Теоретичні аспекти застосування в системі біомоніторингу показників, які характеризують фізіологічний статус риб в умовах глобального потепління та дії антропогенних чинників. *Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку*: IV Міжнародна науково-практична конференція. (Херсон, 21–22 жовтня 2021). Херсон, 2021. С. 351–355.
72. Євтушенко М. Ю., Рудик-Леуська Н. Я., Леуський М. В. Динаміка вмісту білка, ліпідів та глікогену в органах і тканинах судака Кременчуцького водосховища у переднерестовий та нагульний періоди. *Доповіді Національної академії наук України*. 2023. № 1. С. 74–80. Режим доступу до журн.: <https://doi.org/10.15407/dopovidi2023.01.074>
73. Жадин В. И. Методы гидробиологических исследований. Жадин В.И. М.: 1960. 188 с.
74. Жиденко А. А., Бибчук Е. В., Мищенко Т. И. Показатели метаболизма рыб как биоиндикаторы экологической оценки состояния водоёмов. *Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб*: Тез. докл. международн. конф. (20 апреля 2010 г). 2010. – С.63-66.
75. Житенева Т. С. Основные результаты исследований питания леща (*Abramis brama*, Cyprinidae) в Рыбинском водохранилище. *Гидробиол. журн.* 2009. Т. 45, № 3. С.43-54.
76. Жулидов А. В. Физико-химическое и химическое состояние металлов в природных водах: токсичность для пресноводных организмов. *Экологическое*

*нормирование и моделирование антропогенного воздействия на водные экосистемы*. 1988. Вып.1. С.78–82.

77. Забитківський Ю. М., Юрчак С. В., Бобеляк Л. Й., Гевкан І. І. Вплив ліпосомального препарату з вітамінів А, Є та мікропрепаратів Zn, Se, І на фізіологічний стан плідників коропа (*Cyprinus carpio*) у переднерестовий період. *Рибогосподарська наука України*. 2014. № 4 (30) С. 86–94.

78. Загорских О. М., Кирсипуу А. А. Сравнительная характеристика липидного состава мышц и печени лещей после зимовки и летнего нагула. *Биохимия экто-и эндотермных организмов в норме и при патологии*. Петрозаводск: Карельский научный центр АН ССР, 1990. С.27–33.

79. Зайцева Г. Я. Живлення та кормові взаємовідношення риб у Кременчуцькому водоймищі. *Біологія риб Кременчуцького водоймища*. К.: Вид-во «Наук. думка». 1970. С.257–316.

80. Зимбалевская Л. Н. Литоральный зоопланктон. Зимбалевская Л.Н. Беспозвоночные и рыбы Днепра и его водохранилищ. под ред. Г.И. Щербака. К.: Наук. думка, 1989. С. 5–21.

81. Зиньковский О. Г., Евтушенко Н. Ю. Влияние температуры водной среды на продуктивные свойства и качество икры некоторых видов рыб. *Пресноводная аквакультура Центральной и Восточной Европы, достижения и перспективы*: мат. конф. К.: 2004. С. 231–235.

82. Иванов А. П., Рыбоводство в естественных водоёмах. М.: ВО Агропромиздат, 1988. 367 с.

83. Изменение климата. Обобщающий доклад. Вклад рабочих групп I, II и III в четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата. Женева. Секретариат МГЭИК, 2007. 104 с.

84. Иоффе Ц. И. Формирование донной фауны водохранилищ СССР и опыт классификации. *Известия ГосНИОРХ*, 1961. С. 30–40.

85. Исаев А. И, Карпова Е. И. Рыбное хозяйство водохранилищ. М.: Агропромиздат, 1989. С.51–54.

86. Кангур А. А. Физиолого- биохимические особенности годового цикла леща из озера Выртсьярв. *Динамика содержания сухого вещества, белка и жира в мышцах. Изв. АН Эст. ССР, сер. Биол.* 1975. 24 (1). С. 732–782.
87. Керівний нормативний документ. Охорона навколишнього природного середовища та раціональне використання природних ресурсів. Затверджено Міністром охорони природного навколишнього середовища та ядерної безпеки України 22.04.95 р. 250 с.
88. Кирпенко Ю. А. Комбинированное действие токсина синезеленых водорослей и некоторых компонентов промышленных стоков на показатели качества воды. Ю. А. Кирпенко, В. В. Станкевич, Н. И. Кирпенко. *Гидробиол. журн.* Т. 18, № 4. 1982. С. 35–37.
89. Кирсипуу А. Лаугасте К. Некоторые аспекты влияния температуры на обмен веществ рыб. *Основы биопродуктивности водоёмов Прибалтики. Тарту.* 1975. С.371–375.
90. Кирсипуу А. И., Лаугасте К.О. О сезонных изменениях белкового обмена у леща. *Современные вопросы экологической физиологии рыб.* 1979. С. 174–178.
91. Киселев И. А. Методы исследования планктона. И. А. Киселев. *Жизнь пресных вод СССР.* М.: АН СССР, 1956. 2. С. 188–265.
92. Коблицкая А. Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1981. 208 с.
93. Козлов А. Н. Некоторые особенности жирового обмена мраморной нототении *Nototenia rossimormorata* Fisher в преднерестовый период. *Тр. ВНИИ мор. рыбн. хоз-ва и океанографии.* 1972 85, вып. 3. С.117–129.
94. Колесник И. А. Состояние химического загрязнения рек Украины и его динамика во второй половине XX столетия. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія.* Київ: Ніка-Центр, 2000. Т. 1. С. 72–77.
95. Кондратьева Н. В. Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Вип. 2. Синьо-зелені водорості – Cyanophyta. Клас Гормогонієві – Nostogoniophyceae. К.: Наук. думка, 1968. 524 с.

96. Константинова Н. А. Современное состояние промысловой ихтиофауны и перспективы развития рыбного хозяйства Киевского водохранилища. *Рыбное хозяйство*. К.: Урожай, 1973. Вып. 16. С. 33–38.
97. Коршиков О. А. Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Вип. 4. К.: Вид-во Акад. наук УРСР, 1938. 184 с.
98. Котовська Г. О. Особливості біології судака звичайного (*Stizostedion luciperca* (L. 1758) Кременчуцького водосховища. *Рибогосподарська наука України*. 2011. №2. С. 14–17.
99. Rudik-Leuska N. Ja., Kotovs'ka G. O., Khrystenko D. S., Kostenko Y. V. Bream – the major object of commercial harvest in the Kremenchuk and Kyiv reservoirs. *Biodiversity. Ecology. Adaptation. Evolution: Proceedings of the V International Young scientists conference, dedicated to 160 anniversary from the birth of profesor Frants Kamenskiy (Odesa, June 13–17, 2011)*. Odesa. 2011. P. 103–104.
100. Кошелев Б. В. Эколого-морфологическое исследование гаметогенеза половой цикличности и размножения рыб. Эколого-морфологические и эколого-физиологические исследования развития рыб. М.: Изд-во «Наука», 1978. С.10–43.
101. Кошелев Б. В. Экология размножения рыб. М.: Наука, 1984. 307 с.
102. Кражан С. А., Лупачова Л. И. Естественная кормовая база водоемов и методы ее определения при интенсивном ведении рыбного хозяйства. Л.: 1991. 102 с.
103. Кривобок М. Н. О роли печени в процессе созревания яичников салаки *Clupea harengus membras*. *Вопросы ихтиологии*. 1964. Т.4, №3. С. 28.
104. Кружиліна С. В. Живлення строкатого товстолобика (*Aristichthys nobilis* (Rich.)) в пониззі Кременчуцького водосховища. *Риб. госп.* 2005. № 64. С. 116–111.
105. Кружиліна С. В. Трофічні взаємовідносини білого товстолобика і молоді ляща і плоскирки Кременчуцького водосховища. *Рибне господарство*. 2005. Вип. 64. С.116–121.
106. Кружиліна С. В. Трофічні взаємовідносини білого (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.) і строкатого (*Aristichthys nobilis* Rich.)



товстолобів та молоді промислових видів риб Кременчуцького водосховища. Автореф. дис. .... канд.биол.наук: 03.00.10/ ІРГ УААН. К., 2006. 24 с.).

107. Кружиліна С. В., Діденко О. В. Структурно-функціональні характеристики зоопланктону Кременчуцького водосховища в сучасний період та його взаємозв'язок з деякими компонентами фітопланктону. *Рибогосподарська наука України*. 2007. Вип. 2. С. с. 71–76.).

108. Кружиліна С. В. Живлення та трофічні взаємовідносини молоді основних промислових видів риб Кременчуцького водосховища. *Гидробиол. журн.* 2009. 45 № 6. С. 25–35.).

109. Кружиліна С. В. Багаторічна динаміка кількісного розвитку фітопланктону Кременчуцького водосховища та його структурні показники. С. В. Кружиліна. *Рибогосподарська наука України*. 2010. № 3. С. 14–19.

110. Кружиліна С. В. Кормова база риб та потенційні біопродукційні можливості водосховищ Дніпровського каскаду. С. В. Кружиліна, Г. О. Котовська. *Вісник Запорізького національного Університету*. 2013. № 3. С. 22–31.

111. Кружиліна С. В. Рівень розвитку гідробіонтів як характеристика умов нагулу риб водосховищ дніпровського каскаду. С. В. Кружиліна. *Рибогосподарська наука України*. К.: ТОВ «Діа», 2015. Вип.4. С.15–30.

112. Курганський С. В. Вміст білку в основних промислових видів риб Київського водосховища. *Риб. госп-во*. 1999. Вип. 54–55. С. 62–67.

113. Курганський С. В. Сучасний стан промислової іхтіофауни Київського водосховища та оцінка наслідків екстремальної зими 2010 року. С. В. Курганський, О. А. Бузевич. *Рибогосподарська наука України*. 2010. Вип. 4. С. 58–65.

114. Курганський С. В, Бузевич О. А., Рудик-Леуська Н. Я. Стан запасів другорядних промислових видів риб Київського водосховища. *Наукові доповіді НУБіПУ*. 2014. № 7 (49). С. 1–15. Режим доступу до журн.: [http://nd.nubip.edu.ua/2014\\_7/3.pdf](http://nd.nubip.edu.ua/2014_7/3.pdf) elibrary.ru/item.asp?id=22655311

115. Кутикова Л. А. Коловратки фауны СССР. М.: Изд-во «Наука», 1970. 744 с.

116. Кутикова Л. А., Старобогатова Я. М. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Л.: Наука, 1977. 477 с.
117. Лапач С. Н. Статистика в науке и бизнесе. С. Н. Лапач, А. В. Чубенок, П. Н. Бабич. К.: МОРИОН, 2002. 640 с.
118. Лапина Н. Н. Сезонная динамика эколого-физиологических показателей плотвы Можайского водохранилища. *Экологическая физиология рыб*. Тез. докл. 111 Всес. конф. ч. 2. Киев. 1976. К.: Наук. думка, 1976. С. 15–16.
119. Лапина Н. Н. Сезонные изменения биохимического состава органов и тканей плотвы *Rutilus rutilus* (L.) Можайского водохранилища. *Вопросы ихтиологии*. 1978. Т.18, вып.3. С. 1099–1109.
120. Лапина Н. Н., Спановская В. Д. Сезонная динамика биохимического состава некоторых органов и тканей густеры *Blicca bjoerkna* (L.) Можайского водохранилища. *Вопросы ихтиологии*. 1979. Т. 19, вып.3. С. 519–528.
121. Лапина Н. Н. Динамика некоторых физиологических показателей леща Рыбинского водохранилища на протяжении годового цикла. *Вестник МГУ. Сер.16. Биология*. 1980. № 2. С.63–69.
122. Лапина Н. Н. Влияние температуры на некоторые стороны липидного обмена молоди плотвы. *VI Всес. конф. по экол. физиол. и биохимии рыб*: тез докл. (Вильнюс, 17 сент 1985). Вильнюс, 1985. С. 112 Вильнюс 113.
123. Лаугасте К. Сезонная динамика относительного веса печени леща и содержание в ней гликогена и жира. Изв. АН Эстонской ССР. *Биология*. 1969. Т. 18, № 4. С. 370–385.
124. Лаугасте К., Кирсипуу А., Кангур А. Влияние питания и температуры воды на некоторые гистологические показатели печени, белки сыворотки крови и биохимический состав мышц леща. *Гидробиол. исследования*. 1974. Т. 6 Тарту. С. 199–206.
125. Левина Е. Н. Общая токсичность металлов. Е. Н. Левина. М.: Медицина, 1972. 23 с.

126. Лесников Л. А. Разработка нормативов содержания вредных веществ в воде рыбохозяйственных водоемов. *Сб. научн. тр. Гос.НИИОРХ*. 1979. Вып.144. С. 3–41.
127. Лизенко Е. И., Чеченков А. В., Полина А. В. Содержание липидов в некоторых органах заводской молоди атлантического лосося в зависимости от возраста, сезона и условий выращивания. *Биохимия пресноводных рыб Карелии*. 1980. С. 21–29.
128. Линник П. Н., Набиванец Б. И. Комплексообразование ионов металлов в природных водах. *Гидробиол. журн.* 1983. Т. 19, № 3 С. 82–95.
129. Линник П. Н., Набиванец Б. И. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 269 с.
130. Линник П. Н., Искра И. В. Роль растворенных органических веществ в миграции цинка, свинца и кадмия в водохранилищах Днепра. *Вод. ресурсы*. 1997. Т. 24, № 4. С. 494–502.
131. Литвиненко Н. Н. Кормовая база для молоди рыб и рыбпланктофагов Каховского водохранилища. *Рыбное хозяйство*. 1977. Вып. 25. С. 59–63.
132. Литвиненко В. О. Христенко Д. С., Курганський С. В., Бузевич О. А. Моделювання уловів плоскирки (*Blicca bjoerkna* L.) Київського водосховища за різними параметрами знарядь лову. *Рибогосподарська наука України*. 2021. № 2. С. 5–17.
133. Литвинова Т. Г., Мельник А. П., Стецюк З. А. і ін. Фактори накопичення важких металів в екосистемі Дніпровських водосховищ. *Рибне госп.* 2005. Вип. 64. С.131–143.
134. Ліпінський В. М., Сніжко С. І., Осадчий В. І. та ін. Глобальні зміни клімату та їх прояв на території України. Зб. наук. праць: Географія в інформаційному суспільстві. К.: ВГЛ Обрії, 2008. Т.3. С. 141–147.
135. Ліпінський В. М., Осадчий В. І., Бабіченко В. М. Активізація стихійних метеорологічних явищ в Україні в останнє двадцятиріччя. Зб. Наук. праць: Географія в інформаційному суспільстві. К.: ВГЛ Обрії, 2008. Т.3. С. 13–17.

136. Лукьяненко В. И. Физиолого-биохимические аспекты водной токсикологии. *Влияние загрязняющих веществ на гидробионтов и экосистемы водоемов*. 1979. С.49–56.
137. Лукьяненко В. И. Общая ихтиотоксикология. М.: Легк. и пищ. пром., 1983. 320 с. Майр Э. Принципы зоологической систематики. М.: Мир, 1971. 454 с.
138. Лягина Т. Н. Сезонная динамика биологических показателей плотности. *Вопр. ихтиологии*. 1972. Т.2, вып. 2 (73) С. 29.
139. Макеева А. П. Эмбриология рыб. Макеева А. П. Эмбриология рыб. М.: Изд-во МГУ. 1992. 216 с.
140. Малиенко А. В. Содержание липидов в теле некоторых видов рыб Кременчугского водохранилища. К.: Наукова думка, 1973. С. 149–163.
141. Маляревская А. Я., Биргер Т. И. Биохимический состав производителей, икры и личинок тарани и леща. Влияние качества производств на потомство у рыб. К.: Наук. думка, 1978. С. 5–34.
142. Маляревская А. Я., Ковальчук А. А. и др. Планктон и бентос днепровских водохранилищ как кормовая база рыб. *Гидробиол. журн.* Леп. ВИНТИ, 1986. 216 с.
143. Мануйлова Е. Ф. Ветвистоусые рачки (*Cladocera*) фауны СССР. М. Л.: Наука, 1964. 328 с.
144. Мартин Р. Бионеорганическая химия токсичных ионов металлов. Некоторые вопросы токсичности ионов металлов. М.: Мир, 1993. С. 25–61.
145. Марценюк В. М. Особливості регуляції енергозабезпечення адаптації риб до дії абіотичних та антропогенних чинників: Автореф.дис. ... канд. біол. наук. К., 2019. 24 с.
146. Масленникова Н. В. Участие печени некоторых видов морских рыб в метаболических процессах организма. Тр. Всесоюз. НИИ морск. рыб. хоз-ва и океанографии. 1978. Т.120. С. 20–29.
147. Матвієнко Н. М. Моніторинг вірусних захворювань риб у рибогосподарських водоймах України. *Наукові записки Тернопільського*

національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія. 2013. Вип. 3 (56). С. 67–73.

148. Машковський Н. І. Гідрологічний режим Дніпра в умовах зарегулювання стоку. Київ: Наук. думка, 1967. 387 с.

149. Мельник А. П., Власова Н. М., Колос О. М., Діденко О. В. Видові особливості розподілу та накопичення важких металів в організмах риб-бентофагів Кременчуцького водосховища. *Рибогосподарська наука України*. 2013. № 1. С. 25–30.

150. Мельничук Г. Л. Пищевые потребности и баланс энергии молодежи, плотвы, густеры, синца и судака Кременчугского водохранилища. Пищевые потребности и баланс энергии у рыб. К.: Наук. думка, 1973. С. 50–118 с.

151. Метелев В. В., Канаев А. И., Дзасохова Н. Г. Водная токсикология. М.: Колос, 1971. 247 с.

152. 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., ІРГ УААН, 1998. 47 с.

153. Методика розрахунку збитків, заподіяних рибному господарству внаслідок порушення законодавства про охорону навколишнього природного середовища,

[https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/pdf/pro\\_zatverdzhennya\\_metodiki\\_rozr-3-159564.pdf](https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/pdf/pro_zatverdzhennya_metodiki_rozr-3-159564.pdf)

154. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / О. М. Арсан, О. А. Давидов, Т. М. Дьяченко та ін.; За ред. В. Д. Романеска. НАН України. Ін-т гідробіології. К.: ЛОГОС, 2006. 408 с.

155. Мецлер Д. Биохимия. Химическая реакция в живой клетке. М.: Мир. 1980. 488 с.

156. Миськовець Н. П., Лесях К. Л. Вплив парникового ефекту та глобального потепління на рибну галузь. *Проблеми раціонального використання*

*соціально-економічного та природно-ресурсного потенціалу регіону*. 2014. Вип. XX, №3. С. 216–233.

157. Митрофанов В. П. Экологические основы морфометрического анализа рыб: учебное пособие. Алма-Ата.: КазГУ, 1977. 35 с.

158. Мовчан Ю. В, Смирнов А. І. . Фауна України. К.: Наукова думка, 1981. Т. 8, вып. 2, ч.1. 427 с.

159. Мовчан Ю. В. , Смірнов А. І. Фауна України. К.: Наукова думка, 1983. Т. 8, вып. 2. Ч. 2. 360 с.

160. Мовчан Ю. В. Фауна України. К.: Наукова думка, 1988. Т. 8, вып. 3. 368 с.

161. Мовчан Ю. В, Манило Л. Г., Смирнов А. И Каталог коллекции зоологического музея ННПМ НАН Украины. Круглоротые и рыбы. К.: Зоомузей ННПМ НАН Украины, 2003. 241 с.

162. Моніторинг і методи контролю навколишнього середовища. Под ред. Ю. А. Афанасьєва. К.: Просвіта, 2016. 490 с.

163. Монченко В. І. Щелепнороті циклоподібні, циклопи (Cyclopidae). Фауна України. Київ: Наук. думка, 1974. вип. 3. 452 с.

164. Мордухай-Болтовской Ф. Д. Материалы по среднему весу водных беспозвоночных бассейна Дона. Ф. Д. Мордухай-Болтовской. *Проблема гидробиологии внутренних вод*: тр. проблем. и тематит. совещ. М.; Л.: АН СССР, 1954. С. 223–241.

165. Мордухай-Болтовской Ф. Л. Определитель фауны Черного и Азовского морей. К.: Наукова думка, 1968. 424 с.

166. Мордухай-Болтовской Ф. Л. Определитель фауны Черного и Азовского морей. К.: Наукова думка, т. 2, 1969. 525 с.

167. Мордухай-Болтовской Ф. Д. Хищные ветвистоусые фауны мира. Ф. Д. Мордухай-Болтовской, И. К. Ривьер *Определители по фауне СССР*. Л.: Наука, 1987. Вып. 248. 182 с.

168. Морозов А. В., Дубровска К. П. О коэффициенте упитанности рыб. *Зоол. журн.* 1951. Т. 30 (3). С. 267–273.

169. Наукові дослідження ресурсної бази водних живих ресурсів на водосховищах дніпровського каскаду для визначення їх промислового потенціалу: Звіт по НДР/ІРГ УААН. 30/08; № ДР 0108 U007842. К., 2008. 58 с.
170. Наукова оцінка сучасного стану ресурсної бази промислу та розробка раціональної схеми рибогосподарського використання внутрішніх водойм України: Звіт по НДР/ІРГ УААН. 15/09; № ДР 0109U007545. К., 2009. 85 с.
171. Нахшина Е. П. Микроэлементы в водохранилищах Днепра. К.: Наук. думка, 1983. 160 с.
172. Нейфах А. А., Тимофеева М. Я. Молекулярная биология процессов развития. М.: Наука, 1977. 312 с.
173. Никольский, Г. В. Экология рыб. М.: Высшая школа., 1974. 367 с.
174. Никольский Г. В. Теория динамики стада рыб. Г. В. Никольский. [2-е изд., перераб. и доп.]. М.: Пищ. пром-сть, 1974. 446 с.
175. Новицький Р. О. Масштаби, спрямованість та наслідки інвазій чужорідних видів риб у дніпровські водосховища. Авт. дис. ... доктора. біол. наук: 03.00.10. "Іхтіологія". Р. О. Новицький. К., 2019. 41 с.
176. Одум Ю. Экология: в 2 т. Ю. Одум; пер. с англ. Б. Я. Виленкина; под. ред. В. Е. Соколова .М.: Мир, 1986. Т. 2. 376 с.
177. Озернюк Н. Д. Энергетический обмен в раннем онтогенезе рыб. М.: Наука, 1985. 173 с.
178. Озинковская С. П., Полторацкая В. И., Зубенко В. Л. Современное состояние судака Кременчуцкого водосховища. *Пресноводная аквакультура в условиях антропогенного пресса*. К.: ИРХ УААН, 1994 С. 229.
179. Озінковська С. П., Христенко Д. С., Котовська Г. О. Динаміка вилову основних промислових видів риб на Кременчуцькому та Каховському водосховищах. *Науковий вісник НАУ*. 2006. № 102. С.61–67.
180. Оксіюк О. П. Мікрофітобентос Каховського водосховища в сучасний період. О. П. Оксіюк, О. А. Давидов, Ю. Г. Карпезо. ISSN 2078-2357. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол. Спеціальний випуск: Гідроекологія*. 2010. № 2 (43). С. 377–379.

181. Олексів І. Т. Показники якості природних вод з екологічних позицій. Львів: Світ, 1992. 232 с.
182. Осадча Н. М., Ситник Ю. М., Євтушенко М. Ю. Ступінь закомплексованості міді у воді Шацьких озер. *Екологічні аспекти осушувальних меліорацій в Україні*: тез. доп.конф. К.: Знання, 1992. С. 120–121.
183. Остроумова И. Н. Комарова Г. В. Рост карпа и распределение липидов в его тканях в условиях теплых вод. *Гидробиол. журн.* 1979. Т.15, №6. С. 66–71.
184. Остроумова И. Н. Эколого-физиологические основы пластических и энергетических потребностей рыб и пути их удовлетворения. *Современные проблемы экологической физиологии и биохимии рыб*. Вильнюс, 1988. С. 201–221.
185. Пашкова О. В. Этапы и особенности многолетней сукцессии зоопланктона пелагиали Каневского водохранилища. *Гидробиологический журнал.* 2003. 39, № 6. С. 42–56.
186. Пашкова О. В. Літоральний зоопланктон у Дніпровських водосховищах різного типу. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка.* 2010. № 2 (43) С. 395–398.
187. Паюта А. А., Флёрова Е. А. Некоторые показатели обмена веществ в мышечной ткани, печени и гонадах судака *Sander luciperca* и чехони *Pelecus cultratus* Горьковского водохранилища. *Вопросы ихтиологии.* 2019. Т. 59 (2). С. 225–233.
188. Перелік методик виконання вимірювань (визначень) складу та властивостей проб об'єктів довкілля, викидів, відходів і скидів, тимчасово допущених до використання Мінекоресурсів України (Перелік МВВ) чинність Переліку МВВ до 31.12.2007 р. 280 с.
189. Піднебесна Г. А., Курейшевич А. В. Дослідження індуктивними методами впливу різних факторів на вміст хлорофілу а у фітопланктоні Каховського водосховища. *Індуктивне моделювання складних систем.* 2016. Вип. 8. С. 167–175.



190. Плiчко В. Ф., Захарченко І. Л., Рудик–Леуська Н. Я. Промислово біологічна характеристика сріблястого карася Каховського водосховища. *Рибогосп. наука України*. 2013. № 3. С. 17–20.
191. Плiчко В. Ф., Захарченко І. Л., Рудик–Леуська Н. Я. Промислово-біологічна характеристика сріблястого карася Каховського водосховища. *Рибогосподарська наука України*. 2013. № 1 С. 17–24. <http://elibrary.ru/item.asp?id=23610895>
192. Полтавчук М. А. Основы биотехники разведения судака в искусственных водоёмах. К.: Изд-во АН УССР, 1959. 85 с.
193. Полтавчук М. А. Биология и разведение днепровского судака в замкнутых водоёмах. К.: Наук. думка, 1965. 257 с.
194. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. Москва: Пищевая промышленность, 1966. 243 с.
195. Правила експлуатації водосховищ дніпровського каскаду. Яцик А. В., Томiльцева А. І., Яцик М. В. та ін. К.: Генеза, 2001. 180 с.
196. Правила промислового рибальства у рибогосподарських водних об'єктах України, затверджені наказом Державного комітету рибного господарства України від 18.03.1999 р. №33 та зареєстровані в Мін'юсті України від 25.05.1999 р. № 326/3619.
197. Практикум по биохимии: Учебное пособие. Под ред. С. Е. Северина, Г. А. Соловьевой. М.: Изд-во МГУ, 1989. 509 с.
198. Приймаченко А. Д. Фитопланктон и первичная продукция Днепра и Днепроvских водохранилищ. К.: Наук. думка, 1981. 271 с.
199. Природна кормова база рибогосподарських водойм: навчальний посiбник. С. А. Кражан, М. І. Хижняк. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2013. 330 с.
200. Причепа М. В., Потрохов О. С., Зiньковський О. Г, Худiяш Ю. М. Особливостi гормональної реакції риб за умов коливань температурного режиму водойми. *Гiдробiол. журн.* 2019. Т. 55, №3. С.76–85.

201. Про затвердження Режиму рибальства у рибогосподарських водних об'єктах (їх частинах) України у 2021 році 02.03.2021 № 162, зареєстрований в Міністерстві юстиції України 23 березня 2021 р. за № 374/35996.

202. Протасов А. А. Биоразнообразие и его оценка. Концептуальная диверсикология. К.: Институт гидробиологии НАНУ, 2002. 106 с.

203. Прохорова М. И., Тупикова З. Н. Большой практикум по углеводному и липидному обмену. Л., 1965. 101с.

204. Пулик Р. В., Тімченко О. І., Хижняк М. І., Рудик–Леуська Н. Я. Фактор глобального потепління та водні екосистеми. *Аквакультура XXI століття – проблеми та перспективи: Міжнародна науково-практична конференція. (Київ, 27 травня 2021).* Київ, 2021. С. 42–44.

205. Раас Т. С., Казанова И. И. Методическое руководство по сбору икринок, личинок и мальков рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 42 с.

206. Режим промислового рибальства в дніпровських водосховищах у 2011 році, затверджений наказом Державного комітету рибного господарства України від 24.01.2011 р. №51 та зареєстрований в Мін'юсті України від 12.03.2011 р. № 302/19040.

207. Рогозин А. Г., Исакова Н. А. Дополнения и исправления к списку видов – термоиндикаторов зоопланктона. М.: Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук, 2016. С. 47–51.

208. Романенко В. Д., Арсан О. М., Соломатина В. Д. Механизмы температурной акклимации рыб. Киев: Наукова думка, 1991. 192 с.

209. Романенко В. Д. Комплексна оцінка екологічного стану басейну Дніпра. Романенко В. Д., Євтушенко М. Ю., Линник П. Г. та ін. Київ: Інститут гідробіології НАНУ, 2000. 103 с

210. Романенко В. Д., Якушин В. М., Щербак В. І., Тімченко В. М., Плігін Ю. В. та ін. Біорізноманіття та біоресурсний потенціал екосистем дніпровських водосховищ в умовах кліматичних змін і розвитку біологічної інвазії. К.: Наукова думка. 2019. 254 с.

211. Рудик-Леуська Н. Я., Євтушенко М. Ю. Стан популяцій ляща та плітки Сулинської затоки Кременчуцького водосховища. К.: Вид-во Українського фітосоціологічного центру. 2010. 163 с.

212. Рудик-Леуська Н. Я., Котовська Г. О., Христенко Д. С., Бойко О. С. Порівняльний аналіз популяцій ляща (*Abramis brama* L.) Кременчуцького та Київського водосховищ. *Біоресурси і природокористування*. 2011. Т. 3. № 3–4. С. 93–97.

213. Рудик-Леуська Н. Я., Котовська Г. О., Христенко Д. С., Бойко О. С. Порівняльний аналіз популяцій плітки звичайної (*Rutilus rutilus* L.) Кременчуцького та Київського водосховищ. *Наукові доповіді НУБіПУ*. 2011. № 5 (27). С. 1–9.

214. Рудик-Леуська Н. Я., Чуклін А. В., Максименко М. Л. Сучасний стан популяції плітки (*Rutilus rutilus* L.) Каховського водосховища. *Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка: Серія: Біологія*. 2013. № 1 (54). С. 44–49.

215. Рудик-Леуська Н. Я. Структурні показники популяцій основних промислових видів риб Кременчуцького водосховища. *Рибогосподарська наука України*. 2013. № 2. С. 25–31.

216. Рудик-Леуська Н. Я., Котовська Г. О., Христенко Д. С., Бузевич І. Ю., Леуський М. В. Структурні показники популяції карася сріблястого (*Carassius gibelio* B.) Кременчуцького водосховища. *Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка: Серія: Біологія*. 2022. № 3 (82), С. 44–51.

doi: <http://journals.chem-bio.com.ua/index.php/biology/article/view/164>

217. Рудик-Леуська Н. Я., Леуський М. В., Макаренко А. А., Євтушенко М. Ю. Сучасний стан видового різноманіття фітопланктону та оцінка якості води Кременчуцького водосховища за індексом сапробності. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агронія і біологія*. 2022. 48 (2). С. 139–147. Режим доступу до журн.: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.2.19>

218. Рудик-Леуська Н. Я., Хижняк М. І., Макаренко А. А., Леуський М. В. Сучасний стан зоопланктону Каховського водосховища у літній період. *Біологія тварин*. 2022. Том 24 (3). С. 33–38. Режим доступу до журн.:

<https://doi.org/10.15407/animbiol24.03.033>

219. Рудик-Леуська Н. Я., Хижняк М. І., Макаренко А. А., Леуський М. В. Фітопланктону та якість води Каховського водосховища. *Екологічні науки*. 2022. № 44. С. 83–93. Режим доступу до журн.:

<http://www.ecoj.dea.kiev.ua/archives/2022/5/13.pdf>

220. Рудик-Леуська Н. Я., Хижняк М. І., Макаренко А. А., Леуський М. В. Аналіз видового різноманяття зообентосу Кременчуцького та Каховського водосховищ. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агронімія і біологія*. 2022. 50 (4). С. 47–54. Режим доступу до журн.:

<https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.4.7>

221. Савицкий И. В. Значение теплового фактора при отравлениях, вызванных профессиональными ядами из группы тяжелых металлов. *Врачебное дело*. 1971. № 3. С. 138–142.

222. Сакун О. Ф., Буцкая Н. А. Определение стадии зрелости и изучение половых циклов рыб. Мурманск, 1963. 47 с.

223. Самойленко Л. М. Оцінка сучасного стану зоопланктону в плавневих водоймах Дніпра. *Наук. читання, присв. 90-річчю НАН України*. Вип. 4. Херсон, 2008. С. 24–26.

224. Сигиневич Г. П. Оценка запасов тюльки и степени использования ею зоопланктона Каховского водохранилища. *Гидробиол. журн*. 1968. № 5. С. 46–54.

225. Сидоров В. С., Лизенко В. И., Рипатти П. О., Болгова О. М. Липиды рыб (литературный обзор). *Сравнительная биохимия рыб и их гельминтов*. Петрозаводск, Карельский филиал АН СССР, 1977. С. 5–56.

226. Сидоров В. С. Экологическая биохимия рыб. Липиды. Л., 1983. 240 с.

227. Сиренко Л. А., Гавриленко М. Я. Цветение воды и евтрофирование. К.: Наукова думка, 1978. 215 с.

228. Смирнов А. И. Фауна України. К.: Наукова думка, 1986. Т. 8, Вып. 5. 320 с.
229. Соколов Л. В. Климат в жизни растений и животных. Санкт-Петербург–Калининград, 2012. С. 125–153. [www.zin.ru/Books/climate/Sokolov-2012](http://www.zin.ru/Books/climate/Sokolov-2012).
230. Сондак В. В. Особливості формування стресових ситуацій та ризик виживання аборигенної іхтіофауни у поверхневих водах України. *Доповіді НАН України*. 2008. № 7. С. 191–199
231. Спановская В. Д, Григоращ В. А. Рост и питание годовиков плотвы в Можайском водохранилище. *Пищевые потребности и баланс энергии у рыб*. 1973. С. 119–127.
232. Спесивый Т. В. Сравнительные данные морфологических признаков популяций плотвы (*Rutilus rutilus* (L.)) Каховского и Кременчугского водохранилищ. *Рибне господарство*. 2004. Вып. 63. С. 211–214.
233. Строканова А. О., Павлюк С. С., Хижняк М. І., Рудик-Леуська Н. Я. Глобальне потепління як екологічна проблема населення. *Аквакультура XXI століття – проблеми та перспективи: Міжнародна науково-практична конференція*. (Київ, 27 травня 2021). Київ, 2021. С. 48–50.
234. Структура и сукцессии литоральных биоценозов днепровских водохранилищ. [Зимбалева Л. Н., Плигин Ю. В., Хороших Л. А и др.]. К.: Наук. думка, 1987. 204 с
235. Сухойван П. Г. Розмноження риби у Кременчуцькому водосховищі. *Біологія риб Кременчуц. водосховища*. К.: Наук. думка, 1970. С. 34–118.
236. Сухойван П. Г., Вятчина Л. И. Рыбное население и его продуктивность. В кн.: Беспозвоночные и рыбы Днепра и его водохранилищ. Зимбалева Л. Н., Сухойван П. Г., Черногоренко М. И. и др. АН УССР. Ин-т гидробиологии. К.: Наук. думка, 1989. С. 136–173.
237. Таликина М. Г. Гистофизиологические исследования печени леща *Abramis brama* (L) и серебряного карася (*Carassius auratus gibelio* (Bloc)

(*Cyprinidae*) Кучурганского лимана – охладителя Молдавской ГРЭС. *Вопр. ихтиологии*, 1985. Т. 25, вып. 2. С. 283–292.

238. Танасийчук В. С. Биологическая характеристика судака Кременчугского водохранилища и его промысловое использование. *Рыб. хоз-во*. 1973. № 16. С. 64–71.

239. Тарасова О. М., Шаповалов М. З., Мушак П. А. К вопросу о питании белых толстолобиков синезелеными водорослями. *Рыб. хоз-во*. 1980. Вып. 30. С. 75–77.

240. Тарасова О. М. Фитопланктон водохранилищ днепровского каскада. *Рыб. хоз-во*. 1983. Вып. 37. С. 52–56.

241. Тарасова О. М. Оцінка кормової бази риб, в зв'язку з антропогенною дією на екосистему Кременчуцького та Каховського водосховищ. Тарасова О. М., Богданова Л. Н., Безіновер І. М. К.: Тваринництво України, 1993. 5 с.

242. Топачевский А. В., Масюк И. П. Пресноводные водоросли Украинской ССР. Под ред. М.Ф. Макаровича. К.: Вища школа, 1984. 336 с.

243. Трещев А. И. Интенсивность рыболовства. А. И. Трещев. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 236 с.

244. Трушева С. С. Гідробіологія: навчальний посібник. Рівне, 2005. 231 с.

245. Тюрин П. В. Биологические обоснования регулирования рыболовства на внутренних водоемах. М.: Пищепромиздат, 1963. 119 с.

246. Уер Дж. Проблеми забруднення навколишнього середовища і токсикології. Под ред. Дж. Уера. К.: Світ, 2019. 492 с.

247. Унифицированные методы исследования качества вод. Методы биологического анализа вод. Приложение 2. Атлас сапробных организмов. Ред. Л. С. Козина. М.: Типография Управления делами Секретариата СЭВ, 1977. 227 с.

248. Федоненко О. В. Еколого-фізіологічна характеристика основних промислових видів риб Запорізького водосховища в умовах антропогенного забруднення. Автореф. дис.канд. с-г наук. К., 1995. 21 с.

249. Федоненко О. В., Єсіпова Н. Б., Шарамок Т. С., Маренков О. М. Гідроекологічний стан Каховського водосховища. *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя: ЗНУ, 2010. Вип. 15, № 2. С. 214–222.
250. Филенко О. Ф., Хоботьев В. Г. Загрязнение металлами. *Общая экология, биоценология, гидробиология*. 1976. Вып.3. С. 110–145.
251. Филенко О. Ф., Михеева И. В. Основы водной токсикологии. М.: Колос, 2007. 144 с.
252. Филь С. А. Морфометрия и уровненный режим Кременчугского водохранилища. *Рыбн. хоз-во*. 1969. Вып. 8. С. 3–10.
253. Флеров Б. А. Эколого-физиологические аспекты токсикологии пресноводных животных. Л.: Наука, 1989. 144 с.
254. Хоменчук В. О., Курант В. З., Коновець І. М., Грубінко В. В. Вплив деяких фізико-хімічних параметрів водного середовища на накопичення важких металів в організмі коропа. *Доп. НАНУ*. 2000. С.173–176.
255. Хочачка П., Сомеро Дж. Стратегия биохимической адаптации. М.: Мир, 1977. 384 с.
256. Христенко Д. С. Морфометричні показники ляща (*Abramis brama*) Кременчуцького водосховища. *Вісник Дніпропетр. універ. Сер. Біол. Екол.* Дніпропетр. 2007. Вип. 15 (1). С. 187–190.
257. Христенко Д. С. Вікова структура промислового стада ляща у Кременчуцькому водосховищі. *Наук. вісник Нац. аграр. універ. К.* 2007. № 105. С. 77–82.
258. Христенко Д. С. Промислово-біологічна характеристика ляща (*Abramis brama Linneus, 1758*) Кременчуцького водосховища: Автореф. дис. На здобуття наук. ступеня. канд. біолог. наук: 03.00.10 спеціальність «Іхтіологія». Д. С. Христенко. К., 2008. 24 с.
259. Христенко Д. С., Котовська Г. О., Рудик-Леуська Н. Я., Штефан О. О. Рибогосподарське значення судака звичайного (*Stizostedion lucioperka L.*) Кременчуцького. *Наукові доповіді НУБіПУ*. 2012. № 6 (35). С. 1–7.

260. Чугунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: АН СССР, 1959. 164 с.

261. Шатуновский М. И. Изменение биохимического состава печени и крови беломорской речной камбалы во время созревания её половых продуктов в летне-осенний период. *Вестн. Моск. биол. почв. фак.*, 1967, № 2. С. 22–30.

262. Шатуновский М. И. Задачи физиологии и биохимии морских и проходных рыб в связи с организацией рационального промысла и искусственного воспроизводства. Тр. ВНИРО. 1978. Т. 120. С. 7–12.

263. Шатуновский М. И. Экологические закономерности обмена веществ морских рыб. М., 1980. 283 с.

264. Шатуновский М. И. Сезонные ритмы физиологических и биохимических процессов у рыб. Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов: матер. 2-й научн. конф. с участием стран СНГ (Петрозаводск 11–14 сент. 2007 г.). Петрозаводск. Карельский научный центр РАН, 2007. С. 172.

265. Шевченко П. Г., Коваль М. В., Колесніков В. М., Медина Т. В. Визначення коефіцієнтів уловистості контрольних знарядь лову тюльки та молоді рыб у водосховищах Дніпра. *Рибне господарство*. 1990. Вип. 47. С. 42–44.

266. Шерман І. М., Пилипенко Ю. В. Ихтиологический русско-украинский толковый словарь. Іхтіологічний російсько-український тлумачний словник. К.: Альтернативи, 1999. 272 с.

267. Шерман І. М., Євтушенко М. Ю. Теоретичні основи рибництва. Херсон: ОЛДІ–ПЛЮС, 2011. 484 с.

268. Шерстюк В. В. До питання про роль водоростей та вищої водної рослинності у живленні деяких рыб верхньої ділянки Кременчуцького водоймища. Біологія і морфологія рыб та санітарно-біологічний режим прісних вод України. К.: Наук. думка, 1966. С. 118–120.

269. Шерстюк В. В., Кирилук О. П. Динамика еколого-биохимических показателей густеры Каневского и Кременчугского водохранилищ. *Гидробиол. журн.* 1987. Т. 23, №3. С. 39–44.



270. Шибяев С. В. Промысловая ихтиология. М.: Проспект науки, 2007. 400 с.
271. Шульман Г. Е. Динамика содержания жира в теле рыб. *Успехи совр. биол.*, 1960. Т. 48, № 2. С. 225–239.
272. Шульман Г. Е. Определение обеспеченности рыб кормом по интенсивности жиронакопления и уровню жировых запасов в их теле. *Зоол. журн.* 1963. Т. 42, вып.4. – С. 25-32.
273. Шульман Г. Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1972. 212 с.
274. Шульман Г. И., Финенко Г. А. Физиолого-биохимические аспекты энергетического обмена у рыб. *Биоэнергетика гидробионтов*. К.: Наук. думка, 2001. С. 17–20.
275. Щепкин В. Я. Сравнительная характеристика липидов печени и мышц ставриды и скорпены. *Научные докл. высш. школы. Биол. Науки*. 1972. № 2. С. 36–39.
276. Щербак В. И. Фитопланктон Кременчугского водохранилища. Растительность и бактериальное население Днепра и его водохранилищ. К.: Наук. думка, 1989. С. 87–92.
277. Щербак В. И., Андреев А. Д., Гошовская Г. А. Оценка влияния увеличения сработки уровней днепровских водохранилищ на их биопродуктивность и качество воды. *Гидротехническое строительство*. 1991. № 2. С. 51–53.
278. Щербак В. И. Емельянов Л. В. Биоразнообразие и структурно-функциональная организация некоторых компонентов биоты Запорожского и Каховского водохранилищ в условиях антропогенного пресса. *Гидробиологический журнал*. 2002. №5 (38). С. 17–25.
279. Щербак В. І. Методи досліджень фітопланктону. Методичні основи гідробіологічних досліджень водних екосистем. К., 2002. С. 41–47.

280. Щербак В. И., Семенюк Н. Е., Рудик-Леуская Н. Я. Акваландшафтное и биологическое разнообразие Национального природного парка «Нижнесульский», Украина. Киев: Фитосоциоцентр, 2014. 266 с.
281. Щербань Э. П. Токсичность ионов некоторых металлов в зависимости от температуры. *Гидробиол. журн.* 1977. № 44 (13). С. 86–92.
282. Щербуха А. Я. Українська номенклатура іхтіофауни України. Київ: Зоомузей ННПМ НАН України, 2003. 48 с.
283. Щербина М. А., Мукосеева З. А. Глюконеогенез как один из источников энергетического обеспечения карпа в период зимнего голода. *Вопр. ихтиол.* 1978. Т.8., вып. 3. С. 557–561.
284. Энциклопедия клинических лабораторных тестов. Под ред. Н. Тица. М.: Лабинформ, 2000. 452 с.
285. Юдович Ю. Б., Доценко Б. Н., Антонюк А. В. Методика прогнозирования вылова рыбы в озерах, реках и водохранилищах. М.: ВНИИПРХ, 1982. 46 с.
286. Яковенко В. О. Зоопланктон Дніпровського водосховища в умовах антропогенного пресу : Дис... канд. наук: 03.00.17. 2009. 24 с.
287. Яржомбек А. А. Влияние жирности самцов балтийской трески на мощность их генеративного обмена. *Рыбное хоз-во.* 1971, № 5. С. 24–30.
288. Agarwal S. C. *Inland Fisheries: Conservation and Processing.* CRC Press, 2021. 428 p.
289. Ainsworth R. A, Cowx I. G., Funge-Smith S. J. A review of major river basins and large lakes relevant to inland fisheries. 2021. 314 p.
290. Akhoundian M., Salamat N., Savari A., Movahedinia A., Salari M.A. Influence of photoperiod and temperature manipulation on gonadal development and spawning in Caspian roach (*Rutilus rutilus caspicus*): Implications for artificial propagation. *Aquaculture Research.* 2020. 51 (4). 1623–1642.
291. Ballantyne J. S. Amino acid metabolism. *Fish Physiology.* 2001. Vol. 20. P. 77–107.

292. Bortolini J. C., da Silva P. R. L., Baumgartner G., Bueno N. C. Response to environmental, spatial, and temporal mechanisms of the phytoplankton metacommunity: comparing ecological approaches in subtropical reservoirs. *In Hydrobiologia*. 2018. Vol. 830, N 1. P. 45–61.
293. Breus D. S. Study of the ecological condition of the aquatorium of the Kakhovka water reservoir. *In Water bioresources and aquaculture*. 2020. N 2. P. 9–19.
294. Brown J. A. Endocrine responses to environmental pollutants. *Fish Ecophysiology*. London: Chapman and Hall. 1993. P. 276–296.
295. Bukhtiyarova L. M. Diatoms of Ukraine. Inland waters. Kyiv. 1999. 133 p.
296. Calamari D., Marchetti R., Vailati C. Influence of water hardness on cadmium toxicity to *Salmo gairdneri* Rich. *Water Res.*, 1980. 14, № 10. P. 1421–1426.
297. Cardoso, A. S., Marwell, D. T. B., Sobral, M. do C. M., Melo, G. L. de, & Casé, M. C. C. Análise da presença do fitoplâncton em bacia integrante do Projeto de Integração do Rio São Francisco, região semiárida, Nordeste brasileiro. *In Engenharia Sanitaria e Ambiental*. 2016. Vol. 22, Issue 2, pp. 261–269). FapUNIFESP (SciELO). <https://doi.org/10.1590/s1413-41522016146707>
298. Carroll J. J., Ellis S. J., Oliver W. S. Influence of hardness constituents on the acute toxicity of cadmium to brook trout (*Salvelinus fontinalis*). *Bull. Environ Contam Toxicol*. 1979. № 22. P. 575–581.
299. Chakoumakos C. O, Russo R. C. Thurston R. V. Toxicity of copper to cutthroat trout (*Salmo clarki*) under different condutions of alkalinity, pH and hardness. *Environ. Sci Technol*. 1979. 13, № 2. P. 213–219.
300. Chen S., Watanabe S. Age dependence of natural mortality coefficient in fish population dynamics. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 1989. Vol. 55. P. 205–208.
301. Cooke, S. J., Nyboer, E., Bennett, A., Lynch, A. J., Infante, D. M., Cowx, I. G., ... & Taylor, W. W. The ten steps to responsible Inland fisheries in practice: reflections from diverse regional case studies around the globe. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 2021. № 3. C. 1–35.

302. Coban M. Z., Sen D. Examination of liver and muscle glycogen and blood glucose levels of Capoeta umbra (Heckel, 1843) living in Hazar Lake and Keban Dam Lake (Elazig, Turkey). *Afr. J. Biotech.* 2011. Vol. 10 (50). P. 10271–10279.

303. Cowan C.E., Jenne E.A., Kinnison R.R. Methodology for determining the toxic chemical species of copper in toxicity experiments and natural waters. Proc. of the 18th Annual Conference on Trace Substances in Environmental Health, Columbia, Missouri, 1984. C. 56.

304. Cusimano R. F., Brakke D. F., Chapman G. A. Effects of pH on the toxicity of cadmium, copper and zinc to steelhead trout (*Salmo gairdneri*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 1986. 43. P. 1497–1503.

305. Da Silva P. S., Makrakis M. C., Miranda L. E., Makrakis S., Assumpção L., Paula S., Marques H. Importance of reservoir tributaries to spawning of migratory fish in the upper Paraná River. *River Research and Applications*. 2015. 31 (3). C. 313–322.

306. Dabrowski T., Stodolnik L., Noch G., Badaniana D. Zawartoscia cholesterol w tkance mieniowy niektorych ryb slodkowodnych. *Medycyna Weterynaryjna*. 1968. Vol. 24 (5). P. 14–19.

307. Davies P. H., Goette J. P., Sinley Y. R., Smith N. F. Acute and chronic toxicity of lead to rainbow trout *Salmo gairdneri* Rich. *Ibid.* 1980. Vol. 10 (13). P. 1421–1426.

308. De Eyto E., Irvine K. The response of three chydorid species to temperature, pH and food. *Hydrobiologia*. 2001. Vol. 459. P. 165–172.

309. Diamond M. Some observations of spawning by roach, *Rutilus rutilus* L., and bream, *Abramis brama* L. and their implications for management. *Aquaculture Research*. 1985. Vol. 16 (4). P. 359–367.

310. Eschmeyer William N. Catalog of Fishes. San Francisco: *Hydrobiol.* 1992. Vol. 77 (2). P. 225–235.

311. Florence T. M. The speciation of trace elements in waters. *Talanta*. 1982., Vol. 5 (29). P. 345–364.

312. Francé J., Varkitzi I., Stanca E., Cozzoli F., Skejić S., Ungaro N., Vascotto I., Mozetič P., Ninčević Gladan Ž., Assimakopoulou G., Pavlidou A., Zervoudaki S., Pagou K., & Basset, A. Large-scale testing of phytoplankton diversity indices for environmental assessment in Mediterranean sub-regions (Adriatic, Ionian and Aegean Seas). *In Ecological Indicators*. 2021. Vol. 126. P. 107–116).

313. Francis G. Poisonous Australian Lake. *In Nature*. 1878. Vol. 18, N 444. P. 11–12.

314. Frolova L.A., Nazarova L.B., Pestryakova L.A., Herzsuh U. Analysis of the effects of climate-dependent factors on the formation of zooplankton communities that inhabit arctic lakes in the Anabar River Basin. *Contemporary Problems of Ecology*. 2013. Vol. 6. P. 1–11.

315. Gallacher J., Harris L., Elwood P. Lead toxicity from water. *Nature*. 1983. Vol. 28. P. 280–305.

316. Géraldine Lassalle

[https://www.researchgate.net/profile/Geraldine\\_Lassalle/3](https://www.researchgate.net/profile/Geraldine_Lassalle/3) NRAE

<https://www.inrae.fr/index.php/en/about-us>

317. Grebin V. V, Khilchevsky V. K, Stashuk V. A, Chuntaryov O. V, & Yaroshevich O. E. *Water Fund of Ukraine. Artificial reservoirs. Reservoirs and ponds*. 2014. Vol. 163 (1). P. 56–59.

318. Hladík M., Kubečka J. Fish migration between a temperate reservoir and its main tributary. *Hydrobiologia*. 2003. Vol. 504 (1). P. 251–266.

319. Hodson P. V., Borgmann U., Shear H. Toxicity of copper to aquatic biota. *Copper in the environment*. New York, Wiley. 1979. P. 307–372.

320. Hodson P. V., Blunt B. R., Jensen D., Morgan S. Effect of fish age on predicted and observed chronic toxicity of lead to rainbow trout in Lake Ontario Water. *J. GT Lakes Res*. 1979. № 5. P. 84–89.

321. Holtcamp W. The Emerging Science of BMAA: Do Cyanobacteria Contribute to Neurodegenerative Disease? *In Environmental Health Perspectives*. 2012. Vol. 120, N 3. P. 23–26.

322. Hornatkiewicz-Zbik A., Ciepielewski W. Selected biological parameters and the abundance of the spawning population of roach *Rutilus rutilus* (L.) from lakes Gardno and Lebsko. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. Series Fisheries*. 2003. Vol. 6 (2). P. 1–17.
323. Hu R., Duan X., Peng L., Han B., & Naselli-Flores L. Phytoplankton assemblages in a complex system of interconnected reservoirs: the role of water transport in dispersal. *In Hydrobiologia*. 2017. Vol. 800, Issue 1, pp. 17–30. Springer Science and Business Media LLC. <https://doi.org/10.1007/s10750-017-3146-y>
324. Jobling M. Temperature tolerance and the final preferendum—rapid methods for the assessment of optimum growth temperature. *J. Fish. Biol.* 1981. Vol. 19 (4). P. 439–455.
325. Kahl U., Hülsmann S., Radke R.J., Benndorf J. The impact of water level fluctuations on the year class strength of roach: Implications for fish stock management. *Limnologica*. 2008. Vol. 38 (3–4). P. 258–268.
326. Karel A. C. de Schamphelaere, Colin R. J. A Biotic Ligand Model Predicting Acute Copper Toxicity for *Daphnia magna*: The Effects of Calcium, Magnesium, Sodium, Potassium, and pH. *Environ. Sci. Technol.* 2002. Vol. 36, №1. P. 48–54.
327. Khyzhniak M. I., Rudyk-Leuska N. Y., Yevtushenko N. Y., Leuskyi M. V., Dudnyk S. V., Danchuk O. V., Dumych O. Y. Development and structure of phytoplankton in the middle part of Kremenchug reservoir. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10 (4). P. 132–136. [https://doi.org/10.15421/2020\\_180](https://doi.org/10.15421/2020_180).
328. Knight J. A., Anderson Sh., Rawle J. M. Chemical basis of the sulfo-phospho-vanillin reaction for estimating total serum lipids. *Clinical chemistry*. 1972. Vol. 18 (3). P. 199–202.
329. Koedprang W., Nakajima M., Maita M., Taniguchi N. Correlation of hematology and plasma chemistry levels in silver crucian carp *Carassius langsdorfii*. *Fish. Sci.* 2002. Vol. 68 (4). P. 721–728.
330. Krishnamurthy T. I., Carmichael W. W., & Sarver, E. W. Toxic peptides from freshwater cyanobacteria (blue-green algae). I. Isolation, purification and

characterization of peptides from *Microcystis aeruginosa* and *Anabaena flos-aquae*. *In Toxicon*. 1986. Vol. 24, Issue 9, pp. 865–873. Elsevier BV. [https://doi.org/10.1016/0041-0101\(86\)90087-5](https://doi.org/10.1016/0041-0101(86)90087-5).

331. Kruzhylina S. V., Buzevych I. Y., Rudyk-Leuska N. Y., Khyzhniak M. I., Didenko A. V. Changes in the structure and dominance of zooplankton community of the Kremenchuk reservoir under the effect of climate changes and some other external factors. *Biosystems Diversity*. 2021. Vol. 29 (3). P. 217–224

<https://ecology.dp.ua/index.php/ECO/article/view/1103/1059>

332. Kwiatkowski R. E. Water Quality in Selected Canadian River Basins – St. Croix, St. Lawrence, Niagara, Souris and the Fraser Estuary. *Water Quality Branch*. Environment Canada. Ottawa: IWD Scientific Series, 1986. 67 p.

333. Lassen H., Medley P. Virtual population analysis – a practical manual for stock assessment. *FAO Fisheries Technical Paper*. Rome. 2000. № 400. 129 p.

334. Li Y., Meng J., Zhang C., Ji S., Kong Q., Wang R., & Liu J. Bottom-up and top-down effects on phytoplankton communities in two freshwater lakes. *In X. Guo (Ed.), PLOS ONE*. 2020. Vol. 15, Issue 4, p. 1323–1357). Public Library of Science (PLoS). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231357>

335. Liu B., & Stevenson R. J. Improving assessment accuracy for lake biological condition by classifying lakes with diatom typology, varying metrics and modeling multimetric indices. *In Science of The Total Environment*. 2017. Vol. 609, pp. 263–271. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.07.152>

336. Lloyd R. The toxicity of zinc sulphate to rainbow trout. *Ann. Appl. Biol.* 1960. Vol. 48, №1. P.84–94.

337. Lowry J. O., Rosenbrough N. J. Farr A. L. et al. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol.Chem.* 1951. Vol. 193. P. 265–275.

338. Love M. The Chemical Biology of Fishes. *Academic Press*. 1970. Vol. 1. 547 p.

339. Lv J., Wu H., & Chen M. Effects of nitrogen and phosphorus on phytoplankton composition and biomass in 15 subtropical, urban shallow lakes in

Wuhan, China. *In Limnologica*. 2011. Vol. 41, Issue 1. P. 48–56. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2010.03.003>

340. Ma W.-X., Huang T.-L., Li X., Zhang H.-H., & Ju T. Impact of short-term climate variation and hydrology change on thermal structure and water quality of a canyon-shaped, stratified reservoir. *In Environmental Science and Pollution Research*. 2015. Vol. 22, Issue 23. P. 18372–18380). Springer Science and Business Media LLC. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4764-4>.

341. Mantoura R. F., Dixon A. I., Riley J. P. The complexation of metals with humic materials in natural waters. *Estuar. Coastal. Mar. Sci.* 1978. Vol. 6 (4). P. 387–406.

342. Martseniuk V. M., Potrokhov O. S., Zinkovskiy O. G. Energy metabolism in organs and tissues of perch *Perca fluviatilis* under changes of water temperature. *Hydrobiol. J.* 2018. Vol. 54 (4). P. 85–94. DOI: 10.1615/HydrobJ.v54.i4.90.

343. Matt K. J., Welsh S. A., Smith D. M. Spawning characteristics of yellow perch during periods of water level fluctuations in a hydropower reservoir. *In Yellow Perch, Walleye, and Sauger: Aspects of Ecology, Management, and Culture* . Springer, Cham. 2021. P. 3–32.

344. *Methods for fish biology* / Edited by Carl B. Schreck and Peter B. Moyle. Bethesda, Maryland, USA, 1990. 685 p.

345. Mishra P., Garg V., & Dutt K. (2019). Seasonal dynamics of phytoplankton population and water quality in Bidoli reservoir. *In Environmental Monitoring and Assessment*. 2019. Vol. 191, Issue 3. Springer Science and Business Media LLC. <https://doi.org/10.1007/s1066>

346. Modak D. P., Singh K. P., Chandra H. I., Ray P. K. Mobile and bound forms of trace metals in sediments of the lower ganges. *Water Research*. 1992. Vol. 26 (11). P. 1541–1548.

347. Morozov O. V., Morozova O. S., Kerimov A. N. Hydrochemical mode of surface waters under climate change in the southern region of Ukraine. *In Water bioresources and aquaculture*. 2020. N 1. P. 24–34.



348. Nelson A.; Donkin P. Processes of bioaccumulation: the importance of chemical speciation. *Mar. Pollut. Bull.* 1985. Vol. 16 (4). P. 164–163.
349. Nikolenko Y., & Fedonenko O. Seasonal dynamics of phytoplankton indicators of the Zaporizhzhia (Dnipro) reservoir phytoplankton of the Zaporozhye reservoir. *Ukrainian Journal of Ecology.* 2021. Vol. 3. P. 121–128. [https://doi.org/10.15421/2021\\_249](https://doi.org/10.15421/2021_249)
350. Nõges P., Järvet, A. Climate driven changes in the spawning of roach (*Rutilus rutilus* (L.)) and bream (*Abramis brama* (L.)) in the Estonian part of the Narva River basin. *Boreal Environment Research.* 2005. Vol. 10 (1). P. 45–55.
351. Oberholster P., Botha A.-M., & Grobbelaar J. Microcystis aeruginosa: source of toxic microcystins in drinking water. *In African Journal of Biotechnology.* 2003. Vol. 3, Issue 3, pp. 159–168. Academic Journals. <https://doi.org/10.5897/ajb2004.000-2029>
352. Ortner P. B., Kreader C. I., Harvey G. R. Interactive effects of metals and humus on marine phytoplankton carbon uptake. *Nature.* 1983. Vol. 301 (5895). P.57–59.
353. Pagenkopf G. K. Gill surface interaction model for trace-metal toxicity to fishes: role of complexation, pH, and water hardness. *Environ. Sci. Technol.* 1983. Vol. 17, №6. P. 342–347.
354. Pantle F., Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. *Gas-und Wasserfach. Bd 96.* 1955. N 18. P. 604.
355. Papenfuss J. T., Cross T., Venturelli P. A. A comparison of the effects of water-level policies on the availability of walleye spawning habitat in a boreal reservoir. *Lake and Reservoir Management.* 2018. Vol. 34 (4). 321–333.
356. Pascoe D., Evans S.A.,Woodworth J. Heavy metal toxicity to fish and the influence of water hardness. *Environmental Contamination and Toxicology.* 1986. Vol. 15. P. 481–487.
357. Patra R. W., Azadi M. A. Hydrological conditions influencing the spawning of major carps in the Halda River, Chittagong, Bangladesh. *Bangladesh journal of zoology.* 1985. Vol. 13 (1). P. 63–72.

358. Paulose P. V., Mahajan C. L. Effects of temperature on toxicity and accumulation of mercuric compounds in a fish *Gambusia officinis*. *Comper. Physiol. and Ecol.* 1987. Vol. 12, №1. P. 52–54.

359. Picot A., Gagnault J.-C., Glomot R. Les principaux Aspects des relations entre la structure moleculaire et la toxicite. *L'Actnalite chimique*. 1984. №108. P. 22–28.

360. Rasconi S., Winter K., & Kainz M. J. Temperature increase and fluctuation induce phytoplankton biodiversity loss – Evidence from a multi-seasonal mesocosm experiment. *In Ecology and Evolution*. 2017. Vol. 7, Issue 9, pp. 2936–2946. Wiley. <https://doi.org/10.1002/ece3.2889>

361. Rehwoldt R., Lawrence L., Shaw C., Wirhowski E. The acute toxicity of some heavy metal ions toward benthic organisms. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* Pagenkopf G.K. Gill surface interaction model for trace-metal toxicity to fishes: role of complexation, pH, and water hardness. *Environ. Sci. Technol.* 1983. Vol. 17, № 6. P. 342–347.

362. Report on Zinc and Freshwater Fish. *Water quality criteria for Europeas freshwater fish: EIFAC Technical Paper*. 1973. N 21. 23 p.

363. Rudik-Leuska N. Ja., Kotovs'ka G. O., Khrystenko D. S., Kostenko Y. V. Bream – the major object of commercial harvest in the Kremenchuk and Kyiv reservoirs. *Biodiversity. Ecology. Adaptation. Evolution: Proceedings of the V International Young scientists conference, dedicated to 160 anniversary from the birth of profesor Frants Kamenskiy (Odesa, June 13–17, 2011)*. Odesa. 2011. P. 103–10.

364. Rudyk-Leuska N. Ya., Yevtushenko N. Yu., Khyzhniak M. I., Leuskyi M. V., Tson N. I., Dumych O. Y. Reflection of climate change on the temperature conditions of the middle section of the Kremenchug reservoir. *The world during a pandemic: new challenges and threats: VII International Internet Conference*. (Vancouver, Canada, August 18–19, 2021). Vancouver, Canada. 2021. p. 82–86. doi: <http://el-conf.com.ua/wp-content/uploads/2020/09/%D0%9A%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%81%D0%B0%D0%B9%D1%82.pdf>

365. Rudyk-Leuska N. Ya., Yevtushenko N. Yu., Khyzhniak M. I., Leuskyi M. V. Kononenko R. V., Tson N. I., Dumyc O. Y. Influence of temperature on the aquatic biota. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10, N 3. P.102–105.

366. Rudyk-Leuska N. Ya., Potrokhov O. S., Yevtushenko N. Yu., Khyzhniak M. I. Comparative characteristics of indicators of protein, lipid and carbohydrate metabolism in fish with different types of nutrition and in different conditions of existence. *AAFL Bioflux*. 2021. Vol. 14, p. 3291–3298.

<http://www.bioflux.com.ro/docs/2021.3291-3298.pdf>

367. Rudyk-Leuska N., Leuskyi M., Yevtushenko N., Khyzhniak M., Buzevich I., Mushtruk M., Makarenko A., Kotovska G., Kononenko I. Study of physiological status of fish of Kremenchuk reservoir in the pre-spawning period. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2022. Vol. 16. P. 490–501.

<https://potravinarstvo.com/journal1/index.php/potravinarstvo/article/view/1771>

368. Rudyk-Leuska N. Ya., Yevtushenko N. Yu., Leuskyy M. V. Khuzhniak M.I. New impulses in the natural sciences. *Innovations and prospects of world Science: VII International scientific-practical Conference*. (Vancouver, Canada. Yune 20–22, 2022). Vancouver, Canada, 2022. P. 9–15.

369. Rudyk-Leuska N., Potrokhov O, Kotovska G. & Khrystenko D. Water Level and Temperature as the Main Factors Responsible for the Formation of Conditions for Aboriginal Fish Fauna Effective Reproduction in the Kremenchuk Reservoir. *Hydrobiological Journal*. 2023. No. 1. P. 57–66.

[http://www.hydrobiolog.com.ua/2022/pdf\\_2022\\_5/rudyk-leuska\\_5.pdf](http://www.hydrobiolog.com.ua/2022/pdf_2022_5/rudyk-leuska_5.pdf)

370. Rudyk-Leuska N. Ya., Potrokhov O. S., Khyzhniak M. I., Kononenko R. V. Comparative characteristics of the physiological state of fish under different climatic conditions on the example of Kremenchuk and Kakhovka reservoirs. *AAFL Bioflux*, 2023. Vol. 16. P. 371–380.

<http://www.bioflux.com.ro/docs/2021.3291-3298.pdf>

371. Sanon, V. P., Ouedraogo, R., Toé, P., El Bilali, H., Lautsch, E., Vogel, S., & Melcher, A. H. Socio-Economic Perspectives of Transition in Inland Fisheries and

Fish Farming in a Least Developed Country //Sustainability. – 2021. – T. 13. – №. 5. – C. 2985.

372. Schmitt Ch. J., Whyte J. J., Brumbaugh W. G., Tillitt D. E. Biochemical Effects of Lead, Zinc, and Cadmium from Mining on Fish in the Tri-States District of Northeastern Oklahoma, USA. *Environ. Toxicol. Chem.* 2005. Vol. 24. P.1483–1495.

373. Shcherbak V. I. Phytoplankton as a Model Object of Evaluating the Influence of Power Complexes on Water Ecosystems. *Engineering Simulation.* 1999. Vol. 16. P. 13–519.

374. Shevchuk S. A., Vishnevsky V. I., Shevchenko I. A. & Kozytsky O. M. Research of water bodies of Ukraine using remote sensing data of the Earth. *Recruitment and water management.* 2019. Vol. 2. P. 146–156.

375. Sirenko L. A., & Kirpenko Yu. A. Biologically Active Metabolites of Blue-Green Algae and Their Role in Epidemiology. *In Hydrobiological Journal.* 2000. Vol. 36, Issue 5, p. 14. Begell House. <https://doi.org/10.1615/hydrobj.v36.i5.110>

376. Sládeček V. System of water quality from the biological point of view. *Ergebnisse der Limnologie.* 1973. Vol. 7 (1). P. 1–128.

377. Smith K. T., Cousins B. J. Intracellular and extracellular aspects of zinc absorption by isolated, vascularly perfused rat, intestines. *Fed. Proc.* 1979. Vol. 38, N. 3. P. 282–284.

378. Sokal F., Robert R., and James F. Rohlf. Biometri: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research. 2 end. New York: W.H. Freeman, 1995. 880 p.

379. Solbe J. F. The toxicity of zinc sulphate to rainbow trout in very hard water. *Ibid.* 1976. Vol. 8. N 6. P. 389–391.

380. Sprague J. B. Factors that modify toxicity. *Fundamentals of aquatic toxicology – methods and applications, (Eds.). – GMR, SR Petrocelli.* Hemisphere Publishing Corporation, New York. USA. 1985. P. 124–163.

381. Stewart I. I., Webb P. M., Schluter P. J., Shaw G. R. Recreational and occupational field exposure to freshwater cyanobacteria – a review of anecdotal and

case reports, epidemiological studies and the challenges for epidemiologic assessment. *In Environmental Health*. 2006. Vol. 5, N 1.

382. Stewart I., Seawright A. A., Shaw G. R. Cyanobacterial poisoning in livestock, wild mammals and birds – an overview. *In Advances in Experimental Medicine and Biology*. 2008. P. 613–637.

383. Stotts R. R., Namikoshi M., Haschek W. M., Rinehart K. L., Carmichael W. W., Dahlem A. M., & Beasley V. R. Structural modifications imparting reduced toxicity in microcystins from *Microcystis* spp. *In Toxicon*. 1993. Vol. 31, Issue 6, pp. 783–789. Elsevier BV. [https://doi.org/10.1016/0041-0101\(93\)90384-u](https://doi.org/10.1016/0041-0101(93)90384-u)

384. Sukhodol'skaya I. L., Manturova O. V., & Griuk I. B. Phytoplankton of Small Rivers of the Rivne Region (Ukraine) and Relation of its Quantitative Parameters with Nutrients Content. *In Hydrobiological Journal*. 2015. Vol. 51, Issue 5, pp. 50–61. Begell House. <https://doi.org/10.1615/hydrobj.v51.i5.50>

385. Tocher D. R. Metabolism and Functions of Lipids and Fatty Acids in Teleost Fish. *Reviews in Fisheries Science*. 2003. 11 (2). P. 107–184. DOI:10.1080/713610925.

386. Wang S., Qian X., Han B.-P., Luo L.-C., & Hamilton D. P. Effects of local climate and hydrological conditions on the thermal regime of a reservoir at Tropic of Cancer, in southern China. *In Water Research*. 2012. Vol. 46, Issue 8, pp. 2591–2604. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.02.014>

387. Vallina S. M., Cermeno P., Dutkiewicz S., Loreau M., & Montoya J. M. Phytoplankton functional diversity increases ecosystem productivity and stability. *In Ecological Modelling*. 2017. Vol. 361. PP. 184–196. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2017.06.020>

388. Vøllestad L. A., L'Abée-Lund J. H. Reproductive biology of stream-spawning roach, *Rutilus rutilus*. *Environmental Biology of fishes*. 1987. Vo. 18 (3). P. 219–227.

389. Yakovenko V., Melnik S., & Fedonenko E. Species Composition, Seasonal Dynamics and Distribution of Phytoplankton of the Zaporizke&nbsp;Reservoir. *In*

*International Letters of Natural Sciences*. 2017. Vol. 62. P. 1–10). SciPress Ltd. <https://doi.org/10.18052/www.scipress.com/ilns.62.1>

390. Yan M., Chen S., Huang T., Li B., Li N., Liu K., Zong R., Miao Y., & Huang X. Community Compositions of Phytoplankton and Eukaryotes during the Mixing Periods of a Drinking Water Reservoir: Dynamics and Interactions. *In International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020. Vol. 17, Issue 4. P. 1128. MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijerph17041128>

391. Yang M., Xia J., Cai W., Zhou Z., Yang L., Zhu X., & Li C. Seasonal and spatial distributions of morpho-functional phytoplankton groups and the role of environmental factors in a subtropical river-type reservoir. *In Water Science and Technology*. 2020. Vol. 82. Issue 11. P. 2316–2330). IWA Publishing. <https://doi.org/10.2166/wst.2020.489>

392. Yevtushenko N. Y. Khyzniak M. I. Main Apporages to Assessment of the Water Bodies Intended for Fishery on the Basis Biononitoring. *Hydrobiol. Journ.* 2012. Vol. 48, N. 3. P. 52–58.

393. Zadorozhna, G. M. & Shcherbak, V. I. Effect of solar radiation and water temperature on development of phytoplankton in the Kaniv reservoir. *Hydrobiological Journal*. 2016. Vol. 53 (1). P. 64–71. doi: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/gbj\\_2016\\_52\\_5\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/gbj_2016_52_5_4)

## **ДОДАТКИ**

**Оцінка якості води Кременчуцького водосховища згідно наявності організмів індикаторів сапробності в літній період 2020 р.**

Види водоростей	Зона сапробності	Індекс сапробності	Чисельність клітин, кл./л на станціях відбору проб		
			Кар'єр	Червона Слобода	Фарватер
<i>Trachelomonas volvocina</i>	о-α	2	–	8528	4264
<i>Phacus eleganza</i>	о-β	15	6400	17056	4264
<i>Eudorina elegans</i>	β	1,85	51200	–	12480
<i>Pandorina morum</i>	β	2	51200	–	–
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	β	2,2	25600	17056	–
<i>S. acutiformis</i>	β	1,8	–	93808	–
<i>S. quadricauda</i>	β	2	12800	17056	–
<i>S. arcuatus</i>	β	1,8	–	–	68224
<i>S. opoliensis</i>	β	2	–	25584	34112
<i>Actinastrum hantzschii</i>	β	2	–	34112	–
<i>Coelastrum microporum</i>	β	2	51200	–	–
<i>Pediastrum boryanum</i>	β	0,85	8320	–	–
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	β	2,15	–	10240	–
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	о-α	1,75	–	272896	–
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	β	2,25	960000	7385600	1060800
<i>Anabaena spiroides</i>	о-β	1,35	1216000	498888	76752
<i>A. flos-aquae</i>	β	2	–	469040	29640
<i>A. solitaria</i>	о-β	1,6	73600	–	–
<i>Microcystis aeruginosa</i>	β	1,75	320000	8528000	468000
<i>M. wesenbergii</i>	β	2	364000	2304000	–
<i>Merismopedia tenuissima</i>	β-α	2,45	–	85280	–
<i>Synedra acus</i>	β	1,85	1600	21320	8528
<i>S. ulna</i>	х-α	1,95	3200	12792	8528
<i>Melosira italica.</i>	о-β	1,6	576000	405080	717600
<i>M. granulata</i>	β	1,8	54600	127920	59696
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	α	2,7	19200	106600	68224
<i>Fragilaria crotonensis</i>	о-β	1,4	6400	–	–
<i>Cymbella lanceolata</i>	β	1,9	6400	–	–
<i>Navicula cryptocephala</i>	α	2,7	25600	25584	12792
<i>N. viridula</i>	α	2,8	–	17056	–
<i>N. gracilis</i>	о-β	1,65	–	12792	–
<i>Caloneis amphisbaena</i>	β-α	2,35	–	4264	–
<i>Nitzschia longissima f.parva</i>	β	2	12800	8528	8528
<i>Cyclotella comta</i>	о	1,15	16000	63960	8528
<i>Amphipleura pellucida</i>	β	1,9	–	8528	–
Індекс сапробності	–	–	1,84	1,99	1,90



**Оцінка якості води Кременчуцького водосховища згідно наявності організмів індикаторів сапробності в літній період 2021 р.**

Види водоростей	Зона сапробності	Індекс сапробності	Чисельність клітин, кл./л на станціях відбору проб		
			Кар'єр	Червона Слобода	Фарватер
<i>Trachelomonas volvocina</i>	о-α	2	–	19200	19200
<i>Phacus elegans</i>	о-β	15	624	–	–
<i>Eudorina elegans</i>	β	1,85	–	–	153600
<i>Pandorina morum</i>	β	2	12000	–	153600
<i>Volvox globator</i>	о-β	1,4	93600	180000	76800
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	β	2,2	24000	–	–
<i>S. quadricauda</i>	β	2	48000	–	–
<i>S. arcuatus</i>	β	1,8	–	9600	30720
<i>Coelastrum microporum</i>	β	2	76800	–	–
<i>Pediastrum boryanum</i>	β	0,85	16000	35520	–
<i>Pediastrum duplex</i>	β	1,7	–	–	30720
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	β	2,15	24000	28800	
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	о-α	1,75	–	–	76800
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	β	2,25	480000	576000	960000
<i>Anabaena spiroides</i>	о-β	1,35	2426498	604800	1094400
<i>A.flos-aquae</i>	β	2	1854000	–	–
<i>Gomphosphaeria lacustris</i>	о-β	1,6	1200000	1920000	960000
<i>Microcystis aeruginosa</i>	β	1,75	6836416	2920000	520000
<i>M. wesenbergii</i>	β	2	3250000	3072000 0	20800000
<i>Merismopedia tenuissima</i>	β-α	2,45	600000	614400	–
<i>Asterionella formosa</i>	о-β	1,4	72000	76800	–
<i>Synedra acus</i>	β	1,85	12000	9600	–
<i>S. ulna</i>	х-α	1,95	12000	28800	19200
<i>Melosira italica.</i>	о-β	1,6	780000	76800	249600
<i>M. granulata</i>	β	1,8	132000	192000	–
<i>Stephanodiscus hantschii</i>	α	2,7	18200	46080	–
<i>Navicula cryptocephala</i>	α	2,7	36000	86400	19200
<i>N. gracilis</i>	о-β	1,65	18000	–	19200
<i>Caloneis amphisbaena</i>	β-α	2,35	–	–	19200
<i>Cyclotella comta</i>	о	1,15	1249	43200	96000
Індекс сапробності	–	–	2,42	1,83	1,82

**Оцінка якості води Каховського водосховища згідно наявності організмів  
індикаторів сапробності в літній період 2020 р.**

Види водоростей	Зона сапробності	Індекс сапробності	Чисельність клітин, кл./л на станціях відбору проб		
			с.Білень-ке	р/з Біленьке Мало-катеринівка	р-н с. Малока-теринівка
<i>Phacus elegans</i>	о-β	1,5	4480	–	–
<i>Eudorina elegans</i>	β	1,85	–	–	17920
<i>Pandorina morum</i>	β	2,0	138240	–	–
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	β	2,2	–	28	–
<i>S. quadricauda</i>	β	2,0	–	8960	17920
<i>Actinastrum hantzschii</i>	β	2,0	4320	–	–
<i>Pediastrum duplex</i>	β	1,7	–	35840	–
<i>Pediastrum boryanum</i>	β	0,85	600	53760	–
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	β	2,15	–	–	35840
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	о-α	1,75	–	–	11200
<i>Ulothrix zonata</i>	о	1,1	108000	–	25600
<i>Closterium moniliferum</i>	β	2,15	–	–	35840
<i>Staurastrum apiculatum</i>	β-о	1,6	–	4480	4480
<i>Mougeotia genuiflexa</i>	о	1,0	–	–	26880
<i>Spirogyra porticalis</i>	о-β	1,4	–	–	70
<i>Tribonema viride</i>	о-α	2,0	30240	–	–
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	β	2,25	388800	6720	–
<i>Anabaena spiroides</i>	о-β	1,35	–	2100	–
<i>A.flos-aquae</i>	β	2,0	2100	–	–
<i>Gomphosphaeria lacustris</i>	о-β	1,5	–	–	291200
<i>Microcystis aeruginosa</i>	β	1,75	–	20160000	4928000
<i>M. wesenbergii</i>	β	2,0	121608000	32614400	180630400
<i>Merismopedia tenuissima</i>	β-α	2,45	–	3360	–
<i>Amphora ovalis</i>	х-α	1,65	–	8960	6720
<i>Asterionella formosa</i>	о-β	1,4	–	17920	17920
<i>Synedra acus</i>	β	1,85	–	35840	–
<i>S. ulna</i>	х-α	1,95	–	–	2240
<i>Melosira italica.</i>	о-β	1,6	108000	22400	44800
<i>M. granulata</i>	β	1,8	216000	89600	–
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	α	2,7	8640	38080	17920
<i>Navicula cryptocephala</i>	α	2,7	345600	190400	96320
<i>N. gracilis</i>	о-β	1,65	17290	–	–
<i>Caloneis amphibaena</i>	β-α	2,35	25920	–	–
<i>Nitzschia sigmaidea</i>	β	2,0	–	2240	–
<i>Cyclotella comta</i>	о	2,0	3320	6720	2240
<b>Індекс сапробності</b>	–	–	1,85	1,84	1,76

**Оцінка якості води Каховського водосховища згідно наявності організмів  
індикаторів сапробності в літній період 2021 р.**

Види водоростей	Зона сапробності	Індекс сапробності	Чисельність клітин, кл./л на станціях відбору проб		
			с.Біленьке	р/з Біленьке Малокатеринівка	р-н с. Малокатеринівка
<i>Phacus elegans</i>	о-β	1,5	5600	–	–
<i>Eudorina elegans</i>	β	1,85	10910	–	22400
<i>Pandorina morum</i>	β	2,0	180800	–	120000
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	β	2,2	–	35	105000
<i>S. quadricauda</i>	β	2,0	8580	17450	157400
<i>Actinastrum hantzschii</i>	β	2,0	5400	–	–
<i>Pediastrum duplex</i>	β	1,7	–	44800	24000
<i>Pediastrum boryanum</i>	β	0,85	80529	158571	–
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	β	2,15	–	–	44800
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	о-α	1,75	5455	–	–
<i>Ulothrix zonata</i>	о	1,1	135000	–	32000
<i>Closterium moniliferum</i>	β	2,15	–	–	44800
<i>Staurastrum apiculatum</i>	β-о	1,6	1363	8327	5600
<i>Mougeotia genuiflexa</i>	о	1,0	–	–	33600
<i>Spirogyra porticalis</i>	о-β	1,4	–	–	87
<i>Tribonema viride</i>	о-α	2,0	37800	–	–
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	β	2,25	2204325	1522163	3015000
<i>Anabaena spiroides</i>	о-β	1,35	37503	77631	220833
<i>A.flos-aquae</i>	β	2,0	42173	–	–
<i>Gomphosphaeria lacustris</i>	о-β	1,5	22500	45000	4564000
<i>Microcystis aeruginosa</i>	β	1,75	–	25200000	8185000
<i>M. wesenbergii</i>	β	2,0	160703906	50382438	236916333
<i>Merismopedia tenuissima</i>	β-α	2,45	–	4200	4992000
<i>Amphora ovalis</i>	х-α	1,65	–	11200	8400
<i>Asterionella formosa</i>	о-β	1,4	–	22400	22400
<i>Synedra acus</i>	β	1,85	500	44800	24000
<i>S. ulna</i>	х-α	1,95	1681	1363	19300

<i>Melosira italica.</i>	о-β	1,6	244100	180740	626000
<i>M. granulata</i>	β	1,8	310912	112000	81000
<i>Stephanodiscus hantschii</i>	α	2,7	10800	47600	22400
<i>Navicula cryptocephala</i>	α	2,7	446319	261183	144400
<i>N. gracilis</i>	о-β	1,65	21612	–	–
<i>Caloneis amphisbaena</i>	β-α	2,35	32400	–	–
<i>Nitzschia sigmaidea</i>	β	2,0	–	2800	–
<i>Cyclotella comta</i>	о	2,0	4150	8400	2800
<b>Разом</b>			166397584	79375984	263697870
<b>Індекс сапробності</b>	–	–	2,38	1,83	1,82

**Видове різноманіття та чисельність (екз./м<sup>3</sup>) видів зоопланктону  
Кременчуцького водосховища в різні роки досліджень**


Види зоопланктону	Роки					
	2006	2010	2011	2012	2013	2020
Nauplius larva of Cyclops	4489	2869	6557	12503	3496	13244
Copepodini	9234	2606	2664	2654	4436	3514
Diaptomus Westwood, 1836	–	21	1741	630	431	3347
Cyclops Müller O.F., 1785	1571	2333	614	1550	452	801
Cyclops Müller O.F., 1785 (juv.) Cyclopoida juvenis	784	–	1243	1429	344	1546
Bosmina longirostris (O.F. Müller, 1785)	8854	159	887	1072	410	7040
Bosmina (Eubosmina) coregoni Baird, 1857 p.	3211	6228	1030	179	1774	400
Chydorus sphaericus (OF Müller, 1776)	7254	11360	5913	48408	2779	300
Daphne longispina O.F. Müller, 1776	–	5489	–	–	195	901
Daphnia pulex Leydig, 1860	–	–	151	–	–	245
Daphnia cucullata G.O. Sars, 1862	24	2406	37	–	56	–
Ceriodaphnia Dana, 1853	378	767	214	688	127	100
Moina Baird, 1850		120	–	–	–	–
Alona W. Baird, 1843	176	–	–	–	–	–
Pleuroxus uncinatus (Baird, 1850)	–	–	21	13466	17	–
Picripleuroxus striatus (Schödler, 1863).	–	164	–	–	33	–
Cladocera Latreille, 1829 juv.	315	203	44	1282	140	2803
Diaphanosoma brachyurum(Liévin, 1848)	350	239	58	89	–	–

Cornigerius maeoticus (Pengo, 1879)	184		169	510	–	601
Leptodora kindtii (Focke, 1844)	168	50	325	179	–	200
Podon polyphemoides (Leuckart, 1859) (Podonevadne trigona ovum (Zernov, 1901))	–	–	–	–	–	2002
Keratella quadrata quadrata Müller, 1786	–	–	–	420	–	100
Keratella cochlearis (Gosse, 1851)	–	1071	112	89	268	1790
Brachionus forficula Wierzejski, 1891	–	1054	–	–	–	–
Brachionus calyciflorus Pallas, 1766	686	46	345	187	218	20139
Brachionus diversicornis (Daday, 1883)	5846	1320	3336	3425	590	11698
Brachionus diversicornis diversicornis Daday 1883		–	–	–	–	6539
Brachionus plicatilis Müller, 1786	2140	–	22	210	–	24075
Brachionus falcatus Zacharias, 1898		–	–	–	33	–
Brachionus quadridentatus Hermann, 1783	1255	926	56	187	86	734
Brachionus bennini Leissling, 1924	–	–	–	936	3795	–
Synchaeta pectinata Ehrenberg, 1832	–	–	–	–	–	400
Gastropus hyptopus (Ehrenberg, 1838)	–	16	167	8536	296	–
Lecane luna (Müller, 1776)	–	–	27	210	475	–
Polyarthra Ehrenberg, 1834	154	50	684	494	870	37622
Notholca Gosse, 1886	40	–	35	–	–	–
Ploesoma Herrick, 1885	–	–	–	–	33	–
Trichocerca stylata (Gosse, 1851)	–	–	–	–	–	3091
Trichocerca longiseta (Schrank, 1802)	–	–	–	–	–	3503
Euchlanis dilatata Ehrenberg, 1832 г.	653	50	730	2377	332	13579
Mytilina mucronata (Müller, 1773)	520	2039	66	–	63	–

<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	346	89	1814	3703	1599	7562
<i>Filinia terminalis</i> (Plate, 1886)	–	–	–	–	–	701
<i>Pompholyx complanata</i> Gosse, 1851	–	–	–	–	–	16891
<i>Eothinia elongata</i> Berzinš, 1949	–	–	–	–	–	890
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850 г.	1318	19	389	1206	51	56319
Велігери <i>Dreissena</i>	–	–	–	–	–	13011
Разом	49952	41693	29448	106619	23397	255684


Погоджено

Проректор з навчальної та виховної роботи

  
С.М. Кваша

Затверджую

Директор

  
І.І. Ібатулін

«    »    р.    «    »    2020 р.

**А К Т**  
впровадження результатів наукових досліджень  
у навчальний процес

Національного університету біоресурсів і природокористування України  
по темі № 110/19-пр-2020

-Встановити особливості фізіологічного статусу риб в різні періоди річного циклу за умов  
глобального потепління та впливу антропогенних чинників-

(сказка теми)

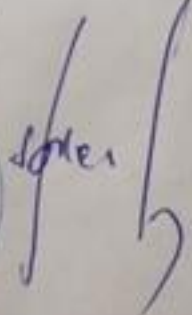
керівник теми Свтущенко Микола Юрійович  
(ПІБ)

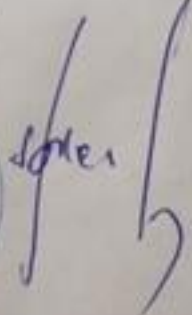
Ми, що нижче підписалися:

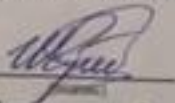
Декан факультету тваринництва та водні біоресурсів, Кондратюк Вадим Миколайович  
(сказка ППІ факультету, ПІБ)

директор НДІ технологій та якості продукції тваринництва, Чумаченко Іван Петрович,  
завідувач кафедри гідробіології та іхтіології Шевченко Петро Григорович,  
(сказка кафедри, ПІБ)

данім актом засвідчуємо використання результатів наукових досліджень на лекція та лабораторних роботах у навчально-виховному процесі при викладанні дисциплін: «Екологічна фізіологія та біохімія гідробіонтів», «Методика досліджень у рибицтві», «Оцінка екологічного стану водойм»,  
(сказка дисципліни)

Декан факультету тваринництва та водних біоресурсів   
Кондратюк В.М.

Директор НДІ технологій та якості продукції тваринництва   
Чумаченко І.П.

  
Завідувач кафедри гідробіології та іхтіології  
Шевченко П.Г.



**Список опублікованих праць за темою роботи  
наукометричних баз даних**

1. Діденко О. В., Рудик-Леуська Н. Я. Аналіз стану промислового стада плітки (*Rutilus rutilus*, L) Кременчуцького водосховища з використанням демографічного підходу. *Рибгосп. наука України*. 2008. № 2. С. 13–19. (Здобувачем здійснено збір матеріалу в окремі роки, участь в написанні статті).  
<http://elibrary.ru/item.asp?id=23300754>
2. Діденко О. В., Рудик-Леуська Н. Я. Моделювання динаміки запасів ляща (*Abramis brama*, L.) Кременчуцького водосховища. [Електронний ресурс]. / *Наукові доповіді НАУ*. 2008. № 4 (12). С. 1–12. (Здобувачем здійснено збір матеріалу в окремі роки, участь в написанні статті). Режим доступу до журн.:  
<http://www.nbu.gov.ua/e-Journals/nd/2008-4/08dovtkr.pdf>.
3. Діденко А. В., Рудик-Леуська Н. Я. Взаимосвязь между промышленной смертностью и промышленным усилием на днепровских водохранилищах. *Риб. госп.* 2009. № 66. С. 48–51. (Здобувачем здійснено збір матеріалу в окремі роки, участь в написанні статті).
4. Рудик-Леуська Н. Я., Котовська Г. О., Христенко Д. С., Бойко О. С. Порівняльний аналіз популяцій плітки звичайної (*Rutilus rutilus* L.) Кременчуцького та Київського водосховищ. *Наукові доповіді НУБіПУ*. 2011. № 5 (27). С. 1–9. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку). Режим доступу до журн.:  
<http://www.nbu.gov.ua/e-Journals/nd/2011-5/08dovtkr.pdf>.
5. Рудик-Леуська Н. Я., Котовська Г. О., Христенко Д. С., Бойко О. С. Порівняльний аналіз популяцій ляща (*Abramis brama* L.) Кременчуцького та Київського водосховищ. *Біоресурси і природокористування*. 2011. Т. 3. № 3–4. С. 93–97. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку).
6. Бузевич І. Ю., Рудик-Леуська Н. Я., Максименко М. Л. Розмірно-вікова структура промислових уловів риб Каховського водосховища. *Наукові*

доповіді НУБіПУ. 2012. № 2 (31). С. 1–11. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку). Режим доступу до журн.: <http://www.nbu.gov.ua/e-Journals/nd/2012-2/12dovtkr.pdf>.

7. Бузевич І. Ю., Котовська Г. О., Рудик-Леуська Н. Я., Христенко Д. С., Хоменко М. М. Особливості біології карася сріблястого (*Carassius auratus gibelio* (Bioch)) та його промислове використання в Кременчуцькому водосховищі. *Наукові доповіді НУБіПУ*. 2012. № 3 (32). С. 1–7. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку). Режим доступу до журн.: <http://www.nbu.gov.ua/e-Journals/nd/2012-3/12dovtkr.pdf>.

8. Христенко Д. С., Котовська Г. О., Рудик-Леуська Н. Я., Штефан О. О. Рибогосподарське значення судака звичайного (*Stizostedion lucioperca* L.) Кременчуцького. *Наукові доповіді НУБіПУ*. 2012. № 6 (35). С. 1–7. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку). Режим доступу до журн.: <http://www.nbu.gov.ua/e-Journals/nd/2012-6/12dovtkr.pdf>.

9. Плічко В. Ф., Захарченко І. Л., Рудик-Леуська Н. Я. Промислово-біологічна характеристика сріблястого карася Каховського водосховища. *Рибогосподарська наука України*. 2013. № 1 С. 17–24. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку). <http://elibrary.ru/item.asp?id=23610895>

10. Рудик-Леуська Н. Я. Структурні показники популяцій основних промислових видів риб Кременчуцького водосховища. *Рибогосподарська наука України*. 2013. № 2. С. 25–31. <http://elibrary.ru/item.asp?id=23415857>

11. Рудик-Леуська Н. Я., Чуклін А. В., Максименко М. Л. Сучасний стан популяції плітки (*Rutilus rutilus* L.) Каховського водосховища. *Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка: - Серія: Біологія*. 2013. № 1 (54). С. 44–49. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку).

<http://journal.chem-bio.com.ua/journal-number-2013/item/109-suchasnyy-stand-populyatsiyi-plitky-rutilus-rutilus-l-kakhovskoho-vodoskhovyshcha>

12. Курганський С. В, Бузевич О. А., Рудик-Леуська Н. Я. Стан запасів другорядних промислових видів риб Київського водосховища. *Наукові доповіді НУБіПУ*. 2014. № 7 (49). С. 1–15. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку). Режим доступу до журн.: [http://nd.nubip.edu.ua/2014\\_7/3.pdf](http://nd.nubip.edu.ua/2014_7/3.pdf) elibrary.ru/item.asp?id=22655311

13. Бузевич І. Ю., Котовська Г. О., Христенко Д. С., Рудик-Леуська Н. Я. Сучасний стан основних промислових видів риб Кременчуцького водосховища. *Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка: Серія: Біологія*. 2021. № 4 (81). С.53–62. doi: 10.25128/2078-2357.21.4.8 (Здобувачем здійснено відбір іхтіологічного матеріалу, аналіз наукових джерел літератури, підготовлено статтю до друку). Режим доступу до журн.: <http://journals.chem-bio.com.ua/index.php/biology/article/view/141>

14. Рудик-Леуська Н. Я., Леуський М. В., Макаренко А. А., Євтушенко М. Ю. Сучасний стан видового різноманіття фітопланктону та оцінка якості води Кременчуцького водосховища за індексом сапробності. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агронія і біологія*. 2022. 48 (2). С. 139–147. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку). Режим доступу до журн.: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.2.19>

15. Рудик-Леуська Н. Я., Котовська Г. О., Христенко Д. С., Бузевич І. Ю., Леуський М. В. Структурні показники популяції карася сріблястого (*Carassius gibelio* В.) Кременчуцького водосховища. *Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка: Серія: Біологія*. 2022. № 3 (82), С. 44–51. doi: (Здобувачем здійснено відбір іхтіологічного матеріалу, аналіз наукових джерел літератури, підготовлено статтю до друку). Режим доступу до журн.:

<http://journals.chem-bio.com.ua/index.php/biology/article/view/164>

16. **Рудик-Леуська Н. Я.,** Леуський М. В., Євтушенко М. Ю., Хижняк М. І., Макаренко А. А. Фітопланктон та якість води Каховського водосховища. *Екологічні науки*. 2022. № 44. С. 83–93. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку). Режим доступу до журн.: <http://www.ecoj.dea.kiev.ua/archives/2022/5/13.pdf>
17. **Рудик-Леуська Н. Я.,** Хижняк М. І., Макаренко А. А., Леуський М. В. Сучасний стан зоопланктону Каховського водосховища у літній період. *Біологія тварин*. 2022. Том 24 (3). С. 33–38. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку). Режим доступу до журн.: <https://doi.org/10.15407/animbiol24.03.033>
18. **Рудик-Леуська Н. Я.,** Хижняк М. І., Макаренко А. А., Леуський М. В. Аналіз видового різноманіття зообентосу Кременчуцького та Каховського водосховищ. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агронія і біологія*. 2022. 50 (4). С. 47–54. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку). Режим доступу до журн.: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.4.7>
19. Євтушенко М. Ю., **Рудик-Леуська Н. Я.,** Леуський М. В. Динаміка вмісту білка, ліпідів та глікогену в органах і тканинах судака Кременчуцького водосховища у переднерестовий та нагульний періоди. *Доповіді Національної академії наук України*. 2023. № 1. С. 74–80. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку). Режим доступу до журн.: <https://doi.org/10.15407/dopovidi2023.01.074>

**Стаття у науковому міжнародному виданні, включеному до  
міжнародної наукометричної бази даних Scopus**

20. **Rudyk-Leuska N. Ya.,** Potrokhov O. S., Yevtushenko N. Yu., Khyzhniak M. I. Comparative characteristics of indicators of protein, lipid and carbohydrate metabolism in fish with different types of nutrition and in different conditions of existence. *AACL Bioflux*. 2021. Vol. 14. P. 3291–3298. (Здобувачем

здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку). <http://www.bioflux.com.ro/docs/2021.3291-3298.pdf>

21. Kruzhylina S. V., Buzevych I. Y., **Rudyk-Leuska N. Y.**, Khyzhniak M. I., Didenko A. V. Changes in the structure and dominance of zooplankton community of the Kremenchuk reservoir under the effect of climate changes and some other external factors. *Biosystems Diversity*. 2021. Vol. 29 (3). P. 217–224 (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку).

<https://ecology.dp.ua/index.php/ECO/article/view/1103/1059>

22. **Rudyk-Leuska N.**, Leuskyi M., Yevtushenko N., Khyzhniak M., Buzevich I., Makarenko A., Kotovska G., Kononenko I. Study of physiological status of fish of Kremenchuk reservoir in the pre-spawning period. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2022. Vol. 16. P. 490–501. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку).

<https://potravinarstvo.com/journal1/index.php/potravinarstvo/article/view/1771>

23. **Rudyk-Leuska N.**, Potrokhov O, Kotovska G. & Khrystenko D. Water Level and Temperature as the Main Factors Responsible for the Formation of Conditions for Aboriginal Fish Fauna Effective Reproduction in the Kremenchuk Reservoir. *Hydrobiological Journal*. 2023. No. 1. P. 57–66. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку).

[http://www.hydrobiolog.com.ua/2022/pdf\\_2022\\_5/rudyk-leuska\\_5.pdf](http://www.hydrobiolog.com.ua/2022/pdf_2022_5/rudyk-leuska_5.pdf)

24. **Rudyk-Leuska N. Ya.**, Potrokhov O. S., Khyzhniak M. I., Kononenko R. V. Comparative characteristics of the physiological state of fish under different climatic conditions on the example of Kremenchuk and Kakhovka reservoirs. *AACL Bioflux*, 2023. Vol. 16. P. 371–380. (Здобувачем здійснено аналіз матеріалу, статистичну обробку, підготовлено статтю до друку).

<http://www.bioflux.com.ro/docs/2021.3291-3298.pdf>

#### Тези наукових доповідей

25. **Rudik-Leuska N. Ja.**, Kotovs'ka G. O., Khrystenko D. S., Kostenko Y. V. Bream – the major object of commercial harvest in the Kremenchuk and Kyiv

reservoirs. *Biodiversity. Ecology. Adaptation. Evolution: Proceedings of the V International Young scientists conference, dedicated to 160 anniversary from the birth of profesor Frants Kamenskiy* (Odesa, June 13–17, 2011). Odesa. 2011. P. 103–104.

26. Котовська Г. О., Рудик-Леуська Н. Я., Христенко Д. С. Вплив антропогенного регулювання рівня води на стан екосистеми Кременчуцького водосховища. *Вода: проблеми и решения: Матеріали X міжнародної науч.-практ. конф., посвященая 90-летию Днепропетровского государственного аграрного университета*. (Дніпропетровськ, 20–21 вересня, 2012). Дніпропетровськ, 2012. С. 167–168.

27. Євтушенко М. Ю., Рудик-Леуська Н. Я., Леуський М. В. Проблеми щодо встановлення фізіолого-біохімічних процесів у представників прісноводних риб в різні періоди річного циклу. *Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології: Матеріали X міжнародної іхтіологічної наук.-практ. конф.* (Київ, 19–21 вересня, 2017). Київ, 2017. С. 104–108.

28. Бузевич І. Ю., Діденко О. В., Рудик-Леуська Н. Я. Динаміка показників лінійного росту основних промислових видів риб Кременчуцького та Каховського водосховищ в контексті впливу зміни кліматичних умов. *Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології: XIII Міжнародна іхтіологічна науково-практична конференція*. (Харків, 17-19 вересня 2020). Харків, 2020. С. 29–32.

29. Строканова А. О., Павлюк С. С., Хижняк М. І., Рудик-Леуська Н. Я. Глобальне потепління як екологічна проблема населення. *Аквакультура XXI століття – проблеми та перспективи: Міжнародна науково-практична конференція*. (Київ, 27 травня 2021). Київ, 2021. С. 48–50.

30. Пулик Р. В., Тімченко О. І., Хижняк М. І., Рудик-Леуська Н. Я. Фактор глобального потепління та водні екосистеми. *Аквакультура XXI століття – проблеми та перспективи: Міжнародна науково-практична конференція*. (Київ, 27 травня 2021). Київ, 2021. С. 42–44.

31. Євтушенко М. Ю., Рудик-Леуська Н. Я., Хижняк М. І. Теоретичні аспекти застосування в системі біомоніторингу показників, які характеризують

фізіологічний статус риб в умовах глобального потепління та дії антропогенних чинників. *Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку*: IV Міжнародна науково-практична конференція. (Херсон, 21–22 жовтня 2021). Херсон, 2021. С. 351–355.

32. **Rudyk-Leuska N. Ya.**, Yevtushenko N. Yu., Leuskyu M. V. Khuzhniak M.I. New impulses in the natural sciences. *Innovations and prospects of world Science: VII International scientific-practical Conference*. (Vancouver, Canada. Yune 20–22, 2022). Vancouver, Canada, 2022. P. 9–15.