

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ГІДРОБІОЛОГІЇ

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ЛЕУСЬКИЙ МИХАЙЛО ВІКТОРОВИЧ

УДК 597-152.6:597-113(282.247.325.8)

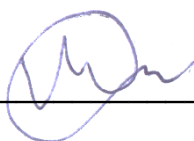
ДИСЕРТАЦІЯ

**СУЧАСНИЙ СТАН ПОПУЛЯЦІЙ РИБ РІЗНИХ ТРОФІЧНИХ ГРУП
КРЕМЕНЧУЦЬКОГО ВОДОСХОВИЩА**

03.00.10 — іхтіологія

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук

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



М.В. Леуський

Науковий керівник Євтушенко Микола Юрійович, член-кореспондент НАН
України, доктор біологічних наук, професор

КИЇВ — 2024

АНОТАЦІЯ

Леуський М.В. Сучасний стан популяцій риб різних трофічних груп Кременчуцького водосховища. — Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

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

Дисертаційну роботу присвячено вивченню сучасного стану популяцій другорядних промислових видів риб (плоскирки, окуня та синця) Кременчуцького водосховища за показниками, які характеризують біологічні ознаки та фізіологічний статус у різні періоди річного циклу в сучасних екологічних умовах, викликаних зміною клімату та антропогенними чинниками. Сольовий склад води був у межах рибогосподарських нормативних величин для зони Лісостепу. Загальна чисельність фітопланктону коливалися у межах 13,72-67,29 млн.кл./дм³. Основу угруповання формували синьо-зелені водорості (26,0-93,7 %), які домінували на усіх станціях відбору проб. Індекси сапробності за період досліджень коливались в межах 1,77-1,91. У якісному складі планктонних безхребетних виявлено 33 таксони, серед яких 70% коловертки, 27% гіллястовусі та 3% веслоногі ракоподібні. Чисельність зоопланктону протягом періоду досліджень знаходилась на рівні 252-918 тис. екз./м³, біомаса 2,84-6,34 г/м³. За середніми показниками основу чисельності (47,2-67,9%) і біомаси формують коловертки (18,7-52,2%).

Промисловою статистикою в Кременчуцькому водосховищі в останні роки фіксується 21 вид риб, основу уловів (в середньому 78,6%) стабільно формують лящ, плітка, плоскирка та сріблястий карась. Динаміка промислових уловів в останні 10 років характеризується помітною нестабільністю і включає як зростання (зокрема до 4,3-4,4 тис. т у 2009-10 рр. та 4,7-4,9 тис. т у 2016-17 рр.), так і зниження (до 3,2 тис. т у 2011-13 рр.). Найбільше зростання уловів

було забезпечено такими видами, як лящ (22,4%), карась сріблястий (18,7%), плоскирка (15,5%) та судак (13,5%). Вилов плоскирки в останні 5 років має загальну тенденцією до збільшення; за рахунок цього виду в середньому забезпечувалось 11,1 % загального вилову з показниками уловів на рівні 0,47...0,62 тис. т. Показники промислових уловів синця також характеризуються позитивною динамікою: в останні 5 років його частка в уловах збільшилась з 1,5 до 3,3% за показниками вилову 0,11...0,19 тис. т. Аналогічна тенденція спостерігалась і для окуня – частка цього виду в уловах протягом 2017-21 рр. зростає з 1,6 до 2,5 % за показниками промислового вилову на рівні 0,08...0,13 тис. т.

Вивчення структури популяції плоскирки дало змогу встановити, що за період досліджень в уловах зафіксовано 9-12 вікових класів, модальний ряд відносно стабільний – 85,1-89,7 % загальної чисельності, в уловах – чотири-семирічники завдовжки 16-20 см. Середня довжина та маса в модальних вікових класах відповідно становила: трирічні – 14,5 см та 77 г, чотирирічні – 16,4 см та 112 г, п'ятирічні – 18,6 см та 162 г. Частка поповнення стабільно знижувалась – з 37% до 14,7%, проте це насамперед було зумовлено зростанням абсолютної чисельності середніх і старших вікових груп, що і зумовило помітне зростання середньовиваженого віку – з 4,1 до 5,2 років. У контрольних уловах синця зафіксовано 4-5 вікових класи, основу популяції формували молодші вікові групи (72,5-90%) завдовжки 20-24 см. Низька питома чисельність старших вікових груп спричинювала стабільно низький середньовиважений вік в уловах – 2,9...3,5 років. Вузкий віковий ряд в уловах ймовірно обумовлений обмеженим кроком вічка в промислових сітках ($a=38-40$ мм), які селективно обловлюють певні вікові групи та наявністю двох чисельних генерацій (2016-17 рр. народження), які у 2020 р. увійшли до промислового стада і зумовили різке зростання кількісних показників уловів. Середньовиважені довжина та маса синця в осінніх уловах була на рівні 21,8-22,6 см та 174-195 г відповідно. Окунь в контрольних уловах був представлений різновіковою популяцією, основу якої (71,2-74,7%) формували

три-семирічники, завдовжки 15-40 см. Спостерігається розширення варіаційного ряду за рахунок термінальних розмірних класів – 14-15 та 38-39 см. Частка старших вікових груп достатньо висока й зберігається тенденція до її зростання з 11,4% (2019 р.) до 22,8% (2020 р.), що поряд із збільшенням частки семирічників зумовило високі середньовиважені показники популяції: довжина 22,3-23,8 см, маса – 312-391 г.

Проведеними дослідженнями з вивчення особливостей біохімічного складу органів і тканин статевозрілих особин плоскирки встановлено, що у нагульний період загальний вміст білка в печінці плоскирки лише на 10% перевищував значення зареєстровані у білих скелетних м'язах; у переднерестовий період цей показник у м'язах був на 15,4% нижчим, у той час, як його вміст в печінці зріс на 11,8%. При цьому загальний вміст білка в печінці плоскирки на 41,7% перевищував значення, зареєстровані у цей період у м'язах, що може бути свідченням зростання функціональної діяльності печінки у поповненні запасів білка на завершальній стадії визрівання статевих продуктів риб та в період їх нересту. Вміст загальний ліпідів в печінці під час нагулу у 8,8 рази перевищував показники у м'язах, тоді як у переднерестовий період вони у печінці виявились у 2 рази вищими, що вказує на високу інтенсивність функціональної діяльності печінки в процесах біосинтезу ліпідів напередодні періоду нересту. Вміст глікогену в переднерестовий період в м'язах плоскирки на 28,2%, а в печінці - на 23% перевищував значення, отримані в період нагулу.

Вміст білка загальний у м'язах синця у переднерестовий період на 29,8% нижчий порівняно з нагульним. При цьому в печінці у переднерестовий період показники білка на 41,3% перевищував значення, виявлені у м'язах. Це обумовлено спрямованістю біосинтетичних процесів в організмі риб, які забезпечували пластичний обмін й завершення трофоплазматичного росту ооцитів та підготовку організму до успішного нересту синця. Загальний вміст ліпідів в печінці синця в період нагулу у 20,5 разів перевищував значення, які реєструвалися у м'язах. У переднерестовий період вміст загальний ліпідів у м'язах синця на 43,5%, а в печінці - у 5,3 рази нищий, порівняно з їх вмістом у

нагульний період. Таке зниження, ймовірно, пов'язано з тим, що певна частина ліпідів використовується не лише в енергетичному, а і у пластичному обміні, приймаючи участь в процесах утворення жовтка яйцеклітини. Важливими у цьому аспекті є дані щодо відносно низького вмісту глікогену, особливо в печінці синця, який перевищував його значення у м'язах у нагульний період на 98,7%. При цьому слід відзначити, що навесні, у переднерстовий період виявлено більш низький (на 22%) вміст глікогену у м'язах синця, у той час, як у печінці риб його вміст у 2,6 рази перевищував показники, зареєстровані у період нагулу.

У нагульний період загальний вміст білка у білих скелетних м'язах і в печінці окуня в середньому становив 140 мг/г сирової маси тканини, загальний вміст ліпідів в печінці у 3,8 рази перевищував цей показник у м'язах, що є свідченням високої функціональної діяльності печінки у процесах біосинтезу ліпідів. У переднерстовий період загальний вміст білка в печінці окуня на 19,6% перевищував значення, які були виявлені у м'язах. Загальною закономірністю є те, що вміст загальний ліпідів і глікогену в печінці і у м'язах окуня в період нагулу суттєво перевищує значення у цих органах і тканинах у переднерстовий період. Це є свідченням високої функціональної діяльності печінки у процесах пластичного і енергетичного обміну.

Ключові слова: іхтіофауна, плоскирка, синець, окунь, улови, модальний ряд, Кременчуцьке водосховище, глікоген, білки, ліпіди.

SUMMARY

Leuskyi M.V. The current state of fish populations of different trophic groups of the Kremenchuk Reservoir. — Qualifying scientific work as a manuscript.

Dissertation to fulfill requirements for the Candidate 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 is devoted to the study of the current state of populations of secondary commercial fish species (silver bream, perch, and blue bream) of the Kremenchuk Reservoir based on parameters, which characterize biological features and physiological status in different periods of the annual cycle in modern environmental conditions caused by climate change and anthropogenic factors. The salinity of water was within the limits of normative values used for aquaculture for the forest-steppe zone. The total number of phytoplankton ranged from 13.72 to 67.29 million cells/dm³. The majority of the community composed blue-green algae (26.0-93.7%), which dominated in all sampling sites. Saprobability indices during the study period ranged from 1.77 to 1.91. Thirty-three taxa were found in the qualitative composition of planktonic invertebrates, among which 70% were rotifers, 27% were cladocerans, and 3% were copepods. The abundance of zooplankton during the study period was at the level of 252-918 thousand specimens/m³, biomass 2.84-6.34 g/m³. According to average value, rotifers formed the majority by the abundance (18.7-52.2%) and biomass (47.2-67.9%).

According to commercial fishery statistics, 21 fish species have been recorded in the Kremenchuk Reservoir in recent years, the majority of catches (an average of 78.6%) has been stably formed by common bream, roach, silver bream, and Prussian carp. The dynamics of commercial catches in the last 10 years was characterized by noticeable instability and showed both a growth (in particular, up to 4.3-4.4 thousand tons in 2009-10 and 4.7-4.9 thousand tons in 2016-17) and a decrease (to 3.2 thousand tons in 2011-13). The greatest increase in catches was ensured by such

species as common bream (22.4%), Prussian carp (18.7%), silver bream (15.5%) and pikeperch (13.5%). Catches of silver bream in the last 5 years had a general tendency to increase; due to this species, on average, 11.1% of the total catch was ensured with catches at the level of 0.47...0.62 thousand tons. Commercial catches of blue bream were also characterized by positive dynamics: in the last 5 years, its share in catches increased from 1.5 to 3.3% according to catch values of 0.11...0.19 thousand tons. A similar trend was observed for perch – the share of this species in catches during 2017-21 increased from 1.6 to 2.5% according to commercial catches at the level of 0.08...0.13 thousand tons.

The study of the structure of the white bream population showed that 9-12 age classes were recorded in catches during the study period, the modal range was relatively stable – 85.1-89.7% of the total number, in the catches – age-4 to age-7 of 16-20 cm long. Average length and weight in the modal age classes, respectively, were: age-3 – 14.5 cm and 77 g, age-4 – 16.4 cm and 112 g, age-5 – 18.6 cm and 162 g. The share of recruitment steadily decreased – from 37% to 14.7%, but this was primarily due to the growth of the absolute number of middle and older age groups, which led to a noticeable increase in the weighted average age - from 4.1 to 5.2 years. Four to five age classes were recorded in the research catches of blue bream, the majority of the population was formed by young age groups (72.5-90%) with a length of 20-24 cm. The low specific number of older age groups caused a consistently low weighted average age in catches – 2.9... 3.5 years. The narrow age range in catches was probably due to the limited mesh size of commercial gill nets ($a=38-40$ mm), which selectively caught certain age groups and the presence of two abundant generations (born in 2016-17), which in 2020 entered the commercial stock and led to a sharp increase in the quantitative parameters of catches. The weighted average length and weight of blue bream in autumn catches was 21.8-22.6 cm and 174-195 g, respectively. Perch in the research catches was represented by a population of different ages, the majority of which (71.2-74.7%) was formed by age-4 to age-7 fish, 15-40 cm long. A widening of the length frequency distribution was observed due to the terminal size classes of 14-15 and 38-39 cm. The share of older age groups was

quite high and there was a continuing trend of its increase from 11.4% (2019) to 22.8% (2020), which, along with the increase in the share of age-7 fish, led to high weighted average values of the population: length 22.3-23.8 cm, weight – 312-391 g.

The conducted studies on the peculiarities of the biochemical composition of organs and tissues of sexually mature individuals of blue bream found that during the feeding period the total protein content in the liver of blue bream was only 10% higher than the values recorded in white skeletal muscles; in the prespawning period, this value in muscles was 15.4% lower, while its content in the liver increased by 11.8%. At the same time, the total protein content in the blue bream liver was 41.7% higher than the values recorded in this period in the muscles, which may be evidence of an increase in the functional activity of the liver in restoring protein reserves at the final stage of maturation of fish gonads and during their spawning period. The total lipid content in the liver during fattening period was 8.8 times higher than in the muscles, while in the pre-spawning period they were 2 times higher in the liver, which indicated a high intensity of the functional activity of the liver in the processes of lipid biosynthesis before the spawning period. The glycogen content in the pre-spawning period in the muscles of the silver bream was 28.2% higher, and in the liver – 23% higher than the values obtained during the fattening period.

The total protein content in blue bream muscles in the pre-spawning period was 29.8% lower compared to the fattening period. At the same time, in the liver in the pre-spawning period, protein values exceeded the values found in muscles by 41.3%. This was due to the direction of biosynthetic processes in the body of fish, which ensured plastic exchange and completion of trophoplasmic growth of oocytes and preparation of the body for successful spawning of blue bream. The total content of lipids in the liver of blue bream during the fattening period was 20.5 times higher than the values recorded in the muscles. In the pre-spawning period, the total content of lipids in the muscles of the blue bream was 43.5%, and in the liver - 5.3 times lower, compared to their content in the fattening period. Such a decrease was probably due to the fact that a certain part of lipids was used not only in energy, but also in plastic metabolism, taking part in the processes of egg yolk formation.

Important in this aspect are the data on the relatively low glycogen content, especially in the liver of blue bream, which exceeded its value in the muscles during the fattening period by 98.7%. At the same time, it should be noted that in the spring, in the pre-spawning period, a lower glycogen content (by 22%) was found in the muscles of the blue bream, while its content in the liver was 2.6 times higher than the values recorded during the fattening period.

During the fattening period, the total protein content in white skeletal muscles and liver of perch averaged 140 mg/g of raw tissue weight, the total lipid content in the liver was 3.8 times higher than that in the muscles, which evidenced high functional liver activity in the processes of lipid biosynthesis. In the pre-spawning period, the total protein content in the perch liver exceeded the values found in the muscles by 19.6%. The general pattern was that the total content of lipids and glycogen in the liver and muscles of perch during the fattening period significantly exceeded the values in these organs and tissues during the pre-spawning period. This evidenced high functional activity of the liver in the processes of plastic and energy exchange.

Key words: ichthyofauna, silver bream, blue bream, perch, catches, modal series, Kremenchuk reservoir, glycogen, proteins, lipids.

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних (інші правила оформлення)

1. **Леуський М. В.**, Бузевич О. А., Рудик-Леуська Н. Я., Котовська Г. О., Христенко Д. С. Структурні показники популяції плоскирки Кременчуцького водосховища. *Рибогосподарська наука України*. 2022. № 2. С. 23–40. (Здобувачем здійснено відбір та аналіз іхтіологічного матеріалу, аналіз наукових джерел літератури, підготовлено статтю до друку).

<https://fsu.ua/index.php/uk/2022/2-2022-60/2022-02-016-032-leuskyi>

2. Бузевич О. А., **Леуський М. В.**, Євтушенко М. Ю., Котовська Г. О., Рудик-Леуська Н. Я., Христенко Д. С. Структурні показники популяції окуня Кременчуцького водосховища. *Рибогосподарська наука України*. 2022. № 3. С. 3–16. (Здобувачем здійснено відбір та аналіз іхтіологічного матеріалу, аналіз наукових джерел літератури, підготовлено статтю до друку).

<https://fsu.ua/index.php/uk/2022/3-2022-61/2022-03-003-016-leuskyi>

Стаття у науковому міжнародному виданні, включеному до міжнародної наукометричної бази даних Scopus

3. 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. (Здобувачем здійснено відбір та аналіз плоскирки, синця та окуня, аналіз наукових джерел літератури, підготовлено статтю до друку).

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

Статті у інших виданнях України

4. 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 (3). С. 102–105, doi: 10.15421/2020_140 <https://www.ujecology.com/archive/uje-volume-10-issue-3-year-2020.html> https://doi.org/10.15421/2020_140.

5. Khyzhniak M. I., Rudyk-Leuska N. Ya., Yevtushenko N. Yu., **Leuskyi M. V.**, Dudnyk S. V., Danchuk O. V., Tson, O. Y. Dumyc. Development and structure of phytoplanktocoenosis of the middle water area of Kremenchug reservoir. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10 (4). С. 132–136, doi: 10.15421/2020_180 https://doi.org/10.15421/2020_180.

Тези наукових доповідей

6. 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 Х міжнародної іхтіологічної наук.-практ. конф. (Київ, 19–21 вересня 2017). Київ. 2017. С. 104–108.

7. **Леуський М. В.**, Рудик-Леуська Н. Я. Сучасний стан синця та окуня в Кременчуцькому водосховищі. Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів : I міжнародна науково-практична конференція. (м. Київ, 15–17 травня 2018 р.). Київ. 2018. С. 41–42.

8. 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, 2020). Vancouver, Canada, 2020. 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

9. 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.

Науково-практичні рекомендації

Матеріали дисертаційного дослідження були використані при підготовці наступних нормативно-правових документів:

1. Ліміти та прогнози допустимого вилову спеціального використання водних біоресурсів загальнодержавного значення у дніпровських водосховищах на 2022 рік, затверджені Наказом Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів 23 грудня 2020 року № 383, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 26 січня 2021 р. за № 101/35723.

2. 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.

ЗМІСТ

ГЛОСАРІЙ УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	16
ВСТУП	17
РОЗДІЛ 1. БІОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ІХТІОФАУНИ ВЕЛИКИХ ВОДОСХОВИЩ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	24
a. Екологічні умови існування іхтіофауни у рівнинних водосховищах	24
b. Вплив температури на процеси розмноження риб	27
c. Вплив рівневого режиму водойм на стан іхтіофауни	31
d. Особливості гідрохімічного режиму водосховищ	38
e. Вплив екологічних умов на процеси розвитку кормових організмів	41
Висновки до розділу 1	42
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	44
РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СЕРЕДНЬОЇ ЧАСТИНИ КРЕМЕНЧУЦЬКОГО ВОДОСХОВИЩА	50
3.1. Відображення змін клімату на температурних умовах водосховища	50
3.2. Гідрохімічний режим як фактор впливу на біоту водосховища	52
3.3. Вплив температурного фактору на екологічні умови та реакцію водних організмів	55
3.4. Особливості розвитку та структури фітопланктоценозу	61
3.5. Динаміка структурно-функціональних показників зоопланктону та рівня органічного забруднення	68
РОЗДІЛ 4. СУЧАСНИЙ СТАН ПРЕДСТАВНИКІВ ІХТІОФАУНИ СЕРЕДНЬОЇ ЧАСТИНИ КРЕМЕНЧУЦЬКОГО ВОДОСХОВИЩА	73
4.1. Видовий склад та біомаса промислових видів риб	73
4.2. Структурні показники популяції плоскирки	77
4.3. Структурні показники популяції синця	87
4.4. Структурні показники популяції окуня	98
РОЗДІЛ 5. ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ДРУГОРЯДНИХ ПРОМИСЛОВИХ РИБ КРЕМЕНЧУЦЬКОГО ВОДОСХОВИЩА У	

	14
ПЕРЕДНЕРЕСТОВИЙ ТА НАГУЛЬНИЙ ПЕРІОДИ	105
5.1. Вміст енергоємних речовин в організмі плоскирки	105
5.2. Вміст глікогену, білків та ліпідів в організмі синця	112
5.3. Вміст енергоємних речовин в організмі окуня	117
5.4. Фізіологічний статус риб з різним типом живлення у нагульний період	122
РОЗДІЛ 6. ОБГОВОРЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ	135
ВИСНОВКИ	148
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	150
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	151
ДОДАТКИ	177

ГЛОСАРІЙ УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ
І ТЕРМІНІВ

ГНС - горизонт навігаційного спрацювання;

НПГ – нижній підірний горизонт;

ГМО – горизонт мертвого об'єму;

КСП – контрольно-спостережний пункт;

НПР – нормальний підірний рівень;

Екз. – екземпляр;

РАР - фотосинтетичне активне випромінювання;

SR – загальна сонячна радіація;

ІРГ НААН – Інститут рибного господарства Української академії аграрних наук.

ВСТУП

Актуальність теми. Промисловий вилов риби на внутрішніх водоймах традиційно базувався на таких частикових видах як лящ та плітка, які разом формували більше 90% загального вилову. Питання послаблення промислового пресу на масові види риб завжди було актуальним питанням. Це можливо досягнути за рахунок розширення спектру промислових уловів з використанням другорядних промислових видів, до яких відносять плоскирку, синця та окуня звичайного [11, 19, 26, 61]. За останні 10 років промислові улови плоскирки звичайної на Кременчуцькому водосховищі практично вирости у 2 рази і по вилову вона зайняла 3 місце серед усіх промислових видів риб [164]. Аналогічна картина встановлена і для синця – за останні 10 років улови цього виду в Кременчуцькому водосховищі збільшились з 24,4 т до 187,4 т, причому в 2020-22 рр. станом на 1 серпня повністю виловлювався річний прогноз за цим видом.

Значний науково-практичний інтерес представляє також є хижий іхтіокомплекс, показники якого, з одного боку, залежать від якісних та кількісних характеристик кормової бази, а з іншого – є потужним чинником впливу на чисельність та розподіл "мирних" риб.

Таким чином, попередній аналіз стану популяцій другорядних видів риб свідчить про наявність цілої низки питань, які потребують окремих наукових досліджень, зокрема в частині коригування кількісних та якісних характеристик промислового зусилля в контексті змін сировинної бази промислу та стратегії рибогосподарського використання внутрішніх водойм.

Зміна екологічних умов, викликаних глобальним потеплінням, для природного відтворення і росту риби, вимагає проведення глибоких моніторингових спостережень, спрямованих на встановлення особливостей перебігу метаболічних процесів, які відбуваються в організмі різних видів статевозрілих риби як в сезонному аспекті, так і в різні періоди річного циклу.

На сьогодні накопичений певний масив даних щодо показників обміну речовин в організмі окремих видів риб Кременчуцького водосховища за екологічних умов, передбачених Правилами експлуатації дніпровських водосховищ та Міжвідомчою комісією по узгодженню режимів роботи дніпровських водосховищ [106, 107]. Так, в наукових роботах [81] представлені відомості щодо біохімічного складу плідників ляща і тарані та його вплив на якість їх ікри і личинок. Іншими дослідженнями [79] встановлені особливості накопичення загальних ліпідів в тілі деяких видів риб, які населяють різні ділянки Кременчуцького водосховища. Більш широкий спектр фізіолого-біохімічних досліджень у вивченні фізіологічного статусу ляща та плітки Сулинської затоки та прилеглої до неї ділянки Кременчуцького водосховища проведені навесні та восени 2004-2006 рр., результати яких представлені у монографічній роботі [117]. Проте ці та деякі інші дослідження не у повній мірі відображають особливостей перебігу обміну речовин в організмі риби за зміни екологічних умов.

Враховуючи це, метою наших досліджень було вивчити біологічні показники та оцінити фізіологічний статус статевозрілих риби Кременчуцького водосховища з різним типом живлення за показниками обміну речовин у переднерестовий та нагульний періоди річного циклу за існуючих екологічних умов, з урахуванням впливу основних антропогенних чинників.

Кременчуцьке водосховище одне з найбільших водосховищ дніпровського каскаду. Вченими-дослідниками здійснювались науково-дослідні, промислові лови щодо стану іхтіофауни даного водосховища [11, 12, 20, 26, 53, 59, 65, 122], визначення вміст білка [7, 64, 122, 172], ліпідів [82, 122, 142-146, 149, 233] та вуглеводів в тканинах риби [156, 151].

В останні роки важливою проблемою є зміна клімату та вплив його на формування стоку річок нашої країни [79, 80, 157, 168, 182]. Також у Кременчуцьке водосховища надходять побутові та промислові стічні води з м. Черкас (сереня частина водосховища), що потребують ретельного дослідження.

Відповідно, нами була вибрана саме середня частина дослідження Кременчуцького водосховища; вибір другорядні промислові види риб (плоскирка, синець, окунь) при цьому насамперед пов'язаний з їх недостатньою вивченістю. Крім того, вони представлені різними за екологічними особливостями видами, що дозволяє всебічно оцінити вплив, в тому числі і опосередкований, зокрема, через зміну кормової бази, дії зовнішніх чинників як на різних рівнях організації: популяцій (за їх структурними показниками), окремих особин (показники лінійного і вагового росту) та обміну речовин (фізіолого-біохімічні показники). Важливість та актуальність цих досліджень посилюються внаслідок інтенсифікації змінами гідрометеорологічної ситуації, рівня антропогенного навантаження та інших зовнішніх чинників, які мають різновекторний вплив на водні екосистеми і, відповідно, на іхтіофану та потребують оцінки за сучасними інтегральними показниками стану рибного населення. Особливий інтерес в цьому аспекті представляє промисловий іхтіокомплекс, як найбільш вразливий в частині антропогенного впливу.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана протягом 2015-2021 років на кафедрі гідробіології та іхтіології Національного університету біоресурсів і природокористування України та відділу водосховищ Інституту рибного господарства НААН України та 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; «Розробити теоретичні основи управління біопродукційним потенціалом іхтіофауни великих водосховищ України» (2016-2020 рр.) № ДР 0116U001214; «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.

Мета і завдання дослідження. Мета роботи полягала у вивченні біологічних особливостей промислових видів риб різних трофічних груп з рибогосподарської точки зору, оцінки продуктивних характеристик, фізіолого-біохімічних показників статевозрілих риб середньої частини Кременчуцького водосховища в переднерестовий та нагульний періоди.

Для її досягнення були поставлені наступні завдання:

- проаналізувати рівневий, гідрохімічний та гідробіологічний режими середньої частини Кременчуцького водосховища;
- дослідити екологічні умови нересту промислових видів риб різних трофічних груп та їх нагулу;
- вивчити сучасну структуру іхтіофауни;
- дослідити розмірно-віковий склад та біологічні характеристики плоскирки, синця, окуня;
- визначити окремі показники білкового, ліпідного і вуглеводного обміну статевозрілих особин плоскирки, синця та окуня в переднерестовий та нагульний періоди.

Об'єкт дослідження – плоскирка, синець, окунь середньої частини Кременчуцького водосховища.

Предмет дослідження - біологічні та фізіолого-біохімічні показники другорядних промислових видів риб середньої частини Кременчуцького водосховища.

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. Вперше проведено комплексні дослідження популяції окуня Кременчуцького водосховища з точки зору умов формування та експлуатації його промислового запасу. Отримані та проаналізовані нові дані щодо динаміки структурних показників еврибіонтних середньоциклових видів з високою інтенсивністю промислового навантаження. Встановлені основні показники, які характеризують поповнення промислового та репродуктивного ядра популяції досліджених видів.

Вивчено фізіологічний статус плоскирки, синця, окуня та особливо динаміка перебігу процесів у різні періоди річного циклу в середній частині Кременчуцького водосховища.

Практичне значення одержаних результатів. Визначені та проаналізовані індивідуальні та популяційні показники, які характеризують умови формування промислового запасу ряду представників іхтіофауни Кременчуцького водосховища, яке є основним внутрішнім рибогосподарським водним об'єктом України. Встановлені показники промислового навантаження, які дозволяють забезпечити максимальний улов при збереженні стабільних структурних показників видів, які експлуатуються промислом. Отримані дані були покладені в основу розробки поточних та довгострокових заходів щодо оптимізації промислового навантаження на Кременчуцькому водосховищі. Запропоновані зміни до Правил промислового рибальства в частині регламентації кроку вічка в дрібновічкових сітках. Показана можливість збільшення промислових уловів синця Кременчуцького водосховища за рахунок посилення експлуатації його середніх вікових груп.

Вміст загального білка, ліпідів та глікогену в органах і тканинах статевозрілих особин плоскирки, окуня та синця є підґрунтям для оцінки та прогнозування їх продуктивних характеристик, оскільки відомо, що чим більше в організмі резервних речовин, тим більше утворюється статевих продуктів.

Особистий внесок здобувача полягає в аналізі літературних джерел за даною проблемою, особисто здійснив польові дослідження й обробку отриманих результатів з видового складу іхтіофауни середньої частини Кременчуцького водосховища, розмірно-вікових характеристик другорядних промислових видів риб, біологічних показників плоскирки, синця та окуня, з визначення їх фізіолого-біохімічних показників у різні періоди річного циклу в середній частині Кременчуцького водосховища.

Аналіз роботи, узагальнення, обговорення та підготовка до друку матеріалів, що відображають основні результати дисертації, проведено спільно з науковим керівником.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень дисертаційної роботи доповідали та обговорювали на: кафедрі гідробіології та іхтіології НУБіП України, вчених радах НДІ технологій та якості продукції тваринництва НУБіП України, 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.), VII міжнародній інтернет конференції «Світ під час пандемії: нові виклики та загрози», (Ванкувер, 18 – 19 серпня 2020 р.), VII міжнародна науково-практична конференції «Інновацій та перспективи світової науки», (Ванкувер, 20-22 липня 2022 р.).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 9 наукових робіт; 2 з них у фахових виданнях України, 1 в міжнародній наукометричній базі - скопус та 4-ти – тез конференцій, 2 статті в інших журналах.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота викладена на 182 сторінках. Вона складається із вступу, 6 розділів, обговорення отриманих

результатів, висновків, практичних рекомендацій, списку використаної літератури (237 джерел, з них 82 – іноземною мовою), 3 додатків; містить 14 таблиць та 19 рисунки (з них 1 фотографія) та 1 картосхема.

РОЗДІЛ 1
БІОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ
ІХТІОФАУНИ ДНІПРОВСЬКИХ ВОДОСХОВИЩ
(ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Екологічні умови існування іхтіофауни у рівнинних водосховищах

Сучасні умови існування іхтіофауни у водосховищах ставлять низку нових завдань в галузі екології риб та процеси їх природного відтворення. Це пов'язано з тим, що життєдіяльність організмів у водосховищах визначаються не лише чинниками, характерними для природних водойм, але й іншими, зокрема рівневим режимом, проточністю води, прогріванням нерестовищ тощо. характером використання річкового стоку водосховища можуть мати добове, сезонне, річне і багаторічне регулювання рівня води. Водосховища добового регулювання можуть мати постійний рівень верхнього б'єфа і нерівномірні коливання рівня у нижньому б'єфі; сезонного – наповнюються за рахунок акумуляції частини весняної повені (рівень води знижується протягом літа і осені, а в зимовий період може виявитися на відмітках незарегульованої річки); річного – затримують стік весняної повені (у незначній мірі знижують рівень води в літньо-осінні місяці і досить – взимку); багаторічного – характеризується дуже змінним рівневим режимом, що негативно впливає на біоту водойм.

За характером змін рівня води та його впливу на флору і фауну та процеси природного відтворення риб рівнинні водосховища поділяються на наступні:

- водосховища з максимальними рівнями води навесні і значним літньо-осінньо-зимовим спрацюванням (Кременчуцьке водосховище);
- водосховища з стабільними високими рівнями води протягом відкритого періоду і значним зимовим спрацюванням (Каховське водосховище);
- водосховища з відносно стабільними рівнями води протягом року (Дніпродзержинське та Дніпровське водосховища).

У водосховищ першої групи літнє спрацювання розпочинається пізніше, а зимове виявляється значно глибшим. У результаті прибережна полоса обсидає і не встигає заростати наземною рослинністю, яка є субстратом для ікри і джерелом поповнення трофічних ресурсів на наступний рік, а в зимовий період можуть створюватись зони, несприятливі для зимівлі риб, в яких спостерігаються задухи.

Водосховища другої групи за екологічними умовами суттєво відрізняються від природних водойм відсутністю нерестовищ для фітофільних риб, невисокою продуктивністю донних кормових безхребетних, загибеллю або вимушеним переміщенням риб при зимовому зниженні рівня води.

Водосховища третьої групи є найбільш сприятливими для життєдіяльності фітофільних риб.

Для забезпечення оптимальних умов життєдіяльності риб у водосховищах необхідний поступовий і незначний спад рівня води в зимові місяці, а також наявність чітко вираженої весняної повені, яка сприяє заростанню прибережної полоси. Ці та інші вимоги закладені у Правила експлуатації Дніпровських водосховищ та «Екологічні вимоги до Правил експлуатації Дніпровських водосховищ». Вони узгоджені з водокористувачами, конкретизують шляхи створення оптимальних екологічних умов для забезпечення процесів життєдіяльності гідробіонтів та рекомендовані до неухильного керівництва і виконання [110, 129, 219].

Не менш важливе, а іноді і вирішальне значення має прогрів нерестовищ і його зв'язок з термінами весняного наповнення водосховища. На початку весняної повені загальне підвищення температури води у водосховищі відбувається значно повільніше, чим могло б йти в річці за тих же погодних умов. Весняний прогрів води у водосховищі відрізняється повільним підвищенням температури на початку паводка, швидким – в кінці паводка на мілководдях і збереженням високих температур протягом більш тривалого періоду.

Відмінності прибережних і глибинних температур води у водосховищі виражені більш різко, ніж в річці де відбувається інтенсивне перемішування водних мас. У зв'язку з цим вплив коливань температур на терміни нересту і процес ікрометання більш виражений у водосховищах. Важливою відмінністю весняного режиму річки, який забезпечує успіх нересту фітофільних риб, було співпадіння термінів проходження фронту паводкової хвилі з підвищенням температури води по всьому периметру потоку. Це забезпечувало плідникам активний вихід на мілководдя, швидке дозрівання ікри, дружний нерест протягом короткого часу і за нижчих температур води, порівняно з водосховищами. Проте після зарегулювання річки чітка щорічна синхронізація залиття нерестовищ і прогріву води порушується і в окремі роки створюються умови, які у значній мірі погіршують процес природного відтворення іхтіофауни [107]. Це пов'язано з умовами, що складаються у водосховищах.

1. Температура води на місцях переднерестових скупчень значно нижча, ніж на нерестовищах, і настання порогових температур тут запізнюються. У цей час мілководдя прогріті, нерестовища залиті, для ікри достатньо нерестового субстрату. У цьому випадку нерест настає за більш високих температур води, ніж оптимальні і в дуже стислі терміни. Але при цьому створюються несприятливі умови для розвитку ікри.

2. Настання порогових температур на місцях переднерестових скупчень співпадає з оптимальними значеннями на нерестовищах. До цього часу нерестовища залиті і у наявності достатня кількість необхідного субстрату, тобто існує синхронізація рівня води і температури. У цьому випадку терміни нересту і умови для інкубації ікри оптимальні.

3. Ті ж температурні умови, що і у другому випадку, але відсутній субстрат для нересту, що пов'язано з запізненням залиття мілководдя. У цьому випадку нерест риб відбувається за високих температур. Плідники тривалий час знаходяться на нерестовищах, тому відбувається перезрівання ікри, резорбція або значні її відходи при заплідненні.

4. За частих зниженнях температури повітря і сильних вітрах порогові температури на місцях переднерестових скупчень настають раніше, ніж прогріється вода на нерестовищах. У цьому випадку має місце декілька варіантів наслідків:

- нерестовий субстрат для ікри ще не залитий, спостерігається тривале знаходження плідників на мілководді і розтягнений в часі нерест, частина самиць залишається з невідкладеною ікрою;
- нерестовий субстрат для ікри залитий, але нерест відбувається за відносно низьких температур і значна частина відкладеної ікри гине;
- нерестовий субстрат для ікри залитий, але нерест відбувається за відносно низьких температур, що супроводжується загибеллю частини відкладеної ікри.

Таким чином, важливою умовою успішного розмноження риб є наявність відповідного нерестового субстрату. Відсутність достатньої кількості нерестовищ спонукає риб відкладати ікру на нетиповому субстраті, не вчасно або повністю пропускати нерестовий сезон.

Встановлено, що у риб Каховського водосховища порушення ходу прогріву нерестовищ чи відсутність необхідного нерестового субстрату призводить до порушень нерестового циклу, та, в окремих випадках, резорбції ікри. При цьому щорічне переродження ікри спостерігалось у таких масштабах: щука – 42-68%, лящ – 4-26%, плоскирка – 3-12%, карась – до 48%, лин – до 31%, синець – до 100% [15].

1.2. Вплив температури на процеси розмноження риб

Температура тіла риб близька до температури навколишнього середовища і перевищує її не більше, ніж на 0,5-1,0⁰C, за рахунок виділення тепла в процесі обміну речовин. Тому зміна температури води має значний вплив на всі процеси життєдіяльності риб, які можуть витримувати вузькі (стенотермні види) або широкі (евритермні види) діапазони коливання температури.

Нерест прісноводних риб відбувається у весняно-літній або у осінній період, а окремих видів – взимку. Проте для настання процесу ікрометання необхідні певні видоспецифічні, так звані порогові температури води. Оптимальний температурний режим як для теплолюбивих, так і для холодолюбивих риб необхідний не лише для процесу їх нересту, а й на різних стадіях ембріонального та постембріонального розвитку і росту.

Температура води має важливу роль не лише у визначенні термінів розмноження прісноводних видів, а й у розвитку статевих клітин. Досягнення певних порогових температур для нересту у водоймі не завжди відразу ж приводить до процесу розмноження того чи іншого виду. Необхідним є деякий проміжок часу для дозрівання статевих клітин і переходу статевих залоз із IV в V стадію зрілості. Тобто досягнення певних температур у водоймі, близьких до оптимальних для даного виду риб, стимулює і визрівання статевих клітин, і переднерестову поведінку плідників. Однак у деяких випадках за досягнення відповідних порогових температур нерест риб може дещо затримуватись через невідповідність до ікрометання [57, 126]. У роки зі зниженою температурою води нерест риб може призупинятись і проходити наче б то двома етапами. У випадку, коли температура води досягла певного оптимуму для початку нересту і особини також повністю готові до відкладання статевих продуктів, але існують якісь перепони щодо підходу до місць нересту, або за відсутності нерестового субстрату, тоді через деякий час починається масова резорбція ооцитів старшої генерації риб.

Зміни температури води виступають як сигнальний чинник та натуральний подразник, який визначає початок нерестової міграції, нересту, зимівлі тощо. Окрім цього, температура води є "посередником" між організмом плідників і комплексом екологічних чинників, які необхідні для подальшого розвитку ікри, молоді та перебігу всіх етапів онтогенезу.

Зі зміною температури води пов'язані зміни інтенсивності обміну речовин риб. Риби різного фізіологічного стану і різні в систематичному відношенні виробляють за даної температури (в межах фізіологічної норми)

свою температурну зону адаптації, в якій перебіг обміну речовин відбувається найбільш стійко. Зокрема, перебіг азотистого обміну в температурній зоні адаптації відбувається інтенсивніше, ніж споживання кисню.

Прісноводні екосистеми зазнають змін клімату по всьому світу [202, 206, 221]. Починаючи з другої половини ХХ ст. тенденції підвищення температури води спостерігаються в великих прісноводних системах помірних широт в різних країнах, наприклад, таких як північноамериканські Великі озера, водойми Європи, включаючи водосховища Дніпра [157, 188, 205]. Причому, відмічається, що температура води в північноамериканських озерах підвищується майже в два рази швидше, ніж температура повітря, що в значній мірі пов'язано зі зменшенням крижаного покриву в зимовий період [158, 230].

Було проведено декілька досліджень із застосуванням методів математичного моделювання, в яких оцінювали ефект зміни клімату та підвищення температури на угруповання риб у прісних водоймах [166, 203, 224, 226], зокрема, через вплив високих температур протягом вегетаційного періоду на доступність біотопів придатних для мешкання риб, на їх ріст, а також на зміну їх ареалів. Щодо відтворення риб, то зміни клімату можуть впливати на нього природніх водоймах як безпосередньо, так і опосередковано через низку факторів, таких як інтенсивність і частота випадання опадів, що призводить до коливань рівня води в водоймах, що є критичним у період нересту [193, 197]; динаміка поживних елементів, які є необхідними для живлення риб [193]; коливання рівнів води [182, 193]; доступ до нерестових і нагульних ділянок і умови на них [190, 208]; коливання рівня розчиненого у воді кисню [176, 183]; льодовий покрив [157, 183, 230] та інші фактори. Ці фізичні фактори потім впливають по різному на біохімічні та фізіологічні процеси, що протікають в організмі риб. Найчастіше вплив зміни клімату на відтворення риб має комплексний характер, який здійснюється через декілька факторів навколишнього середовища. У свою чергу, ці природні фактори можуть поєднуватись з антропогенними стресорами (наприклад, поширення інвазивних видів, евтрофікація, промисловий і любительський лов риби, руйнування

біотопів мешкання риб), що може призводити до змін видового складу, поширення риб у водоймі і рибопродуктивність [177, 184, 232]. В свою чергу, стала експлуатація рибних ресурсів при зміні клімату може бути критичною для харчової безпеки населення [212], а також для підтримки біорізноманіття [178].

Зміни клімату, як саме по собі, так і в комплексі з антропогенними факторами, безпосередньо або опосередковано може впливати на низку показників риб (наприклад, ріст, виживання і відтворення) [190, 210]. Одним з основних показників, дуже схильних до кліматичного впливу, є відтворення. Це пов'язано з тим, що температура є важливим регулятором репродуктивних процесів у риб (наприклад, дозрівання статевих продуктів) у водоймах, що знаходяться в помірних широтах [173, 230]. Проводилися експериментальні роботи, в яких досліджувався вплив температури води на розвиток статевих продуктів риб і нерест [162], а також на виживання ікри та ранньої молоді риб [164, 196, 232], в яких було показаний взаємозв'язок між температурою та цими показниками.

Так, було виявлено, що підвищення температури води в помірних широтах негативно впливає на розвиток статевих продуктів риб і нерест через підвищення рівня гіпоксії (нестача кисню), в результаті чого знижуються енергетичні запаси в організмі риб перед зимівлею, коли у багатьох видів риб активно розвивається ікра, а підвищена температура, в свою чергу, підвищує швидкість метаболізму в організмі риб в зимовий період, тобто менше енергії буде направлятися на розвиток статевих продуктів, що призводить до порушення умов, необхідних для нормального розвитку ікри. Наприклад, в дослідженнях, що були проведені на Великих озерах у Північній Америці, був відмічений позитивний ефект холодних температур води в зимовий період на чисельність молоді аборигенних видів риб, де найбільша чисельність молоді відзначалася після холодних зим, а низька чисельність - після коротких і теплих зим [168, 200]. Крім того, в низці експериментальних досліджень і польових спостережень у водних об'єктах Північної Америки і Європи було відзначено,

що плодючість і нерест деяких холодноводних видів риб можуть знижуватися, коли зрілі самки не піддаються тривалому впливу низьких температур під час зимівлі [165, 185, 201, 207, 220, 228]. А гіпоксія, яка пов'язана з підвищеною температурою і теплою зимою, може спричинювати негативний вплив на розвиток статевих продуктів у самиць риб. Крім того, гіпоксія може мати негативний вплив на кормову базу риб (особливо риб, які харчуються бентосними організмами), метаболізм риб і їх ріст [156, 215]. Організм риб, ослаблений після теплої зими, виробляє меншу кількість ікри і, крім того підвищується ймовірність її резорбції [161, 181, 189, 214, 229]. Однак точні механізми, що лежать в основі взаємин між зимовими температурами води і репродуктивною системою риб, все ще досліджені недостатньо.

1.3. Вплив рівневого режиму водойм на стан іхтіофауни

У річках і деяких озерах характер проходження повеневих вод – початок повені, висота піку повені, інтенсивність підйому рівня води, тривалість повені, характер спаду повеневих вод для деяких видів риб є провідним екологічним чинником не лише для успішного проходження нересту, але й для ефективного відтворення окремих видів риб у водоймі [57]. Динаміка рівневого режиму води забезпечує необхідні умови для процесів природного розмноження на нерестовищах фітофільних видів риб, пелагофілів тощо.

Зміни рівневого режиму у водоймах, викликані реконструкцією стоку на всіх ділянках річкової системи, низькі і пізні повені, коливання рівня води в період розмноження риб з весняно-літніми термінами розмноження призводять до призупинення процесу нересту, резорбції статевих клітин, відкладання меншої кількості ікри (іноді до масової загибелі ікри, личинок, молоді риб і навіть плідників) на нерестовищах.

Невідповідність рівневого режиму водосховищ вимогам рибного господарства призводить до деградації останнього. Наприклад, у Сусканській затоці Куйбишевського водосховища у зв'язку з несприятливим рівневим режимом поступово втрачає свою рибогосподарську цінність. Це проявляється

у погіршенні умов розмноження риб, тривалому зневодненню взимку, промерзанню водойми, загибелі частина донних організмів, погіршенню газового режиму, що супроводжувався задухою риб, заміщення цінних промислових видів риб малоцінними тощо [139].

Створення водосховищ дніпровського каскаду передбачало, в першу чергу, розвиток енергетики, штучне зрошення, поліпшення умов судноплавства, боротьбу з повенями, забезпечення водою населених пунктів, промислових підприємств та розширення зони рекреації. У більшості випадків рибогосподарське використання є лише додатковою формою експлуатації водосховищ [107]. Саме ці обставини пов'язані з тим, що існуючі у водосховищах гідроекологічні умови не завжди виявляються оптимальними для розвитку рибного господарства.

Характерною особливістю гідрологічного режиму водосховищ з великою робочою ємкістю є значне зниження рівня води (до 2 м) в літньо-осінній період, яке призводить до обсихання великих площ мілководь і до зміни гідродинамічних умов на обводнених ділянках. Рівневий режим води влітку визначає масштаби обсихання мілководної зони й вегетацію вищої водної рослинності, яка є субстратом для відкладення ікри фітофільними рибами, джерелом рослинного детриту, забезпечує самоочисну здатність мілководь.

Зміна рівневого режиму води в зимовий і весняний періоди, може в значній мірі проявитися на умовах життєдіяльності риб, їх фізіологічному стані, продуктивних властивостях популяцій і, особливо, на ефективності природного відтворення, а відповідно і на рибопродуктивності водойм у цілому.

Глибина зимового спрацювання рівня води визначає умови зимівлі риб і проявляється у погіршенні газового режиму, зниження буферної ємкості й підвищення ступені токсичності води, масштаби обсихання мілководних зон, особливості заповнення водосховищ протягом весняного періоду, площі залиття повеневими водами мілководних зон, які є основними місцями нересту веснянонерестуючих риб й опосередковано впливає на хід рівнів води під час нересту, включаючи терміни досягнення оптимальних відміток для

розмноження риби. Значні коливання рівневого режиму вод у весняний період призводить до зменшення площ нерестовищ, висихання відкладеної на них ікри, погіршенню умов розвитку личинок і нагулу молодших вікових груп риби.

Широка амплітуда коливань рівня води унеможливають заростання прибережжя водною і наземною рослинністю. Оскільки значна кількість видів риби, які населяють водосховища, відкладають ікру на рослинний субстрат, природне відтворення їх значно обмежене. Через відсутність у достатній кількості рослинного субстрату щука і язь, нерест яких відбувається в кінці квітня-на початку травня, не можуть відкласти ікру. Це обумовлено тим, що в цей період відбувається лише наповнення водосховища і мілководдя ще не повністю покриваються водою. Наслідком цього явища є висока частка самиць з дегенерованою ікрою в стадії плідників щуки і низька чисельність молоді цих риби.

Правилами експлуатації дніпровських водосховищ передбачається дотримання низки умов, які відповідають вимогам рибного господарства [129]. Це, зокрема, стосується поступового підйому рівня води в період весняної повені, обмеження коливання рівня і нижніх б'єсах ГЕС в нерестовий період до 25 см на добу, а також добове спрацювання водосховища в період льодоставу не більше, ніж на 10 см.

Недотримання цих вимог, особливо в умовах глобального потепління і через порушення гідрологічного режиму водосховищ дніпровського каскаду може суттєво позначитись на процесах природного відтворення різних видів риби.

Так, раніше проведеними дослідженнями встановлено, що добові коливання рівневого режиму в нижніх б'єсах в нерестовий період становить від 1,2 до 3 м. Наслідок цього – періодичне осушення нерестовищ у верхніх частинах водосховищ, що має негативний вплив на процеси природного відтворення рибних запасів. Він проявляється у тому, що відкладена рибою ікра змивається, замулюється, обсихає і гине. Це стосується фітофільних риби – сазана, щуки, синця, які відкладають ікру на м'якій лучній рослинності на

глибині 0,5-1,0 м, а також ляща, плітки, плоскирки, сома, нерест яких відбувається завглибшки до 2-х метрів [30]. Встановлено, що в результаті зміни рівня води на нерестовищах на 50 см загибель ікри щуки і сазана становила 100%, в'язя і синця - 70-75%, ляща і плітки - 35-40%. За коливань у 75 см загибель ікри в'язя і синця сягне 100%, ляща і плітки - 60- 65%.

Крім наповнення водосховищ доцільно звернути ще увагу на те, що водність має суттєвий вплив на ступінь мінералізації води та концентрацію головних іонів. У маловодні роки мінералізація води залишається високою. Так, у Каховському водосховищі вона не падає нижче 235 мг/ дм³ [24].

У роки з підвищеним весняним водопіллям літнє підвищення концентрації важких металів у воді дніпровських водосховищ значно нижче, ніж у роки з незначним об'ємом весняного стоку [75]. Однією з причин цього явища вважають є обмін між донними відкладами і водню товщою, який активізується за дефіциту кисню що пов'язано з посиленням окиснювальних процесів у маловодні роки. Крім того, водність поряд з такими гідрометеорологічними чинниками, як температура води та рівень потоку сонячної енергії, має суттєвий вплив на розвиток фітопланктону у водосховищах [112, 150].

Водність суттєво впливає на видовий склад фітопланктону і його кількісні характеристики та визначає рівень їх коливання в різні роки. Встановлено, що між водністю та загальною біомасою фітопланктону існує зворотний зв'язок, особливо у головному водосховищі каскаду. При цьому у багатоводні роки зазвичай домінують діатомові, а у маловодні роки-синьозелені водорості. Водність також впливає на і на динаміку розвитку зоопланктону. У роки підвищених витрат води спостерігається пригнічення розвитку цих цінних безхребетних організмів [21].

У багатоводні роки високий рівень води у літньо-осінній період сприяє поліпшенню кисневого режиму водойм. Проте у маловодні роки низький рівень води і її висока температура призводять до спалаху розвитку бактеріопланктону [93, 135], посилення окиснювальних процесів і зниження вмісту розчиненого у

воді кисню. Внаслідок збільшення концентрації органічної речовини у цей період зростає чисельність і біомаса бактерій.

Фактор водності має істотне значення для іхтіофауни і, отже, для рибопродуктивності водосховищ дніпровського каскаду у цілому. У багатоводні та середні за водністю роки урожайність молоді риб, особливо фітофільних, завдяки сприятливим умовам нересту звичайно набагато вища, ніж у маловодні. Проте інтенсивність росту, вгодованість і плодючість, навпаки, найвищі в маловодні роки.

Найбільш висока рибопродуктивність дніпровських водосховищ зазвичай спостерігається в маловодні та середньоводні роки з високою температурою води, яка є найбільш сприятливою для розвитку природної кормової бази та нагулу риб. Мінімальна рибопродуктивність водойм реєструвалась в роки з підвищеною водністю і дуже низькою температурою води [127].

Експлуатація дніпровських водосховищ, зокрема, Київського, Кременчуцького та Каховського передбачає забезпечення сезонного та річного регулювання стоку [129]. Перед весняним водопіллям Київське водосховище, зазвичай, спрацьовується на 0,5-1 м, Каховське - на 0,3-1 м, Кременчуцьке водосховище в нормальних умовах спрацьовується на цей час на 3-3,5 м.

За спрацювання корисної ємкості Кременчуцького водосховища перш за все змінюються абіотичні складові його екосистеми. Встановлено, що спрацювання корисної ємкості до деякої міри посилює проточність відкритої акваторії та механічний вплив хвильових процесів на дно. При цьому різко зменшується водообмін між відкритою акваторією і мілководдям. За пониження рівня води до ГНС відбувається обезводнення більш ніж 415 км² мілководь.

Значне осушення мілководь під час екстремального літнього спрацювання водосховища призводить до інтенсифікації окиснювальних процесів та погіршення якості води. Спостерігається накопичення в ній амонійного азоту, фосфору та деяких інших елементів. У донних відкладах

реєструється зменшення вмісту органічних сполук вуглецю та азоту у зв'язку з поліпшенням кисневого режиму ґрунтів під час тривалого осушення.

Літньо-осіннє спрацювання Кременчуцького водосховища має суттєвий вплив на його біотичні компоненти, особливо на підсистему мілководь. Внаслідок спрацювання водосховища його мілководдя перебувають у стані імпульсної стабільності. Такі умови приводять до уповільнення сукцесій в літоральному зоопланктоні. Тому раннє спрацювання водосховищ в літній період є небажаним [6].

Щорічне зниження рівня води у Кременчуцькому водосховищі викликає так званий ефект «омолодження» екосистеми, яке відкидає її на ранні етапи розвитку [106]. Автор зазначає, що в зоні, яка щорічно осушується, відбувається загибель бентосних організмів, яка «компенсується масовим розселенням вторинноводних безхребетних, зокрема, мотиля». Наслідком цього є формування в літоралі водосховища високопродуктивних угруповань макрозообентосу, які створюють високу кормову базу для риб. Літньо-осіннє спрацювання водосховищ спричиняє зближення нижніх меж поширення повітряно-водної та зануреної рослинності. Таке зближення сприятливе для розвитку першої і обмежує вегетацію другої. Саме фактор спрацювання зумовлює переважання повітряно-водної рослинності у більшості дніпровських водосховищ.

У маловодні роки за умов екстремально раннього та глибокого літнього спрацювання Кременчуцького водосховища його екосистема зазнає різкого негативного впливу. У водосховищі реєструється значне підвищення концентрації органічних речовин, яке сприяє інтенсивному розвитку бактеріопланктону [135]. Наступного року до біологічного колообігу залучається також осушена рослинність, яка інтенсивно розкладається в процесі наповнення водосховища. У цілому це приводить до погіршення екологічного стану та якості води, особливо на мілководдях водосховища. За дуже глибокого спрацювання водосховища може спостерігатися значне

надходження з мілководь у глибоководну частину біогенних речовин, що спричиняє інтенсивний розвиток фітопланктону («цвітіння» води).

Щодо рибного населення, то літньо-осіннє спрацювання корисної ємкості водосховища є позитивним фактором. Адже з урахуванням вимог природного відтворення рибних запасів таке спрацювання повинно відбуватися поступово, починаючи з липня місяця.

Отже, наявні літературні матеріали свідчать про те, що літньо-осіннє спрацювання корисної ємкості Кременчуцького водосховища у терміни та в межах, зазначених у діючих Правилах, не призводять до незворотніх змін стану його екосистеми і не спричиняють значного погіршення якості води. Істотні негативні наслідки спрацювання водосховищ можуть спостерігатися тоді, коли в силу об'єктивних, а інколи й суб'єктивних причин порушується регламент спрацювання корисної ємкості водосховища в літньо-осінній період.

За нормальних екологічних умов щорічно у Кременчуцькому водосховищі ще до початку весняного водопілля відбувається спрацювання частина робочої ємкості- до позначки рівня води 77,5-78,0 м. За екстремальних умов (великих або малих снігозапасів в басейні Дніпра) величина зимового спрацювання встановлюється Міжвідомчою комісією. Діючими Правилами регламентується рівень гранично можливого спрацювання водосховища взимку - до позначки 76,5 м. Отже, за нормальних умов протягом зимового періоду, як вже відмічалось раніше, знижується на 3-3,5 м, а в окремих випадках- на 4,5 м, що розглядається як негативне явище для екосистеми, у тому числі для рибного населення, оскільки за зазначеного спрацювання робочої ємкості зневоднюється більше ніж 900 км² (40%) акваторії водосховища.

Кременчуцьке водосховище є основним регулятором річного стоку Дніпра, тому його ємність перед повінню, зазвичай, зменшують, понижуючи рівень води на 4,3-5,0 м. Якщо за низького НПГ (81 м) водосховище займає площу 2250 км² і має об'єм 13, 52 км³, то за рівня 76,0 м його площа скорочується майже вдвічі (1220 км²), а об'єм – до 4,8 км³ [83].

З метою забезпечення роботи Кременчуцької ГЕС в осінньо-зимовий період здійснюється інтенсивне спрацювання водосховища (переважно з грудня до березня) інколи до відмітки 78,0 м. (тобто більше, ніж на 3 м).

Протягом зими водосховище спрацювується до відмітки ГМО, а площа водного дзеркала при цьому скорочується приблизно вдвічі. Тривалість стану низького рівня перед початком весняного наповнення становить 20-30 днів (кінець березня - початок квітня).

У цілому ж по водосховищу максимальний рівень води коливається в межах НПП ± 20 см і підтримується протягом травня- серпня. Мінімальний же рівень спостерігається в січні-березні (на 3,0-5,0 м нижче НПП) [44].

1.4. Особливості гідрохімічного режиму водосховищ

Створення водосховищ веде до перерозподілу водного стоку річки за сезонами року, і, як наслідок, до змін у динаміці мінералізації та концентрації головних іонів. У результаті акумуляції у водосховищах паводкових вод та змішування їх з більш мінералізованою водою, що потрапляє сюди у наступні сезони, відбувається зменшення (особливо у пригреблевих ділянках водосховища) річної амплітуди коливань мінералізації та концентрації головних іонів. Якщо до зарегулювання стоку мінералізація вод протягом року могла змінюватись майже в 4 рази, то після зарегулювання вона змінюється лише в 1,4-1,5 рази.

Формування газового режиму водосховищ відбувається під впливом різних факторів, основними з яких є періодична дія вітрового перемішування і циркуляція водних мас, фізико-хімічні і біологічні процеси, що відбуваються у водосховищах, взаємодія води із затопленими ґрунтами, життєдіяльність водних організмів.

Найбільш важливими є розчинений кисень та вуглекислий газ. У перші роки існування водосховища спостерігається значна вертикальна стратифікація вмісту O_2 та CO_2 . З затопленням земель розпочинаються бурхливі процеси розкладу рослинного і ґрунтового покриву, що призводить до великих витрат

кисню у придонних шарах. У воду потрапляє велика кількість органічних речовин, що веде до інтенсивного розвитку фітопланктону і посилення процесів фотосинтезу у поверхневих шарах води. Таким чином, у поверхневих шарах води кількість розчиненого кисню може сягати близько 25 мг/л (290 % насичення), в той час як у придонних шарах його вміст різко падає.

У верхніх ділянках водосховищ, що знаходяться в зоні змінного підпору, гідрологічний режим найбільш подібний до річкового і швидкість течії не падає нижче 0,2-0,1 м/с. Тому влітку у цій зоні спостерігається найсприятливіший кисневий режим. Стратифікації не відмічається, дефіциту кисню немає, оскільки фітопланктон розвивається слабо 0,05-15 г/м³ в середньому.

У середніх та пригреблевих ділянках водосховища течія уповільнюється (0,01-0,1 м/с) або ж відсутня зовсім. Тому біомаса фітопланктону в періоди інтенсивного розвитку сягає тут 40-60 г/м³ і може розглядатися як «цвітіння» й біологічне забруднення. Внаслідок такого скупчення водоростей у цих ділянках спостерігається особливо яскраво виражена киснева стратифікація.

Джерелом CO₂ у водосховищах є процеси окислення органічних речовин й дихання біоти. Вміст диоксиду вуглецю залежить від сезону, біологічних та біохімічних процесів. Максимальна концентрація спостерігається у період льодоставу (50-70 мг/л). Влітку у придонних шарах води за рахунок процесів розкладу відбувається накопичення CO₂ до 5-10, а іноді й до 20-45 мг/л.

До органічних речовин, що найчастіше зустрічаються у водосховищах, належать органічний вуглець, органічні азот та фосфор, білки, пептиди та амінокислоти. Вміст органічного вуглецю на різних ділянках помітно відрізняється завдяки двом протилежно направленим процесам – синтезу органічних речовин та їх деструкції. Підвищена концентрація органічного вуглецю може бути пов'язана як із надходженням гумифікованих вод з річок, що впадають у водосховище, так і з високою біопродуктивністю. Максимумальні показники спостерігається у весняно-літній період, при максимальній фотосинтетичній активності фітопланктону. Коли ж процеси деструкції починають переважати над процесами фотосинтезу, кількість

органічного вуглецю зменшується. Вертикальна стратифікація вмісту органічного вуглецю спостерігається, зазвичай, у глибоководних та застійних зонах.

Загальний та неорганічний азот є основним джерелом біогенного азоту у водних екосистемах. Це – амонійний азот та інші відновлені мінеральні його форми, органічні азотвмісні сполуки різних класів. Більшість органічних азотвмісних сполук легко піддаються деструкції та мінералізації, утворюючи основний фонд азоту, який витрачається під час фотосинтезу.

Існує певна закономірність у сезонній динаміці вмісту азоту: влітку його концентрація зростає, восени зменшується. Високі концентрації мінерального азоту спостерігаються у багатоводні роки, коли затоплення частини берегової зони водосховищ супроводжується надходженням у них великої кількості біогенних елементів. Різниця між вмістом мінеральних та органічних форм азоту досягає свого максимуму взимку, коли більша частина утворених азотвмісних речовин вже мінералізувалася.

Щодо органічного фосфору, то його концентрація найменша взимку, навесні збільшується й до літа знову падає. Для співвідношення між мінеральними та органічними формами фосфору не відмічається такої закономірності, як для азотвмісних сполук, оскільки концентрація мінерального та органічного фосфору у воді залежить не лише від продукційно-деструкційних процесів, а й від фізико-хімічних умов на межі донні відклади-вода, які визначають напрямок та інтенсивність сорбційно-десорбційних процесів.

Ще однією органічною компонентою у водосховищах є феноли, основним природнім джерелом яких є продукти розкладу фітопланктону, вищої водяної та наземної рослинності. Особливо велика кількість фенолів утворюється при біохімічному розкладанні лігнінів, які входять до складу вищих водних та наземних рослин. Максимальний вміст фенолів спостерігається у місцях скупчення водоростей в період їх вегетації, особливо у

плямах "цвітіння". Влітку порівняно з весною вміст фенолів у воді може збільшуватись у 8,5 рази [6, 14, 18, 40, 50, 101, 117, 137].

1.5. Вплив екологічних умов на процеси розвитку кормових організмів

Кормові організми водойм, як і інші гідробіонти, зазнають суттєвого впливу від дії різних чинників середовища. Найважливішими з них є температура, світло, газовий режим, вміст біогенних елементів тощо. Зміну клімату ще називають одним із найжорстокіших загроз довкіллю у цьому столітті. Дослідження впливу підвищених температур призведе до змін у структурі біоти водних екосистем. У першу чергу зміни торкнуться прокариотів та еукаріотів, які керують біогеохімічними циклами водойм і наразі піддаються антропогенному впливу [187]. Вони пов'язані з факторами середовища, які знаходяться в постійному русі і включають рН, вміст CO₂, температуру, окислювально-відновний потенціал, сонячну радіацію, доступність поживних речовин тощо. Зокрема, ціанобактерії та денітрифікатори, що фіксують азот, можуть бути чистими бенефіціарами в той час як кальцифікатори та нітрифікатори стануть аутсайдерами. Такі структурні перебудови можуть вплинути на масштабні зміни циклів вуглецю та поживних речовин у водоймах [186]. Ці екологічні чинники матимуть істотний вплив на склад прісноводного фітопланктону та біомасу, потенційно сприяючи ціанобактеріям порівняно з іншими систематичними відділами водоростей. Причому, просторові зміни клімату будуть взаємодіяти з фізіологічними варіаціями синьо-зелених водоростей й утворювати відмінності в домінуючих таксонах в різних регіонах. Але в цілому ціанобактерії як група, швидше за все, зростатимуть у більшості регіонів у майбутньому [163].

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.

Вчені вважають, що структурні характеристики планктону та бентосу можуть виступати показниками характеру дії кліматичних чинників. На сьогодні вважається загальноприйнятим положення, що функціонування біологічних систем у мінливому середовищі можливе лише за умов знаходження їх у коливальному режимі. При цьому багатьма дослідниками показано, що біосистеми різного рівня інтеграції (від організму до біосфери) є коливальними системами [118].

Висновки до розділу 1.

Таким чином, життєдіяльність іхтіофауни в умовах великих рівнинних водосховищ визначається не лише чинниками, характерними для природних водойм, але й іншими, притаманними квазіприродним водним екосистемам. Це насамперед:

- рівневий режим, проточність, прогрівання нерестовищ, характер використання річкового стоку, зміни клімату тощо;
- відмінності прибережних і глибинних температур води у водосховищах та їх коливання впливають на терміни нересту і процес ікрометання фітофільних видів риби (більш виражений у водосховищах);
- відсутність достатньої кількості нерестовищ з відповідним субстратом спонукає рибу відкладати ікру на нетиповому субстраті, не вчасно або повністю пропускати нерестовий сезон.

Щодо відтворення риби у водосховищах, то зміни клімату можуть впливати як безпосередньо, так і опосередковано через низку факторів, таких як

- інтенсивність і частота випадання опадів, що призводить до коливань рівня води в водоймах, що є критичним у період нересту;
- динаміка поживних елементів, які є необхідними для живлення риби;

- коливання рівнів води;
- доступ до нерестових і нагульних ділянок і їх умови;
- коливання вмісту розчиненого у воді кисню тощо.

Отже, наявні літературні джерела свідчать про зміни екологічних умов в великих рівнинних водосховищах, особливо у зв'язку зі змінами клімату. Це вимагає вивчення особливостей біології і перебігу обміну речовин в організмі різних видів риб, який є одним з основних показників процесів їх адаптації до трансформованих умов середовища.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Район дослідження

Дослідження проводили на Кременчуцькому водосховищі в середній частині (рис. 2.1, 2.2) протягом 2015-2021 років.



Рис. 2.1. Схема проведення науково-дослідних робіт

Кременчуцьке водосховище поділено на 3 частини: верхня, середня та нижня [122]. Дослідження були проведені на середній ділянці водосховища.



Рис. 2.1. Картосхема – Кременчуцького водосховища

Проведення науково-дослідних ловів

Науково-дослідний лов проводили ставними сітками у середній частині Кременчуцького водосховища. Показники промислових уловів 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 риб збирали під час проведення науково-дослідних ловів у весняний період (квітень, травень), літній та до пізньої осені, коли температура води була

не більше 10 °С (жовтень, листопад) на контрольно-спостережному пункті ПП «Гарант Безпека» (КСП).

Науково-дослідний лов риби здійснювали за загальноприйнятою в іхтіології методикою [89] за допомогою 52 одностінних ставних сіток з кроком вічка 30; 36; 40; 45; 50; 55; 75; 80 мм – по 2 шт; 90; 100; 110; 120; 130; 140; 150 мм – по 3 шт; 60; 65; 70 мм – по 5 шт. Сумарна величина проаналізованого зусилля по плоскирці становила 1765 сіткодів, синцю та окуню – 2210 сіткодів.

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

Проведення температурного, гідрохімічного та гідробіологічного аналізу

Щодня реєстрували температуру води. Доповнювали результатами температурних спостережень, та гідрохімічних аналізів Черкаської метеорологічної станції і архівом погодних умов з сайтів погоди [128]. При цьому фіксували t_{\max} , t_{\min} , t_{med} .

Гідрохімічні проби відбирали влітку (табл. 2.1) за загальноприйнятими методиками [1, 2, 90]. Місця відбору гідрохімічних проб відповідали місцям відбору гідробіологічних проб за стандартною сіткою станцій (рис. 2). Обробляли проби у лабораторії екологічних досліджень ІРГ НААН України.

Таблиця 2.1

Кількість зібраного матеріалу під час досліджень

Назва зібраного матеріалу	Кількість
Гідрохімічних проб	9
Гідробіологічних проб	12
Неповний біологічний аналіз плоскирки, екз.	4113
Неповний біологічний аналіз синця, екз.	1162
Неповний біологічний аналіз окуня, екз.	2088
Біохімічний аналіз статевозрілої плоскирки (м'язи/печінка)	15/15
Біохімічний аналіз статевозрілого синця (м'язи/печінка)	15/15
Біохімічний аналіз статевозрілого окуня (м'язи/печінка)	15/15

Відбір гідробіологічних проб (табл. 2.1) здійснювали в літній період (рис. 2). Гідробіологічні проби обробляли у відділі водосховищ ІРГ НААН України. На Кременчуцькому водосховищі ми зосередили свою увагу на трьох специфічних ділянках: в районі села Червона Слобода, с. Леськи і с. Худяки, що знаходяться у серединній ділянці Кременчуцького водосховища. Особливістю даної акваторії є переважання заплавних ділянок, мілководь глибиною від 0,5-0,9 м до 2-4 м, що добре прогріваються, зарослі в основному рдесником плавучим і очеретом звичайним. Ґрунт тут переважно піщаний, зрідка кам'янистий.

Фітопланктон відбирали батометром Бекмана на різних горизонтах. Для консервації проб додавали 40% формальдегід з розрахунку 1:100. Методом

седиментації проводили згущення проби. Проби фітопланктону продивлялися в спеціальній лічильній камері Нажотта $0,01 \text{ см}^3$ під світловим мікроскопом, визначали, а потім підраховували всіх виявлених видів водоростей на $1,0 \text{ дм}^3$ [90, 112]. Біомасу фітопланктону визначали розрахунково-об'ємним методом [33, 90].

Зоопланктон відбирали з поверхневого шару водойми за допомогою планктонної сітки Апштейна (сито № 72) – методом фільтрування через сітку 100 дм^3 води. Після відбирання пробу консервували 4% формаліном. Камеральна обробка проб здійснювалася загальноприйнятим у гідробіології лічильно-ваговим методом у камері Богорова під стереоскопічним мікроскопом МБС-9 [90]. Організми зоопланктону ідентифікували до виду за допомогою визначників [90, 94, 95]. Визначення індивідуальної маси організмів виконувалось за таблицями індивідуальних мас [33, 94, 95]. Чисельність та біомасу розраховували на 1 м^3 .

Проведення біологічного аналізу

Проведення біологічного аналізу. Визначення видового складу риб здійснювали за академічними визначниками [94 - 97]. Систематичне положення та латинські назви видів, які визначили, здебільшого подані за Ешмайєром [180]. Українські назви та терміни подані згідно номенклатури [157].

Неповний біологічний аналіз проводили шляхом визначення стандартної довжини тіла та повної маси тіла без проведення розтину (табл. 2.1). Після цього частина особин відбиралась для проведення повного біологічного аналізу, який проводили за типовою схемою [89].

Вік риб визначали за лускою згідно загально прийнятих методик [10, 138]. 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 [138].

Жирність риб визначали за 5 бальною шкалою, вгодованість тіла визначали за Фультоном та Кларк [96].

Плоскирка Загальна смертність визначалась графічним методом на підставі динаміки натуральних логарифмів чисельності вікових класів в уловах ($\text{Ln}C$), перерахованих на єдине зусилля ставної сітки, як тангенс куту нахилу лінії регресії [154]. Природна смертність визначалась за методикою П.В. Тюріна; промислова – як різниця між загальною смертністю та природною з подальшим перерахуванням у коефіцієнти річної смертності [39, 131]. Показники смертності перераховувались у коефіцієнти річної смертності: загальної (φ_Z), природна (φ_M) та промислова (φ_F).

Проведення біохімічного аналізу

Біохімічним матеріалом дослідження були статевозрілі особини плоскирки, синця та окуня виловлені з середньої частини Кременчуцького водосховища. Дослідження біохімічні проводили в відділі біології відтворення риб Інституті гідробіології НАН України.

Зразки тканин (печінка та білі м'язи) фіксували в рідкому азоті. Вміст білків у тканинах риб визначали за Лоурі і виражали у мг білку/г тканини [111]. Для цього 0,1 г тканини гідролізували протягом 1 год в 10 мл 10% NaOH при температурі 60°C. До 0,1 мл гідролізату додавали 10 мл розчину № 3 та витримували протягом 15 хв. Потім 1 мл реактиву Фоліна, яких був розчинений 1:1 дистильованою водою, додавали до зразка. Розчини витримували протягом 30 хв. Екстинцію розчину визначали на спектрофотометрі Unico 280 UV/VIS при довжині хвилі 720 нм проти контролю (0,1 мл дистильованої води з додаванням всіх реактивів). Кількість протеїну визначали за допомогою калібрувальної кривої. Розчин № 3 готували з розчинів № 1 та № 2 у співвідношенні 1:9. Розчин № 1 готували на основі 0,1 н NaOH (1 л) з додавання 20 г Na_2CO_3 та 0,5 г К, Na виннокислого. Розчин № 2 вмістив 1 г CuSO_4 на 1 л дистильованої води.

Вміст загальних ліпідів встановлювали за допомогою фосфорнованілінового методу [201], стандартним набором реактивів «Загальні ліпіди» (ТОВ НВП Філісіт-Діагностика, Україна), в одиницях виміру мг/г тканини.

Вміст глікогену визначали антроновим методом [111]. В дослідну пробу у 3 мл 30% КОН вносили 50-100 мг тканини, і ставили на 30 хв у водяну баню (100°C). З охолодженого гідролізату відбирали 0,1 мл і додавали 0,9 мл дистильованої води. До отриманої суміші на крижаній бані додавали 3 мл 0,2% антронового реактиву. Отриману реакційну суміш вміщували у киплячу водяну баню на 10 хв. Після вимірювали проти холостої проби (1 мл дистильованої води у 3 мл 0,2% антронового реактиву) на ФЕК КФК-2МП за довжини хвилі 620 нм (червоний світлофільтр).

Отримані результати виражали в мг/г тканини.

Калорійність тканин риб розраховували за формулою:

$$X (\text{кДж/кг}) = (4,0 \times \text{Б} + 4,0 \times \text{Г} + 9,0 \times \text{Л}) \times 4,184 \quad (2.3)$$

де:

Б, Г, Л – вміст відповідно білка, глікогену та ліпідів в г на кг сирової маси, 4,184 – коефіцієнт перерахунку ккал у кДж.

Статистична обробка матеріалів

Статистичну обробку масиву даних здійснювали з допомогою набору програм Statistica 10.0, Microsoft Excel.

РОЗДІЛ 3

ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СЕРЕДНЬОЇ ЧАСТИНИ КРЕМЕНЧУЦЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

3.1. Відображення змін клімату на температурних умовах водосховища

З кожним роком зміни температури повітря все більш відчутні. Вони невпинно вказують нам про зміни клімату. І це також відображається на зміні температурних умов материкових водних об'єктів.

Одним з таких чутливих водних об'єктів є Кременчуцьке водосховище – найбільше водосховище України, загальною площею 225 тис. га, із довжиною берегової лінії 800 км [180]. Його біотопи, угруповання мікробіологічного, рослинного і тваринного світу зазнають постійних змін під дією зовнішніх абіотичних [236], біотичних, та антропогенних чинників. Ми зосередили свою увагу на трьох специфічних ділянках Кременчуцького водосховища: в районі села Червона Слобода, села Леськи і села Худяки, що знаходяться у серединній ділянці Кременчуцького водосховища. Особливістю даної акваторії є переважання заплавлених ділянок, мілководь глибиною до 2-4 м, що добре прогріваються.

На початку серпня 2016 р. температура повітря склала $23,0 \pm 4,0$ °С, а води $22,1 \pm 4,1$ °С і сприяла зростанню продуктивності фітопланктоценозу. У подальшому температурні показники зростали до критичного рівня: повітря до 31-32 °С, вода до 26-28 °С. В результаті у водоймі відбувається сповільнення продукційних і наростання деструкційних процесів, що перейшло у масові заморні явища певних видів водних організмів. Загалом перша декада серпня виявилась досить теплою: сума активних температур води склала 227,0°С, середня температура повітря склала $22,70 \pm 1,44$ (Cv=28,45%), води $22,35 \pm 0,71$ (Cv=14,17%).

Середина місяця почалася з температури повітря $24,5 \pm 6,5$ °С і води $23,5 \pm 1,5$ °С. Це був найтепліший день другої декади, коли стовпчик термометра піднявся до 31°С у повітрі і до 25°С у воді. У подальші дні температура знизилась і коливалась в межах 11-26°С у повітрі і 17-24,7°С у воді. Такі

температурні умови були сприятливими для росту і розвитку організмів гідроекосистеми. За ці десять днів сума активних температур води виявились на $37,5^{\circ}\text{C}$ нижчою і склала $190,0^{\circ}\text{C}$, середня температура повітря знизилась до $18,95 \pm 1,33^{\circ}\text{C}$ (зріс коефіцієнт варіації до $C_v=31,45\%$), води $20,62 \pm 0,49$ ($C_v=10,69\%$).

Остання декада місяця теж почалась із вищих температур: перші три дні температура доходила до: $25,5 \pm 5,0^{\circ}\text{C}$ у повітрі, $23,0 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ у воді. Теплі дні різко змінились зі спадом температурних показників до $19,0 \pm 2,5^{\circ}\text{C}$ у повітрі і $22,0 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$ у воді. До кінця місяця повітря прогрілось до $t_{\max}=30,0^{\circ}\text{C}$, а вода до $t_{\max}=23,4^{\circ}\text{C}$. А в останній день температура повітря різко впала: різниця максимальних температур повітря досягла 9°C . На температурі води це не відобразилось: із $20,65 \pm 2,65^{\circ}\text{C}$ показник змінився до $20,0 \pm 2,90^{\circ}\text{C}$. Сума активних температур води виявилась максимальною $234,5^{\circ}\text{C}$, середня температура повітря склала $21,32 \pm 1,30^{\circ}\text{C}$ ($C_v=28,68\%$), води $21,17 \pm 0,51$ ($C_v=11,25\%$).

За місяць середня температура повітря склала $21,00 \pm 0,80^{\circ}\text{C}$ ($C_v=29,84\%$), а температури води $21,42 \pm 0,34^{\circ}\text{C}$ ($C_v=12,50\%$).

Добова амплітуда температур повітря по декадах змінювалась, від максимальних значень на початку місяця $11,80 \pm 1,02^{\circ}\text{C}$, потім знизилась до мінімальних у середині $9,70 \pm 0,91^{\circ}\text{C}$ і знову піднялась на $0,75^{\circ}\text{C}$ склавши $10,45 \pm 1,03^{\circ}\text{C}$ (рис. 3.1). При цьому коефіцієнт варіації поступово зростав від початку до кінця місяця: $C_v=27,33$, до $C_v=29,58$, до $C_v=32,68$ вказуючи на наростання стресового впливу на водні маси (особливо приповерхневих шарів) і на аквабіоту. Середньомісячна добова амплітуда температур повітря склала $10,65 \pm 0,72^{\circ}\text{C}$ ($C_v=32,16$) $^{\circ}\text{C}$.

У воді характер змін добової амплітуди температур був зовсім інший: на фоні зниження показників від $5,82 \pm 0,45$ до $3,03 \pm 0,51^{\circ}\text{C}$, коефіцієнт варіації зріс від $24,20\%$ до $53,63\%$ у II декаді і залишався високим $41,89\%$ у III декаді (рис.

3.1).

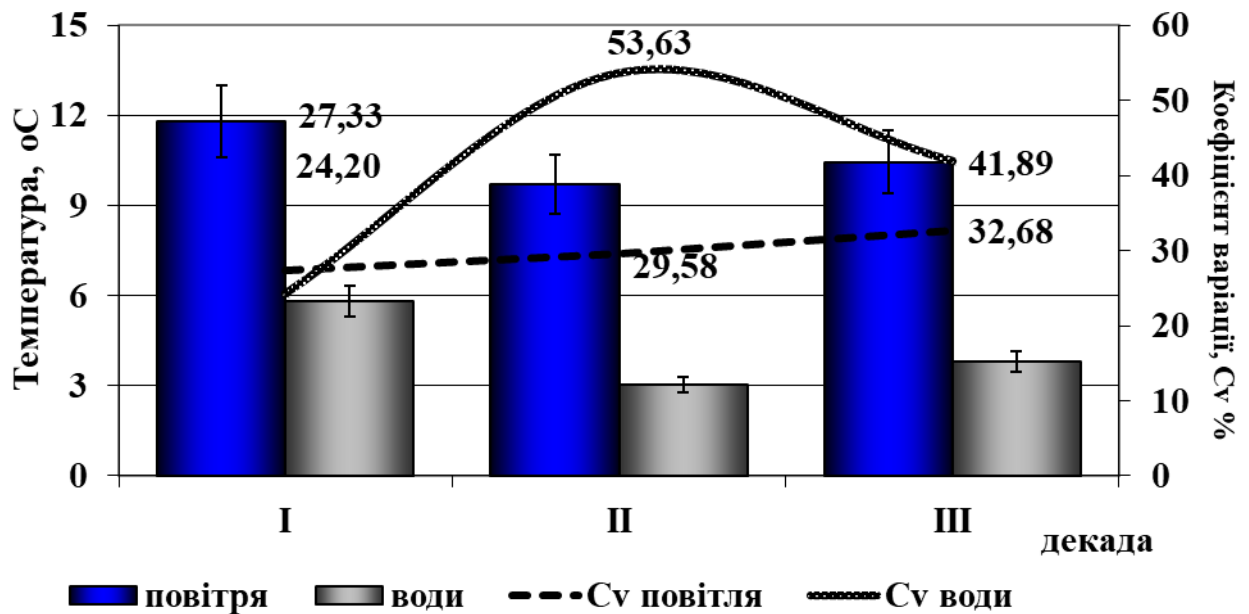


Рис. 3.1. Динаміка амплітуди коливань показників температури повітря і води по декадах (I, II, III декада) у Кременчуцькому водосховищі, серпень 2016, °С.

Різкі перепади температури впродовж доби спричиняють зрушення фізіологічних процесів у живих організмах. Середньомісячна добова амплітуда температур води склала $4,20 \pm 0,43^\circ\text{C}$ ($Cv=55,08\%$) [216].

Результати досліджень вказують на нестабільність і стресовість температурних умов водного середовища. Такі небезпечні прояви нестабільності клімату частішають з кожним роком і спричиняють колосальний стрес на гідроекосистеми, приводить до її розбалансування, ускладнює адаптацію живих організмів. Про надзвичайну серйозність та небезпеку цих процесів наголошує водна Рамкова конвенція ООН і закликає до негайного вирішення проблем зміну клімату [213].

3.2. Гідрохімічний режим як фактор впливу на біоту водосховища

Гідрохімічний режим представляє особливий інтерес. Його склад в Кременчуцькому водосховищі середньої частини визначали за результатами аналізу проб, відібраних у літній період (табл. 3.1-3.2).

Хімічний склад води середньої частини Кременчуцького водосховища

№ з/п	Показники якості води	2015 р., станції			2016 р., станції			2017 р., станції			Нормативні значення
		Червона Слобода	Леськи	Худяки	Червона Слобода	Леськи	Худяки	Червона Слобода	Леськи	Худяки	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Ca ²⁺ , мг/л	48,1	50,1	50,1	54,0	54,1	54,2	53,2	52,4	52,1	40-60
2	Mg ²⁺ , мг/л	9,7	9,7	9,7	15,2	13,5	13,4	14,0	12,8	12,5	до 30
3	Na ⁺ +K ⁺ , мг/л	10,3	17,3	18,0	13,0	9,0	15,3	12,0	14,0	13,0	100
4	HCO ₃ ⁻ , мг/л	158,7	183,3	183,1	195,3	183,1	195,2	185,5	192,1	187,2	до 300
5	Cl ⁻ , мг/л	25,0	22,4	22,2	20,8	19,4	18,1	19,3	19,4	19,1	до 70
6	SO ₄ ²⁻ , мг/л	14,4	17,3	18,5	30,0	29,2	33,7	28,6	28,2	28,0	до 60
7	Мінералізація, мг/л	266,2	299,7	301,6	328,4	308,2	329,9	316,3	303,1	302,8	до 1000
8	Загальна твердість, мг-екв/л	3,2	3,6	3,3	3,9	3,5	3,8	3,8	3,4	3,3	5-7

Мінералізація води середньої частини водосховища за період досліджень була середня і становила 266,2-328,4 мг/л. За класифікацією О. А. Альокіна [2] вода відноситься до гідрокарбонатного класу групи натрію, при цьому концентрації гідрокарбонатів були на рівні 158,7-195,3 мг/л, натрію та калію - на рівні 9,0–18,0 мг/л (табл. 3.2).

Загальна твердість води протягом досліджуваного періоду була достатньо високою і коливалась в межах 3,2-3,9 мг-екв/л. Сольовий склад води (Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻, SO₄²⁻) був у межах нормативних величин для зони Лісостепу.

Величина водневого показника (рН) води була в межах від 8,5 до 8,7 (табл. 3.2). Кількість вільного аміаку дещо перевищувала ГДК (0,05 мгN/дм³) і становила 0,11-0,16 мгN/ дм³.

Кременчуцьке водосховище у 2015-2017 рр. характеризувалось високими показниками органічного забруднення.

**Газовий режим, біогенні елементи та органічні речовини у воді
середньої частини Кременчуцького водосховища**

№ з/п	Показники якості води	2015 р., станції			2016 р., станції			2017 р., станції			Нормативні значення
		Червона Слобода	Леськи	Худяки	Червона Слобода	Леськи	Худяки	Червона Слобода	Леськи	Худяки	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	pH води	8,6	8,5	8,6	8,5	8,5	8,7	8,6	8,5	8,5	6,5-8,5
2	NH ₃ , мгN/л	0,01	0,01	0,01	0,013	0,11	0,16	0,011	0,01	0,011	до 0,05
3	Перманганатна окислюваність, мгО/л	5,5	7,8	9,4	14,4	15,0	16,0	11,2	9,8	9,2	до 15
4	Біхроматна окислюваність, мгО/л	13,8	19,5	23,6	36,1	40,1	40,1	33,2	35,2	33,0	до 50
5	NH ₄ ⁺ , мгN/л	0,66	0,64	0,65	0,88	0,85	0,85	0,68	0,64	0,65	до 2,0
6	NO ₂ ⁻ , мгN/л	0,06	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	до 0,1
7	NO ₃ ⁻ , мгN/л	0,19	0,15	0,17	0,44	0,42	0,43	0,38	0,28	0,26	до 2,0
8	PO ₄ ³⁻ , мгP/л	0,24	0,27	0,27	0,46	0,49	0,48	0,42	0,38	0,36	до 0,7
9	Fe ⁺²⁺³ , мгFe/л	0,24	0,10	0,13	0,71	0,70	0,63	0,64	0,63	0,58	до 1,0

Кількість легкоокислюваної органічної речовини, що визначали за показником перманганатної окислюваності становила 5,5-14,4 мг О/ дм³, а в 2016 р станції Леськи та Худяки дещо перевищувала ГДК - 16,0 мг О/ дм³. На ступінь забруднення водойм впливали і скиди ВАТ "Азот" (м. Черкаси), Лохвицького спирткомбінату (Полтавська область) та недотримання екологічних вимог до правил експлуатації дніпровських водосховищ [29, 51].

Мінеральний азот фіксувався переважно у формі амонію, із загальним вмістом на рівні ГДК. Концентрація інших біогенних елементів у воді була достатньо великою, що підтверджує висновок про високий трофічний статус. Таким чином, гідрохімічний склад води середньої частини Кременчуцького водосховища (далі Кременчуцьке водосховище) за основними показниками в цілому відповідав вимогам до рибогосподарських водойм і є придатним для нормальної життєдіяльності гідробіонтів.

3.3. Вплив температурного фактору на екологічні умови та реакцію водних організмів

Зміни температури повітря, які ми спостерігаємо, все більше відчутні з кожним роком і невпинно вказують нам про зміни клімату [175]. Вони також відображаються на зміні температурних умов материкових водних об'єктів. Одним з таких чутливих водних об'єктів є Кременчуцьке водосховище – найбільше водосховище України. Детальний аналіз літературних даних за 1961-1984 рр. та власних досліджень за 1981-2007 рр. розвитку фітопланктону цього водосховища представлено у роботах С.В. Кружиліної [63].

І на розвиток цього фітопланктону постійно впливають ціла низка біотичних і абіотичних умов. Встановлено статистично достовірний прямий кореляційний зв'язок параметрів розвитку фітопланктону із величиною сонячної радіації, температурою води, вмістом розчиненого у воді кисню. Виявлено пряму кореляцію між загальною сонячною радіацією (Q), кількістю видів фітопланктону, показниками біомаси та температурою води. Зокрема, у весняний період максимуму загальної сонячної радіації (Q) досягає до 293 мДж/м², при цьому найбільш інтенсивно розвиваються водорості родини *Bacillariophyte* (*Asterionella Hassal*, *Cyclotella Kütz.* *Navicula Bory*, *Nitzschia Hassal*, *Stephanodiscus Ehrenb.*, *Synedra Ehrenb.* та ін.). У червні - серпні, зростає кількість сонячних днів, температура води зростає до 16-24°C, у цей час реєстрували максимальні показники сонячної радіації (Q = в діапазоні 530—605 мДж/м²). При цьому кількість і біомаса фітопланктону зростала, а кількість видів фітопланктону зменшувалась [236].

Також важливу роль відіграють джерела водопостачання: основне і додаткові. Це можуть бути постійні джерела надземні і підземні, каналізаційні стоки, періодичні дощові стоки, фітрати з мінеральними речовинами ґрунту, вода з агрохімікатами сільськогосподарських полів, стічні води з органічними речовинами з пасовищ та інше, які потрапляють у водойми з дощем. Тоді у воді водосховища зростає вміст розчинених біогенних речовин і це часто стає

причиною для зростання інтенсивності розвитку фітопланктонних організмів аж до “цвітіння” води.

У результаті експериментів, проведених в природних та модельних умовах встановлено, що впродовж інтенсивного розвитку синьозелених 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. 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) [195].

Різні токсичні сполуки постійно присутні у водній екосистемі, але це не проявляється тому, що водні організми мають цілий ряд специфічних систем захисту. Встановлено, що різке підвищення концентрації амонійного азоту NH₄⁺ призводить до пригнічення, а зрештою, до загибелі культури синьозелених водоростей. А на ріст хлорококових водоростей іони NH₄⁺ не мають гальмівного впливу. Виявилось, що в культурі водоростей роду *Chlorococcales* є супутні бактерії, пов'язані з ними, і завдяки їм кількість амонієвого азоту в навколишньому середовищі зменшується. Ракоподібні мають стійкість від високих концентрацій важких металів у воді на генетичному рівні [198]. Риби володіють системою детоксикації організму: виведення токсичних речовин через зябра, нирки, шкіру [160].

Під дією різних екологічних чинників, біотопи Кременчуцького водосховища зазнають постійних змін в часі і просторі. Кожна його ділянка унікальна у своєму біологічному і практичному значенні. Зміни умов середовища аж до екстремальних значень, вимагають постійного моніторингу ситуації.

Із першого ж дня місяця стовпчик термометра повітря піднімався із 19 до 27°C (рис. 3.2), а вода прогрівалася з 18 до 24°C (рис. 3.3).

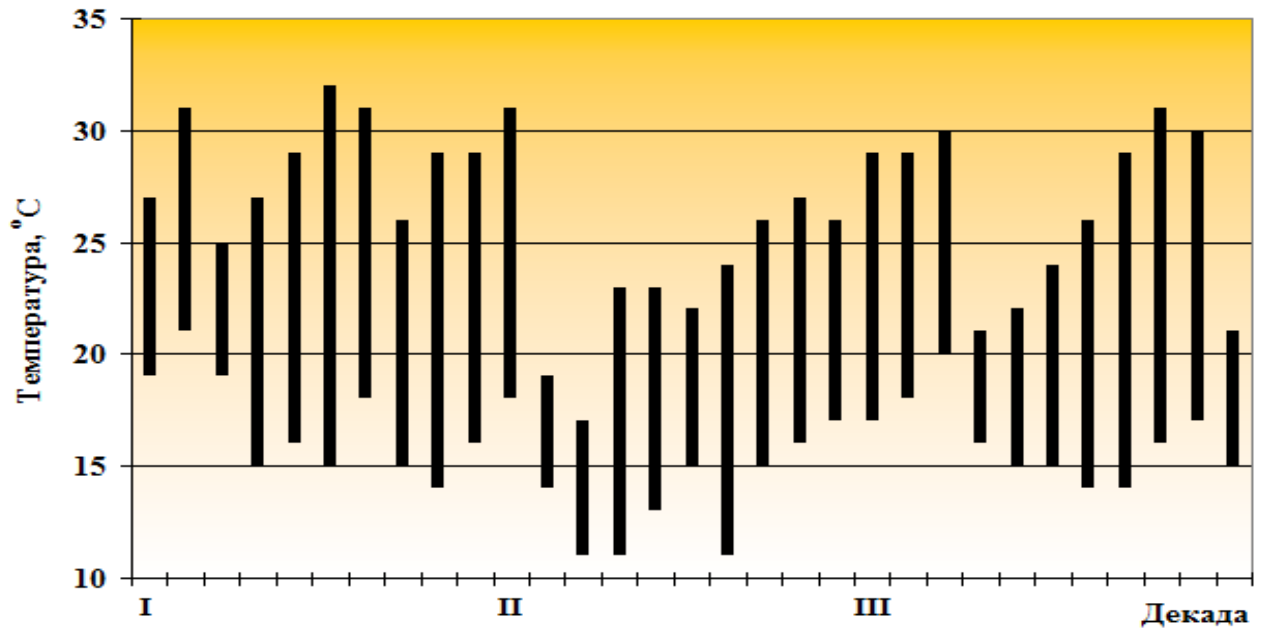


Рис. 3.2. Кліматограма повітря Кременчуцького водосховища, (min–max)

Така температура сприяла максимальному розвитку найціннішої в поживному значенні для безхребетних і риб групи водоростей Відділу Chlorophyta із максимальними показниками в акваторії села Леськи. Найбільшого кількісного розвитку досягли види *Micractinium pusillum* Fresen, *Volvox aureus* Ehrenb. і *Pandorina morum* (O. Müll.) Vory.

У подальшому показники температури коливалися, доходючи до критичного рівня: повітря до 29-32°C, вода до 25-26°C.

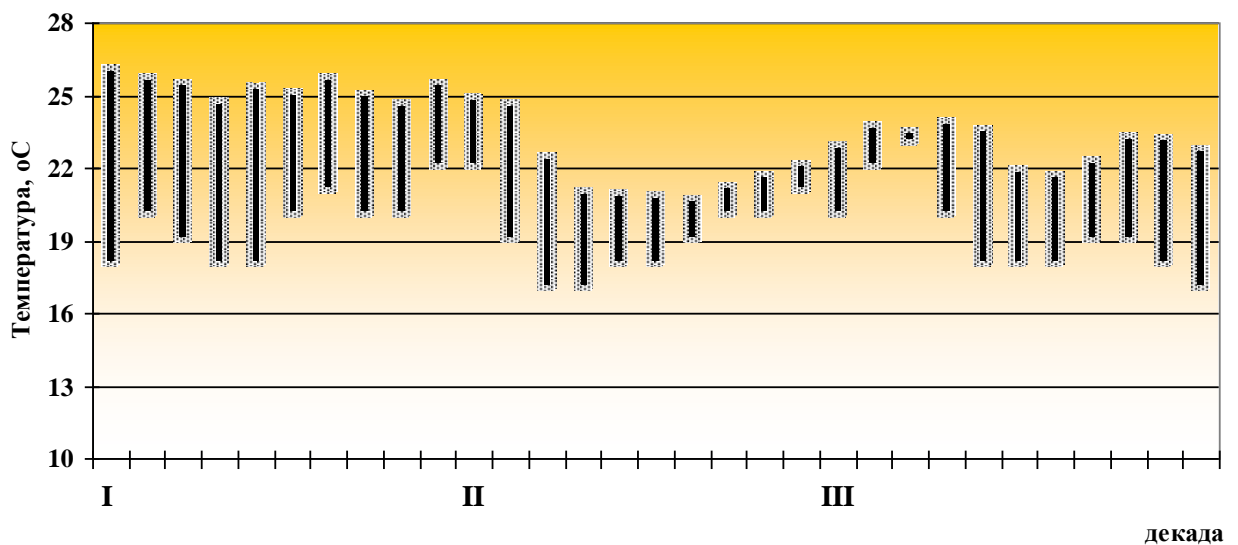


Рис. 3.3. Кліматограма води Кременчуцького водосховища, (min–max)

При цьому відбувається сповільнення розвитку більшості груп водоростей, окрім Cyanophyta. Пояснюється цей процес тим, що температурний оптимум для синьозелених водоростей зміщений в сторону більш високих температур, а саме $\geq 25^{\circ}\text{C}$ [213]. В результаті впродовж місяця двічі спостерігали інтенсивне «цвітіння» води: в першу і третю декаду серпня. Найбільш чисельним був розвиток *Microcystis aeruginosa* Kutz. emend. Elenkin і *Anabaena flos-aquae* sp. – їх максимальні показники зафіксовано у акваторії поблизу смт. Червона Слобода.

Було висунуто припущення, що найбільш інтенсивне «цвітіння» води відбувається у спекотні сонячні дні. В такому разі визначальною буде кількість фотосинтетично активного випромінювання (PAR). PAR є важливим вхідним Спеціальні дослідження були проведені [159], щоб встановити: хмарний день і сонячний чи має безпосередній вплив на кількість активної фотосинтетичної радіації (PAR), яка надходить автотрофним організмам. Для цього найбільш інформативним є показник співвідношення PAR до загальної сонячної радіації (SR). Найвищі значення PAR/SR спостерігали у липні (0,459). У індекса PAR / SR виявлено негативний кореляційний зв'язок із індексом хмарності ($r = -0,36$, $P < 0,001$) і позитивний кореляційний зв'язок з показником парціального тиску ($r = 0,47$, $P < 0,001$) [159]. Розрахуємо коефіцієнт детермінації (D) який характеризує розмір впливу факторів на результативну ознаку: якщо $D = r^2 = 0,36^2 = 0,13$, і якщо $D = r^2 = 0,47^2 = 0,22$. Отже, хмарність і парціальний тиск мають лише, відповідно 13% і 22% впливу на кількість фотосинтетично активного випромінювання, а решту 82% і 78% – це вплив інших факторів.

Отож, у Кременчуцькому водосховищі крім впливу температури і хмарності, відбулося накладання цілої низки інших зовнішніх абіотичних чинників. Так, з року в рік Черкаська метеорологічна станція сигналізує про погіршення показників якості води Кременчуцького водосховища у літній період. У водосховищі фіксували підвищені концентрації біогенних речовин: вміст амонійного азоту у 1,4-1,5 разів перевищував ГДК, нітратного азоту у 2,2-2,4 рази перевищував ГДК [120, 133]. Встановлено, що різке підвищення

концентрації амонійного азоту NH_4^+ призводить до пригнічення, а зрештою, до загибелі культури синьо-зелених водоростей [195]. У подальшому, 6-8-го серпня, коли стояли спекотні сонячні дні, і спостерігалось інтенсивне «цвітіння» води, температура досягла максимальних показників: повітря 18-32°C, води 21-25,8°C. Впродовж доби відбулась масштабна загибель водних організмів: в основному водоростей *Cyanophyta*, рака широкопалого (*Astacus astacus*) і судака звичайного (*Sander lucioperca*). Для обох видів температура перевищила оптимальні значення $t_{\text{opt}} = 18-20^\circ\text{C}$ [78] і $t_{\text{opt}} = 6-22^\circ\text{C}$ [228], відповідно, тож 24°C і 25°C стала критичною для них.

Впродовж місяця температура води змінювалась в межах 17,0-26,2°C (рис. 3.4). Амплітуда коливань між крайніми значеннями склала 9,2°C. Це менше, ніж різниця температур повітря, та все ж вказує на негативний вплив на водне середовище. Добова амплітуда коливань температур води склала $4,20 \pm 0,43^\circ\text{C}$ ($C_v=55,08\%$).

Це на 6°C менше, ніж показник повітря, що обумовлено великою теплоємністю водних мас і високою температурною інерцією. По декадах температура коливалась в межах: повітря 18,95-22,70°C, води 20,62-22,51°C.

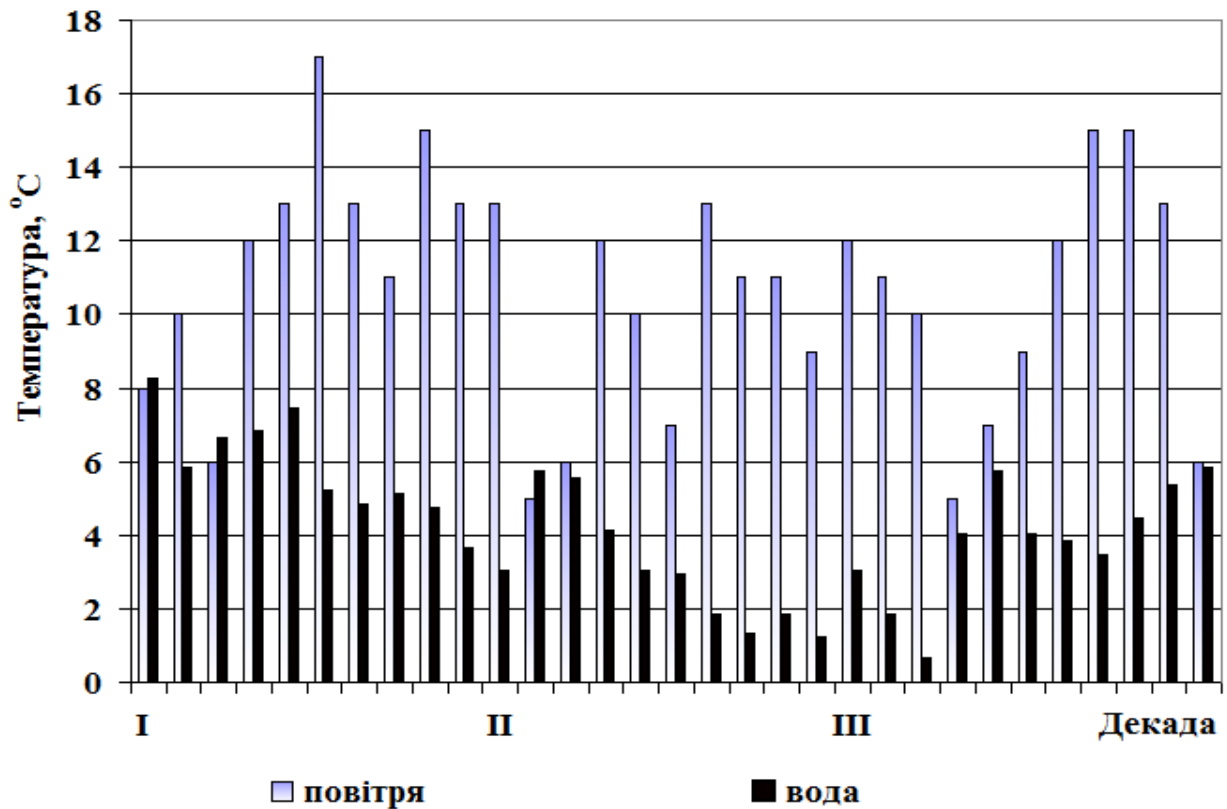


Рис. 3.4. Динаміка добової амплітуди температур повітря і води Кременчуцького водосховища, серпень 2016 року, °С

Перша декада серпня виявилась найтеплішою: середня температура повітря склала $22,70 \pm 1,44^\circ\text{C}$ ($C_v=28,45\%$), води $22,51 \pm 0,70^\circ\text{C}$ ($C_v=13,97\%$), а у середині місяця температура була найнижчою: повітря $18,95 \pm 1,33^\circ\text{C}$ ($C_v=31,45\%$), води $20,62 \pm 0,49^\circ\text{C}$ ($C_v=10,69\%$). За коефіцієнтом варіації бачимо, що показникам повітря була характерна значна мінливість, а показникам води – середня, що вказує на нестабільність екологічних умов. Хоча середньомісячний показник температури води $21,42 \pm 0,34^\circ\text{C}$ ($C_v=10,69\%$) відповідав описаним багаторічним значенням, загальні показники біомаси фітопланктону виявилися досить низькими $4,19 \pm 0,32$ ($C_v = 29,15\%$) мг/дм^3 і відображають стресові умови водного середовища у серпні 2016 року.

Детальний аналіз температурних показників показав тенденцію до зростання коефіцієнта їх варіації ($C_v= 10,69\text{–}13,97\%$). Це вказує на нестабільність і стресовість температурних умов водного середовища для живих організмів. В першу чергу, це буде діяти на організми приповехневих

шарів води, які безпосередньо контактують із нестійкими повітряними масами ($C_v = 28,45\text{--}31,45\%$) [217].

Накладання температурного фактору, та ряду інших абіотичних чинників приводить до інтенсивного “цвітіння” і подальшого масового відмирання водоростей Cyanophyta. У результаті летальних наслідків з екосистеми випадають значні кількості найчутливіших видів водних живих організмів: рак широкопалий (*Astacus astacus*), судак звичайний (*Sander lucioperca*). У представлених даних віддзеркалюється процес глобального потепління.

3.4. Особливості розвитку та структури фітопланктоценозу

Досліджувана нами частина Кременчуцького водосховища відрізняється значною площею мілководь, має незначний водообмін за рахунок уповільненої течії і певні особливості температурного режиму за рахунок прогрівання навесні і влітку. Вода тут збагачена біогенними сполуками з площі водозбору і донних відкладів, що забезпечує інтенсивний розвиток природної кормової бази для живлення молоді риб і старших вікових груп різноманітних риб. Водойма тут характеризується багатим видовим різноманіттям молоді риб у літній період – до 16 видів. І навіть деякі джерела зазначають про унікальність іхтіофауни цього літоку у даній ділянці водосховища [55]. Отже, розвиток природної кормової бази, що забезпечує харчові потреби риб, має тут дуже важливе значення.

Детальний аналіз літературних даних за 1961-1984 рр. та власних досліджень за 1981-2007 рр. розвитку фітопланктону цього водосховища представлено у роботах С.В. Кружиліної [63]. Щороку умови водного середовища змінюються в залежності від змін температури довкілля, кількості опадів, якості і кількості ґрунтових і каналізаційних стоків, від режиму перекидання річки шлюзами. Встановлено, що залежно від умов і цілої низки факторів у різні роки спостерігалася зміна домінуючих комплексів водоростей. У фітопланктоценозі група синьозелені водорості найбільше була представлена видами *Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon flos-aquae* у 1981–1983, 1985,

1996–2000 роках, водорості видів *M. aeruginosa*, *Anabaena spiroides* переважали у 1984, 1986–1991 роках, види *A. spiroides*, *A. flos-aquae* переважали у 1992–1995 роках, *M. wesenbergii*, *M. aeruginosa* – у 2001 році, водорості *An. flos-aquae*, *M. wesenbergii* – у 2004 році, водорості *A. flos-aquae*, *M. aeruginosa*, *Oscillatoria sp.* – у 2005-2006 роках. Із діатомових домінували *Melosira granulata*, *M. italica* у 2003 році, *M. granulata*, *M. warians* у 2002, 2007 роках [63].

Як показує аналіз останніх досліджень, найчастіше масового розвитку набувають синьозелені водорості (ціанобактерії). Це одна з найдавніших форм життя Землі. Вони відомі ще з періоду близько 3,5 мільярдів років в епоху пізнього докембрію. Всі ціанобактерії є фотосинтетичними. Їх пігменти захоплюють світло довжиною хвилі 550 до 650 нм. Близько третини всіх видів ціанобактерій здатні фіксувати азот. Це відбувається у спеціалізованих клітинах, званих гетероцистами [209].

Ціанобактерії є домінуючою групою фітоплантону у евтрофічних прісноводних об'єктах у всьому світі. Особливо масово вони розвиваються у неглибоких, теплих водоймах або у забрудненій воді з низьким вмістом кисню [209, 227]. Такі спалахи розвитку окремих груп організмів підривають основу стійкого існування водної екосистеми. Порушується біологічне різноманіття, як інтегральне поняття, що описує варіабельність, властиву всім видам гідроекосистем. Щоб мати змогу захищати її на законодавчому рівні була прийнята Міжнародна конвенція про збереження біологічного різноманіття на Землі [227], і закон України про збереження біологічного різноманіття в країні [167].

Температурні умови водного середовища у серпні 2017 р. були нестабільними, ($C_v = 10,69\text{--}13,97\%$) і мали стресовий характер для живих організмів, що їх населяли. Найбільш небезпечними були спекотні сонячні дні, коли температура повітря піднімалась до $18\text{--}32^\circ\text{C}$, а води до $21,0\text{--}25,8^\circ\text{C}$ (рис. 3.5).

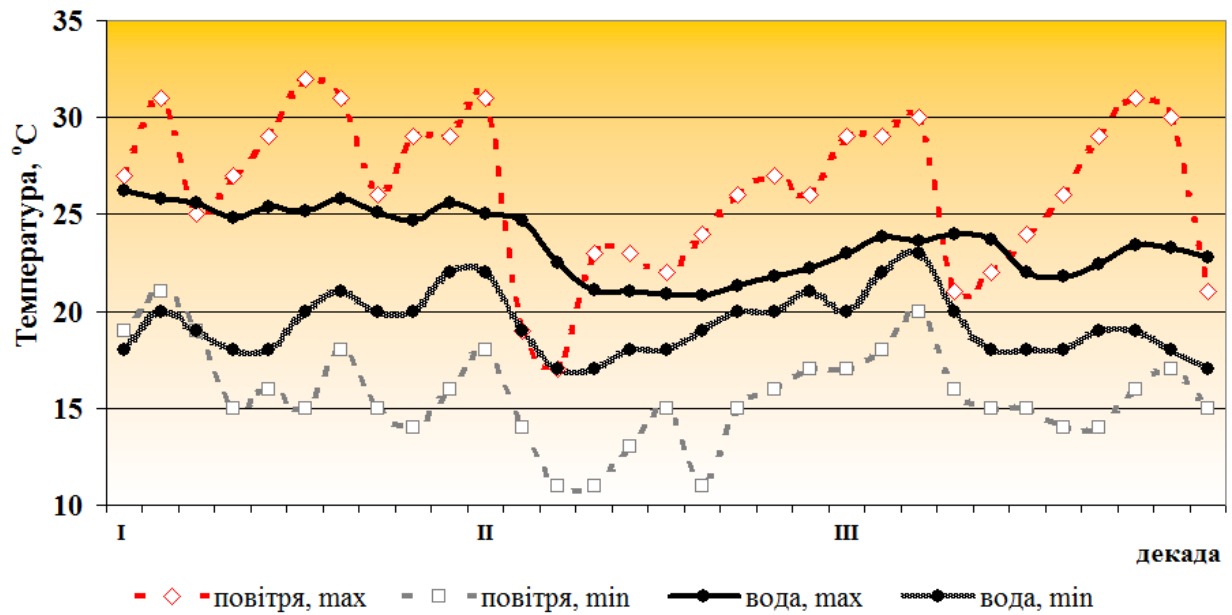


Рис. 3.5. Динаміка коливань температур повітря і води по декадах у Кременчуцькому водосховищі, по течії вниз від м. Черкаси

Показники загальної чисельності фітопланктону коливалися від 13,72 до 67,29 млн. кл./дм³. Вони набули максимальних значень $53,97 \pm 3,76$ млн. кл./дм³ в акваторії поблизу населеного пункту Червона Слобода, що знаходиться у вершині досліджуваної нами акваторії (рис. 3.6).

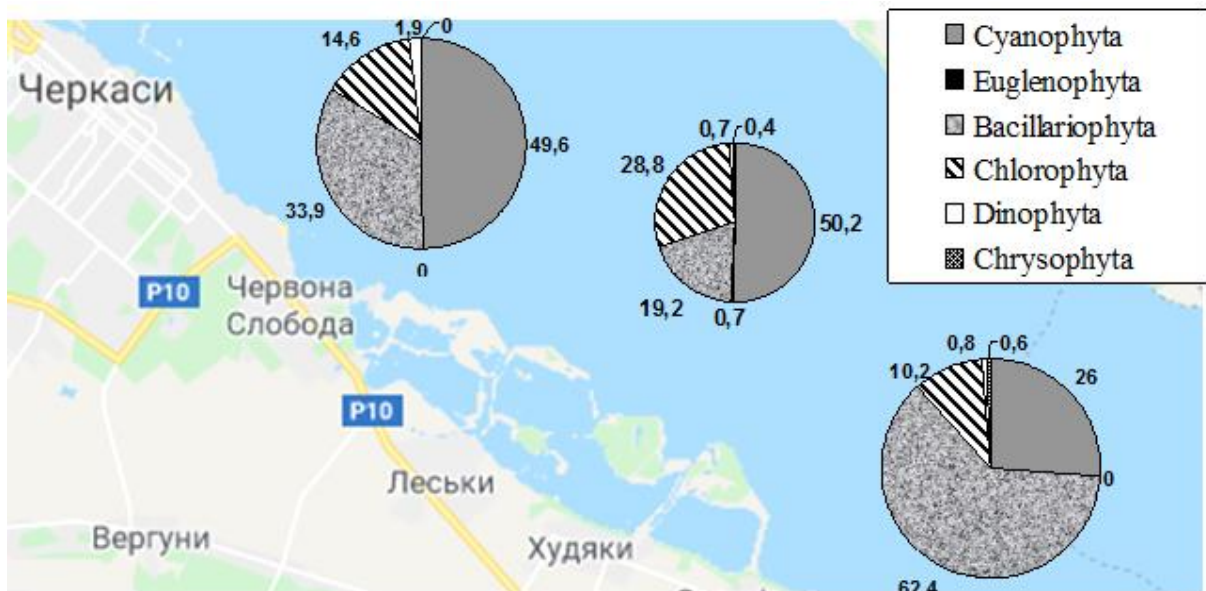


Рис. 3.6. Розподіл загальної чисельності фітопланктону між основними його групами в Кременчуцькому водосховищі, у пониззі м. Черкаси

Ймовірно, цьому сприяють надходження побутових стоків із м. Черкаси [114]. Униз по течії спостерігали суттєве зниження кількісних показників

розвитку фітопланктону. Зокрема, ділянка біля с. Леськи характеризувалась утрічі нижчими показниками – $16,75 \pm 1,33$ млн. кл./дм³. А ще нижче по течії, на ділянці біля с. Худяки, загальна чисельність фітопланктону склала $26,15 \pm 2,09$ млн. кл./дм³, була у двічі нижчою, ніж на вершинній станції Червона Слобода.

Показники загальної біомаси фітопланктону були мінімальними $2,30 \pm 0,23$ мг/дм³ на ділянці відбору проб № 2 с. Леськи. Натомість на двох інших станціях зростали в 1,7 рази: до $4,86 \pm 0,36$ мг/дм³ на ділянці № 1 с. Червона Слобода і до $4,89 \pm 0,39$ мг/дм³ на ділянці № 3 с. Худяки (рис. 3.7).

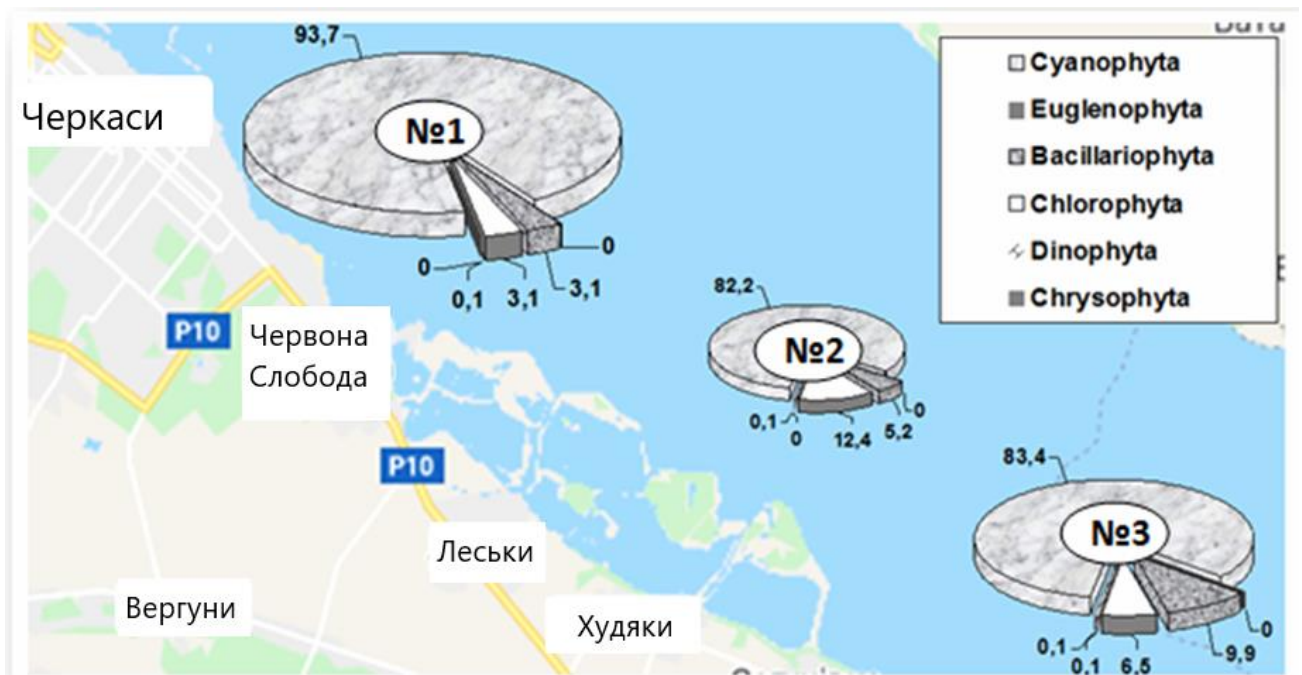


Рис. 3.7. Структура фітопланктонних угруповань за показниками біомаси в Кременчуцькому водосховищі по течії вниз від м. Черкаси

Такі показники відповідають періоду спаду вегетації водоростей Кременчуцького водосховища $2,1-3,8$ мг/дм³ у 2004 році [61].

У відібраних пробах відділ діатомові водорості (Bacillariophyta) був представлений за чисельними показниками на рівні: $1647,00 \pm 132,05$; $872,00 \pm 69,91$; $2592,0 \pm 207,82$ тис. кл./дм³ на станціях відбору проб № 1, 2, 3, відповідно. А у відсоткових значеннях це склало лише 3,1; 5,2; 9,9% відповідно (рис. 3.6). Біомасові показники їх становили, відповідно: $1,65 \pm 0,13$; $0,54 \pm 0,04$; $3,05 \pm 0,24$ мг/дм³, що за відсотковими значеннями склало 33,9; 19,2; 62,4%

(рис. 3.7) і виявилось досить вагомим у формуванні фітопланктоценозу. Отже, на ділянках № 1 і № 3 спостерігалось зростання ролі діатомових водоростей при формуванні біомаси фітопланктону. Цю тенденцію було помічено різними дослідниками фітопланктону Кременчуцького водосховища з 1981 по 2007 роки, проте в той час їх частка сягала від 9% до 59% [63, 167]. У даній групі водоростей найбільш представленими були види *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs, *M. angustissima* Neizvestnova-Zhadina, *M. warians* C.Agardh на усіх трьох досліджуваних ділянках.

Відділ зелені водорості (Chlorophyta) був представлений за показниками чисельності на рівні: $1698,00 \pm 136,14$; $2082,00 \pm 166,93$; $1702,0 \pm 136,46$ тис. кл./дм³ на станціях відбору проб № 1, 2, 3, відповідно. А у відсоткових значеннях це склало лише 3,1; 12,4; 6,5% відповідно (рис. 3.6). Показники біомаси їх становили, відповідно: $0,71 \pm 0,06$; $0,81 \pm 0,06$; $0,50 \pm 0,04$ мг/дм³, що за відсотковими значеннями – 14,6; 28,8; 10,2% (рис. 3.7). Отже, на станціях № 1 і № 3 спостерігалось зниження частки зелених водоростей. У даній групі водоростей найбільш представленими були види *Volvox aureus* Ehr., *Micractinium pusillum* Fresen., *Pandorina morum* (O. Müll.) Vory і *Chlamydomonas reinhardtii* Dang.

Найдревніша група водоростей – відділу синьо-зелені (Cyanophyta) переважала за кількісними показниками на всіх станціях відбору проб № 1, 2, 3, склавши, відповідно: $50,58 \pm 3,51$; $13,76 \pm 1,10$; $21,80 \pm 1,74$ млн. кл./дм³. Вони формували основу угруповання фітопланктону на 93,72; 82,19; 83,36% відповідно (рис. 3.6). Проте їх біомаса була незначною і склала лише $2,41 \pm 0,17$; $1,41 \pm 0,11$; $1,27 \pm 0,10$ мг/дм³, відповідно (рис. 3.7). Це становило половину загальної біомаси фітопланктонних організмів на ділянці № 1 с. Червона слобода – 49,6% і ділянці № 2 с. Леськи – 50,2%. Натомість на ділянці № 3 с. Худяки відсоткова частка виявилась вдвічі нижчою, ніж у двох попередніх і була на рівні 26,0%. У даній групі водоростей найбільш представленими були види: *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa* (станція № 1), *Anabaena spiroides*, *A. flos-aquae* (станція № 2), *A. flos-aquae*, *M.*

wesenbergii, *M. aeruginosa*, *Oscillatoria sp.* (станція № 3). Але розрахунок індекса домінування Бергера-Паркера, який враховує тільки частку виду-домінанта, показав, що на усіх станціях відбору проб найвищі показники були лише у водорості виду *M. aeruginosa*, при цьому її домінуюча роль поступово знижується на станціях відбору проб № 1, 2, 3: $D_{BP}=0,83; 0,53; 0,41$ відповідно. Отже, в результаті інтенсивного розвитку колоніальної водорості *M. aeruginosa*, вона набуває статусу абсолютної домінанти, та субдомінантного виду у структурі даного фітопланктоценозу. Цьому сприяли оптимальні температурні умови, що змінювались в межах 20-25°C, при яких, згідно спостережень відбувається максимальний темп росту клітин *M. Aeruginosa* [235]. Згідно літературних даних [63] схожа ситуація спостерігалась у Кременчуцькому водосховищі у 80-х роках, а саме: у 1981–1983, 1985 рр., коли вид *M. aeruginosa* формував до 60% загальної біомаси водоростей. З літературних джерел відомо, що зазвичай сукцесія водоростей дотримується типових моделей у прісних водоймах: від діатоміт, через хлорофіти до ціанобактерій [209, 227]. У нашому випадку сукцесійні процеси відбуваються із різким пригніченням зелених водоростей і з переходом від діатомових до синьо-зелених водоростей.

Зауважимо, що у *Cyanophyta* є специфічні цитоплазматичні включеннями – газові везикули, які сприяють плавучості їх клітин [204]. У результаті інтенсивного розвитку синьо-зелених водоростей, аж до цвітіння, відбувається подальше масове підняття клітин на поверхню води, що спостерігається у зміні кольору води водойми. Масовий розвиток водоростей видно навіть з космосу. Фотографії зроблені із супутників Terra і Aqua (рис. 3.8). Це дало можливість побачити, що із всього каскаду водосховищ Дніпра, найінтенсивніший процес цвітіння води відбувся в період 26-29 серпня 2016 р. і спостерігався саме у Кременчуцькому водосховищі [140].

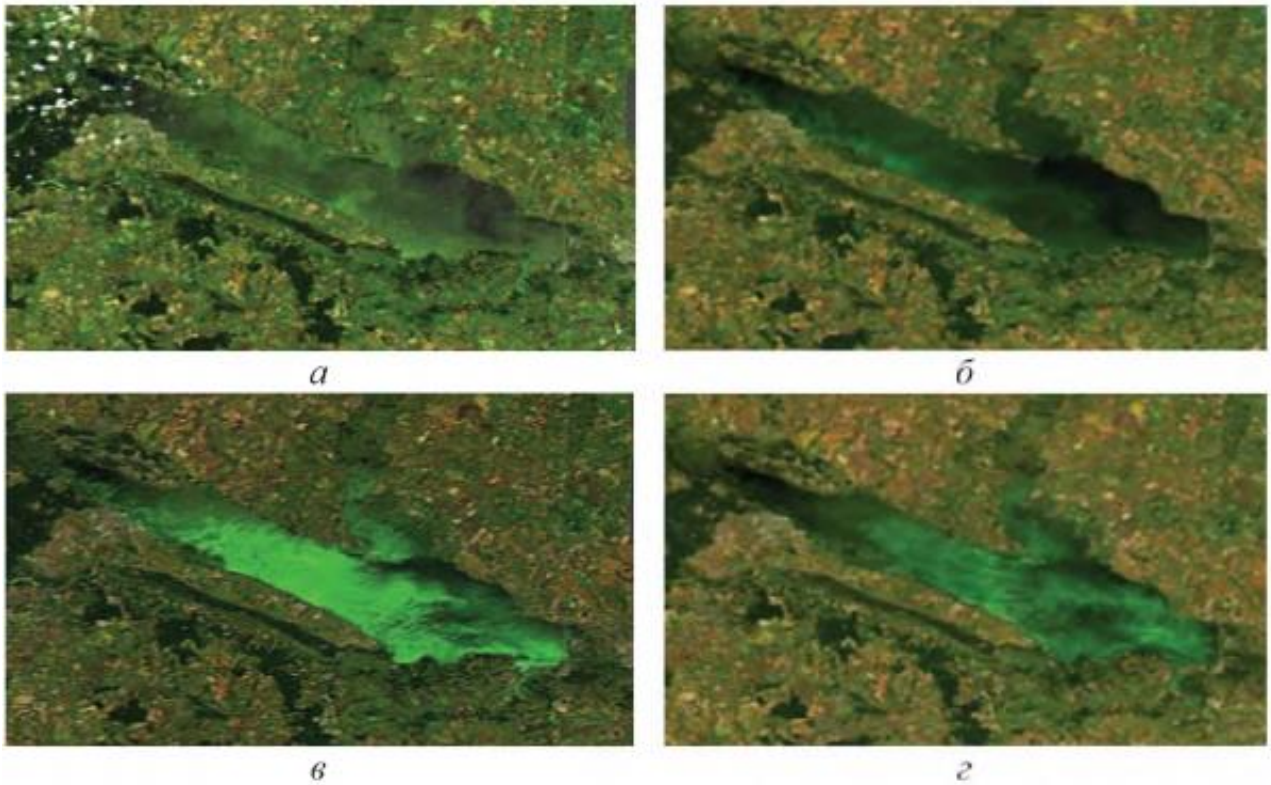


Рис. 3.8. Супутникові фотографії Кременчуцького водосховища у період «цвітіння» води: а – 26.08.2016 р., б – 27.08.2016 р., в – 28.08.2016 р., г – 29.08.2016 р. [143].

Накопичення ціанобактерій у поверхневому шарі спричинило затінення товщі води і зниження фотосинтетичних процесів. В таких умовах різко погіршується кисневий режим, що супроводжується явищами задухи серед гідробіонтів. У результаті від води став доноситися дуже неприємний запах.

Отже, на представлених даних розвитку фітопланктону Кременчуцького водосховища яскраво видно, що виникає реальна загроза існуванню даної гідроекосистеми, спричинена порушенням біологічної та екологічної рівноваги. Такий стан речей вимагає негайних дій на місцевому і державному рівні [192].

Показники фітопланктону Кременчуцького водосховища були на рівні загальної чисельності 16,8 – 54,0 млн. кл./дм³, загальної біомаси 2,3 – 4,9 мг/дм³ і мали тенденцію розвитку у попередні роки. Основу фітопланктону формували три групи водоростей: Chlorophyta, Bacillariophyta, Cyanophyta.

Найслабше розвивались зелені водорості: їх частка становила 3,1 – 28,8% від загальних показників. Найбільш представленими були види *Volvox aureus*

Ehr., *Micractinium pusillum* Fresen., *Pandorina morum* (O. Müll.) Bory і *Chlamydomonas reinhardtii* Dang.

Діатомові водорості (*Bacillariophyta*) склали 19,2–62,4% загальної біомаси, що виявилось досить вагомим у формуванні фітопланктоценозу. У відібраних нами пробах серед діатомових переважали види *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs, *M. angustissima* Neizvestnova-Zhadina, *M. warians* C. Agardh на усіх трьох досліджуваних ділянках.

Група водоростей синьо-зелені переважала на усіх станціях відбору проб № 1, 2, 3, склавши 26,0–93,7%, – вони формували основу угруповання фітопланктону. У даній групі водоростей найбільш представленими були види: *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa* (станція № 1), *Anabaena spiroides*, *A. flos-aquae* (станція № 2), *A. flos-aquae*, *M. wesenbergii*, *M. aeruginosa*, *Oscillatoria sp.* (станція № 3).

Розрахунок індекса домінування Бергера-Паркера, показав, що на усіх станціях відбору проб найвищі показники лише у водорості виду *M. aeruginosa*. Її домінуюча роль поступово знижується по течії Дніпра: $D_{BP}=0,83; 0,53; 0,41$ на станціях відбору проб № 1, 2, 3, відповідно. В результаті інтенсивного розвитку колоніальної водорості *M. aeruginosa* вона набуває статусу абсолютної домінанти, та субдомінантного виду у структурі даного фітопланктоценозу.

Таким чином відбуваються сукцесія дифузного характеру регресивного типу в сторону монодомінантності угруповання, що загрожує балансу даної гідроекосистеми загалом.

3.5. Динаміка структурно-функціональних показників зоопланктону та рівня органічного забруднення

Зоопланктон на період відбору проб у водоймі був представлений організмами, які відносяться до трьох систематичних груп: коловертки первиннопорожнинних класу Rotifera, ракоподібні підряду Cladocera та ряду Соперода, що притаманно всім прісноводним водоймам. Вони відігравали основну роль у формуванні чисельності та біомаси зоопланктону (табл. 3.3).

Розвиток зоопланктону Кременчуцького водосховища

тис.екз. /м³
Г

Таксони	Станції					
	Червона Слобода станція №1		Леськи станція № 2		Худяки станція №3	
	2015 р.	2016 р.	2015 р.	2016 р.	2015 р.	2016 р.
Rotatoria	<u>270,0</u> 0,9	<u>177,0</u> 0,55	<u>171,0</u> 0,53	<u>282,0</u> 2,59	<u>177,0</u> 0,49	<u>612,0</u> 2,14
Cladocera	<u>30,0</u> 1,98	<u>30,0</u> 1,07	<u>15,0</u> 1,44	<u>36,0</u> 0,35	<u>15,0</u> 0,68	<u>66,0</u> 0,82
Sopropoda	<u>21,0</u> 0,56	<u>21,0</u> 0,43	<u>6,0</u> 0,27	<u>114,0</u> 1,81	<u>12,5</u> 1,25	<u>123,0</u> 2,21
Інші	<u>132,0</u> 0,40	<u>54,0</u> 0,54	<u>60,0</u> 0,18	<u>69,0</u> 0,69	<u>125,0</u> 0,38	<u>117,0</u> 1,17
Всього	<u>453,0</u> 4,76	<u>282,0</u> 2,59	<u>252,0</u> 2,84	<u>597,0</u> 4,96	<u>330,0</u> 2,66	<u>918,0</u> 6,34
Всього знайдено видів	17		14		21	

Домінуючі види: *Asplanchna priodonta*, *Polyarthra vulgaris* - личинка дрейсени.

Всього у водоймі виявлено 33 таксони зоопланктонних організмів. У якісному складі відмічено 23 види коловерток (до 70%) та 9 видів гіллястовусих ракоподібних – (27%). У всіх зоопланктонних пробах веслоногі ракоподібні представлені, головним чином, циклопами.

Серед групи інших організмів зустрічались планктонні форми личинок дрейсени Veliger.

Найбільш чисельними серед коловерток були *Asplanchna priodonta* (Gosse, 1850), *Euchlanis dilatata* (Ehrenberg, 1832), *Polyarthra vulgaris* (Carlin, 1943), серед гіллястовусих ракоподібних - *Chydorus sphaericus* (O.F. Muller,

1785), *Bosmina longirostris* (O.F. Muller, 1785); серед веслоногих - *Cyclops sp.*, його наупліальні та копеподітні стадії розвитку.

На період відбору проб показники розвитку зоопланктону у водоймі були на рівні 252-453 у 2015 р. та в 2016 р. - 282,0-918,0 тис. екз/м³ за чисельністю та 2,66 - 4,76 і 2,59-6,34 г/м³ відповідно за біомасою. Найнижчі показники розвитку зоопланктону зафіксовані 2,66 (2015 р.) та 2,59 г/м³ (2016 р.), а найвищі відповідно 4,76–6,34 г/м³ (табл. 3.3).

В пробі Червона Слобода виявлено 20 таксонів зоопланктонних організмів. Домінуюче значення серед них займали коловертки - 14 видів (70%), гіллястовусі ракоподібні – 5 видів (25%). Найбільш поширенішими серед коловерток були *Lecane luna* (Muller, 1776), *Asplanchna priodonta*.

Біомаса зоопланктону на ділянці складала 4,76 (2015 р.), 2,59 (2016 р.) г/м³ за чисельністю відповідно 453 та 282 тис. екз./м³. У відсотковому відношенні коловертки (Rotifera) займають 59,6 (2015 р.), 62,8% (2016 р.) за чисельністю та 18,9 та 21,2% відповідно за біомасою. Гіллястовусі ракоподібні (Cladocera) – 6,6 і 10,6% та 41,6 і 41,3% відповідно. В цілому, розвиток зоопланктону невисокий.

Зоопланктон дослідної ділянки с. Леськи представлений коловертками (*Asplanchna priodonta*, *Euchlanis dilatata*, *Filinia longiseta* (Ehrenberg, 1834), гіллястовусими (*Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia affinis*) та веслоногими раками родини Cyclopoidea і їх наупліальними стадіями. Серед групи інших організмів зустрічались планктонні форми личинок дрейсени Veliger, чисельність яких складала до 11,6% від загальної чисельності зоопланктону.

Біомаса зоопланктону складала 2,84 (2015 р.) і 4,96 г/м³ (2016 р.) за чисельністю відповідно 252 та 597 тис. екз./м³, яка формувалася за рахунок розвитку коловерток та циклопів. У відсотковому відношенні коловертки займають 67,9 (2015 р.) та 47,2% (2016 р.) за чисельністю та відповідно 18,7 і 52,2% за біомасою, веслоногі раки (Copepoda) відповідно 2,4 (2015 р.) і 19,1% (2016 р.) та відповідно 9,5 і 36,5% за біомасою.

На ділянці с. Худяки виявлено найбільша кількість зоопланктонних форм - 24 таксони і спостерігаються найкращі показники розвитку тваринного планктону.

Біомаса зоопланктону складала 2,66 (2015 р.) та 6,34 г/м³ (2016 р.) за чисельністю відповідно 330 і 918,0 тис. екз./м³. Найбільш поширенішими формами серед Rotifera зустрічались *Euchlanis dilatata*, *Asplanchna priodonta*, коловертки родів *Polyarthra*.

За показниками розвитку зоопланктону на трьох дослідних станціях спостерігається одна закономірність – основу чисельності (47,2-67,9%), формують коловертки.

На ділянці с. Червона Слобода зоопланктон формується за рахунок коловерток та гіллястовусих ракоподібних. На ділянках с. Леськи та с. Худяки тваринний планктон формується за рахунок коловерток та веслоногих ракоподібних.

В цілому, розвиток зоопланктону середній і за якісним складом придатний для споживання рибою, яка живиться зоопланктоном.

Сапробіологічну характеристику середньої частини Кременчуцького водосховища проводили за чисельністю та видами-індикаторами фітопланктону, який відбирали в літній період 2015-2016 рр. (додатки А, Б).

На станції Червона Слобода у 2015 р. домінантом також є *Volvox aureus* 751542 кл/дм³; субдомінантами синьозелені - *Anabaena flos-aquae* та *Micractinium pusillum* відповідно 720000 та 288000 кл/дм³, в 2016 р. відповідно - *Microcystis aeruginosa* - 44700000, *Anabaena flos-aquae* 1755000 та *Melosira granulata* – 1161000 кл/дм³.

На станції с. Леськи у 2015 р. домінантом також є *Anabaena flos-aquae* 6261000 кл/дм³.

На станції с. Худяки у 2015 р. домінантом виступає *Volvox aureus* - 1604988 кл/дм³; субдомінантами – *Pandorina morum* - 672000 та *Anabaena flos-aquae* - 294000 кл/дм³, в 2016 р. відповідно – *Microcystis aeruginosa* 10590000, *Melosira granulata* – 2115000 та *Anabaena flos-aquae* - 723000 кл/дм³.

За видами-індикаторами водоростей у 2015 р. станція Леськи налічує найбільше видів – 19, з них 16 відноситься до β - мезосапробної зони, на станції Червона Слобода виявлено 15 видів, з них до β -мезосапробної зони відноситься 12 видів, на станції Худяки знайдено 13 видів-індикаторів, з яких 8 відноситься до β -мезосапробної зони. Індекси сапробності станцій Червоної Слободи - 1,85, Леськи – 1,91 та Худяки 1,73 (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Види-індикатори водоростей Кременчуцького водосховища

	Кількість видів-індикаторів по станціях					
	Червона Слобода		Леськи		Худяки	
	2015 р.	2016 р.	2015 р.	2016 р.	2015 р.	2016 р.
β	12	22	16	17	8	17
β -о	-	1	1	1	2	1
о- β	2	–	1	1	2	1
α	1	2	1	2	1	2
всього	15	25	19	21	13	21

В 2016 р. найбільше видів за видами-індикаторами водоростей налічує станція Червона Слобода – 25 (табл. 3.4), з них 22 відноситься до β -мезосапробної зони, на станціях Леськи та Худяки виявлено по 21 виду, з них до β - мезосапробної зони відноситься 17 видів. Індекси сапробності станцій Червоної Слободи - 1,77, Леськи – 1,82 та Худяки – 1,79.

Таким чином, вода середньої частини Кременчуцького водосховища за чисельністю фітопланктону та видами-індикаторами відноситься до β -мезосапробної зони.

РОЗДІЛ 4

СУЧАСНИЙ СТАН ІХТІОФАУНИ СЕРЕДНЬОЇ ЧАСТИНИ КРЕМЕНЧУЦЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

4.1. Видовий склад та біомаса промислових видів риби

В зоні затоплення Кременчуцького водосховища (середня течія Дніпра до зарегулювання) основними об'єктами промислу були плітка (20,7%), щука (13,0%), карась звичайний (15,0%) та лящ (12,5%). Частка судака в уловах становила всього 2,6%, проте масово виловлювалась марена (8,0%). У середньому на 1 км ріки Дніпро давав 2 тис. кг риби [4].

У перші роки після зарегулювання відбулась закономірна (враховуючи перебудову водної екосистеми з річкової в озерно-річкову) зміна іхтіокомплексу, проте кардинальні зміни у домінантному ядрі не простежувались. Так, в період 1964-68 рр. в промислових уловах на Кременчуцькому водосховищі відмічалось 24 види риби, основу уловів (в середньому 62,8%) складали лящ, плітка та плоскирка.

В період максимальних уловів (1986-1990 рр.) в промислі відмічено 21 вид риби, основу уловів (в середньому 83,8%) також забезпечували плітка, лящ та плоскирка.

Промисловою статистикою в Кременчуцькому водосховищі в останні роки фіксується 21 вид риби, основу уловів (в середньому 78,6%) стабільно формують лящ, плітка, плоскирка та сріблястий карась, тобто у порівнянні з періодом стабілізації озерно-річкової екосистеми Кременчуцького водосховища суттєвих змін у складі як домінантного, так і другорядного промислових іхтіокомплексів не спостерігається, за виключенням зростання абсолютних та питомих показників вилову сріблястого карася та зменшення показників вилову плітки (рис. 4.1).

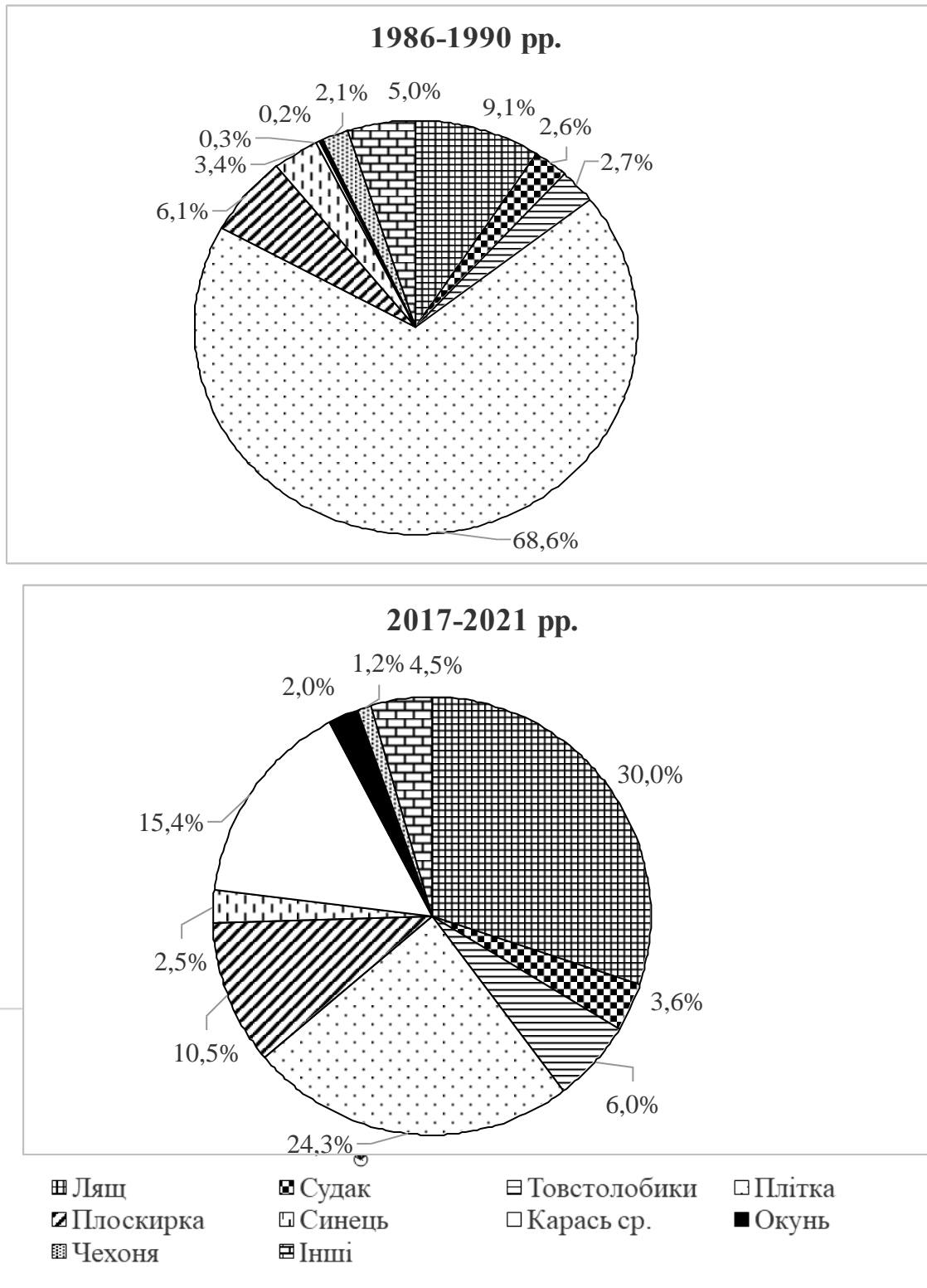


Рис. 4.1. Структура промислових уловів в Кременчуцькому водосховищі в різні періоди (усереднені за 5 років дані).

Динаміка промислових уловів у Кременчуцькому водосховищі, як і на більшості водосховищ каскаду, в останні 10 років характеризується помітною нестабільністю і включає як зростання (зокрема до 4,3-4,4 тис. т. у 2009-10 рр.

та 4,7-4,9 тис. т. у 2016-17 рр.), так і зниження (до 3,2 тис. т у 2011-13 рр.). Головними чинниками, які визначали динаміку промислових уловів, 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, що насамперед зумовлено підінням вилову ляща (47,5% загального зменшення улову), рослиноїдних риб (116,3%) та верховодки і тюльки (15,7%).

Як зазначалось вище, плоскирка традиційно була одним з основних промислових видів Кременчуцького водосховища; в окремі роки за рахунок цього виду забезпечувалось до 20% загального вилову з показниками уловів на рівні 1,1-1,3 тис. т. У подальшому показники уловів плоскирки знизились до 0,6 тис. т у 1986-1990 рр. та 0,2-0,4 т. у 1991-2000 рр.

В останні 20 років вилов плоскирки графічно має вигляд ламаної кривої з певною тенденцією до збільшення протягом останніх 5 років (рис. 4.2.). Проте це збільшення мало відносно невеликий характер (у порівнянні з іншими дрібночастковими видами) і не перевищувало 50% від рівня 2014-2016 рр.

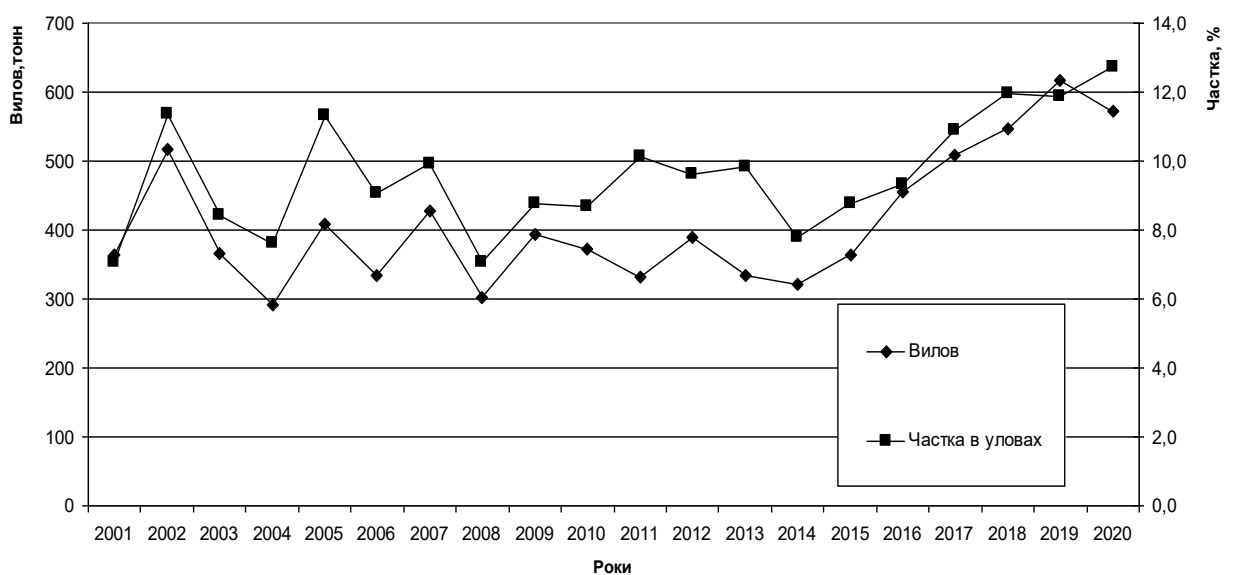


Рис. 4.2. Динаміка промислових уловів плоскирки Кременчуцького водосховища.

Синець відноситься до другорядних промислових видів Кременчуцького водосховища, вилов якого значною мірою визначається організацією промислу, зокрема, мінімально дозволеним розміром вічка в знаряддях лову. В період максимальних уловів (250–480 т) на частку синця припадало всього 3,3% загального вилову, надалі показники видобутку цього виду знизились більш, ніж в 4 рази – до 65–97 т.

Динаміка промислових уловів синця в Кременчуцькому водосховищі в останні 20 років має риси, притаманні майже всім дрібночастиковим видам на дніпровських водосховищах – двократне зростання в період 2017-18 рр. та подальше зниження у 2019 р. Проте, на відміну від інших другорядних дрібночастикових видів, у 2020 р. спостерігалось помітне збільшення уловів синця, при цьому станом на 01.10.2020 р. загальний прогноз за цим видом було повністю вичерпано. Аналогічна картина спостерігалась і для питомого вилову (рис. 4.3), що підтверджує висновок про значний вплив організаційних чинників на величину уловів цього виду.

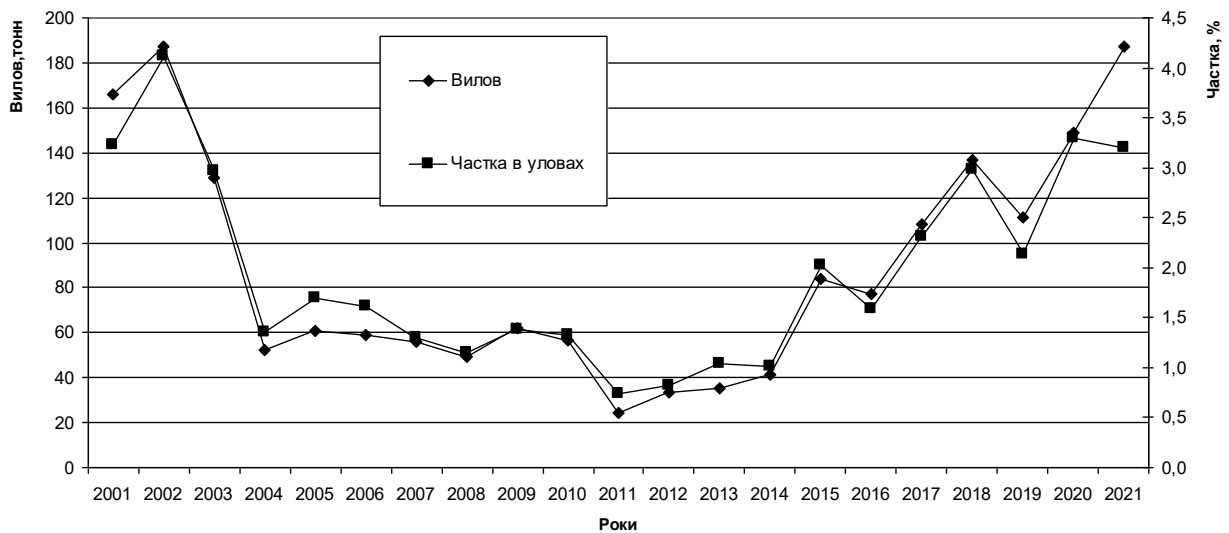


Рис. 4.3. Динаміка промислових уловів синця Кременчуцького водосховища.

Окунь традиційно посідає невелике місце у формуванні промислових уловів Кременчуцького водосховища – традиційно його частка в уловах не перевищувала 1,0% (зокрема, в період 1986-90 рр. вона складала в середньому 0,2%), лише в останні 5 років цей показник збільшився до 2,0-2,5% (рис. 4.4).

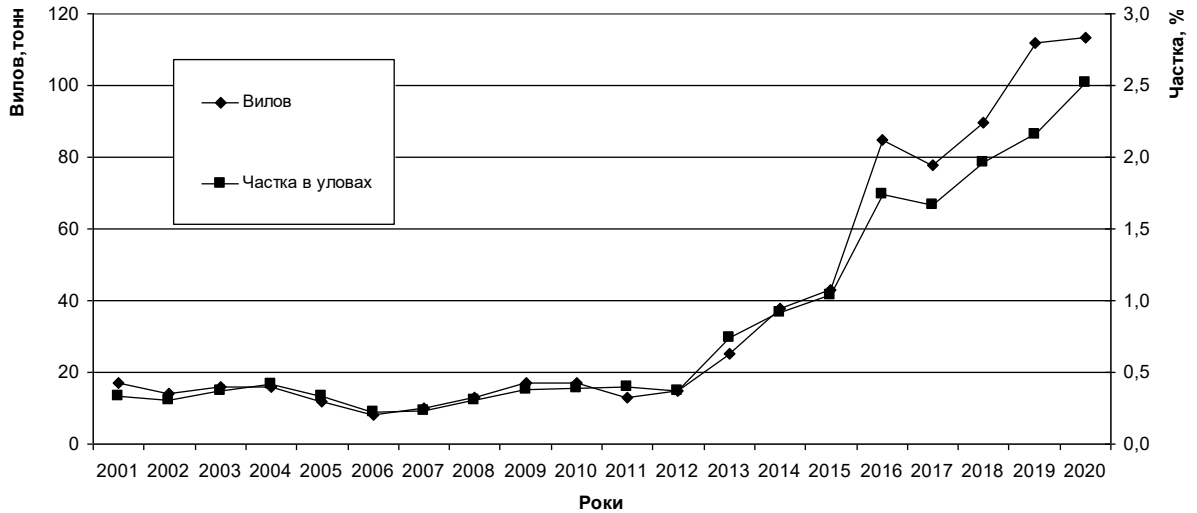


Рис. 4.4 Динаміка промислових уловів окуня Кременчуцького водосховища.

Абсолютні показники вилову окуня мають чітко виражену тенденцію до зростання, причому ця тенденція проявляється в більшій мірі, ніж у інших дрібночастикових риб – так, збільшення середньорічних уловів окуня у 2019-21 рр. у порівнянні з 2001-2003 рр. склало 7,8 разів, тоді як для синця цей показник дорівнював 1,3 рази, чехоні – 1,2 рази, краснопірки – 6,1 рази.

4.2. Структурні показники популяції плоскирки Кременчуцького водосховища

Промисловий вилов риби на внутрішніх водоймах традиційно базувався на таких частикових видах як лящ та плітка, які разом формували більше 90% загального вилову. Питання послаблення промислового пресу на масові види риб завжди було актуальним питанням. Це можливо досягнути за рахунок розширення спектру промислових уловів з використанням другорядних промислових видів, до яких відносять плоскирку [12, 20, 76, 77]. Улови цього виду на Кременчуцькому водосховищі в останні 20 років характеризувались значною нестабільністю – спочатку майже двократне зростання протягом 2000-2005 рр. з виходом на 3 місце серед усіх промислових видів риб [54]; надалі його коливання в межах 300-390 т і, починаючи з 2016 р. – збільшення до 450-620 т. Слід зазначити, Кременчуцьке водосховище було єдиним водосховищем

каскаду, де вилов плоскирки здійснювався в межах загального прогнозу (без розподілу на квоти), тому виникла необхідність з'ясування які чинники впливали на коливання уловів: біологічні або організаційні, бо, на нашу думку, зростання значимості уловів плоскирки також може бути пов'язано з високим попитом на неї з боку галузі переробки риби, що у свою чергу, активізувало орієнтацію риболовних підприємств на її вилов.

Таким чином, викладене вище викликало нагальну необхідність та актуальність з'ясування сучасного стану популяції плоскирки звичайної у Кременчуцькому водосховищі. У цьому контексті найважливішими показниками для складу прогнозу є біологічні та екологічні особливості популяції, а саме розмірна-вікова та статева структура популяції, структура нерестового стада, тощо.

Структурні показники популяції плоскирки в уловах 2016 р. у порівнянні з минулим роком дещо покращились. Граничний вік збільшився до 13 років, проти 11 років у 2015 р., внаслідок чого віковий ряд в уловах розширився до 12 вікових груп. Основу популяції в уловах (92,8%) склали особини три-п'ятирічного віку довжиною 14-19 см, при цьому його мода варіаційного ряду ще більше зсунулась ліворуч, що призвело до подальшого зменшення середньовиваженого віку - до 4,1 років проти 4,8-5,1 років у 2014-2015 рр. Частка поповнення при цьому збільшилась до 27,5 %, частка старших вікових груп залишається стабільно низькою – 0,5 %. Таким чином, крива улову плоскирки набула вигляд кривої з достатньо гострою вершиною і плавним спадом, а точка зламу припадає на шестирічників (рис. 4.5). При цьому збільшення частки молодших вікових груп на тлі зростання загального улову на зусилля контрольного порядку сіток свідчить про нормальну компенсацію поповненням елімінації середніх вікових груп.

Динаміка розподілу улову плоскирки за кроком вічка контрольних сіток також свідчить про накопичення в популяції молодших вікових груп. Як і у минулому році, основний улов як за чисельність (85,8%), так і масою (80,6 %) припадав на сітки з $a=30-36$ мм.

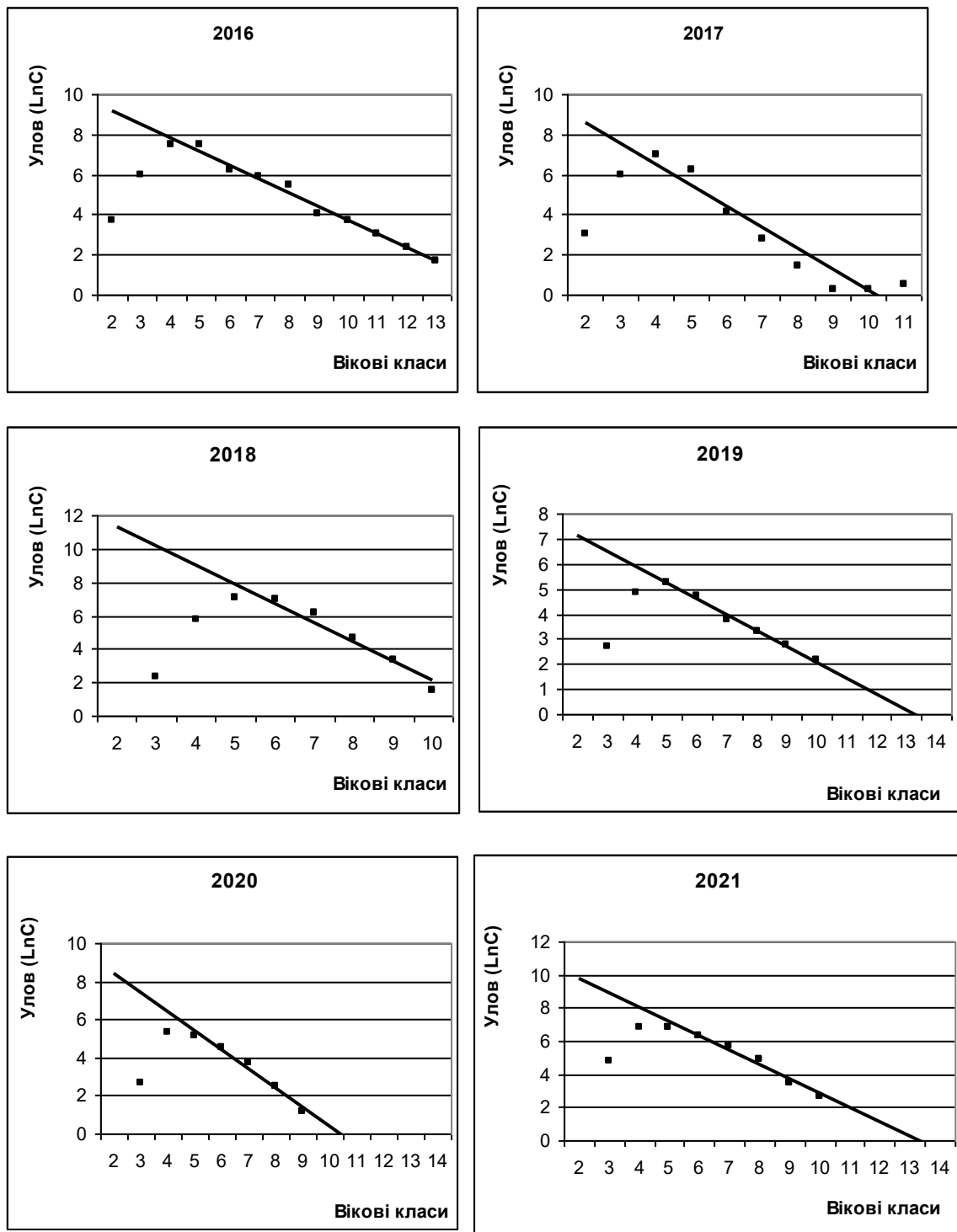


Рис. 4.5. Криві улову плоскирки Кременчуцького водосховища (контрольні і промислові сітки, весна-літо).

Враховуючи майже двократне збільшення абсолютного та питомого вилову основних промислових сіток для даного виду ($a=36-45$ мм) в уловах 2016 р. – до 45,6% (за масою), можна стверджувати про достатньо розвинену базу для ефективного промислу плоскирки у 2016 р., з переходом на 2017 р. достатньо чисельного залишку контингентів, які будуть обловлюватися сітками

з кроком вічка $a=40$ мм. Чисельні генерації, залишок від яких у минулих роках забезпечував певний вилов сітками з $a=50-70$ мм, в 2016 р. не простежується – в сітках з кроком вічка більше 50 мм плоскирка взагалі не фіксувалась. Сумарний вилов плоскирки контрольним порядком сіток у 2016 р. склав 5231 екз. (638 кг) проти 2052 екз. (275 кг) у 2015 р. та 922 екз. (182 кг) у 2014 р.

Популяція плоскирки в уловах 2017 р. була представлена 11 віковими групами, граничний вік склав 13 років, тобто ці структурні показники популяції плоскирки в уловах 2017 р. були в цілому аналогічними минулорічним. Основу популяції в уловах (94,9 %), як і в минулому році складали особини три-п'ятирічного віку довжиною 15-19 см. Частка поповнення у порівнянні з минулим роком дещо зменшилась – до 19,4 %, проте зменшення частки шести-восьмирічників зумовило зниження і середньовиваженого віку до рівня 4,1 років, що для популяції цього виду в Кременчуцькому водосховищі є достатньо низьким показником. Частка старших вікових груп залишається стабільно низькою – у 2017 р. – 0,5% (у 2016 р. – 0,5%), тобто основні тенденції в динаміці структурних показників плоскирки – достатньо чисельне поповнення та інтенсивна елімінація середніх вікових груп, простежувались і у 2017 р. Так, відмічене вище збільшення уловів у 2016 р. в основному забезпечене за рахунок п'яти-шестирічників, сумарний вилов яких на зусилля контрольного порядку яких у 2016 р. склав 1250 екз., тоді як вилов цих генерацій у 2017 р. склав 158 екз., що відповідає річній смертності на рівні 87,4%. При цьому чисельність інших модальних вікових груп залишилась практично незмінною – так, вилов трирічників у 2016 р. склав 1384 екз., чотирирічників у 2016 р. – 1101 екз., розрахункова смертність склала 20,5%, що свідчить про достатньо вузькі рамки промислового навантаження. На відміну від минулого року крива улову характеризувалась збільшенням кута нахилу її правого крила до осі абсцис (точки перегину стабільно припадає на шестирічників); при цьому скорочення частки молодших вікових груп на тлі зменшення загального улову на зусилля контрольного порядку сіток свідчить про відставання поповнення від елімінації середніх вікових груп. Разом з тим, висока частка чотири-

п'ятирічників у 2017 р. свідчила про наявність певних резервів для збільшення промислового вилову за рахунок експлуатації найпродуктивніших розмір-вікових груп у 2018 р.

Особливості розподілу улову плоскирки за кроком вічка контрольних сіток у 2017 р. також свідчили про накопичення в популяції вікових груп, які формують промислове ядро популяції. Як і у минулому році, основний улов як за чисельністю (87,9%), так і масою (79,3%) припадав на сітки з $a=30-36$ мм. При цьому на частку найбільш уловистих промислових сіток для даного виду ($a=36-45$ мм) у 2017 р. припало 52,6% загальної маси улову, що свідчить про достатньо розвинену базу для ефективного промислу плоскирки у 2017 р.; на 2018 р. також очікувався достатньо чисельний залишок контингентів, які будуть обловлюватися сітками з кроком вічка $a=40-50$ мм, які можна вважати оптимальними для забезпечення ощадливого (з точки зору розподілу промислового навантаження) промислу цього виду в Кременчуцькому водосховищі. Чисельні генерації, залишок від яких у минулих роках забезпечував певний вилов сітками з $a=50$ мм, в незначній мірі простежуються і в 2017 р. – на частку крупновічкових сіток у 2017 р. припало 1,0% загального улову. Сумарний вилов плоскирки контрольним порядком сіток у 2017 р. склав 2128 екз. (265 кг), що менше, ніж у 2016 р. – 5231 екз. (638 кг), проте знаходиться на рівні середньобагаторічних показників: 922 -2052 екз. (182- 275 кг).

Стабільність темпу росту, структура вікових рядів, інші біологічні показники (висока плодючість, вгодованість, строки статевого дозрівання) свідчать про нормальний стан популяції плоскирки у Кременчуцькому водосховищі. Середня довжина в модальних вікових групах становила: трирічники – 14,5 см, чотирирічники – 16,4 см, п'ятирічники – 18,6 см, маса – відповідно 77, 112 та 162 г.

Популяція плоскирки в уловах 2018 р. була представлена 9 віковими класами, граничний вік склав 10 років, що певною мірою може бути наслідком обмеженого кроку вічка в порядку, що аналізувався (а саме, відсутність на лову

сіток з $a=50-60$ мм). Основу популяції в уловах (78,7%), як і в минулому році складали особини чотири-шестирічного віку довжиною 17-22 см, тобто мода варіаційного ряду зсунулась і бік правого крила. Частка поповнення у 2018 р. була невисокою – 9,3%, що, поряд із зростанням частки п'яти-шестирічників зумовило певне зростання середньовиваженого віку у 2018 р. – з 4,1 років до 4,8 років. Частка старших вікових децю збільшилась – до 4,8%, проте об'єктивні дані для висновку про зниження промислового навантаження на праве крило варіаційного ряду на сьогодні відсутні. Так, вилов шестирічників на зусилля контрольних сіток з $a=36-40$ мм у 2017 р. склав 28 екз., тоді як вилов цієї генерації у 2018 р. склав 13 екз.

Крива уловів зберігає характерні для цього виду риси – гостра вершина і різкий спад (точка перегину припадає на п'ятирічників); при цьому зменшення частки молодших вікових груп на тлі зменшення загального улову на зусилля контрольного порядку сіток свідчить про відставання поповнення від елімінації середніх вікових груп (рис. 4.5). Разом з тим, висока частка чотири-п'ятирічників у 2018 р. свідчила про наявність певних резервів для збільшення промислового вилову за рахунок експлуатації найбільш продуктивних розмірно-вікових груп у 2018 р. (середньовиважена довжина плоскирки в уловах 2018 р. склала 19,1 см, маса – 173 г).

Сумарний вилов плоскирки основним промисловим порядком дрібновічкових сіток ($a=38-40$ мм) у 2018 р. склав 196 екз (34 кг), що значно менше минулорічних показників – 972 екз (76 кг), та свідчить про обмежену можливість для збільшення уловів цього виду в довгостроковій перспективі.

Популяція плоскирки в уловах 2019 р. була представлена 9 віковими групами, граничний вік склав 13 років (максимальна довжина в уловах – 31 см); основу популяції в уловах (80,5%) складали особини три-п'ятирічного віку довжиною 15-20 см. Частка поповнення залишається на достатньо високому рівні – 42,9% до 19,4%, проте збільшення частки п'яти-шестирічників зумовило стабілізацію середньовиваженого віку на рівні 4,2 років, що для популяції цього виду в Кременчуцькому водосховищі є достатньо низьким показником. Частка

старших вікових груп залишається стабільно низькою – у 2019 р. – 1,2% (у 2018 р. – 0,4%), тобто основні тенденції в динаміці структурних показників плоскирки – достатньо чисельне поповнення та інтенсивна елімінація середніх вікових груп, збереглась і у 2019 р. Так, відмічене вище збільшення уловів у 2017-18 рр. в основному забезпечене за рахунок п'яти-шестирічників, сумарний вилов яких на зусилля контрольного порядку у 2018 р. склав 582 екз., тоді як вилов цих генерацій у 2019 р. склав 164 екз., що відповідає річній смертності $\phi_z=0,72$. При цьому чисельність молодших модальних вікових груп в міжрічному аспекті має тенденцію до збільшення – так, вилов трирічників у 2017 р. склав 396 екз., у 2019 р. – 868 екз. Таким чином, висновок про достатньо вузькі рамки промислового навантаження (зумовлені з одного боку, дозволеним кроком вічка в промислових сітках, з іншого – низькою товарною цінністю молодших вікових груп) підтверджується і за даними досліджень 2019 р. Крива улову зберігає вигляд кривої з достатньо гострою вершиною і плавним підйомом та різким спадом (рис. 4.5). Висока частка чотири-п'ятирічників свідчила про наявність певних резервів для збільшення промислового вилову за рахунок експлуатації продуктивних розмірно-вікових груп у 2019 р. (середньовиважена довжина плоскирки в уловах 2019 р. склала 17,5 см, маса – 145 г).

Динаміка розподілу улову плоскирки за кроком вічка контрольних сіток також свідчить про накопичення в популяції вікових груп, які щойно поповнили промислове ядро популяції. Як і у минулі роки, основний улов як за чисельністю (72,2%), так і масою (60,5%) припадав на сітки з $a=30-36$ мм. При цьому на частку найбільш уловистих промислових сіток для даного виду ($a=36-45$ мм) у 2019 р. припало 50,3% загальної маси улову, тобто можна стверджувати про достатньо розвинену базу для ефективного промислу плоскирки. Чисельні генерації, залишок від яких у минулих роках забезпечував певний вилов сітками з $a=50-60$ мм, в незначній мірі простежувались і в 2019 р. – на частку крупновічкових сіток припало 2,1 % загального улову. Сумарний вилов плоскирки контрольним порядком сіток у 2019 р. склав 2182 екз (313 кг),

що знаходиться на рівні середньобагаторічних показників: 922 – 2052 екз (182-275 кг).

Плоскирка в уловах 2020 р. була представлена 8 віковими класами, граничний вік склав 9 років, тобто структурні показники популяції цього виду у порівнянні з минулими роками значно погіршились. Основу уловів (70,0%) склали особини чотири-п'ятирічного віку довжиною 16-20 см. Частка поповнення залишається на достатньо високому рівні – 37,0%, проте збільшення частки шестирічників з 6,8% до 16,9% зумовило зростання середньовиваженого віку до 5,0 років. Частка старших вікових груп залишається стабільно низькою – у 2020 р. – 0,6 % (у 2018 р. – 1,2%), тобто враховуючи зменшення вилову плоскирки на зусилля проаналізованого порядку сіток, відбулись певні зміни тенденції в динаміці структурних показників плоскирки – інтенсивна елімінація середніх вікових груп супроводжується зменшенням поповнення. Так, якщо у 2017 р. вилов трирічників на зусилля дрібновічкових сіток склав 396 екз., у 2019 р. – 868 екз, то у 2020 р. – 80,0 екз. При цьому чисельність п'ятирічників у 2019 р. склала 294 екз, тоді як чисельність шестирічників у 2020 р. – 21 екз., що відповідає аномально високій річній смертності ($\varphi_Z=0,93$). Таким чином, висновок про достатньо вузькі рамки промислового навантаження підтверджується і за даними досліджень 2019 р. Крива улову плоскирки у 2020 р. також характеризувалась відміченими вище рисами – гостра вершина та достатньо великий кут нахилу правого до осі абцис (рис. 4.5).

Виллов плоскирки основним промисловим порядком дрібновічкових сіток ($a=38-40$ мм) у 2020 р. знову зменшився до 261 екз (40 кг), що, поряд із недостатнім наповненням правого крила варіаційного ряду, свідчить про негативні ознаки у формуванні структурних показників популяції цього виду. При цьому, за даними досліджень 2020 р. $\varphi_F = 0,33$, тобто розрахунковий коефіцієнт вилучення перевищував максимально допустимі для середньоциклових видів значення. Навіть враховуючи певний вплив обмеженості промислового зусилля з боку сіток з $a=30$ мм та 50-60 мм, такі дані

потребують більш ретельного контролю за вилученням плоскирки, у зв'язку з чим у 2021 р. було запропоновано ввести лімітування вилову цього виду в Кременчуцькому водосховищі.

За даними досліджень 2021 р., структурні показники плоскирки Кременчуцького водосховища в цілому відповідали середньобагаторічному рівню – в уловах зафіксовано 9 вікових класів – від двох- до дев'ятирічників. Модальний ряд також залишався стабільним - 89,7 % загальної чисельності особин цього виду в уловах складала чотири-семирічники довжиною 16-20 см. Частка поповнення продовжує зменшуватися – до 14,5 % (в основному за рахунок трирічників), тобто протягом 2019-2021 рр. спостерігається послаблене наповнення правого крила варіаційного ряду плоскирки. Проте як відносна, так і абсолютна чисельність рекрутів (якими для даного виду у Кременчуцькому водосховищі можна вважати чотирирічників) протягом дослідженого періоду залишається на достатньо високому рівні – їх частка в уловах коливалась в межах 22,5–43,9 %, (у 2021 р. – 30,8%). Вище було показано, що смертність молодших вікових груп цього виду знаходиться на невисокому рівні; у 2021 р. відмічена аналогічна картина – вилов чотирирічників на зусилля дрібновічкових сіток у порівнянні з 2020 р. збільшився у 2,6 разів. При цьому, слід зазначити, що чисельна генерація 2016 р., яка у 2019-20 рр. значною мірою впливала на формування вікової структури цього виду, в цілому збереглась – вилов п'ятирічників на зусилля дрібновічкових сіток у 2021 р. перевищував показник 2020 р. у 1,5 разів.

Відмічені зміни в модальному ряді та певне зростання частки старших вікових груп зумовили зростання середньовиваженого віку в уловах 2021 р. до 5,2 років, проте відмічені у минулих роках негативні тенденції, пов'язані з посиленням вилученням середніх вікових груп, простежуються і в 2021 р. На це, зокрема, вказують і стабільно низькі показники вилову плоскирки на зусилля порядку промислових сіток, який, хоч і збільшився у 2021 р. – до 329 екз. (52,1 кг), проте залишається на низькому рівні для даного виду в Кременчуцькому водосховищі.

Головним чином це пов'язане з тим, що основне промислове навантаження на цей вид забезпечується сітками з кроком вічка $a=38-40$ мм. При цьому середня довжина плоскирки в уловах сіток з $a=38$ мм у 2019-2021 рр. склала $16,97\pm 0,38$ см, в сітках з кроком вічка $a=40$ мм – $19,07\pm 0,41$ см, тобто збільшення інтенсивності промислу насамперед буде спрямовуватися на п'яти-шестирічників. Аналогічні результати були отримані і для плоскирки Київського водосховища – в сітках з кроком вічка $a=38$ мм сумарна частка цих вікових класів склала 67,1%, в сітках з кроком вічка $a=40$ мм – 55,6% [77].

Таким чином, для покращення (як з точки зору накопичення питомої біомаси за віковими класами, так і формування популяційної плодючості) структури модального ряду популяції плоскирки Кременчуцького водосховища слід перенести промислове навантаження на 1-2 вікових класи у бік правого крила варіаційного ряду, зокрема, для інтенсифікації вилову плоскирки сітками з кроком вічка $a=45-50$ мм. Середня за 2019-2021 рр. довжина плоскирки в сітках з $a=50$ мм склала $23,07\pm 0,57$ см, що гарантовано виведе з-під промислового навантаження вікові групи, які складають основне поповнення як промислового, так і репродуктивного ядра популяції.

Основним видом, молодь якого приловлюється зазначеними сітками, є лящ. Частка нестатевозрілого ляща в уловах становить в середньому: для сіток з $a=50$ мм – 62,9–72,6%, сіток з $a=60$ мм – 21,2–31,3%. Разом з тим, на частку зазначених сіток в середньому припадає (за кількістю) біля 30% загального вилову ляща порядком сіток з $a=30-120$ мм, тобто фактична частка прилову у більшості випадків не перевищує 20%. Загальна частка нестатевозрілих особин всіх видів (за кількістю) в уловах сіток з кроком вічка 50-60 мм у Кременчуцькому водосховищі у 2020-21 рр. становила 13,9%, що є цілком прийнятним показником.

Крива улову плоскирки (праве крило якої є ідентичною кривій населення) протягом всього періоду досліджень мала характерні ознаки, тобто основні тенденції щодо динаміки структурних показників та питомої чисельності різних вікових груп можуть бути визначені, як стабільні; виключення складали лише

величина кута нахилу правого крила до осі абсцис, що було зумовлено коливаннями смертності в окремі роки.

За даними досліджень 2016-2021 рр. показники смертності плоскирки Кременчуцького водосховища змінювались в межах: $\varphi_Z = 0,41\text{--}0,57$; $\varphi_M = 0,19\text{--}0,30$; $\varphi_F = 0,18\text{--}0,33$ (рис. 4.6).

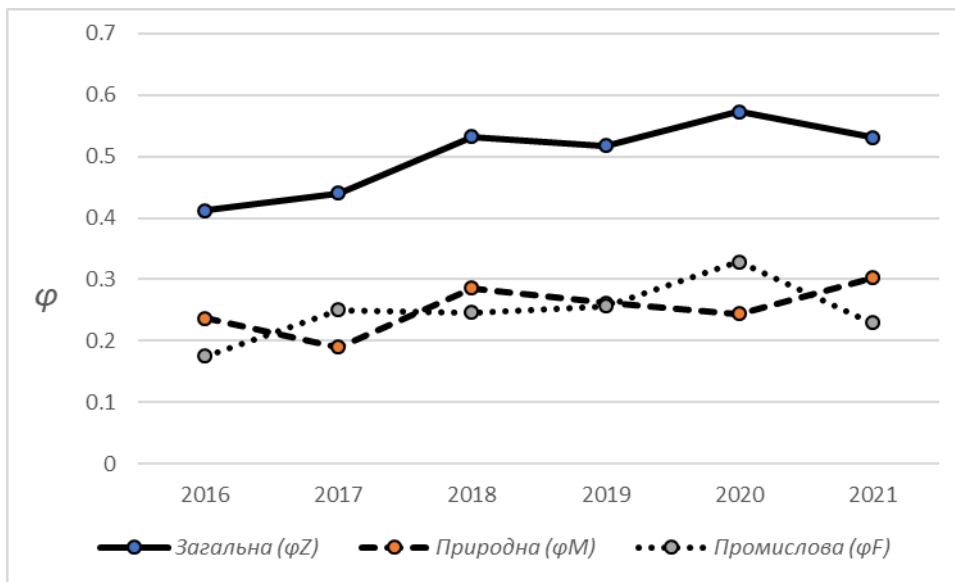


Рис. 4.6. Річна смертність φ плоскирки Кременчуцького водосховища

Таким чином, протягом дослідженого періоду структурні показники, які є інтегральними характеристиками стану та експлуатації промислової біомаси плоскирки Кременчуцького водосховища відповідали рівню, характерному для середньоциклових видів з нечисельним поповненням та високою (для окремих років – дуже високою) інтенсивністю елімінації [73].

4.3. Біологія синця Кременчуцького водосховища

В контрольних 2016 р. було зафіксовано всього 4 вікових групи синця - від двох- до п'ятирічок (максимальна довжина в уловах – 27 см), тобто в поточному році простежується погіршення структурних показників популяції даного виду. Разом з тим, синець відноситься до видів, на якість зібраних матеріалів за якими найбільш негативно вплинули організаційні ускладнення поточного року, тому отримані результати мають лише загальний характер і

можуть бути не повністю адекватними сучасним структурно-функціональним показниками промислового стада цього виду.

Основу популяції в уловах (74,5%) склали трирічники довжиною 20-22 см, тобто модальний ряд помітно звузився. Зростання частки молодших вікових груп спричинило суттєве зниження середньовиваженого віку – до 2,9 років проти 3,5 років у 2015 р., проте враховуючи динаміку улову синця на зусилля контрольного порядку, можна зробити висновок про помірну елімінацію його середніх вікових груп на тлі чисельного поповнення новими генераціями.

Відповідно змінився і розподіл уловів синця за кроком вічка: частка сіток з кроком вічка $a=30-36$ мм продовжує зростати – до 94,2% загального вилову порядку за чисельністю та 94,3% за масою (що в 1,5 рази перевищує минулорічні показники). Частка сіток з кроком вічка 40-45 мм (які можна вважати оптимальними для промислу даного виду в Кременчуцькому водосховищі), навпроти, різко зменшилась – до 5,7% за масою; в сітках з роком вічка $a=50$ мм і більше синець взагалі не фіксувався. Відповідно, на поточний рік сировинна база промислу (якщо не враховувати певну погрішність отриманих результатів) буде недостатньою, проте на наступний рік слід очікувати чисельне поповнення контингентами, які доста пуні для ефективного промислу дрібновічковими сітками. Загальний улов синця за 100 сіткодів контрольного порядку в 2016 р. значно зріс (в основному за рахунок сіток з $a=30$ мм) – до 2038 екз (296 кг) проти 192 екз (40 кг) у 2015 р., що, як зазначалось вище, підтверджує висновок про наявність чисельного поповнення.

У контрольних 2017 р. було зафіксовано всього 4 вікових групи синця - від двох- до п'ятирічок (максимальна довжина синця в уловах – 26 см), тобто погіршення структурних показників популяції даного виду набуло вже сталого характеру. Основу популяції в уловах (79,7%) склали три-чотирирічники довжиною 20-24 см, тобто відсутність старших вікових синця відмічається вже протягом п'яти суміжних років. Переважання молодших вікових груп та редукція правого крила варіаційного ряду спричинює стабільно низький середньовиважений вік в уловах – 2,9-3,5 років (у 2017 р. – 3,2 роки) [72].

Враховуючи динаміку улову синця на зусилля контрольного порядку, можна зробити висновок про посилену елімінацію його середніх вікових груп на тлі недостатнього поповнення новими генераціями. Загалом крива улову цього виду має дуже великий кут нахилу правого крила до осі абсцис, а вузька вершина свідчить про незбалансованість системи "поповнення-залишок".

Розподіл улову за кроком вічка контрольних сіток також свідчить про переважання в стаді молодших вікових груп. Основний улов як за кількістю (71,2%), так і масою (67,6%) стабільно забезпечувався сітками з кроком вічка 30-36 мм. На частку сіток, які обловлюють найбільш продуктивні розмірновагові групи цього виду у 2017 р. припало 28,8% улову за чисельністю та 32,3% за масою, що свідчить про накопичення певної частку середніх вікових груп, доступних для ефективного промислу у поточному році. Проте зниження у 2017 р. показників вилову на зусилля контрольного порядку – до середньорічного рівня 395 екз (60 кг) проти 2038 екз (296 кг) свідчить про відсутність об'єктивних передумов для збільшення уловів цього виду у Кременчуцькому водосховищі.

В уловах 2018 р. було зафіксовано всього 3 вікових групи синця - від трьох- до п'ятирічок (максимальна довжина синця в уловах – 27 см), тобто погіршення структурних показників популяції даного виду набуло вже сталого характеру. Основу популяції в уловах (65,7%) склали чотирирічники довжиною 22-24 см, тобто відсутність старших вікових синця відмічається вже протягом шести суміжних років. Переважання молодших вікових груп та редукція правого крила варіаційного ряду спричинює стабільно низький середньовиважений вік в уловах – 2,9-3,5 років, середньовиважена довжина у 2018 р. склала 22,9 см. маса – 180 г. Враховуючи зниження улову синця на зусилля дрібновічкових сіток з $a=38-40$ мм (до 23 екз (4 кг) у 2018 проти 247 екз (40 кг) у 2017 р.), можна зробити висновок про посилену елімінацію його середніх вікових груп; стан поповнення цього виду за даними 2018 р. оцінити неможливо. Загалом крива улову цього виду має дуже великий кут нахилу правого крила до осі абсцис, а вузька вершина свідчить про незбалансованість

системи "поповнення-залишок". Нестабільність (із загальною тенденцією до погіршення) кількісних та якісних показників синця в останні роки свідчить про необхідність зменшення прогнозу допустимого улову цього виду у Кременчуцькому водосховищі.

Темп лінійного та вагового росту синця в Кременчуцькому водосховищі є високими, умови нагулу не лімітують формування промислового запасу цього виду. За даними досліджень 2018 р. показники, які характеризують стан та експлуатацію запасів синця Кременчуцького водосховища становили: К заг. см – 60,3%; К прир. см – 44,8; Квилову – 15,5.

В контрольних уловах 2019 р. було зафіксовано всього 5 вікових груп синця - від двох- до шестирічок (максимальна довжина синця в уловах – 28 см), тобто погіршення структурних показників популяції даного виду набуло вже сталого характеру. Основу популяції в уловах (77,3%) склали тричотирирічники довжиною 19-24 см; відсутність старших вікових синця відмічається вже протягом семи суміжних років. Переважання молодших вікових груп та редукція правого крила варіаційного ряду спричинює стабільно низький середньовиважений вік в уловах – 2,9-3,5 років (у 2019 р. – 3,5 років). Враховуючи динаміку улову синця на зусилля контрольного порядку, можна зробити висновок про посилену елімінацію його середніх вікових груп на тлі недостатнього поповнення новими генераціями. Так, вилов чотирирічників на зусилля порядку сіток у 2018 р. склав 23 екз, вилов цієї генерації (п'ятирічників) у 2019 р. – 7 екз, що відповідає смертності $\varphi_z=0,69$. Загалом крива улову цього виду має дуже великий кут нахилу правого крила до осі абсцис, що є наслідком незбалансованості системи "поповнення-залишок".

Розподіл улову за кроком вічка контрольних сіток також свідчить про переважання в стаді молодших вікових груп. Основний улов як за кількістю (78,7%), так і масою (62,9 %) стабільно забезпечувався сітками з кроком вічка 30-36 мм. На частку сіток, які обловлюють найбільш продуктивні розмірні-вагові групи цього виду у 2019 р. припало 37,0% загальної маси улову, що свідчить про накопичення певної частку середніх вікових груп, доступних для

ефективного промислу у поточному році. Проте зниження у 2019 р. показників вилову на зусилля контрольного порядку нижче середньорічного рівня – до 111 екз (22 кг) свідчить про відсутність об'єктивних передумов для збільшення уловів цього виду у Кременчуцькому водосховищі.

Темп лінійного та вагового росту синця в Кременчуцькому водосховищі є високими, умови нагулу не лімітують формування промислового запасу цього виду. За даними досліджень 2019 р. показники, які характеризують стан та експлуатацію запасів синця Кременчуцького водосховища становили: К заг. см – 57,4%; К прир. см – 33,1; Квилову – 24,3%.

В промислових уловах 2020 р. було зафіксовано 6 вікових груп синця - від двох- до семирічок (гранична довжина синця в уловах – 30 см); основу популяції в уловах (86,2%) складали три-чотирирічники довжиною 19-24 см; відсутність старших вікових синця відмічається вже протягом восьми суміжних років. Переважання молодших вікових груп та редукція правого крила варіаційного ряду спричинює стабільно низький середньовиважений вік в уловах – 2,9-3,5 років (у 2020 р. – 3,6 років). Враховуючи динаміку улову синця на зусилля контрольного порядку, можна зробити висновок про посилену елімінацію його середніх вікових груп на тлі невисокого поповнення новими генераціями, яке у поточному році значно покращилось – так трирічників на зусилля дрібновічкових сіток у 2019 р. склав 35 екз, тоді як у 2020 р. – 111 екз. При цьому вилов чотирирічників на зусилля у 2019 р. склав 51 екз, вилов цієї генерації (п'ятирічників) у 2020 р. – 16 екз, що відповідає смертності $\varphi_Z=0,70$. Загалом крива улову цього виду має дуже великий кут нахилу правого крила до осі абсцис, що є наслідком незбалансованості системи "поповнення-залишок".

Показників вилову синця на зусилля порядку нижче дрібновічкових сіток у 2020 р. хоч і збільшилась у порівнянні з минулим роком – до 223 екз (38 кг), знаходяться на достатньо низькому рівні, що свідчить про відсутність об'єктивних передумов для збільшення уловів цього виду у Кременчуцькому водосховищі.

За даними досліджень 2020 р. показники, які характеризують стан та експлуатацію запасів синця Кременчуцького водосховища становили: К заг. см – 60,9%; К прир. см – 35,7; Квилову – 25,2%.

За даними аналізу розмірної структури цього виду, основу (до 90%) промислових уловів синця Кременчуцького водосховища в осінній період 2020 р. склали чотири-п'ятилітки довжиною 20-25 см; старші вікові групи в уловах не зафіксовані. Аналогічна картина (вузький розмірно-віковий ряд з певним зсуванням моди в бік правого крила) була відмічена і для весняно-літнього (березень, червень) періоду 2021 р. – в уловах синець був представлений в основному (72,5% загальної чисельності) особинами довжиною 22-25 см, гранична довжина склала 30 см.

Вузький віковий ряд в уловах може бути зумовлений двома основними причинами – обмежений крокі вічка в промислових сітках ($a=38-40$ мм, які селективно обловлюють певні вікові групи) та наявністю двох чисельних генерацій (2016-17 рр. народження), які у 2020 р. увійшли до промислового стада і зумовили різке зростання кількісних показників уловів.

Враховуючи динаміку розмірного складу синця в уловах 2018-2019 рр., вплив другого чинника може вважатися суттєвим. Разом з тим, в літній період 2020 р. вилов синця (який був представлений в основному три-чотирирічниками) на зусилля дрібновічкових сіток склав до 223 екз (38 кг), тоді як в осінній період – 1250 екз. (245 кг). Середньовиважені довжина та маса синця в осінніх уловах дещо збільшилась – з 21,8 см та 174 г до 22,6 см та 195 г, що може бути пояснене індивідуальним ростом – так, за даними весняно-літніх уловів 2021 р. середньовиважена довжина синця склала 23,3 см, маса – 209 г. При цьому питомих вилов чотириліток (наймолодшої вікової групи, яка формує промислове ядро популяції) у 2020 р. збільшився з 111 до 562 екз. Відповідно, різке збільшення уловів синця в осінній період в середній частині Кременчуцького водосховища певною мірою може бути пов'язане з міграційними процесами, проте високі осінні улови цього виду в нижній

частині, зокрема, районі м. Світловодськ, свідчать, що цей чинник не був основним.

У весняно-літній період 2021 р. вилов п'ятиліток синця на зусилля промислових сіток склав 332 екз, тобто загальна смертність протягом жовтня-червня склала $\varphi_z=0,41$, що для даного вікового класу цього виду є цілком прийнятним показником.

Показників вилову синця на зусилля порядку нижче дрібновічкових сіток у 2021 р. збільшилась у порівнянні з минулим роком – до 543 екз (100 кг), і знаходяться на прийнятному для цього виду рівні достатньо, що свідчить про можливі передумови для збільшення уловів цього виду у Кременчуцькому водосховищі.

За даними досліджень 2021 р. показники, які характеризують стан та експлуатацію запасів синця Кременчуцького водосховища становили: К заг. см – 54,3%; К прир. см – 38,5; К вилову – 15,8%.

В цілому, за результатами дослідних уловів 2016-20 рр., показники, які характеризують стан поповнення та експлуатації основних промислових видів риби Кременчуцького водосховища, і є інтегральними характеристиками умов існування, характеризуються значеннями, які відповідають помірно рівню елімінації, в тому числі і за рахунок промислу. Виключення складає судак, скорочення вікового ряду якого (популяція якого, зокрема в уловах 2017 р. була представлена всього 5 віковими групами) спричинює збільшення показників елімінації, особливо середніх вікових груп. У 2020 р. коефіцієнт загальної річної смертності коливався в межах від 0,34 (сазан) до 0,65 (судак), в основному складаючи 0,35-0,50 (табл. 4.1). Ступінь промислового використання сировинних ресурсів водосховища за величиною промислової смертності характеризується середніми та високими значеннями (0,17-0,40).

Синець відноситься до другорядних промислових видів Кременчуцького водосховища, вилов якого значною мірою визначається організацією промислу, зокрема, мінімально дозволеним розміром вічка в знаряддях лову. Динаміка промислових уловів синця в Кременчуцькому водосховищі в останні 10 років

має риси, притаманні майже всім дрібночастиковим видам на дніпровських водосховищах – двократне зростання в період 2017-18 рр. та подальше зниження у 2019 р. Проте, на відміну від інших другорядних дрібночастикових видів, у 2020 р. спостерігалось помітне збільшення уловів синця, при цьому станом на 01.10.2020 р. загальний прогноз за цим видом було повністю вичерпано.

Таблиця 4.1

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

Види риб	Смертність, %		
	Загальна (φ _Z)	Природна (φ _M)	Промислова (φ _F)
2017 р.			
Синець	51,0	40,0	10,0
2018 р.			
Синець	60,3	44,8	15,5
2019 р.			
Синець	57,4	33,1	24,3
2020 р.			
Синець	60,9	35,7	25,2

Аналогічна картина спостерігалась і для питомого вилову (рис. 4.7), що підтверджує висновок про значний вплив організаційних чинників на величину уловів цього виду.

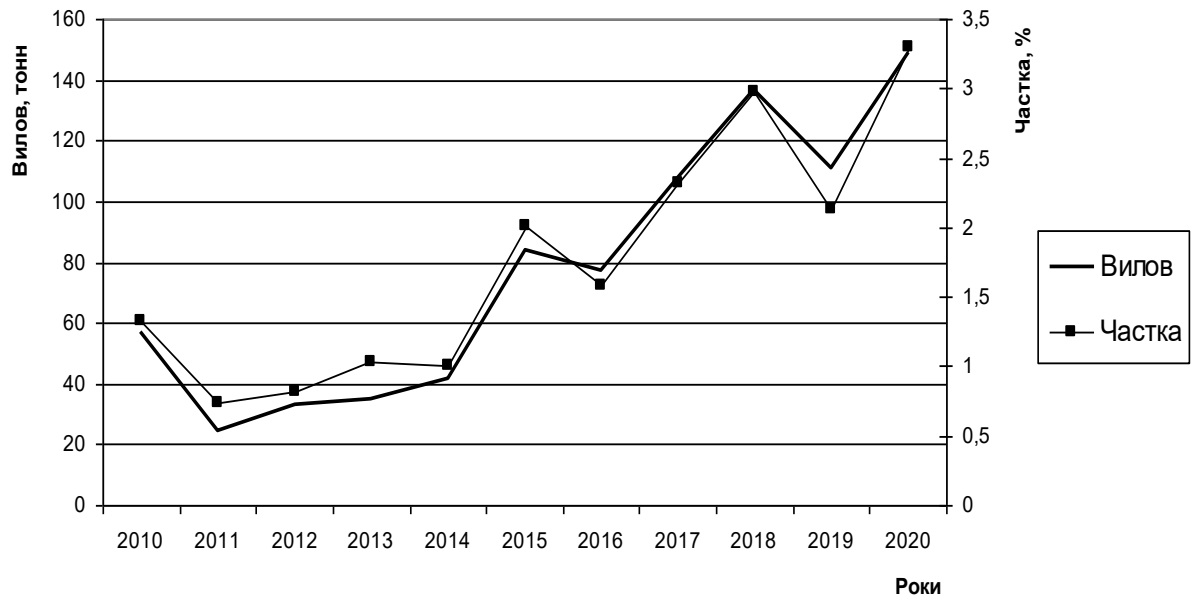


Рис. 4.7. Показники абсолютного та питомого (частка від загального) промислового вилову синця Кременчуцького водосховища (2010-2014 рр. – дані ІРГ НААН)

Промисловою статистикою Кременчуцького водосховища станом на 01.07.2021 р. зафіксовано 126,8 т синця, або 94,7% прогнозу. При цьому спостерігається чітко виражена просторова диференціація уловів цього виду. Так, на частку користувачів Полтавської області припало 36,7% загального улову синця, Кіровоградської області – 25,0%, Черкаської області – 31,1%; при цьому на частку Черкаської області протягом вказаного періоду припало 69,7% загального вилову дрібночастикових видів, які обловлюються тими ж сітками, що і синець; для Полтавської області цей показник склав 11,3%, Кіровоградської – 18,2%. Тобто, питоме вилучення синця в Черкаській області було майже вдвічі меншим, ніж в середньому по водосховищу. Слід зазначити, що у минулому році таке явище не спостерігалось – на частку користувачів Черкаської області припало 65,4% загального вилову синця Кременчуцького водосховища (на частку Полтавської області – 13,7%, Кіровоградської – 20,4%).

За даними аналізу розмірної структури цього виду, основу (до 90%) промислових уловів синця Кременчуцького водосховища в осінній період 2020 р. складала чотири-п'ятилітки довжиною 20-25 см; старші вікові групи в уловах

не зафіксовані. Аналогічна картина (вузький розмірно-віковий ряд з певним зсуванням моди в бік правого крила) була відмічена і для весняно-літнього (березень, червень) періоду 2021 р. – в уловах синець був представлений в основному (72,5% загальної чисельності) особинами довжиною 22-25 см, гранична довжина склала 30 см (табл. 4.2).

Вузький віковий ряд в уловах може бути зумовлений двома основними причинами – обмежений крокі вічка в промислових сітках ($a=38-40$ мм, які селективно обловлюють певні вікові групи) та наявністю двох чисельних генерацій (2016-17 рр. народження), які у 2020 р. увійшли до промислового стада і зумовили різке зростання кількісних показників уловів.

Враховуючи динаміку розмірного складу синця в уловах 2018-2019 рр., вплив другого чинника може вважатися суттєвим.

Таблиця 4.2

Варіаційний ряд синця в уловах сіток з кроком вічка $a=38-40$ мм на
Кременчуцькому водосховищі

Період	Розмірні групи, см							Серед- ня виваж.	Кільк. екз.
	<19	19-20	21-22	23-24	25-26	27-28	29-30		
2020 (осінь)	0,9	12,9	39,8	28,7	11,7	4,6	1,4	22,6	569
2021 (весна, літо)	0,1	3,3	29,4	46,4	18,5	2,2	0,1	23,3	461

Разом з тим, в літній період 2020 р. вилов синця (який був представлений в основному три-чотирирічниками) на зусилля дрібновічкових сіток склав до 223 екз (38 кг), тоді як в осінній період – 1250 екз. (245 кг). Середньовиважені довжина та маса синця в осінніх уловах дещо збільшилась – з 21,8 см та 174 г

до 22,6 см та 195 г, що може бути пояснене індивідуальним ростом – так, за даними весняно-літніх уловів 2021 р. середньовиважена довжина синця склала 23,3 см, маса – 209 г. При цьому питомий вилов чотириліток (наймолодшої вікової групи, яка формує промислове ядро популяції) у 2020 р. збільшився з 111 до 562 екз. Відповідно, різке збільшення уловів синця в осінній період в середній частині Кременчуцького водосховища певною мірою може бути пов'язане з міграційними процесами, проте високі осінні улови цього виду в нижній частині, зокрема, районі м. Світловодськ, свідчать, що цей чинник не був основним.

У весняно-літній період 2021 р. вилов п'ятиліток синця на зусилля промислових сіток склав 332 екз, тобто загальна смертність протягом жовтня-червня склала $\varphi_Z=0,41$, що для даного вікового класу цього виду є цілком прийнятним показником.

Таким чином, при визначенні коефіцієнту прогнозного поповнення промислового ядра популяції синця у 2020-21 рр., не були повністю враховані кількісні показники чисельних генерацій 2016-17 рр., які у поточному році повністю перейшли до промислових контингентів, які обловлюються оптимальними для другорядних дрібночастикових видів сітками з кроком вічка $a=38-45$ мм. В розрахунках запасу на 2020 р. величина поповнення були прийнята, як $\Delta_n B=298,9$ т; фактичний улов чотириліток перевищує прогнозний у 5,1 разів. На частку тріліток припадає 35 % загального поповнення популяції синця (основу промислового стада складають 2 вікових класи), тобто розрахункове збільшення цього показника у 2020 р. складає 428,9 т., що дає розрахунковий запас у 2020 р. на рівні 726 т. При оптимальному для середньоциклових видів 25%-му вилученні це відповідає можливому вилову – 182 т; фактичний вилов синця у 2020 р. склав 149 т, тобто залишок промислового запасу синця на 2021 р. складає 431,0 т (середня природна смертність цього виду складає $\varphi_F = 0,247$).

Враховуючи подібність структури варіаційних рядів в уловах 2020 та 2021 р., величина поповнення у 2021 р. може бути прийнята на рівні

минулорічної, тобто загальний промисловий запас синця у 2021 р. може бути визначений, як 860 т, що відповідає можливому вилову на рівні 215 т.

Обмеження використання молодших вікових груп на тлі невисокого загального освоєння прогнозу (з урахуванням додаткового можливого вилову) забезпечило посилене накопичення промислових контингентів синця, які у II півріччі поточного року можуть обловлюватися сітками з кроком вічка 40 мм і більше без додаткового негативного впливу на процеси формування промислового та репродуктивного ядра його популяції. При цьому абсолютний вилов сіток з кроком вічка 40 мм і більше у 2021 р. збільшився у 1,3 рази, тобто, враховуючи розподіл розмірно-вікових груп цього виду за кроком вічка, основне промислове навантаження буде спрямовано на його середні та старші вікові групи.

4.4. Структурні показники популяції окуня

Промисловий вилов риби на внутрішніх водоймах традиційно базувався на таких частикових видах як лящ та плітка, які разом формували більше 90% загального вилову. Питання послаблення промислового пресу на масові види риб завжди було актуальним питанням. Це можливо досягнути за рахунок реалізації концепції багатовидового рибальства, із залученням всього комплексу видів, які за рибогосподарською класифікацією відносяться до промислових [12, 120, 179]. До таких перспективних об'єктів промислу відноситься окунь – масовий дрібночастиковий вид, який у водосховищах України утворив стабільні, достатньо чисельні популяції [27, 65].

Іхтіофауна водосховищ представлена консументами практично всіх порядків, тому її якісні та кількісні показники є інтегральною характеристикою потоків речовини та енергії на різних трофічних рівнях та впливу на них зовнішніх факторів. Особливо показовим в цьому відношенні є хижий іхтіокомплекс, показники якого, з одного боку, залежать від якісних та кількісних характеристик кормової бази, а з іншого – є потужним чинником впливу на чисельність та розподіл "мирних" риб. Зокрема, у цьому аспекті слід

відзначити вплив окуня на цьогорітній посадковий матеріал рослиноїдних риб – основних об'єктів штучного відтворення іхтіофауни дніпровських водосховищ.

Таким чином, викладене вище викликало нагальну необхідність та актуальність з'ясування сучасного біологічного стану популяції окуня звичайного у Кременчуцькому водосховищі. У цьому контексті найважливішими показниками для складу прогнозу є біологічні та екологічні особливості популяції, а саме розмірна-вікова та статеві структура популяції, структура нерестового стада, тощо.

Окунь традиційно посідає невелике місце у формуванні промислових уловів Кременчуцького водосховища – традиційно його частка в уловах не перевищувала 1,0%, лише в останні 5 років цей показник збільшився до 2,0-2,5% (рис. 4.8).

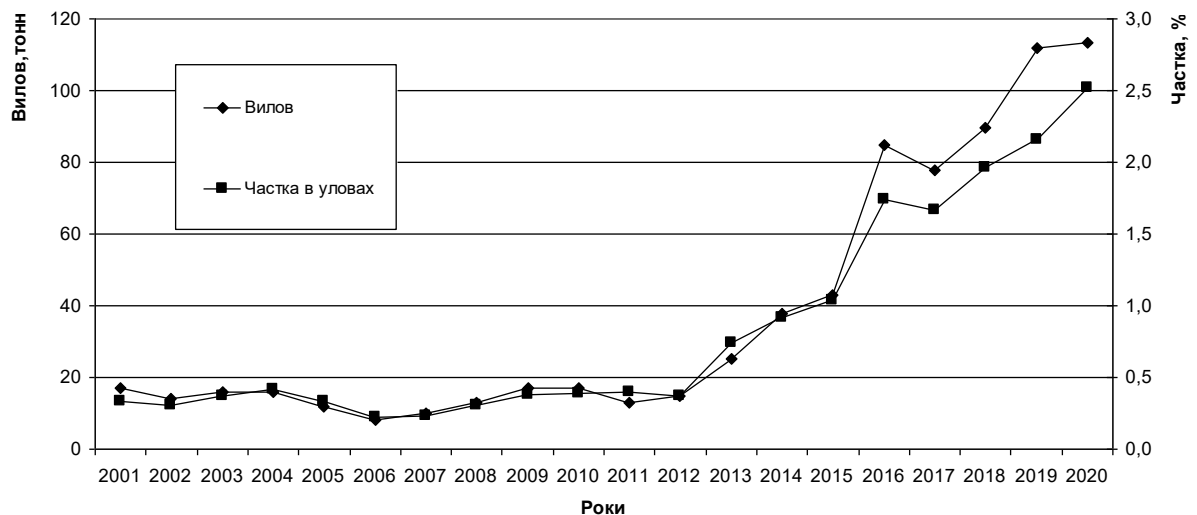


Рис. 4.8. Динаміка промислових уловів окуня Кременчуцького водосховища.

Абсолютні показники вилову окуня мають чітко виражену тенденцію до зростання, причому ця тенденція проявляється в більшій мірі, ніж у інших дрібночастикових риб – так, збільшення середньорічних уловів окуня у 2019-21 рр. у порівнянні з 2001-2003 рр. склало 7,8 разів, тоді як для синця цей показник дорівнював 1,3 рази, чехоні – 1,2 рази, краснопірки – 6,1 рази.

За даними аналізу усереднених показників розподілу уловів за кроком вічка контрольних сіток, основний вилов окуня як за чисельністю, так і масою забезпечувався за рахунок сіток з $a=30-36$ мм (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Розподіл питомого улову за кроком вічка (у перерахунку на зусилля контрольних сіток), %

Показники	Крок вічка, мм		
	30-36	40-50	60-70
Чисельність	50,31 \pm 9,43	39,80 \pm 9,87	9,88 \pm 6,11
Біомаса	45,85 \pm 10,47	42,11 \pm 10,32	12,04 \pm 7,87

Враховуючи, що з 2008 р. на Кременчуцькому водосховищі були заборонені на промислі сітки з кроком вічка менше $a=36$ мм, а з 2015 р. – сітки з кроком вічка не менше $a=38$ мм [119], можна припустити, що таке зростання уловів має якісний характер – за рахунок перенесення промислового навантаження на більш старші вікові групи. Для перевірки цієї гіпотези нами були проаналізовані структурні показники окуня в контрольних і промислових уловах в період різкого зростання уловів цього виду.

Для окуня в уловах 2015 р. відмічене покращення практично всіх структурних характеристик: збільшення наповнення правого крила варіаційного ряду (внаслідок чого середня маса зросла до 280 г), збільшення частки старших вікових груп – на відміну від минулого року окунь фіксувався в сітках з $a=70-100$ мм, на частку яких припало 2,8% загального улову та розширення модального ряду за рахунок середніх вікових груп: максимальний улов за чисельністю (56,4% від загальної) у 2015 р. припав на сітки з $a=36-40$ мм, тоді як за масою (63,6%) – на сітки з $a=40-55$ мм. Загальний вилов окуня на зусилля контрольного порядку у 2015 р. склав 329 екз (91 кг), що значно перевищує минулорічні показники, проте, може бути пов'язане з умовами проведення ловів, які базувались на біотопах масового скупчення середніх та старших вікових груп цього виду.

Варіаційний ряд окуня в уловах мав вигляд лівоасиметричної кривої з гострою вершиною та кутом нахилу правого крила до осі абсцис, який наближений до прямого (рис. 4.9).

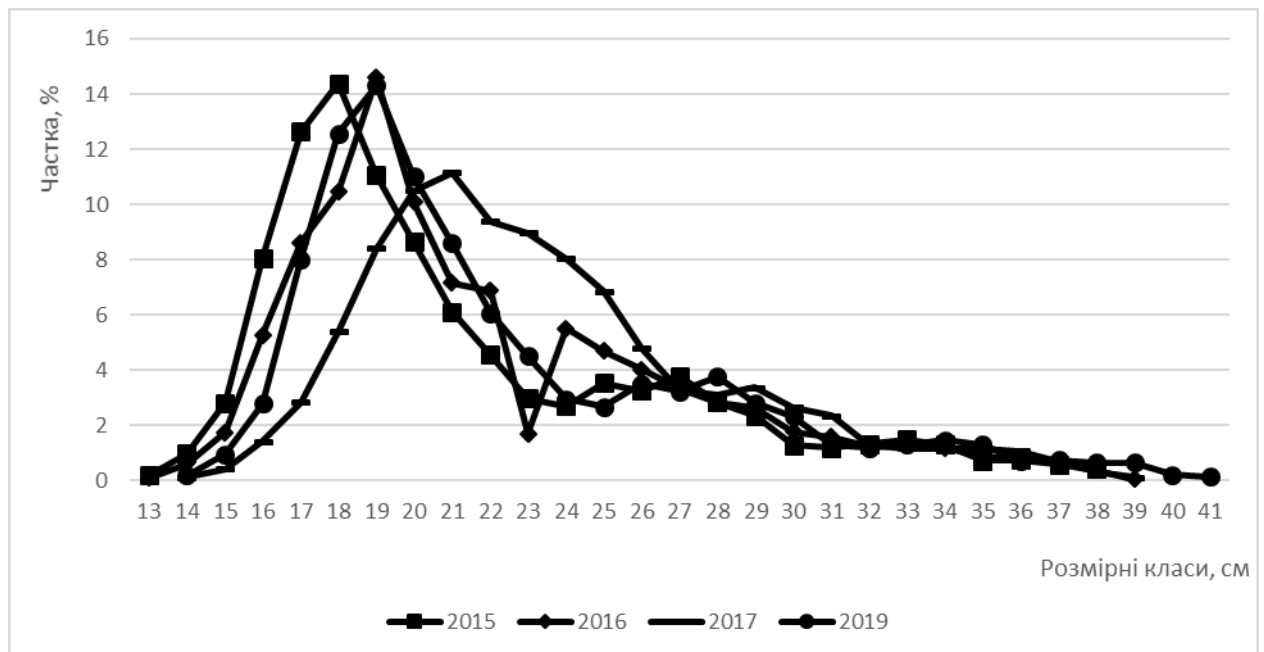


Рис. 4.9. Варіаційний ряд окуня Кременчуцького водосховища в уловах контрольних сіток ($a=30-70$ мм).

В уловах 2016 р. цей вид був представлений достатньо широким віковим рядом, основу популяції складали чотири-шестирічні особини. Частка старших вікових груп залишається достатньо високою: у 2016 р. 12,6%, що і зумовлює стабільно високі показники середньопопуляційної маси – 270 г. Як і в минулому році, окунь фіксувався практично у всьому наборі кроку вічка, при цьому на частку крупновічкових сіток припало 6,4% загальної маси улову контрольним порядком (у 2015 р. цей показник склав 2,8%). Розподіл улову за роком вічка у 2016 р. був у цілому аналогічним минулорічному: основний вилов за чисельністю (61,5% від загальної) припав на сітки з $a=36-40$ мм, за масою (64,5%) – на сітки з $a=36-45$ мм. Загальний вилов окуня на зусилля контрольного порядку у 2016 р. продовжує зростати: до 1154 екз (313 кг) проти 329 екз (91 кг) у 2015 р., причому основне зростання відмічене для сіток з $a=36-45$ мм, тобто контингентів, які у 2017 р. будуть доступні для ефективного промислу в стандартному для даного водосховища режимі.

В контрольних уловах 2017 р., як і в минулому році, окунь був представлений різновіковою популяцією, основу якої (74,7%) склали тришестирічники довжиною 15-24 см. Частка старших вікових груп в уловах продовжує зростати – до 7,3% проти 7,9% у 2016 р. (гранична довжина в уловах 2017 р. – 33 см), що, враховуючи достатньо високі улови сіток з кроком вічка 50 мм і більше – 66 екз (21 кг) свідчить про подальше накопичення старших вікових груп цього виду. Разом з тим, збільшення частки поповнення у поточному році (до 22,5%) призвело до стабілізації середньовиважених показників популяції в уловах 2017 р. – довжина склала 19,1 см, маса – 185 г. Основний улов окуня як за чисельністю (74,4%), так і масою (56,1%) забезпечувався сітками з $a=30-36$ мм, проте високий питомий вилов сіток з $a=40-50$ мм (43,2% за масою) свідчить про наявність достатнього запасу для раціонального промислу цього виду в поточному році та можливості переходу чисельного залишку середніх вікових груп на 2018 р. Загальний вилов окуня контрольним порядком сіток у 2017 р. склав 258 екз. (48 кг), певне зниження відмічено переважно для сіток з кроком вічка $a=50$ мм і більше [].

В промислових уловах 2018 р. окунь був представлений особинами довжиною від 20 до 40 см, основу стада (52,8%) формували контингенти довжиною 22-30 см, тобто середні та старші вікові групи. Частка старших вікових груп продовжує збільшуватися, що і зумовлює стабільне зростання середньопопуляційних довжини і маси – до 28,9 см та 650 г проти 23,4 см та 368 г у 2017 р. проте значною мірою це може пов'язане з обмеженістю проаналізованого набору дрібновічкових сіток. Як і в минулих роках, окунь фіксувався практично у всьому наборі кроку вічка, при цьому на частку крупновічкових сіток припало 32,7% загальної маси улову контрольним порядком (у 2017 р. цей показник склав 14,8%, у 2016 р. – 2,8%). Проте абсолютні показники улову окуня крупновічковими сітками у поточному році знизились – з 58 екз (51 кг) до 6 екз (5 кг), що не дає підстав для збільшення прогнозних уловів цього виду.

Відсутність на лову сіток з кроком вічка менше $a=38$ мм вплинуло на структуру варіаційного ряду лише в частині зсування його вершини у бік правого крила, тоді як форма кривих залишилась практично однаковою – вузька вершина, яку складають два-три розмірних класи та різкий спад (рис. 4.10).

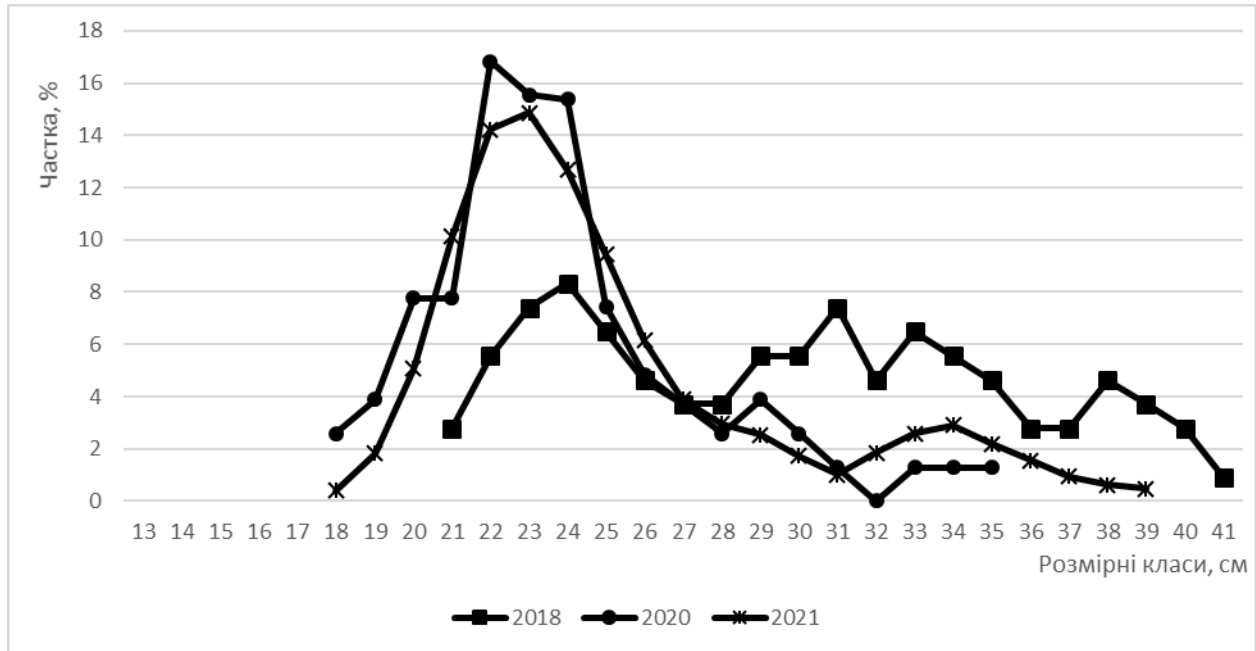


Рис. 4.10. Варіаційний ряд окуня Кременчуцького водосховища в умовах промислових сіток ($a=40-70$ мм).

В контрольних умовах 2019 р. спостерігається розширення варіаційного ряду цього виду – термінальними розмірними класами були 14-39 см. Основу популяції (71,2%) складали чотири-семирічні особини довжиною 17-26 см. Частка старших вікових груп залишається достатньо високою: у 2019 р. – 11,4%, що і зумовлює достатньо високі середньовиважені показники популяції в умовах: довжина 22,3 см, маса – 312 г. Розподіл улову за роком вічка у 2019 р. відрізнявся від минулорічного: основний вилов за чисельністю (51,6%) припав на сітки з кроком вічка $a=30-36$ мм, за масою (49,2%) – на сітки з кроком вічка $a=40-50$ мм. На частку крупновічкових сіток припало 11,3% загальної маси улову контрольним порядком, що підтверджує висновок про накопичення старших вікових груп цього виду, які будуть доступні для промислу в поточному році. Враховуючи достатньо високі показники уловів окуня на зусилля контрольного порядку сіток у 2019 р.: 799 екз (255 кг) перспективи

формування промислового запасу цього виду протягом 2019-20 рр. можуть бути оцінені, як задовільні, зокрема, за рахунок континентів, які обловлюються сітками з кроком вічка 40-50 мм.

Промислові улови окуня в 2020 р. в основному формувались за рахунок особин довжиною 20-24 см, на частку яких припало 63,3% загальної чисельності окуня в уловах. Частка старших вікових груп продовжує зростати – з 11,4% у 2019 р. до 22,8% у 2020 р., що, поряд із збільшенням частки семирічників зумовило високі середньовиважені показники популяції: довжина 23,8 см, маса – 391 г. Враховуючи достатньо високі показники уловів окуня на зусилля сіток з $a=30$ мм у 2019 р.: 138 екз (23 кг) та вилов сітками з кроком вічка $a=38$ мм у 2020 р. – 29 екз (11 кг), перспективи формування промислового запасу цього виду протягом 2021 рр. можуть бути оцінені, як задовільні, зокрема, за рахунок континентів, які обловлюються сітками з кроком вічка 40-50 мм.

Промислові улови окуня в 2021 р. в основному формувались за рахунок особин довжиною 21-25 см, на частку яких припало 61,4% загальної чисельності окуня в уловах. Відмічене у минулі роки зростання частки старших вікових груп простежувалось і в 2021 р. – у 2019 р. цей показник склав 11,4%, у до у 2020 р. – 22,8%, у 2021 р. – 31,4%. Значне зростання питомої чисельності контингентів довжиною 30 см і більше (з 0,8% до 4,1%) на тлі помірного наповнення лівого крила варіаційного ряду (що, як зазначалось вище, може бути пов'язане з обмеженим кроком вічка в порядку промислових сіток), призвело до помітного зростання середньовиваженої довжини окуня в уловах 2021 р. – до 25,1 см проти 23,8 см у 2020 р. Враховуючи достатньо високі показники уловів окуня на зусилля сіток у 2021 р.: 53 екз (20 кг), можна зробити висновок про задовільне поповнення його популяції на тлі помірної експлуатації середніх вікових груп цього виду [13].

РОЗДІЛ 5.

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ДРУГОРЯДНИХ ПРОМИСЛОВИХ РИБ КРЕМЕНЧУЦЬКОГО ВОДОСХОВИЩА У ПЕРЕДНЕРЕСТОВИЙ ТА НАГУЛЬНИЙ ПЕРІОДИ

5.1. Вміст енергоємних речовин в організмі плоскирки в переднерестовий та нагульний періоди

Одним з масових видів риб у водосховищах дніпровського каскаду є плоскирка (*Blicca bjorkna* (L)). Відомо, що раніше її вилов в окремі роки у Кременчуцькому водосховищі коливався в межах від 7 до 21%. Екологічні умови і стан природної кормової бази дозволяють їй перебувати у водосховищі на третьому-четвертому місці після плітки, ляща та товстолоба [26].

Нерест плоскирки відбувається у другу декаду квітня-першу половину червня за температури води 18-22⁰С. Тривалість нересту плоскирки становить близько 40-45 днів. Рівень води у цей час досягав відмітки НПГ. Стабілізація рівня води під час нересту пояснює відсутність впливу цього чинника на ефективність природного нересту плоскирки [54].

Поміж тим існує позитивна залежність між температурою води і відносною чисельністю молодших вікових груп плоскирки, що підтверджує позитивний вплив температури води на ефективність природного нересту.

Вивченню фізіолого-біохімічних особливостей плоскирки присвячено відносно невелика кількість публікацій [68, 82, 144, 145]. Проте ці дослідження були проведені у семидесяті–восьмидесяті роки. На той час екологічні умови у Кременчуцькому водосховищі були підпорядковані Правилам експлуатації дніпровських водосховищ, які суттєво відрізняються від сучасного стану у зв'язку з глобальним потеплінням.

Крім того, доцільність поглибленого вивчення особливостей біохімічного складу органів і тканин статевозрілих особин плоскирки в різні періоди річного циклу визначається необхідністю отриманні інформації щодо особливостей процесів підготовки організму риб до їх зимівлі, з одного боку, а також – до

найважливішого етапу у їх життєдіяльності - до нересту. Ці питання в літературних джерелах не знайшли детального відображення [32].

Динаміка перебігу метаболічних процесів в організмі риб в різні періоди річного циклу у значній мірі залежить від екологічних умов, зокрема від рівневого, температурного режиму, концентрації кисню тощо, а також від наявності у водному середовищі корму та його хімічного складу [219].

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 НППГ 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 12-15⁰С - у травні, 14-24⁰С - у червні, 21-25⁰С - у липні, 20-24⁰С - у серпні та 16-23⁰С у вересні.

Середньодобова температура води у пререднерестовий період у квітні 2021 р. коливалась у межах 6-9⁰С, у травні- в межах 10-19⁰С.

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, які забезпечують процеси життєдіяльності організму в різні сезони року, та його адаптацію до змінених екологічних умов існування.

Найважливішими показниками обміну речовин, а відповідно і фізіологічного статусу риб, є вміст в їх органах і тканинах білків, ліпідів та вуглеводів, біосинтез яких здійснюється в основному в печінці - органі, який характеризується багатофункціональною діяльністю.

Дослідженнями встановлено, що у нагульний період загальний вміст білка в печінці статевозрілих особин плоскирки Кременчуцького водосховища лише на 10% перевищував значення зареєстровані у білих скелетних м'язах (табл. 5.1).

**Вміст загальних білків, ліпідів та глікогену в органах і тканинах
плоскирки Кременчуцького водосховища у нагульний і переднерестовий
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 період 2020 р.	183,6 \pm 21,4	201,8 \pm 11,2	26,5 \pm 7,1	231,9 \pm 41,6	8,3 \pm 1,1	39,9 \pm 7,1
Переднерес- товий період 2021 р.	159,1 \pm 7,7	225,5 \pm 10,5	12,0 \pm 2,2	50,1 \pm 10,5	10,6 \pm 1,6	49,1 \pm 8,1

Це може свідчити про те, що у Кременчуцькому водосховищі існують оптимальні екологічні умови та стан природної кормової бази, які забезпечують високий рівень пластичного обміну в організмі.

Адже відомо, що в період визрівання статевих продуктів спостерігається підвищення метаболічної активності печінки [58]. Так, на початкових стадіях трофоплазматичного росту ооцитів і сперматозоїдів відбувається біосинтез білків і ліпідів, наслідком чого є зростання біомаси печінки. У подальшому синтезовані печінкою білково-ліпідні комплекси транспортується до гонад, поповнюючи вміст жовтка яйцеклітин [149].

Слід зазначити, що спектр живлення плоскирки складають вищі водні рослини, черви, моховатки, молюски, нижчі ракоподібні, личинки і лялечки хірономід та інших комах. Значна роль в процесах живлення плоскирки належать детриту [35].

Відомо, що найважливішими функціями в життєдіяльності риб є визрівання статевих продуктів і нерест. Цим функціям підпорядковані всі інші процеси, які відбуваються в організмі риб. Загальновідомим є також те, що після зимівлі риб в їх органах і тканинах ще зберігається певна кількість

резервних речовин. Проте, після зимівлі організм, особливо статевозрілих риб, в залежності від екологічних умов зимівлі у тій чи іншій мірі стає виснаженим, що потребує поповнення резервних речовин організму пластичними та енергетичними компонентами для забезпечення завершення трофоплазматичного росту ооцитів та процесу нересту. Це поповнення здійснюється навесні у переднерестовий період, який характеризується деяким підвищенням температури до межі оптимальних значень, та наявністю природної кормової бази, які забезпечують процеси живлення риб і біосинтез в їх організмі резервних речовин [36].

У переднерестовий період нагул статевозрілих особин плоскирки відбувається в основному за рахунок молюсків і лялечок хірономід [36]. На початку періоду перед нерестом (III і III- IV стадії зрілості статевих продуктів) в органах і тканинах багатьох видів риб відмічається суттєве зростання вмісту білків і ліпідів [48, 85, 140, 144].

Після зимівлі, у переднерестовий період сумарний вміст білка у м'язах плоскирки був на 15,4% нижчим, у той час, як його вміст в печінці дещо зростав (на 11,8%), порівняно з показниками, встановленими у період нагулу. При цьому сумарний вміст білка в печінці плоскирки на 41,7% перевищував значення, зареєстровані у цей період у м'язах. Це може бути свідченням деякого зростання функціональної діяльності печінки у поповненні запасів білка на завершальній стадії визрівання статевих продуктів риб та в період їх нересту.

Відомо, що під час переднерестового періоду відбувається активація процесів білкового синтезу, зв'язаного з диференціюванням і трофоплазматичним ростом ооцитів. Для завершення процесів формування статевих продуктів риб у цей період слугують не лише компоненти корму, а й резерви, зосереджені в органах і тканинах внаслідок нагулу у попередній рік [148].

У період нагулу в печінці плоскирки встановлено досить високий загальний вміст ліпідів в печінці плоскирки, який у 8,8 рази перевищував

показники вмісту у м'язах. Це може бути свідченням наявності у водному середовищі у достатній кількості відповідних кормових об'єктів для живлення плоскирки, а з іншого боку, про високу біосинтетичну діяльність печінки, пов'язану з утворенням значної кількості пластичних і енергетичних резервів, необхідних для інтенсивного росту організму, а також для енергетичного забезпечення процесів його життєдіяльності в період зимівлі та дозрівання статевих продуктів на стадії вітелогенезу.

Згідно літературних даних максимальний вміст ліпідів в печінці реєструється у липні-серпні, що співпадає з інтенсивним нагулом і початком формування генеративної тканини [68, 84, 148]. Використані на репродуктивний процес поживні речовини за відгодівлі риб інтенсивно депонуються перш за все в печінці.

Слід зазначити, що у переднерестовий період загальний вміст ліпідів в печінці плоскирки у 4,4 рази переважав його вміст у білих скелетних м'язах, що може свідчити про високу інтенсивність функціональної діяльності печінки в процесах біосинтезу ліпідів напередодні періоду нересту, а також для енергетичного забезпечення трофоплазматичного росту ооцитів на завершальній стадії. Поряд з функціональним біосинтезом, в печінці відбувається депонування резервних речовин, зокрема ліпідів та глікогену.

Крім того, дослідженнями встановлено, що у переднерестовий період загальний вміст ліпідів у м'язах плоскирки був у 2,2 рази, а в печінці - у 4,6 рази меншим, порівняно з його вмістом у них в період нагулу, що може бути обумовлено значним використанням енергетичних резервів організму плоскирки в період зимівлі за середньодобової температури води 3⁰С, а з іншого боку, як вже відмічалось вище, з високою ліпідоутворюючою функцією печінки в період нагулу.

Згідно літературних даних [148] у переднерестовий період в результаті мобілізації енергії на процеси генеративного обміну загальний вміст ліпідів в органах і тканинах статевозрілих особин може зменшуватись, оскільки процеси диференціювання статевих продуктів є більш енергоємним процесом порівняно

з ростом. При цьому певна частина ліпідів використовується не в енергетичному, а в пластичному обміні, приймаючи участь в процесах утворення компонентів жовтка яйцеклітини.

Отримані нами дані співпадають з результатами інших досліджень, якими встановлено, що у статевозрілих особин плоскирки Можайського водосховища вже у травні виявлено значну кількість жиру в печінці [68]. Автори припускають, що, очевидно з прогрівом води і початком живлення у плоскирки відновлюються процеси біосинтезу ліпідів в організмі. Свідченням цього авторами також зареєстрований досить високий відносний вміст загальних ліпідів у цей період в печінці. При цьому встановлено, що у дозріваючих самиць більша частина синтезованих печінкою ліпідів надходить до гонад.

За даними літературних джерел відомо, що деякі види риб, зокрема лящ (*Abramis brama* (L.)) за прогріву води до 10⁰С переходить на літній тип обміну речовин. Енергетичний обмін у цей час забезпечується за рахунок вуглеводів, які знаходяться в організмі з їжею. Накопичення жиру в печінці риб свідчить про її участь в процесах біосинтезу ліпідів з компонентів їжі [70, 134].

Відносно невисокий вміст в органах і тканинах плоскирки загального вмісту ліпідів у переднерестовий період може бути також обумовлений ще недостатнім розвитком природної кормової бази для даного виду риб, а також можливою наявністю певної кількості ліпідів у жирових депо, зокрема у черевній порожнині риб, накопичених в період нагулу, які достатні для енергетичного забезпечення процесів дозрівання статевих продуктів, а також для успішного нересту. Про достатній рівень вмісту сумарних ліпідів в органах і тканинах плоскирки в період формування гонад свідчить також інформація, представлена в роботі [144].

Період накопичення ліпідів в органах і тканинах самців і самиць плоскирки закінчується у липні на стадії зрілості II-III. У цей час в тілі плоскирки знаходиться максимальна кількість жиру. Проте, по мірі подальшого розвитку (липень-жовтень) спостерігаються витрати порожнинного жиру і жиру, зосередженого у м'язах [68].

Високий рівень ліпідуютворюючої функції печінки у нагульний період може бути обумовлений використанням у цих процесах глікогену, вміст якого в печінці і у м'язах плоскирки у цей період характеризувався відносно незначними величинами. Проте вміст глікогену навесні у печінці плоскирки у 4,8 рази перевищував значення, які встановлені у м'язах.

У переднерестовий період вміст глікогену у м'язах плоскирки на 28,2%, а в печінці - на 23% перевищував значення, отримані в період нагулу. Це може бути свідченням важливої ролі глікогену в енергетичному забезпеченні процесів життєдіяльності плоскирки у переднерестовий період. Так, відомо, що у м'язах глікоген слугує резервним джерелом енергії для забезпечення їх функціональної діяльності. У печінці глікоген є своєрідним вуглеводним резервом, із якого з задіянням певних ферментних систем утворюється глюкоза. Певну частину вуглеводів риби перетворюють у жири і накопичують їх у печінці або у м'язах. За необхідності глікоген досить легко перетворюється у глюкозу, яка може приймати участь в енергетичному забезпеченні метаболічних процесів в організмі риб. Вважають, що рівень глікогену у м'язах і, особливо у печінці може бути одним з індикаторів фізіологічного стану організму [31].

Отримані результати наукових досліджень є важливими для оцінки фізіологічного статусу плоскирки як у нагульний, так і у переднерестовий періоди річного циклу, оскільки відображають процеси обміну речовин в організмі за існуючих екологічних умов навколишнього середовища.

Проведеними дослідженнями встановлено, що у нагульний період загальний вміст білка в печінці плоскирки виявився більш низьким, порівняно з його вмістом у переднерестовий період, що можливо пов'язано з його використанням в процесах генеративного обміну, спрямованих на біосинтез попередника білка - оовітеліну і його транспорт до визріваючих гонад.

Значний вміст загальних ліпідів в печінці плоскирки в період нересту є свідченням високої ліпідуютворюючої функції печінки в період підготовки організму риб до зимівлі [218].

Значне перевищення у переднерестовий період вмісту загальних білків, ліпідів та глікогену в печінці плоскирки, порівняно з м'язами може свідчити про високу біосинтетичну діяльність цього органу в процесах забезпечення організму енергетичними резервами для завершення процесів вітелогенезу та нересту.

5.2. Вміст глікогену, білків та ліпідів в організмі синця в переднерестовий та нагульний періоди

Синець - *Ballerus ballerus* L. [66] - вважається малоцінною, дрібною рибою. Проте він характеризується високим темпом росту та товарними якостями, у тому числі і в умовах Кременчуцького водосховища [103].

Серед цінних видів риб синець є єдиним, який живиться зоопланктоном, і у дорослому стані він заселяє вільну екологічну нішу (пелагіаль відкритої зони) [125]. Вилов синця у середині 90-х років на Кременчуцькому водосховищі становив до 800 т на рік [136]. Проте запаси синця у водосховищі зазнають суттєвих коливань.

Основу живлення синця у всі сезони року складають веслоногі (Copepoda) та інші гіллястовусі (Cladocera) ракоподібні. Другорядне значення мають личинки хірономід та інших комах, а також черепашкові ракоподібні, статобласти моховаток та залишки рослин [36].

Живлення синця навесні залежить від стадії зрілості. Статевозрілі особини в переднерестовий період зазвичай характеризуються низьким рівнем наповненості кишківників.

Інтенсивність живлення синця восени залежить від наявності корму. За браку нижчих ракоподібних він переходить на живлення синьозеленими водоростями, придонними організмами тощо.

Нерест синця розпочинається за температури води 12-18⁰С і закінчується за температури 16-18,5⁰С та припадає в основному на другу половину квітня - першу декаду травня. Тривалість нересту становить 2-3 тижні [125]. Встановлено, що інтенсивність нересту синця у Кременчуцькому водосховищі

може знижуватися внаслідок різких коливань рівня і температури води [136]. Синець відкладає ікру на глибині 50-70 см переважно на щойно залиті лучні трави. Проте на початку нерестового періоду він відкладає ікру і на коріння рослин, у тому числі і на придаткові корені верб, комиш, рогіз тощо. На місцях нересту завжди спостерігається значна течія води, швидкість якої досягає 0,1—0,5 м/сек.

За умов антропогенного навантаження на популяцію синця у вигляді промислового, аматорського та браконьєрського вилучення, потрапляння його молоді у водозабірні споруди, не обладнані ефективними системами рибозахисту, тощо, єдиним джерелом поповнення лишається природне відтворення [12, 16, 22, 53, 88, 105, 136].

Досить важливими показниками, які характеризують фізіологічний статус статевозрілих особин синця за певних екологічних умов та наявності природної кормової бази, є обмін речовин в їх організмі в різні періоди річного циклу. Найважливішими показниками обміну речовин, а відповідно і фізіологічного статусу риб, є вміст в їх органах і тканинах білків, ліпідів та глікогену.

Проте в літературних джерелах подібна інформація щодо особливостей показників, які характеризують процеси обміну речовин в організмі статевозрілих особин синця Кременчуцького водосховища відсутня.

Відомо, що хімічний склад органів і тканин риб у значній мірі визначається екологічними умовами водного середовища, яке населяють риби, а також наявністю у воді корму. Серед екологічних чинників водного середовища, які визначають ступінь обміну речовин в організмі риб, найбільш пріоритетними є рівневий і температурний режим води.

Відомо, що кожен період річного циклу характеризується специфічними особливостями перебігу метаболічних процесів в організмі, які суттєво відрізняються один від одного. Ці відмінності проявляються у неоднаковій інтенсивності та спрямованості метаболічних процесів.

Дослідженнями встановлено, що у нагульний період у печінці і у білих скелетних м'язах статевозрілих особин синця Кременчуцького водосховища

загальний вміст білка знаходився на високому і практично майже на однаковому рівні (табл. 5.2). Це може бути свідченням того, що біосинтетичні процеси в організмі риб у цей період в основному були спрямовані на забезпечення пластичного обміну і ріст риби.

Таблиця 5.2

Вміст загального білка, ліпідів та глікогену в органах і тканинах синця Кременчуцького водосховища у нагульний та переднерестовий 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 період 2020 р.	204,1±15,4	199,7±20,4	9,9±2,7	202,9±41,6	6,0±0,6	11,±1,3
Переднерестовий період 2021 р.	157,2±11,6	222,3±11,3	6,9±1,0	38,2±2,7	4,9±1,1	31,2±10,8

При наявності кормових організмів після зимівлі за певних температурних умов та для даного виду риб відбувається поступове відновлення енергетичного потенціалу організму та його підготовка до одного з найбільш відповідальних періодів – до нересту. Переднерестовий період характеризується специфічними умовами метаболізму. Відомо, що у цей період відбувається диференцировка, а потім і трофоплазматичний ріст ооцитів і сперматогоніїв [5, 38].

У переднерестовий період відмічено відносно низький (на 29,8%) вміст загального білка у м'язах синця на тлі його деякого зростання (на 11,2%) в печінці, порівняно з даними, отриманими у нагульний період. При цьому в печінці синця у переднерестовий період загальний вміст білка на 41,3% перевищував значення, виявлені у м'язах. Це може бути свідченням поповнення організму риб білком після його часткового використання протягом

зимівлі в результаті підвищення функціональної діяльності печінки, спрямованої на забезпечення завершення трофоплазматичного росту ооцитів та на підготовку організму до успішного нересту синця.

Період нагулу синця також характеризується високою функціональною діяльністю печінки у забезпеченні організму високоенергетичними резервними речовинами, якими є ліпіди. Дослідженнями встановлено, що загальний вміст ліпідів в печінці синця в період нагулу у 20,5 разів перевищував значення, які реєструвалися у м'язах. Висока ліпідоутворююча функція печінки у нагульний період, очевидно, обумовлена достатнім рівнем розвитку у водоймі необхідних організму кормових об'єктів та оптимальними екологічними умовами, які забезпечують інтенсивне живлення і використання поживних речовин в біосинтезі ліпідів.

Стабільний вміст загального білка і висока інтенсивність ліпідного обміну в організмі синця свідчать про те, що термін нагулу цих риб припадає на період, коли температура води починає знижуватись, за значень яких відбувається призупинення процесів біосинтезу білка і перемикання обміну речовин на жиронакопичення в організмі.

Поміж тим, в період зимівлі, очевидно, певна кількість ліпідів була використана на процеси життєдіяльності організму, свідченням чого виявилось зниження у переднерестовий період вмісту загальних ліпідів у м'язах синця на 43,5%, а в печінці - у 5,3 рази, порівняно з їх вмістом у нагульний період. На наш погляд, це зниження вмісту загальних ліпідів в печінці синця у переднерестовий період, порівняно з нагульним, пов'язано з тим, що певна частина ліпідів використовується не лише в енергетичному, а і у пластичному обміні, приймаючи участь в процесах утворення жовтка яйцеклітини самиць синця. При цьому загальний вміст ліпідів в печінці синця у переднерестовий період перевищував його значення у м'язах у 5,5 рази.

Більш високий вміст загальних ліпідів в печінці синця може бути свідченням підвищеної її функціональної діяльності, спрямованої на поповнення витрачених в період зимівлі енергетичних і пластичних резервів

організму риб, необхідних для завершення процесів дозрівання статевих клітин і проходження успішного нересту.

Важливими у цьому аспекті є дані щодо відносно низького вмісту глікогену, особливо в печінці синця, який перевищував його значення у м'язах у нагульний період на 98,7%. При цьому слід відзначити, що навесні, у переднерестовий період виявлено більш низький (на 22%) вміст глікогену у м'язах синця, у той час, як у печінці риб його вміст у 2,6 рази перевищував показники, зареєстровані у період нагулу.

У цілому вміст глікогену в печінці синця у переднерестовий період у 6,3 рази перевищував його значення, встановлені у м'язах. Все це може бути обумовлено залученням певної кількості глікогену в органах і тканинах синця у процесах ліпідного обміну в організмі, особливо в період нагулу, а також його участь у енергозабезпечення організму на завершальній стадії дозрівання ооцитів і у процесах нересту.

Таким чином, нагульний період синця характеризується високим рівнем накопичення загального білка в печінці і у м'язах, а особливо високим вмістом в печінці загальних ліпідів на тлі відносно низького вмісту в ній глікогену. Мінімальний вміст загальних ліпідів виявлено в період нагулу у м'язах синця.

У переднерестовий період як у м'язах, так і в печінці синця встановлено відносно високий вміст загального білка. Досить низький порівняно з періодом нагулу, особливо в печінці синця виявився загальний вміст ліпідів, який більш, ніж у 6 разів перевищував їх вміст у м'язах.

Значно вищим характеризувався вміст глікогену в печінці синця, порівняно з вмістом у м'язах у переднерестовий і у нагульний період [218].

Отже, отримані результати польових наукових досліджень можуть бути використані для прогнозування стану популяції синця в екосистемі Кременчуцького водосховища за можливих екологічних змін, які можуть спостерігатись в результаті потепління та дії антропогенних чинників.

5.3. Вміст енергосмних речовин в організмі окуня в переднерестовий та нагульний періоди

Окунь (*Perca fluviatilis* L.) - є досить поширеним видом у водоймах України, у тому числі і у Кременчуцькому водосховищі [27]. Він є досить цінним об'єктом промислу і аматорського рибальства. За своїми особливостями окунь є хижаком і ловить свою здобич у відкритій воді.

Досить широким є спектр живлення окуня, який включає: нижчі і вищі водяні рослини, черви, ракоподібні, личинки і лялечки хірономід, молюски і риби [42].

Навесні основними об'єктами живлення окуня є молодші вікові групи різних видів риб (йоржа, носаря, коропових та інших). У цей період в раціоні окуня Канівського водосховища виявлено 28 харчових компонентів, які представлені 11 видами молодших вікових груп риб, 13 - таксономічними групами безхребетних організмів, макрофітами, детритом і піском [27]. Другорядне значення у живленні окуня належить личинкам хірономід.

В період літнього нагулу окунь в основному живиться веслоногими і черепашковими ракоподібними та бокоплавами [43].

Звертає увагу те, що протягом вегетаційного періоду, особливо восени, у багатоводні роки умови живлення окуня виявляються дещо гіршими, порівняно з маловодними роками.

Особливий інтерес у вивченні процесів життєдіяльності статевозрілих особин окуня за існуючих екологічних умов та відповідних кормових організмів у водоймі є інформація щодо його фізіологічного статусу в різні періоди річного циклу. Визначення в органах і тканинах риб загального білка, ліпідів та глікогену дозволяє отримати інформацію щодо особливостей процесів підготовки організму статевозрілих особин окуня до його зимівлі, а також до нересту. В літературних джерелах детальної інформації з даного питання нами не виявлено.

Інтенсивність і спрямованість метаболічних процесів в організмі риб у різні періоди річного циклу у значній мірі визначаються не лише ступінню

забезпеченості їх їжею, а й екологічними умовами їх існування у водному середовищі. Істотний відбиток на показники фізіологічного статусу риби, які населяють водосховища дніпровського каскаду, відкладає температурний і гідрологічний режим [125, 130].

Визначення вмісту загального білка, ліпідів та вуглеводів характеризує особливості перебігу метаболічних процесів в організмі риби як у нормі, так і за впливу різних чинників навколишнього середовища. Ці показники є своєрідними біомаркерами, які характеризують не лише фізіологічний статус риби, а й якість води та екологічний стан водних екосистем.

Кожен період річного циклу характеризується специфічними особливостями перебігу метаболічних процесів, які суттєво відрізняються один від одного. Ці відмінності проявляються у різній спрямованості та інтенсивності обміну речовин в організмі, особливо у статевозрілих особин.

Проведеними дослідженнями встановлено, що у нагульний період загальний вміст білка у білих скелетних м'язах і в печінці статевозрілих особин окуня Кременчуцького водосховища в середньому становив 140 мг/г сирової маси тканини і був практично майже однаковим (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Вміст загального білка, ліпідів та глікогену в органах і тканинах окуня Кременчуцького водосховища у нагульний та переднерестовий 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 період, 2020 р.	145,1±9,5	135,3±5,3	14,0±1,4	53,8±2,9	28,7±3,1	85,9±5,5
Переднерестовий період, 2021 р.	175,2±10,5	209,6±4,6	8,7±1,0	38,4±6,6	13,4±2,89	28,0±4,2

Відносно невисокий вміст загального білка в печінці окуня, порівняно з м'язами, на наш погляд, може бути обумовлений участю частки синтезованого печінкою білка оовітеліну в процесах генеративного обміну, який спостерігається вже в літньо-осінній період. Це узгоджується з точкою зору [142], який також зазначає, що протягом періоду визрівання гонад в органах і тканинах веснянонерестуючих риб значно знижується вміст органічних речовин.

Загальний вміст ліпідів в печінці окуня у цей період перевищував цей показник у м'язах у 3,8 рази, що є свідченням високої функціональної діяльності печінки у процесах біосинтезу ліпідів, які є важливим енергетичним субстратом для забезпечення пластичного і генеративного обміну та успішної зимівлі риб.

Більш низький вміст загальних ліпідів у білих скелетних м'язах окуня, порівняно з печінкою, обумовлений їх функціональним значенням у пластичному обміні та участю окремих фракцій у процесах побудови клітинних мембран [17].

Складовою частиною біологічної рідини організму риб є глікоген, який приймає участь в утворенні основної речовини кісток і хрящів, а також є компонентом речовин, які входять до складу клітинних структур. Однією з важливих функцій глікогену є підтримка енергетичного забезпечення процесів життєдіяльності організму.

Біосинтез глікогену здійснюється в печінці з глюкози. Певну частину отриманих з кормом вуглеводів, яка не була відразу використана для отримання енергії, гідробіонти перетворюють у жири і глікоген і накопичують їх в печінці та у м'язах. В печінці також можливе новоутворення глікогену з продуктів розпаду вуглеводів, а також в результаті розкладу жирів і білків в процесі глюконеогенезу [151]. У м'язах глікоген слугує резервним джерелом енергії для їх функціональної діяльності. У печінці глікоген є вуглеводним резервом, з якого з задіянням певних ферментів утворюється глюкоза.

За необхідності глікоген легко перетворюється у глюкозу, яка може приймати участі у енергетичному забезпеченні метаболічних процесів в організмі риб.

У період нагулу дослідженнями виявлено значний вміст в печінці окуня глікогену, який втричі перевищував його накопичення у м'язах, що також може бути обумовлено процесами біосинтезу ліпідів шляхом залучення глікогену.

Після зимівлі за певних температурних умов та наявності кормових організмів для даного виду риб відбувається поступове відновлення енергетичного потенціалу організму та його підготовка до нересту. Ця підготовка здійснюється у переднерестовий період, який характеризується специфічними особливостями метаболізму та фізіологічного статусу організму. Відомо, що у цей період відбувається диференцировка, а потім і трофоплазматичний ріст ооцитів і сперматогоніїв [5].

Проведеними нами польовими дослідженнями встановлено, що, у переднерестовий період спостерігалось деяке зростання (на 20,8%) загального вмісту білка у м'язах окуня, а також його збільшення у печінці на 54,9%, порівняно з періодом нагулу у попередній рік. У цілому у переднерестовий період загальний вміст білка в печінці окуня на 19,6% перевищував значення, які були виявлені у м'язах.

Інтенсивні процеси біосинтезу білка у переднерестовий період пов'язані з ростом генеративної тканини. Матеріалом для отримання статевих продуктів у зимово-весняний період є не лише жирові запаси організму, але і резервні білки печінки та м'язів [141].

У процесі зимівлі окуня, очевидно, певна кількість енергетичних резервів, які містяться в ліпідах печінки і м'язів, була використана організмом для забезпечення функціональної діяльності організму. Свідченням цього є зниження загального вмісту ліпідів як у м'язах, так і в печінці у переднерестовий період наступного року. Так, в печінці окуня загальний вміст ліпідів у переднерестовий період виявився нижчим на 40%, а у м'язах-на 61,2% порівняно з періодом нагулу у попередній рік. При цьому загальний вміст

ліпідів в печінці окуня у переднерестовий період у 4,4 рази перевищував значення, які виявлені у м'язах окуня.

Під час мобілізації енергії, особливо в період дозрівання гонад, вміст ліпідів в тілі риби значно знижується. Адже відомо, що перехід гонад з III на IV та на V стадії є найбільш енергоємним процесом, ніж процес лінійного росту організму. При цьому синтезовані печінкою ліпіди частково використовуються не лише в енергетичному, а і у пластичному обміні, приймаючи участь у процесах утворення жовтка яйцеклітини самиць. Таким чином, у багатьох видів риб у переднерестовий період як у м'язах, так і у печінці, може міститись мінімальна кількість білка і ліпідів [141].

Період нагулу також характеризувався більш високим рівнем накопичення в печінці і у м'язах окуня глікогену, порівняно з переднерестовим періодом. Так, у печінці вміст глікогену у період нагулу окуня втричі, а у м'язах - вдвічі перевищував його вміст, порівняно з переднерестовим періодом. Все це може бути свідченням високої функціональної діяльності печінки окуня в процесах метаболізму ліпідів і глікогену, а також у використанні цих компонентів органів і тканин у підтриманні процесів життєдіяльності організму окуня в період зимівлі та в енергетичному забезпеченні процесів генеративного обміну.

Отже, у переднерестовий період окуня встановлено зростання вмісту загального білка в печінці і у м'язах порівняно з періодом нагулу. У той же час у цих органах і тканинах у переднерестовий період спостерігається більш низький рівень вмісту ліпідів і глікогену в печінці і у м'язах окуня, порівняно з періодом нагулу.

Отже, дослідженнями встановлено, що більш низький вміст загального білка в печінці і у білих скелетних м'язах статевозрілого окуня Кременчуцького водосховища у нагульний період, порівняно з переднерестовим періодом може бути свідченням його суттєвих витрат на процес визрівання статевих продуктів та для забезпечення процесів життєдіяльності організму у цілому. Більш високий вміст білка в печінці і м'язах окуня в переднерестовий період може

свідчити про інтенсивний перебіг в печінці біосинтетичних процесів, спрямованих на відновлення білка після зимівлі та для забезпечення процесів дозрівання статевих продуктів і успішного нересту.

Дослідженнями встановлено приблизно однаковий вміст загального білка в печінці і у білих скелетних м'язах, в період нагулу, а також в печінці і білих м'язах окуня у переднерестовий період.

Загальною закономірністю є те, що вміст ліпідів і глікогену в печінці і у м'язах окуня в період нагулу суттєво перевищує значення у цих органах і тканинах у переднерестовий період. Це є свідченням високої функціональної діяльності печінки у процесах пластичного і енергетичного обміну [218].

Як в період нагулу, так і у переднерестовий період вміст ліпідів і глікогену в печінці окуня суттєво перевищує значення, виявлені у м'язах, що є свідченням високої функціональної діяльності печінки у процесах енергетичного і пластичного обміну.

5.4. Фізіологічний статус риб з різним типом живлення Кременчуцького водосховища у нагульний період

Екологічний стан водойм комплексного і рибогосподарського призначення за комплексного впливу зміни клімату та антропогенних чинників, вивчення реакції біоти, у тому числі і іхтіофауни, яка їх населяє є одним з пріоритетних напрямків наукових досліджень в галузі природничих наук сьогодення. Це пов'язано, перш за все, з тим, що наразі спостерігаються суттєві зміни температурного режиму водойм різного типу. Наслідком цих змін є суттєві порушення функціональної діяльності фізіологічних систем організмів, зниження інтенсивності росту, продуктивних характеристик тощо [76, 109].

В останні десятиріччя зміни клімату проявляють суттєвий вплив на кліматичні умови формування стоку річок України й зумовлюють зміни поверхневих водних ресурсів [19, 79, 80]. Це повною мірою впливає і на Кременчуцьке водосховище. Зокрема встановлено, що в період 2015-2020 рр. рівневий режим Кременчуцького водосховища не відповідає Правилам

експлуатації дніпровських водосховищ у зв'язку з низьким рівнем повенеких вод верхнього Дніпра і річок, які його живлять. Рівневий режим водосховища за рішенням Міжвідомчої комісії знаходиться на максимально високому рівні з незначними коливаннями протягом вегетаційного періоду, що обумовлено необхідністю забезпечення питною водою населення різних регіонів, розташованих у зоні водосховища та промислових підприємств тощо.

Сучасні водойми комплексного призначення, зокрема і Кременчуцьке водосховище, характеризується суттєвим забрудненням токсичними сполуками різної хімічної природи. Основні джерела забруднення – промислові та побутові стічні води м. Черкаси та забруднені води приток водосховища – річок Рось, Вільшанка, Супой, Сула. Вміст токсичних речовин в річках, які живлять водосховища дніпровського каскаду, за даними Держекоінспекції України перевищують ГПК гранично припустимі рівні. Серед забруднюючих речовин у Кременчуцькому водосховищі іони важких металів є основними пріоритетними токсичними речовинами – вміст у воді цинку, марганцю, міді, нікелю кобальту та свинцю перевищує гранично допустимі норми [86]. За даними вчених у каскаді дніпровських водосховищ у 1998 р. виявлено 192 випадки високого забруднення (понад 10 ГДК), з них 189 випадків – важкими металами [49].

Для природного відтворення і вирощування риб зміна екологічних умов викликаних зміною клімату, має суттєві наслідки і вимагає проведення глибоких моніторингових спостережень, спрямованих на встановлення особливостей перебігу метаболічних процесів різних видів статевозрілих риб. Це має велике значення як в сезонному аспекті, так і в різні періоди річного циклу – переднерестовий, нерестовий, нагул, зимівля. За результатами цих досліджень можна буде спрогнозувати наслідки пливу глобального потепління та антропогенних чинників водного середовища на стан іхтіофауни водойм різного типу.

У літературних джерелах практично відсутня інформація, щодо вивчення процесів обміну речовин в організмі статевозрілих особин різних видів риб

водосховищ дніпровського каскаду в різні періоди річного циклу за впливу сучасного гідрологічного режиму, змін клімату і антропогенних чинників.

У нечисленних літературних джерелах представлена фрагментарна інформація, щодо метаболічних процесів деяких видів риб Кременчуцького водосховища за екологічних умов, передбачених Правилами експлуатації дніпровських водосховищ [113]. Зокрема, представлені дані щодо біохімічного складу тканин та органів плідників ляща і тарані та його вплив на якість їх ікри і личинок [84]. Дослідженнями встановлені особливості накопичення загальних ліпідів в тілі деяких видів риб, що населяють різні ділянки Кременчуцького водосховища [82]. Дещо ширший спектр фізіолого-біохімічних досліджень ляща та плітки Сулинської затоки та прилеглої до неї ділянки Кременчуцького водосховища проведений у 2004-2006 рр., представлені у монографічній роботі [122]. Проте ці дослідження не повною мірою відображають особливості перебігу обміну речовин в організмі риби за сучасних змін.

Обмін речовин – один із інтегральних показників, який визначає фізіологічний статус організму риби. В його основі лежать показники перебігу метаболічних процесів, пов'язані з біосинтезом білків, вуглеводів, ліпідів, глікогену, які забезпечують процеси життєдіяльності організму та його адаптацію до умов існування. Показники обміну речовин риби є також маркерами, які характеризують якість води та екологічний стан водойми [34, 234].

Відомо, що обмін речовин в організмі риби залежить від екологічних чинників. Тому інформація щодо динаміки рівневого і температурного режиму Кременчуцького водосховища у нагульний період є важливою й необхідною для характеристики обміну речовин об'єктів дослідження. Рівневий режим водосховища (2021 р.) у липні у коливався в межах 80,6-80,9 м (за НПГ 81 м), у серпні – 80,3-80,1 м, вересні – 79,9-79,7 м, жовтні – в межах 79,5-79,2 м. Тобто, рівневий режим впродовж нагульного періоду був нижчим від регламентованого НПГ, зокрема у липні на 0,4-0,1 м, серпні – на 0,7-0,9 м, вересні – на 1,1 м, жовтні – на 1,5-1,8 м.

Середньодобова температура води водосховища у нагульний період 2021 р коливалась у таких межах: у липні – 21-25°C, у серпні – 20-24°C, у вересні – 16-23°C, у жовтні – 11-17°C.

Враховуючи те, що польовими дослідженнями охоплено три види риб, які характеризуються різним типом живлення, а метаболічні процеси в організмі риб значною мірою визначаються наявністю у водоймі достатньої кількості природного корму, розглянемо інформацію щодо об'єктів живлення кожного виду риб та стан природної кормової бази Кременчуцького водосховища у період проведення досліджень.

Якісний та кількісний склад корму є одним з основних чинників, які впливають на процеси обміну речовин в організмі риб. Основу живлення риб-планктофагів є представлена у водоймах біомаса фіто- і зоопланктону. Планктон багатий білками, жирами, вуглеводами, мінеральними солями та амінокислотами, тобто всіма речовинами, необхідними для побудови організму водних тварин. Кількість жиру в планктоні піддається значним сезонним коливанням. Інтенсивність нагулу риби і накопичення в органах і тканинах ліпідів у повною мірою залежить від забезпеченості кормом іхтіофауни. Існує тісний зв'язок між жирністю риб і кількістю корму у водоймі. Також необхідно враховувати фізіологічний стан риби та умови споживання корму (доступність, температура, газовий режим тощо). Крім того, забезпеченість риб кормом має суттєві коливанням залежно від року, сезону, регіону та водойми, який цей вид населяє тощо [146].

Синець – типовий планктофаг, живиться переважно зоопланктоном й частково донною фауною. У зоопланктоні залежно від сезону року домінують веслоногі (Copepoda) і гіллястовусі (Cladocera) ракоподібні. Субдомінантами виступають личинки і лялечки хірономід й інших комах, черепашкові ракоподібні, статобласти моховаток, залишки рослин тощо [38]. Живлення синця влітку відбувається за рахунок ракоподібних та їх молоді. Восени інтенсивність живлення синця залежить від наявності корму. За обмеженої

кількості нижчих ракоподібних він переходить на живлення синьозеленими водоростями, придонними організмами тощо.

Як відмічалось раніше, у статевозрілих риб є декілька періодів розвитку. У післянерестовому періоді в результаті інтенсивного живлення відбувається відновлення резервних речовин. У нагульний період обмін речовин в організмі риб спрямовується на відновлення використаних в процесі нересту енергетичних резервів на соматичний і лінійний ріст. Частина резервних речовин використовується на депонування загальних ліпідів в порожнині тіла, в печінці і м'язах. Їх максимальні величини виявляються в літній нагульний період. Протягом цього періоду відбувається білковий приріст і накопичення енергетичних резервів, а також значна частина приросту речовин гонад. Нагульний період також характеризується накопиченням в органах і тканинах риб значної кількості резервних речовин, необхідних для енергетичного забезпечення процесів життєдіяльності в зимовий період. Тривалість періоду нагулу у риб різної екології і походження відрізняються.

За результатами проведених наукових досліджень встановлено, що період осіннього нагулу риб характеризувався відносно високим рівнем накопичення білків в організмі всіх досліджених видів риб. При цьому найбільший вміст загального білка у білих скелетних м'язах виявлено у плоскирки та синця– в середньому 152 мг/г сирової маси тканини (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

**Вміст загального білку в органах і тканинах досліджуваних риб
Кременчуцького водосховища у нагульний період річного циклу 2021 р.
($M \pm m$, мг/г сирової маси тканини, $n=5$)**

Види риб	Білок, мг/г сирової маси	
	М'язи	Печінка
Плоскирка	150,32±3,40	113,77±6,95
Синець	154,33±9,06	119,27±7,52
Окунь	143,65±9,85	138,13±7,88

Дещо нижчим виявився вміст загального білка у м'язах окуня – на рівні 143,65 мг/г сирої маси.

Встановлений рівень накопичення білка в осінній нагульний період у м'язах досліджених видів риб Кременчуцького водосховища, в цілому, відповідає їх видовому хімічного складу білих скелетних м'язів.

Отримані результати можуть свідчити про високий рівень функції печінки у синтезі білка досліджених видів риб та забезпеченні процесів пластичного обміну й росту риб, особливо в літній період. Проте, звертає увагу, що у всіх досліджених видів риб вміст загального білка в печінці виявився дещо нижчим, порівняно з м'язами.

Вірогідно нижчі показники загального білка у печінці, порівняно з м'язами, виявлено у плоскирки (на 32,1%) та синця (на 29,4%) і лише у окуня цей показник був достатньо високим – 138,13 мг/г. Такий вміст загального білка в печінці та у м'язах окуня може бути обумовлений високою функціональною активністю печінки у літній нагульний період й спрямована на забезпечення пластичного обміну та росту організму.

Також відомо, що зі зниженням температури води в кінці нагульного періоду спостерігається призупинення пластичного обміну (білкового росту) та активізація жиронакопичення [45, 70].

Білки і ліпіди входять до складу оболонки жовтка яйцеклітини. Встановлено, що білки оболонки ооцитів, як і інші компоненти мембран, виділяються плазмою яйця. І білки, і ліпіди жовтка зосереджені у його гранулах, синтезуються і поставляються переважно печінкою [98]. Поміж тим, існує точка зору про можливий біосинтез деяких білків самими ооцитами і клітинами, що їх оточують.

Таким чином, спектр білків і ліпідів та їх кількість в ооцитах значною мірою визначаються перебігом білкового і ліпідного обміну в організмі, тобто його фізіологічним станом [25]. Обмін речовин і ооцита, і печінки забезпечує біосинтез запасних речовин – глікогену, білків та ліпідів, які будуть використані ембріоном для розвитку [9].

У нагульний період в печінці риб відбувається біосинтез компонентів, які необхідні для формування статевих продуктів. Синтезовані сполуки транспортуються до гонад, де відбуваються процеси овогенезу, тобто дозрівання статевих клітин в організмі самиці. Цей період характеризується також накопиченням в ооцитах поживних речовин, які використовуються для розвитку ікри, викльову передличинок, подальшого росту личинок та забезпечення їх високої життєстійкості. До таких сполук відносяться білки, ліпіди, різноманітні макро- і мікроелементи, ферменти. Вони необхідні для перетворення резервних речовин жовтка в ембріон. Ступінь накопичення в жовтку поживних речовин має надзвичайно велике значення для розвитку ембріона, бо до переходу його на зовнішнє живлення, жовток яйцеклітини є єдиним джерелом субстратів та енергії для розвитку [104].

Період трофоплазматичного росту ооцитів вимагає значних енергетичних витрат з боку материнського організму, бо саме тоді відбувається поступове, а потім стрімке накопичення поживних речовин у статевих клітинах. Проходження цього періоду вимагає відповідних умов, які підтримують синтез речовин на високому рівні – живлення, температурний і газовий режими тощо. Відсутність цих умов призводить до затримки процесу розвитку статевих клітин [56].

Процеси генеративного обміну у інших видів риб, ймовірно, протягом осіннього нагулу знаходились на завершальній стадії. Адже відомо, що у більшості видів риб процеси трофоплазматичного росту ооцитів на стадії вітелогенезу розпочинаються восени (у жовні-листопаді місяці). А тривалість вітелогенезу в ооцитах пов'язана з особливостями нересту риб. Так у риб з одночасним нерестом – окуня, ляща, судака, плітки, процеси вітелогенезу спостерігаються восени за нижчої температури води, які потім інтенсифікуються у переднерестовий період з підвищеними температурами води [123].

У риб з порційним ікрометанням – плоскирка, карась сріблястий, процес вітелогенезу відбувається на початку весни. Він продовжується після вимету першої порції ікри.

Фізіологічне значення ліпідів полягає в тому, що вони є достатньо концентрованими, висококалорійними і найбільш зручними для депонування сполуками. Також ліпіди стійкі й економічно вигідні джерела енергії в організмі.

Особлива роль ліпідів в енергетичному забезпеченні процесів генеративного обміну – формування гамет, ембріонального і постембріонального розвитку організму тощо. Восени, при зниженні температури води, швидкість білкового росту знижується і розпочинається інтенсивне жиронакопичення. При цьому, якщо на початку і в середині нагульного періоду в депо організму переважно відкладаються триацилгліцерини, то в кінці цього періоду – відкладаються структурні ліпіди. І саме з цією фазою накопичення фосфоліпідів тісно пов'язаний початок визрівання гонад.

У переважної більшості риб в період розвитку гонад вміст ліпідів в органах і тканинах знижується, через те, що жирові запаси організму витрачаються в процесі гаметогенезу. Вчені зазначають, що ступінь зниження вмісту ліпідів залежить від інтенсивності розвитку гонад та екологічних умов переднерестового й нагульного періоду [148].

У процесах трофоплазматичного росту ооцитів суттєву роль відіграє фракція фосфоліпідів в силу того, що основну масу клітинних мембран становлять саме фосфоліпіди, які приймають участь у процесі формування клітинної оболонки внутрішньоклітинних мембран. Тому в процесі визрівання статевих продуктів до гонад, поряд з білком оовітеліном надходять й певні фракції ліпідів [81]. Обмін речовин самого ооцита та печінки забезпечує біосинтез різноманітних запасних речовин, які згодом використовує ембріон для свого розвитку. Це переважно глікоген, білки та ліпіди [9].

Для формування статевих продуктів в печінці риб у нагульний період відбувається біосинтез необхідних сполук. Вони транспортуються до гонад, де і відбуваються процеси овогенезу, тобто дозрівання статевих клітин. У цей період синтезовані поживні речовини накопичуються в ооцитах і в подальшому використовуються для розвитку ікри, викльову передличинок, росту личинок та забезпечення їх високої життєстійкості. До них відносяться білки, ліпіди, різноманітні макро- і мікроелементи, ферменти, які необхідні для перетворення резервних речовин жовтка в ембріон.

Вміст ліпідів має суттєвий вплив на інтенсивність процесів сперматогенезу, в силу того, що біосинтез нуклеїнових кислот в сперматоцитах визначається величиною жирового запасу в організмі [155].

Печінка відіграє значну роль в метаболізмі риб та в процесі визрівання яєчників. На ранніх стадіях овогенезу в печінці відбувається накопичення ліпідів переважно у вигляді фракцій триацилгліцеринів і фосфоліпідів і білків. З початком вітелогенезу жирність печінки знижується.

Накопичені в органах і тканинах триацилгліцерини є основним запасним енергетичним джерелом й забезпечують енергетичні витрати організму, особливо у випадках, коли енергетичні потреби й витрати вищі від екзогенного надходження енергії [116].

Використання жирових запасів, їх послідовність у різних видів риб відрізняється. У жирних риб в процесі генеративного обміну у першу чергу використовуються ліпіди печінки. Встановлено, що в цьому органі метаболічна активність ліпідів найбільш висока. У подальшому організм риб використовує мезентеральний жир, жир сполучної тканини і в останню чергу – ліпіди м'язів.

Проте слід зазначити, що накопичення ліпідів з найбільшою інтенсивністю відбувається у тих органах і тканинах, які швидше його витрачають. Також відомо, що ліпідам належить важлива роль в енергетичному забезпеченні процесів пластичного та генеративного обміну і росту риб та різноманітних процесах життєдіяльності організму, особливо в зимовий період.

Багато видів після нересту риб перебудовують обмін речовин у бік накопичення ліпідів, а інтенсивність нагулу і рівень жирових запасів визначається масштабами енергетичних витрат організму [147].

Відносний вміст ліпідів у білих скелетних м'язах досліджуваних видів статевозрілих риб Кременчуцького водосховища в осінній нагульний період характеризувався нижчим рівнем, порівняно з їх вмістом у печінці (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

Вміст ліпідів в органах і тканинах досліджуваних риб Кременчуцького водосховища у нагульний період річного циклу 2021 р. ($M \pm m$, мг/г сирової маси тканини, $n=5$),

Види риб	Ліпіди, мг/г сирової маси	
	М'язи	Печінка
Плоскирка	12,33±0,52	84,35±3,77
Синець	14,96±1,98	85,79±5,33
Окунь	12,65±1,15	57,62±6,64

У м'язах плоскирки, синця та окуня вміст ліпідів був на рівні 12,33 мг/г, 12,65 мг/г та 14,96 мг/г сирової маси тканини відповідно. Вищі показники накопичення жиру у м'язах відмічались у більш холодні періоди нагулу. Вони фіксувалися у різні роки або відразу після нересту, або у другій половині нагульного періоду. Слід зауважити, що високий рівень жиронакопичення в органах і тканинах риб спостерігається за оптимальних екологічних умов, наявності достатньої кількості якісного корму, що сприяє інтенсивному живленню. Так, у рибницьких ставах в печінці коропа найінтенсивніший біосинтез ліпідів спостерігається в кінці липня на початку серпня [46].

Дещо вищий вміст загальних ліпідів у м'язовій тканині риб відмічається в осінній період порівняно з весняним. Це обумовлено температурним режимом та інтенсивністю живлення риби [74].

Підготовка організму до умов зимівлі супроводжується інтенсивним жиронакопиченням у зв'язку з переходом на ендогенний тип живлення й забезпечення всіх процесів життєдіяльності за більш низьких температур.

На забезпечення процесів генеративного обміну гонад на III стадії зрілості за зниження температури води використовується порожнинний жир, ліпіди печінки і м'язів.

Вміст загальних ліпідів в печінці досліджуваних видів риб Кременчуцького водосховища виявився більш високим, порівняно з м'язами. Плоскирка і синець характеризувалися найбільш високим рівнем накопичення загальних ліпідів у печінці (табл. 5.5). Дещо нижчі (в середньому на 33 %) показники загальних ліпідів в печінці окуня. Звертає увагу і той факт, що вміст загальних ліпідів в печінці плоскоїрки, синця й окуня перевищував рівень їх накопичення у м'язах у 4,5 – 6,8 разів.

Такий вміст загальних ліпідів у м'язах та в печінці різних видів риб може бути обумовлений наявністю у водному середовищі достатньої кількості якісного корму й сприятливими екологічними умовами. Слід також враховувати видову специфіку обміну речовин в організмі риб, що визначають рівень перебігу метаболічних процесів, пов'язаних з ліпідотворюючою функцією печінки.

Таким чином, отримані дані польових і експериментальних досліджень свідчать про те, що впродовж осіннього нагульного періоду в організмі риб спостерігається прискорення ліпідного обміну. У першу чергу це пов'язано з функцією печінки, в якій відбувається значне накопичення синтезованих нею ліпідів, необхідних 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 значною мірою визначається й залежить від забезпеченості кормом. Існує прямий взаємозв'язок між жирністю і кількістю корму у водоймі. Також необхідно враховувати фізіологічний стан риби, умови споживання та

доступність корму, температуру води, газовий режим, коливання рівня води тощо [147].

Інтенсивність нагулу і рівень жирових запасів організму риб визначається масштабами енергетичних витрат. Відомо, що ліпіди разом з білками є структурною основою клітинних органел і мембран, нервових волокон, визначають спрямованість та упорядкованість ферментативних реакцій в клітинах тощо.

У літній період інтенсивний біосинтез жиру в печінці характерний як для риб з швидким темпом росту, які живляться повноцінними кормами, так і для риб з низьким темпом росту, які живляться їжею рослинного походження. При цьому температурні умови значною мірою визначають швидкість біосинтезу ліпідів в печінці риб. Вміст загального жиру в печінці різко знижується зі зниженням температури води і його витісняє глікоген. Вміст глікогену в умовах теплих вод у зимовий період досягає 18-20 %, а за високої температури знижується до 2-3 %. Отже, за зниження температури води в осінній період відбувається зміна «жирового обміну» на «вуглеводний» [47, 71, 74]. Процес зміни обмінів супроводжується зниженням вмісту загальних ліпідів в печінці й викликає зростання її маси.

Накопичення максимальної кількості жиру і глікогену в печінці і м'язах риб зазвичай відмічається у кінці нагульного періоду [147].

В енергетичному забезпеченні процесів життєдіяльності організму риб значна роль належить глікогену. В осінній нагульний період вміст глікогену у м'язах риб зазвичай дещо зростає, порівняно з нерестовим періодом.

Проведеними дослідженнями встановлено різний рівень накопичення глікогену в печінці і у білих скелетних м'язах досліджуваних видів риб (табл. 5.6). Високий вміст глікогену виявлено у м'язах окуня та синця – 11,52-11,67 мг/г, і значно нижчий – 7,59 мг/г у плоскирки.

Вміст глікогену в органах і тканинах досліджуваних риб Кременчуцького водосховища у нагульний період річного циклу 2021 р. ($M \pm m$, мг/г сирової маси тканини, $n=5$)

Види риб	Глікоген, мг/г сирової маси	
	М'язи	Печінка
Плоскирка	7,59±0,28	27,50±3,22
Синець	11,67±1,31	47,60±2,68
Окунь	11,52±0,78	80,89±7,73

Різний вміст глікогену у м'язах цих видів риб, очевидно, у значній мірі пов'язаний з кількістю та якістю спожитого рибою корму, а також з внутрішніми потребами організму у використанні цього компонента для забезпечення процесів життєдіяльності риб. Вищий рівень накопичення глікогену реєструвався в печінці, порівняно з м'язами досліджених видів риб.

Високий вміст глікогену також виявився в печінці окуня. На 41% менше встановлено вміст глікогену в печінці синця, на 66% – в гепатопанкреасі плоскирки. Звертає увагу суттєво вищі показники вмісту глікогену в печінці досліджених видів порівняно з м'язами. Зокрема, в печінці окуня вміст глікогену у 7 разів перевищував його значення у м'язах, у синця – в 4,7 рази, плоскирки – у 3,6 рази.

Отримані результати досліджень свідчать про високий рівень функції печінки депонування глікогену досліджуваних видів риб Кременчуцького водосховища протягом осіннього нагульного періоду, що важливо для енергетичного забезпечення процесів життєдіяльності організму риб у зимовий період та в період нересту.

РОЗДІЛ 6. ОБГОВОРЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Аналіз отриманих результатів досліджень температурних умов водного середовища Кременчуцького водосховища дають підстави стверджувати про нестабільність і стресовість в життєдіяльності іхтіофауни. Підвищення температури води до критичного рівня 26–28°C та її різкі перепади впродовж доби (середньомісячна добова амплітуда $4,20 \pm 0,43^\circ\text{C}$, $C_v = 55,08\%$) негативно впливають на біоту і гідроекосистеми в цілому: розбалансування, уповільнення продукційних і наростання деструкційних процесів, небезпека явищ задухи, порушення фізіологічних процесів у живих організмах, ускладнення механізмів адаптації гідробіонтів. Результати наших досліджень засвідчують про те, що на початку літа підвищена температура води сприяла максимальному розвитку цінної в поживному значенні для безхребетних і риб групи водоростей Відділу Chlorophyta із максимальними показниками в акваторії с. Леськи. Найбільшого кількісного розвитку досягли види *Micractinium pusillum* Fresen, *Volvox aureus* Ehrenb. і *Pandorina morum* (O. Müll.) Vory. З подальшим підвищенням температури до 25-26°C спостерігали уповільнення розвитку більшості груп водоростей, окрім Cyanophyta. Пояснюється цей процес тим, що температурний оптимум для синьозелених водоростей зміщений в сторону більш високих температур, а саме $\geq 25^\circ\text{C}$ [213]. В результаті впродовж місяця двічі спостерігали інтенсивне «цвітіння» води: в першу і третю декаду серпня. Найбільш чисельним був розвиток *Microcystis aeruginosa* Kutz. emend. Elenkin і *Anabaena flos-aquae* sp. – їх максимальні показники зафіксовано у акваторії поблизу смт. Червона Слобода. Для деяких видів водоростей з відділу Cyanophyta, рака широкопалого (*Astacus astacus*), судака звичайного (*Sander lucioperca*) температури води 24-25°C стала критичною і спостерігалась їх загибель. Оптимальні значення для рака лежать в межах 18-20 °C [74], судака 6-22°C [237]. Детальний аналіз температурних показників показав тенденцію до зростання коефіцієнта їх варіації ($C_v = 10,69-13,97\%$). Це вказує на нестабільність і стресовість температурних умов водного середовища для живих організмів. У першу чергу, це буде діяти на організми літоралі і

приповехневих шарів води, які безпосередньо контактують із нестійкими повітряними масами ($C_v = 28,45-31,45\%$).

Останні декілька років характеризуються зниженням рівня води у річках, які живлять водосховища дніпровського каскаду, і тому існуючий рівневий режим не відповідає Правилам експлуатації дніпровських водосховищ. Тому з метою забезпечення різних регіонів України питною водою, а також промислових підприємств. Міжвідомчою комісією прийнято рішення щодо підтримання рівня води у Кременчуцькому водосховищі на відносно стабільному, високому рівні. 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.

Аналіз хімічного складу води середньої частини Кременчуцького водосховища відібраних у літній період показав, що вода відноситься до гідрокарбонатного класу групи натрію, мінералізація – 266,2-328,4 мг/л, концентрація гідрокарбонатів – 158,7-195,3 мг/л, натрію та калію – на рівні 9,0-18,0 мг/л. Кількість легкоокислюваної органічної речовини, що визначали за показником перманганатної окиснюваності, становила 5,5-14,4 мг О/ дм³, а в 2016 р станції Леськи та Худяки дещо перевищувала ГПК - 16,0 мг О/ дм³. На ступінь забруднення водою впливали і скиди ВАТ "Азот" (м. Черкаси), Лохвицького спирткомбінату (Полтавська область) та недотримання екологічних вимог до Правил експлуатації дніпровських водосховищ [29, 51].

Неорганічний азот фіксувався переважно у формі амонію, із загальним вмістом на рівні ГДК. Концентрація інших біогенних елементів у воді була достатньо великою, що підтверджує висновок про високий трофічний статус. Таким чином, гідрохімічний склад води середньої частини Кременчуцького водосховища (далі Кременчуцьке водосховище) за основними показниками в

цілому відповідав вимогам до рибогосподарських водойм і є придатним для життєдіяльності гідробіонтів.

Загальна чисельність фітопланктону коливалися у межах 13,72-67,29 млн. кл./дм³. Основу угруповання формували синьо-зелені водорості, які домінували на усіх станціях відбору проб, склавши 26,0 – 93,7 %. При цьому *Microcystis aeruginosa* є абсолютним домінантом, що загрожує балансу усієї гідроекосистеми внаслідок проходження сукцесії дифузного характеру регресивного типу в сторону монодомінантності угруповання. У структурі фітопланктону виявлено 25 видів-індикаторів сапробності, більшість з яких відносяться до β-мезосапробної зони. Індекси сапробності за період досліджень коливалися в межах 1,77–1, 91. У якісному складі планктонних безхребетних виявлено 33 таксони, серед яких 70% коловертки, 27% гіллястовусі та 3% веслоногі ракоподібні. Чисельність зоопланктону протягом періоду досліджень знаходилась на рівні 252-918 тис. екз./м³, біомаса 2,84-6,34 г/м³. За середніми показниками основу чисельності (47,2-67,9%) і біомаси формували коловертки (18,7-52,2%). Таким чином, умови середовища та розвиток гідробіологічних угруповань не лімітують формування промислового запасу іхтіофауни Кременчуцького водосховища.

Промисловою статистикою в Кременчуцькому водосховищі в останні роки фіксується 21 вид риб, основу уловів (в середньому 78,6%) стабільно формують лящ, плітка, плоскирка та сріблястий карась. Динаміка промислових уловів в останні 10 років характеризується помітною нестабільністю і включає як зростання (зокрема до 4,3-4,4 тис. т у 2009-10 рр. та 4,7-4,9 тис. т у 2016-17 рр.), так і зниження (до 3,2 тис. т у 2011-13 рр.). Найбільше зростання уловів було забезпечено такими видами, як лящ (22,4 %), карась сріблястий (18,7%), плоскирка (15,5%) та судак (13,5%). Плоскирка традиційно один з основних промислових видів і в окремі роки за рахунок цього виду забезпечувалось до 20% загального вилову з показниками уловів на рівні 1,1-1,3 тис. т. В останні 20 років вилов плоскирки графічно має вигляд ламаної кривої з певною тенденцією до збільшення протягом останніх 5 років, проте він не перевищував

50% від рівня 2014-2016 рр. Синець відноситься до другорядних промислових видів, його частка становила 3,3% загального вилову з тенденцією зниження більш, ніж в 4 рази. Окунь традиційно посідає невелике місце у формуванні промислових уловів Кременчуцького водосховища – його частка в уловах не перевищувала 1,0% і лише в останні 5 років цей показник збільшився до 2,0-2,5%. Абсолютні показники вилову окуня мають чітко виражену тенденцію до зростання – так, у 2019-21 рр. збільшення середньорічних уловів окуня у порівнянні з 2001-2003 рр. склало 7,8 разів, тоді як для синця цей показник дорівнював 1,3 рази.

Вивчення структури популяції плоскирки дало змогу встановити, що за період досліджень в уловах зафіксовано 9-12 вікових класів (2^+ - 9^+), модальний ряд відносно стабільний – 85,1 зі стелі - 89,7 % загальної чисельності, в уловах – чотири-семирічники завдовжки 16-20 см, середньовиважений – вік 4,1-5,2 років. Середня довжина та маса в модальних вікових групах відповідно становила: 2^+ – 14,5 см та 77 г, 4^+ – 16,4 см та 112 г, 5^+ – 18,6 см та 162 г. В останні роки частка поповнення послаблюється з 37% до 14,7% за рахунок правого крила варіаційного ряду плоскирки.

Відмічені зміни в модальному ряді та певне зростання частки старших вікових груп зумовили зростання середньовиваженого віку в уловах 2021 р. до 5,2 років, проте відмічені у минулих роках негативні тенденції, пов'язані з посиленням вилученням середніх вікових груп, простежуються і в 2021 р. На це, зокрема, вказують і стабільно низькі показники вилову плоскирки на зусилля порядку промислових сіток, який, хоч і збільшився у 2021 р. – до 329 екз. (52,1 кг), проте залишається на низькому рівні для даного виду в Кременчуцькому водосховищі.

Основне промислове навантаження на цей вид забезпечується сітками з кроком вічка $a=38-40$ мм. При цьому середня довжина плоскирки в уловах сіток з $a=38$ мм у 2019-2021 рр. склала $16,97\pm 0,38$ см, в сітках з кроком вічка $a=40$ мм – $19,07\pm 0,41$ см, тобто збільшення інтенсивності промислу насамперед буде спрямовуватися на п'яти-шестирічників.

Динаміка розподілу улову плоскирки за кроком вічка контрольних сіток також свідчить про накопичення в популяції вікових груп, які щойно поповнили промислове ядро популяції. Основний улов як за чисельністю (70-72,2%), так і масою (58 -60,5%) припадав на сітки з $a=30-36$ мм. При цьому на частку найбільш уловистих промислових сіток для даного виду ($a=36-45$ мм) у 2019 р. припало 50,3% загальної маси улову, тобто можна стверджувати про достатньо розвинену базу для ефективного промислу плоскирки. Чисельні генерації, залишок від яких у минулих роках забезпечував певний вилов сітками з $a=50-60$ мм, в незначній мірі простежувались і в подальшому – на частку крупновічкових сіток припало 2,1 % загального улову. Сумарний вилов плоскирки контрольним порядком сіток на рівні середньобагаторічних показників складає 922 – 2052 екз (182- 275 кг).

Отже, для покращення (як з точки зору накопичення питомої біомаси за віковими класами, так і формування популяційної плодючості) структури модального ряду популяції плоскирки Кременчуцького водосховища слід перенести промислове навантаження на 1-2 вікових класи у бік правого крила варіаційного ряду, зокрема, для інтенсифікації вилову плоскирки сітками з кроком вічка $a=45-50$ мм. Середня за 2019-2021 рр. довжина плоскирки в сітках з $a=50$ мм склала $23,07 \pm 0,57$ см, що гарантовано виведе з-під промислового навантаження вікові групи, які складають основне поповнення як промислового, так і репродуктивного ядра популяції. За результатами досліджень 2016-2021 рр. показники смертності плоскирки Кременчуцького водосховища змінювались в межах: $\varphi_Z = 0,41-0,57$; $\varphi_M = 0,19-0,30$; $\varphi_F = 0,18-0,33$.

Таким чином, протягом періоду досліджень структурні показники, які є інтегральними характеристиками стану та експлуатації промислової біомаси плоскирки Кременчуцького водосховища відповідали рівню, характерному для середньоциклових видів з нечисельним поповненням та високою (для окремих років – дуже високою) інтенсивністю елімінації.

У контрольних уловах синця зафіксовано 4-5 вікових класи (2^+-6^+), основу популяції формували молодші вікові групи (72,5-90%). Основу популяції в уловах (79,7%) складали три-чотирирічники завдовжки 20-24 см, тобто відсутність старших вікових синця відмічається вже протягом п'яти суміжних років. Переважання молодших вікових груп та редукція правого крила варіаційного ряду спричинює стабільно низький середньовиважений вік в уловах – 2,9-3,5 років. Враховуючи динаміку улову синця на зусилля контрольного порядку, можна зробити висновок про посилену елімінацію його середніх вікових груп на тлі недостатнього поповнення новими генераціями. Вузкий віковий ряд в уловах ймовірно обумовлений обмеженим кроком вічка в промислових сітках ($a=38-40$ мм), які селективно обловлюють певні вікові групи та наявністю двох чисельних генерацій (2016-17 рр. народження), які у 2020 р. увійшли до промислового стада і зумовили різке зростання кількісних показників уловів. Середньовиважені довжина та маса синця в осінніх уловах була на рівні 21,8 -22,6 см та 174-195 г відповідно. Загалом крива улову цього виду має дуже великий кут нахилу правого крила до осі абсцис, а вузька вершина свідчить про незбалансованість системи "поповнення-залишок".

Окунь в контрольних уловах був представлений різновіковою популяцією, основу якої (71,2-74,7%) формували три-семирічники, завдовжки 15-40 см (сітка $a=30-36$ мм). Спостерігається розширення варіаційного ряду термінальними розмірними класами – 14-39 см. Частка старших вікових груп достатньо висока й зберігається тенденція до зростання з 11,4% (2019 р.) до 22,8% (2020 р.), що поряд із збільшенням частки семирічників зумовило високі середньовиважені показники популяції: довжина 22,3-23,8 см, маса – 312-391 г.

В цілому, за результатами контрольних дослідних уловів 2016-2020 рр., показники, які характеризують стан поповнення та експлуатації основних промислових видів риби Кременчуцького водосховища, і є інтегральними характеристиками умов існування, характеризуються значеннями, які відповідають помірному рівню елімінації, в тому числі і за рахунок промислу. Виключення існує щодо судака, скорочення вікового ряду якого (популяція в

уловах 2017 р. була представлена всього 5 віковими групами) спричинює збільшення показників елімінації, особливо середніх вікових груп. У 2020 р. коефіцієнт загальної річної смертності коливався в межах від 0,34 (сазан) до 0,65 (судак), в основному складаючи 0,35-0,50. Ступінь промислового використання сировинних ресурсів водосховища за величиною промислової смертності характеризується середніми та високими значеннями (0,17-0,40).

Проведеними дослідженнями з вивчення особливостей біохімічного складу органів і тканин статевозрілих особин плоскирки в різні періоди річного циклу встановлено, що у нагульний період загальний вміст білка в печінці лише на 10% перевищував значення зареєстровані у білих скелетних м'язах. Це може свідчити про оптимальні умови середовища, які забезпечують високий рівень пластичного обміну в організмі. Відомо, що в період визрівання статевих продуктів спостерігається підвищення метаболічної активності печінки [34]. Так, на початкових стадіях трофоплазматичного росту ооцитів і сперматозоїдів відбувається біосинтез білків і ліпідів, наслідком чого є зростання біомаси печінки. У подальшому синтезовані печінкою білково-ліпідні комплекси транспортуються до гонад, поповнюючи вміст жовтка яйцеклітин [56].

У переднерестовий період середній показник загального білка у м'язах плоскирки був на 15,4% нижчим, у той час, як його вміст в печінці дещо зростав (на 11,8%), порівняно з показниками, встановленими у період нагулу. При цьому загальний вміст білка в печінці плоскирки на 41,7% перевищував значення, зареєстровані у цей період у м'язах, що може бути свідченням зростання функціональної діяльності печінки у поповненні запасів білка на завершальній стадії визрівання статевих продуктів риб та в період їх нересту. У нагульний період на II-III стадіях зрілості плоскирки в печінці реєстрували максимальний вміст загальних ліпідів, який у 8,8 рази перевищував ці показники у м'язах, тоді як у переднерестовий період ці показники відрізнялися у 2 рази. Це свідчить про високу інтенсивність функціональної діяльності печінки в процесах біосинтезу ліпідів напередодні нересту, а також енергетичне забезпечення трофоплазматичного росту ооцитів на завершальній стадії.

Високий рівень ліпидоутворюючої функції печінки у нагульний період може бути обумовлений початком формування генеративної тканини [34, 43, 58]. Використані на репродуктивний процес поживні речовини за відгодівлі риб інтенсивно депонуються, перш за все, в печінці. Згідно літературних даних [58] у переднерестовий період в результаті мобілізації енергії на процеси генеративного обміну загальний вміст ліпідів в органах і тканинах статевозрілих особин може зменшуватись, оскільки процеси диференціювання статевих продуктів є більш енергоємним процесом порівняно з ростом. При цьому певна частина ліпідів використовується не в енергетичному, а в пластичному обміні, приймаючи участь в процесах утворення компонентів жовтка яйцеклітини. Не можна виключати використання глікогену у цих процесах, вміст якого в печінці і у м'язах плоскирки у цей період характеризувався відносно незначними величинами. Це вказує і вищий у 4,8 рази вміст глікогену навесні у печінці плоскирки порівняно з м'язами. У переднерестовий період вміст глікогену у м'язах плоскирки на 28,2%, а в печінці – на 23% перевищував значення, отримані в період нагулу, що пов'язано з активацією процесів білкового синтезу у процесах диференціювання і трофоплазматичного росту ооцитів. Для завершення процесів формування статевих продуктів риб у цей період слугують не лише компоненти корму, а й резерви, зосереджені в органах і тканинах внаслідок нагулу у попередній рік [58]. Отримані нами дані співпадають з результатами інших досліджень, якими встановлено, що у статевозрілих особин плоскирки Можайського водосховища вже у травні виявлено значну кількість жиру в печінці [35]. Автори припускають, що, очевидно з прогрівом води і початком живлення у плоскирки відновлюються процеси біосинтезу ліпідів в організмі. Свідченням цього авторами також зареєстрований досить високий відносний вміст загальних ліпідів у цей період в печінці. При цьому встановлено, що у дозріваючих самиць більша частина синтезованих печінкою ліпідів надходить до гонад.

У нагульний період загальний вміст білка в білих скелетних м'язах та печінці статевозрілих особин синця знаходився на високому рівні на відміну від

переднерестового періоду, де його вміст був на 29,8% нижчим у м'язах на тлі деякого зростання в печінці (11,2%). При цьому в печінці у переднерестовий період загальний вміст білка на 41,3% перевищував значення, виявлені у м'язах. Це обумовлено спрямованістю біосинтетичних процесів в організмі риб у цей період, які забезпечували пластичний обмін й завершення трофоплазматичного росту ооцитів та підготовку організму до успішного нересту синця. Загальний вміст ліпідів в печінці синця в період нагулу у 20,5 разів перевищував значення, які реєструвалися у м'язах. У переднерестовий період вмісту загальних ліпідів у м'язах синця на 43,5%, а в печінці - у 5,3 рази, порівняно з їх вмістом у нагульній період. На наш погляд, це зниження вмісту загальних ліпідів в печінці синця у переднерестовий період, порівняно з нагульним, пов'язано з тим, що певна частина ліпідів використовується не лише в енергетичному, а і у пластичному обміні, приймаючи участь в процесах утворення жовтка яйцеклітини самиць синця. Важливими у цьому аспекті є дані щодо відносно низького вмісту глікогену, особливо в печінці синця, який перевищував його значення у м'язах у нагульній період на 98,7%. При цьому слід відзначити, що навесні, у переднерестовий період виявлено більш низький (на 22%) вміст глікогену у м'язах синця, у той час, як у печінці риб його вміст у 2,6 рази перевищував показники, зареєстровані у період нагулу.

Таким чином, нагульній період синця характеризується високим рівнем накопичення загального білка в печінці і у м'язах, а особливо високим вмістом в печінці загальних ліпідів на тлі відносно низького вмісту в ній глікогену. Мінімальний вміст загальних ліпідів виявлено в період нагулу у м'язах синця. У переднерестовий період як у м'язах, так і в печінці синця встановлено відносно високий вміст загального білка. Досить низький порівняно з періодом нагулу, особливо в печінці синця виявився загальний вміст ліпідів, який більш, ніж у 6 разів перевищував їх вміст у м'язах.

У статевозрілих особин окуня в нагульній період загальний вміст білка у білих скелетних м'язах і печінці в середньому становив 140 мг/г сирої маси тканини. Відносно невисокий вміст загального білка в печінці окуня, порівняно

з м'язами на наш погляд може бути обумовлений участю частки синтезованого печінкою білка оовітеліну в процесах генеративного обміну, який спостерігається вже в літньо-осінній період. Це узгоджується з точкою зору [142], який також зазначає, що протягом періоду визрівання гонад в органах і тканинах веснянонерестуючих риб значно знижується вміст органічних речовин.

Загальний вміст ліпідів в печінці окуня у нагульний період перевищував ці показники у м'язах у 3,8 рази, що є свідченням високої функціональної діяльності печінки у процесах біосинтезу ліпідів, які є важливим енергетичним субстратом для забезпечення пластичного і генеративного обміну та успішної зимівлі риб. Більш низький вміст загальних ліпідів у білих скелетних м'язах окуня, порівняно з печінкою, обумовлений їх функціональним значенням у пластичному обміні та участю окремих фракцій у процесах побудови клітинних мембран [17]. У переднерестовий період загальний вміст білка в печінці окуня на 19,6% перевищував значення, які були визначенні у м'язах. Загальною закономірністю є те, що вміст загальних ліпідів і глікогену в печінці і у м'язах окуня в період нагулу суттєво перевищує значення у цих органах і тканинах у переднерестовий період. Це є свідченням високої функціональної діяльності печінки у процесах пластичного і енергетичного обміну.

Біосинтез глікогену здійснюється в печінці з глюкози. Певну частину отриманих з кормом вуглеводів, яка не була відразу використана для отримання енергії, гідробіонти перетворюють у жири і глікоген і накопичують їх в печінці та у м'язах. В печінці також можливе новоутворення глікогену з продуктів розпаду вуглеводів, а також в результаті розкладу жирів і білків в процесі глюконеогенезу [151]. У м'язах глікоген слугує резервним джерелом енергії для їх функціональної діяльності. У печінці глікоген є вуглеводним резервом, з якого з задіянням певних ферментів утворюється глюкоза. За необхідності глікоген легко перетворюється у глюкозу, яка може приймати участь у енергетичному забезпеченні метаболічних процесів в організмі риб. У період нагулу дослідженнями виявлено значний вміст в печінці окуня глікогену, який

втричі перевищував його накопичення у м'язах, що також може бути обумовлено процесами біосинтезу ліпідів шляхом залучення глікогену. Після зимівлі за певних температурних умов та наявності кормових організмів в окуня відбувається поступове відновлення енергетичного потенціалу організму та його входження в переднерестовий період, який характеризується специфічними особливостями метаболізму (диференціювання, трофоплазматичний ріст ооцитів і сперматогоніїв) [5].

Таким чином, дослідженнями встановлено, що більш низький вміст загального білка в печінці і у білих скелетних м'язах статевозрілого окуня Кременчуцького водосховища у нагульний період, порівняно з переднерестовим періодом може бути свідченням його суттєвих витрат на процес визрівання статевих продуктів та для забезпечення процесів життєдіяльності організму у цілому. Більш високий вміст загального білка в печінці і м'язах окуня в переднерестовий період може свідчити про інтенсивний перебіг в печінці біосинтетичних процесів, спрямованих на відновлення білка після зимівлі та для забезпечення процесів дозрівання статевих продуктів і успішного нересту.

Дослідженнями фізіологічного статусу статевозрілих риб з різним типом живлення Кременчуцького водосховища встановлено, що за існуючих сучасних екологічних умов (постійний рівневий режим), викликаних глобальним потеплінням, осінній нагульний період характеризувався відносно високим рівнем перебігу метаболічних процесів. Це підтверджується значним накопиченням в органах і тканинах, зокрема у печінці та у білих скелетних м'язах загального білка, ліпідів та глікогену.

Встановлено, що в усіх досліджених видах риб у період осіннього нагулу, відмічався достатньо високий вміст загального білка у білих скелетних м'язах, порівняно з печінкою. Це обумовлено накопиченням білка у м'язах риб у літній період нагулу. В осінній нагульний період спостерігається пригнічення процесів пластичного обміну та перемикання його на інтенсивне жиронакопичення [67].

Низький вміст загального білка в печінці риб в осінній період пояснюється настанням у більшості риб нового етапу гаметогенезу й забезпечення процесів генеративного обміну. При цьому, крім компонентів їжі, використовується синтезований печінкою попередник білка оовітелін, який бере участь в процесах трофоплазматичного росту ооцитів та сперматоцитів.

У період осіннього нагулу встановлено високий рівень накопичення загальних ліпідів в печінці досліджених видів риб. Він суттєво перевищував показники загальних ліпідів, визначені у м'язах риб. Цей процес забезпечений ліпідуютворюючою функцією печінки, спрямованою на забезпечення процесів енергетичного обміну на стадії трофоплазматичного росту ооцитів та процесів життєдіяльності організму в період зимівлі.

При зниженні температури води спостерігається зміна «жирового обміну» на вуглеводний в осінній період. Це підтверджується інтенсивним накопиченням глікогену. Високий рівень глікогену значною мірою визначається наявністю у водоймі корму, необхідного для його інтенсивного біосинтезу в печінці.

Таким чином, в кінці нагульного періоду в органах і тканинах статевозрілих риб Кременчуцького водосховища – плоскирки, синця та окуня реєструється максимальний рівень накопичення білка, ліпідів та глікогену. Ці сполуки необхідні для енергетичного забезпечення генеративного синтезу, розвитку гонад й процесів інших процесів життєдіяльності організму в період зимівлі. Різний вміст в органах і тканинах досліджуваних видів риб загального білка, ліпідів та глікогену у нагульний період значною мірою обумовлений не лише особливостями перебігу 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 досліджуваних видів риб Кременчуцького водосховища виявилися оптимальними екологічними умовами для перебігу процесів

пластичного, генеративного обміну та енергетичного забезпечення процесів життєдіяльності організму досліджуваних видів риб в період зимівлі та нересту.

ВИСНОВКИ

На основі польових моніторингових і лабораторних досліджень встановленні біологічні та біохімічні показники статевозрілих особин популяцій риб різних трофічних груп Кременчуцького водосховища в переднерестовий та нагульний періоди.

1. Проведеними дослідженнями встановлено, що рівневий, температурний та гідрохімічний режим середньої частини Кременчуцького водосховища сприяли нормальній життєдіяльності риб. Стан розвитку фіто- та зоопланктону в цілому задовольняв харчові потреби іхтіофауни.

2. Динаміка промислових уловів характеризується помітною нестабільністю і включає як зростання (до 4,3-4,4 тис. т у 2009-10 рр. та 4,7-4,9 тис. т у 2016-17 рр.), так і зниження (до 3,2 тис. т у 2011-13 рр.). Найбільше зростання уловів було забезпечено такими видами, як лящ (22,4 %), карась сріблястий (18,7 %), плоскирка (15,5 %) та судак (13,5 %).

3. Структурні показники плоскирки Кременчуцького водосховища в цілому відповідали середньобагаторічному рівню – в уловах зафіксовано 9 вікових класів – від двох- до дев'ятирічників. Модальний ряд також залишався стабільним - 89,7 % загальної чисельності особин цього виду в уловах складали чотири-семирічники довжиною 16-20 см. Частка поповнення продовжує зменшуватися – до 14,5 %. Улови плоскирки характеризуються підвищеною елімінацією середніх вікових груп, які мають найвищу комерційну цінність і складають основне поповнення як промислового, так і репродуктивного ядра популяції.

4. Динаміка промислових уловів синця має тенденцію до зниження. Редукція правого крила варіаційного ряду популяції спричинює стабільно низький середньовиважений вік в уловах, що свідчить про посилену елімінацію середніх вікових груп на тлі недостатнього поповнення новими генераціями. Проте у 2020 р. спостерігалось помітне збільшення уловів синця і загальний прогноз за цим видом було повністю вичерпано.

5. Динаміка промислових уловів окуня має тенденцію до зростання з 1% до 2,0-2,5 %. У популяції спостерігається розширення варіаційного ряду термінальними розмірними класами, зокрема старших вікових груп з 11,4 % (2019 р.) до 22,8 % (2020 р.). Розподіл уловів по крокам вічка свідчить про задовільне поповнення окуня у водоймі і його збільшення його кількості.

6. Нагульний період статевозрілих особин плоскирки та синця характеризується достатньо високим вмістом загального білка в печінці (на 41,7%) порівняно з м'язами та загальних ліпідів, що забезпечить їх використання в період зимівлі; в окуня відповідно становив 140 мг/г сирої маси тканини, загальний вміст ліпідів в печінці у 3,8 рази перевищував цей показник у м'язах, що є свідченням високої функціональної діяльності печінки у процесах біосинтезу ліпідів.

7. У переднерестовий період загальний вміст білка в плоскирки в був на 11,8% вищим в печінці, загальний вміст ліпідів був нижчим і в м'язах (у 2,2 рази), і в печінці (у 4,6 рази) порівняно з нагулом, що підтверджує припущення про використання енергетичних резервів організму плоскирки в період зимівлі. вміст глікогену у м'язах плоскирки на 28,2%, а в печінці - на 23% перевищував значення, отримані в період нагулу. У синця як у м'язах, так і в печінці встановлено відносно високий вміст сумарного білка й низький сумарний вміст ліпідів, в печінці більш, ніж у 6 разів перевищував їх вміст у м'язах. В окуня загальний вміст білка на 19,6% перевищував значення, які були виявлені у м'язах, загальних ліпідів і глікогену в печінці і у м'язах окуня в період нагулу суттєво перевищує значення у цих органах і тканинах у переднерестовий період. Це є свідченням високої функціональної діяльності печінки у процесах пластичного і енергетичного обміну.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Для забезпечення нормального поповнення промислових стад плоскирки, синця та окуня Кременчуцького водосховища слід обмежити використання сіток з кроком вічка менше $a=38$ мм протягом всього промислового сезону. Зазначеному обмеженню слід надати безстроковий характер і воно повинно бути внесено до нової редакції Правил промислового рибальства у рибогосподарських водних об'єктах.

2. Для забезпечення оптимального розподілу промислового навантаження за розмірно-віковими групами плоскирки та синця Кременчуцького водосховища слід запроваджувати спеціалізований лов старших вікових груп цих видів сітками з кроком вічка $a=50-60$ мм з жорстким контролем прилову ляща.

3. Фактичні коефіцієнти промислової смертності плоскирки та синця в останні роки наближені до оптимальних, тощо збільшення технічної інтенсивності лову цих видів, зокрема, за рахунок сіток з кроком вічка $a=38-45$ мм є недоцільним.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алекин О. А. Методы исследования физических свойств и химического состава воды. В кн. : Жизнь пресных вод СССР. Москва, Ленинград: АН СССР, 1959. Т. 4, ч. 2. С. 213–300.
2. Алекин О. Ф., Семенов А. Ф., Скопицев В. А. Руководство по химическому анализу вод суши. Ленинград : Гидрометиздат, 1973. 353 с.
3. Архів погоди. Погода <Мета> Україна. URL: <https://pogoda.meta.ua/Cherkaska/Cherkaskyi/Cherkasy/archive/2016/> (дата звернення 12 вересня 2016 р.).
4. Белинг Д. О. Дніпро та його рибні багатства / Д. О. Белинг. Київ : Вид. всеукр. акад. наук, 1935. 163 с.
5. Беляев В. И., Николаев В. М., Шульман Г. Е., Юнева Т. В. Тканевый обмен у рыб. Киев : Наук. думка, 1983. 148 с.
6. Беспозвоночные и рыбы Днепра и его водохранилищ / Зимбалева Л. Н. и др. Киев : Наукова думка, 1989. 243 с.
7. Билык Т. И. Содержание белка в тканях некоторых видов рыб Кременчугского водохранилища. *Рыбное хозяйство*. Киев. 1985. Вып. 41. С. 59–63.
8. Богданова Л. Н. Характеристика зоопланктону Кременчуцького водосховища. *Рибне господарство*. 1993. № 47. С. 58–60.
9. Браше Ж. Биохимическая эмбриология. Москва : Изд-во иностр. литературы, 1961. 327 с.
10. Брюзгин В. Л. Методы изучения роста рыб по чешуе и отолитам. Киев : Наукова думка, 1969. 186 с.
11. Бузевич І. Ю., Третяк О. М. Наукові основи спрямованого формування іхтіофауни Дніпровських водосховищ / Проблеми воспроизводства аборигенных видов рыб. Київ, 2005. С. 213–216.
12. Бузевич І. Ю. Наукові аспекти рибпромислової експлуатації водосховищ Дніпровського каскаду / І. Ю. Бузевич. *Рибогосподарська наука України*. 2007. № 2. С. 64–71.

13. Бузевич О. А., Леуський М. В., Євтушенко М. Ю., Котовська Г. О., Рудик-Леуська Н. Я., Христенко Д. С. Структурні показники популяції окуня Кременчуцького водосховища. Рибогосподарська наука України, Київ, 2022. № 3. С. 3–16. <https://fsu.ua/index.php/uk/2022/3-2022-61/2022-03-003-016-leuskyi>
14. Видові особливості розподілу та накопичення важких металів в органах і тканинах ляща (*Abramis brama* L.) та карася сріблястого (*Carassius auratus* L.) Канівського водосховища / Мельник А. П. та ін. *Рибогосподарська наука України*. 2012. № 3/4. С. 22–26.
15. Владимиров В. И., Сухойван П. Г., Бугай К. С. Размножение рыб в условиях зарегулированного стока рек. Киев : Изд-во АН УССР, 1963. 394 с.
16. Владимиров В. И. Критические периоды развития у рыб / В. И. Владимиров // *Вопр. Ихтиологии*. 1975. Т. 15. Вып. 5 (95). С. 689–695.
17. Гершанович А. Д., Лапин В. И., Шатуновский М. И. Особенности обмена липидов у рыб // *Успехи современной биологии*. 1991. Т.111. Вып. 2. С. 207–219.
18. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ / Денисова А. И. и др. Киев : Наукова думка, 1989. 216 с.
19. Гребінь В. В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). Київ : Ніка-Центр, 2010. 316 с.
20. Грициняк И. И. Стратегия рационального и эффективного рыбопромыслового использования водохранилищ днепровского каскада / И. И. Грициняк, И. Ю. Бузевич. Материалы междунар. науч.-практич. конф. “Комплексный подход к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов каспийского бассейна”, 13–16 октября 2009 года, г. Астрахань, 2009. С. 76–79.
21. Гусынская С. Л. Пелагический зоопланктон // *Беспозвоночные и рыбы Днепра и его водохранилищ*. Киев : Наук. Думка, 1989. С. 21–44.
22. Демченко М. Ф. Рыбохозяйственное освоение Кременчугского водохранилища: Обзорная информация / М. Ф. Демченко, Л. И. Вятчанина, В. М. Ерко. Москва : ЦНИИТЭСИРХ, 1986. Вып. 2. (Рыбохозяйственное использование внутренних водоёмов).

23. Денисова А. И. Особенности гидрохимического режима Кременчугского водохранилища в подледный период. *Гидробиологический журнал*. 1965. № 4. С. 61–63.
24. Денисова А. И., Тимченко В. М., Нахшина Е. П. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ. Киев : Наук. Думка, 1979. 280 с.
25. 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. Т. 11, № 1. С. 24–30.
26. Діденко О. В. Сучасний стан запасів плоскирки (*Blicca djorkna* L.). *Рибогосподарська наука України*. 2008. № 3. С. 19–23.
27. Діденко А. В., Гурбик А. Б. Питание окуня (*Perca fluviatilis* L.) Каневского водохранилища в весенний период. *Рибогосподарська наука України*. 2011. № 2. С. 18–24.
28. Діденко О. В., Гурбик О. Б. Особливості живлення судака (*Sander Lucioперca* L.) Канівського водосховища у весняний період. *Рибогосподарська наука України*. 2012. № 1. С. 28–35.
29. Екологічні вимоги до правил експлуатації дніпровських водосховищ / Тимченко В. М., Оксіюк О. П., Романенко В. Д., Євтушенко М. Ю., Якушин В. М. Київ : Ін-т гідробіології НАН України, 2002. 36 с.
30. Ерко В. М., Семенюк А. Ф., Медына Т. В. Влияние режима работы днепровских ГЭС на естественное воспроизводство рыб // Всес. Совещ. «Перспективы рыбохозяйственного использования водохранилищ». Москва, 1986. С. 25–26.
31. Євтушенко М. Ю., Горліченко М. Г., Шевченко С. В. Статична біохімія гідробіонтів. Одеса : Екологія, 2010. 220 с.
32. 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 Х міжнародної іхтіологічної наук.-практ. конф. (Київ, 19–21 вересня 2017 р.). Київ. 2017. С. 104–108.

33. Жадин В. И. Методы гидробиологических исследований. Москва, 1960. 188 с.

34. Жиденко А. А., Бибчук Е. В., Мищенко Т. Показатели метаболизма рыб как биоиндикаторы экологической оценки состояния водоёмов. *Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб*. Тез. докл. международн. конф., 20 апреля 2010 г. С. 63–66.

35. Житенева Т. С. Основные результаты исследований питания леща (*Abramis brama*, *Cyprinidae*) в Рыбинском водохранилище. *Гидробиологический журнал*. 2009. Т.45, № 3. С. 43–54.

36. Забитівський Ю. М., Юрчак С. В., Бобеляк Л. Й., Гевкан І. І. Вплив ліпосомального препарату з вітамінів А, Е та мікроелементів Zn, Se, І на фізіологічний стан коропа (*Cyprinus carpio*) у переднерестовий період. *Рибогосподарська наука України*. 2014. № 4 (30). С. 86–94.
<https://doi.org/10.15407/fsu2014.04.086>

37. Задорожна Г. М. Вплив сонячної радіації і температури води на розвиток фітопланктону Канівського водосховища / Г. М. Задорожна, В. І. Щербак. *Гідробиологічний журнал*. 2016. Т. 52, № 5. С. 18–27. doi:
http://nbuv.gov.ua/UJRN/gbj_2016_52_5_4

38. Зайцева Г. Я. Живлення та кормові взаємовідношення риби у Кременчуцькому водоймищі. *Біологія риби Кременчуцького водоймища*. К. : Вид-во «Наук. думка», 1970. С.257–316.

39. Засосов А. В. Теоретические основы рыболовства. Москва : Пищевая промышленность, 1970. 291 с.

40. Зарубин О. Л., Малюк И. А., Костюк В. А. Особенности содержания ¹³⁷Cs у различных видов рыб Каневского водохранилища на современном этапе. *Гидробиологический журнал*. 2009. Вып. 45, № 5. С. 98–110.

41. 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. Киев, 2004. С. 231–235.

42. Зубенко О. Б. До питання про живлення окуня Кременчуцького водоймища // Гідробіологічні дослідження водойм України. Київ : Наук. думка, 1976. С. 158–159.

43. Иванов А. П. Рыбоводство в естественных водоёмах. Москва : Изд-во Агропромиздат, 1988. 367 с.

44. Исаев А. И, Карпова Е. И. Рыбное хозяйство водохранилищ. Москва : Агропромиздат, 1989. С. 51–54.

45. Кангур А. Физиолого-биохимические особенности годового цикла леща из озера Выртсьярв 1. Динамика содержания сухого вещества, белка и жира в мышцах // Изв. АН Эст. ССР. Сер. биол. 1975. Т. 34, № 1. С. 72–82.

46. Кирсипуу А. И., Лаугасте К. О. О сезонных изменениях белкового обмена у леща // Современные вопросы экологической физиологии рыб. Москва, 1979. С. 174–178.

47. Кирсипуу А. Лаугасте К. Некоторые аспекты влияния температуры на обмен веществ рыб // Основы биопродуктивности водоёмов Прибалтики. Тарту, 1975. С. 371–375.

48. Козлов А. Н. Некоторые особенности жирового обмена мраморной нототении *Nototenia rossimormorata* Fiaher в преднерестовый период // Тр. ВНИИ мор. рыбн. хоз-ва и океанографии. 1972. Т. 85, вып. 3. С. 117–129.

49. 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.

50. Комаровский Ф. Я., Полищук Л. Р. Ртуть и другие тяжелые металлы в водное среде: миграция, накопление, токсичность для гидробионтов. *Гидробиологический журнал*. 1981. Т. 17, № 5. С. 123–135.

51. Комплексна оцінка екологічного стану басейну Дніпра / Романенко В. Д., Євтушенко М. Ю., Линник П. Г. та ін. Київ : Інститут гідробіології НАНУ, 2000. 103 с.

52. Концепція. Національної програми збереження біорізноманіття на 2005-2025 роки. Затверджено розпорядженням Кабінету Міністрів України, 22 вересня 2004. № 675-р. doi: <https://www.kmu.gov.ua/npas/9110364>

53. Котовська Г. О. Антропогенний вплив на відтворення риб Кременчуцького водосховища / Г. О. Котовська. «Сучасні проблеми біології, екології та хімії», присвяченої 20-річчю біол. ф-ту ЗНУ»: зб. матеріалів Міжнар. конф., 28.03–01.04 2007 р. Запоріжжя, 2007. Ч. 1. С. 233–235.

54. Котовська Г. О., Христенко Д. С. Біологічні показники нерестового стада плоскирки Кременчуцького водосховища. *Рибогосподарська наука України*. 2009. № 4. С. 49–52.

55. Котовська Г. О., Христенко Д. С. Умови та ефективність відтворення основних видів риб Кременчуцького водосховища: Монографія. Аграрна медіа група, 2010. 176 с.

56. Кошелев Б. В. Эколого-морфологическое исследование гаметогенеза половой цикличности и размножения рыб // Эколого-морфологические и эколого-физиологические исследования развития рыб. Москва : Изд-во «Наука», 1978. С. 10–43.

57. Кошелев Б. В. Экология размножения рыб. Москва : Наука, 1984. 307 с.

58. Кривобок М. Н. О роли печени в процессе созревания яичников салаки *Clupea harengus membras* // Вопросы ихтиологии. 1964. Т.4, № 3. С. 483–494.

59. Кружиліна С. В. Трофічні взаємовідносини рослиноїдних риб і личинок плітки та плоскирки Кременчуцького водосховища. *Рибне господарство*. 2003. № 62. С. 85–89.

60. Кружиліна С. В. Трофічні взаємовідносини білого товстолобика, молоді ляща і плоскирки Кременчуцького водосховища. *Рибне господарство*. 2004. № 63. С. 120–123.

61. Кружиліна С. В. Трофічні взаємовідносини строкатого товстолобика і молоді ляща, плітки і плоскирки Кременчуцького водосховища. *Рибне господарство*. 2005. № 64. С. 116–111.
62. Кружиліна С. В. Живлення та трофічні взаємовідносини молоді основних промислових видів риб Кременчуцького водосховища. *Гідробіологічний журнал*. 2009. Т. 45, № 6. С. 25–35.
63. 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.
64. Курганський С. В. Вміст білку в основних промислових видів риб Київського водосховища. *Рибне господарство*. 1999. Вип. 54-55. С. 62–67.
65. Курганський С. В., Бузевич О. А., Рудик-Леуська Н. Я. Стан запасів другорядних промислових видів риб Київського водосховища. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2014. № 7. С. 1–15.
66. Куцоконь Ю., Квач Ю. Українські назви міног і риб фауни України для наукового вжитку // *Біологічні Студії*. 2012. Т. 6, № 2. С. 199–220.
67. Лапина Н. Н. Сезонная динамика эколого-физиологических показателей плотности Можайского водохранилища. *Экологическая физиология рыб. ч.2. Тез. докл. 111 Всес. конф. Киев, 1976. Киев : Наук. думка, 1976. С. 15–16.*
68. 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.
69. Лапина Н. Н. Динамика некоторых физиологических показателей леща Рыбинского водохранилища на протяжении годового цикла. *Вестник МГУ. Сер.16. Биология*. 1980. № 2. С.63–69.
70. 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.

71. 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.

72. Леуський М. В., Рудик-Леуська Н. Я. Сучасний стан синця та окуня в Кременчуцькому водосховищі. *Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів: І міжнародна науково-практична конференція* (м.Київ, 15–17 травня 2018 р.). Київ, 2018. С. 41–42.

73. Леуський М. В., Бузевич О. А., Рудик-Леуська Н. Я., Котовська Г. О., Христенко Д. С. Структурні показники популяції плоскирки Кременчуцького водосховища. *Рибогосподарська наука України*, Київ, 2022. № 2. С. 23–40. <https://fsu.ua/index.php/uk/2022/2-2022-60/2022-02-016-032-leuskyi>

74. 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*. Петрозаводск, 1980. С. 21–29.

75. Линник П. Н., Журавалева Л. А., Самойленко В. Н., Набиванец Ю. Б. Влияние режима эксплуатации на качество воды днепровских водохранилищ и устьевой области Днепра. *Гидробиологический журнал*. 1993. Т. 29, № 1. С. 89–98.

76. Литвиненко В. В. Морфологические особенности густеры Кременчугского водохранилища / В. В. Литвиненко. *Рыбное хозяйство*. Киев : Урожай, 1978. Вып. 26. С. 47–52.

77. Литвиненко В. О., Котовська Г. О., Бузевич О. А. & Курганський С. В. Моделирование уловов густеры (*Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)) в Киевском водохранилище по разным параметрам орудий лова. *Рибогосподарська наука України*. 2021. № 2. С. 5–17.

78. Лихарева Е. И. Возможности восстановления запасов речных раков в водоемах Ленинградской области 1. Элементы биологии речных раков // Е. И. Лихарева / Государственный научно-исследовательский институт озерного и

речного рыбного хозяйства Росрыбхоза. Сборник научных трудов, 1989. Вып. 300. 10 с.

79. 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*». Київ : ВГЛ Обрії, 2008. Т. 3. С. 141–147.

80. 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*». Київ : ВГЛ Обрії, 2008. Т. 3. С. 13–17.

81. Макеева А. П. Эмбриология рыб. Москва : Изд-во МГУ, 1992. 216 с.

82. Малиенко А. В. Содержание липидов в теле некоторых видов рыб Кременчугского водохранилища // Пищевые потребности и баланс энергии у рыб. Киев : Изд-во «Наук. думка», 1973. С. 149–162.

83. Мелководья Кременчугского водохранилища / Под ред. Л. Н. Зимбалевской. Киев : Наук. Думка, 1979. 280 с.

84. Маляревская А. Я., Биргер Т. И. Биохимический состав производителей, икры и личинок тарани и леща // Влияние качества производоклей на потомство у рыб. Киев : Наук. думка, 1978. С. 5–34.

85. Martseniuk V. M., Potrokhov O. S., & Zinkovskiy O. G. Energy Metabolism in Organs and Tissues of Perch *Perca fluviatilis* under Changes of Water Temperature. *In Hydrobiological Journal*. 2018. Vol. 54, № 4. P. 85–94. <https://doi.org/10.1615/hydrobj.v54.i4.90>

86. 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.

87. Мельничук Г. Л. Пищевые потребности и баланс энергии молоди леща, плотвы, густеры, синца и судака Кременчугского водохранилища // Пищевые потребности и баланс энергии у рыб. Киев : Наук. думка, 1973. С. 50–118 с.

88. Межжерин С. В. Животные ресурсы Украины в свете стратегии устойчивого развития: аналитический справочник / С. В. Межжерин. Киев : Логос, 2008. 282 с.
89. Методика збору і обробки іхтіологічних і гідробіологічних матеріалів з метою визначення лімітів промислового вилучення риб з великих водосховищ і лиманів України: № 166: Затв. наказом Держкомрибгоспу України 15.12.98. Київ, 1998. 47 с.
90. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / [О. М. Арсан, О. А. Давидов, Т. А. Дяченко та ін.] за ред. В. Д. Романенка. Київ : Логос, 2006. 408 с.
91. Методические рекомендации по сбору и обработке ихтиологического материала / В. Г. Костоусов, И. И. Оношко, Г. И. Полякова и др. Институт рыбного хозяйства НАН Беларуси. Минск, 2005. 56 с.
92. Миськовець Н. П., Лелях 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.
93. Михайленко Л. Е. Бактериопланктон днепровских водохранилищ. Киев : Ин-т гидробиологии НАН Украины, 1999. 64 с.
94. Мовчан Ю. В, Смирнов А. І. . Фауна України. К.: Наукова думка, 1981. – Т. 8, Вып. 2, ч.1 – 427 с.
95. Мовчан Ю. В. ,Смирнов А. І. Фауна України. К.: Наукова думка, 1983. – Т. 8, Вып. 2. Ч. 2. – 360 с.
96. Мовчан Ю. В. Фауна України. К.: Наукова думка, 1988. – Т. 8, Вып. 3. – 368 с.
97. 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.
98. Мордухай-Болтовской Ф. Д. Материалы по среднему весу водных беспозвоночных бассейна Дона // Тр. проблем. и тематит. совещ. 2. Проблема

гидробиологии внутренних вод. Москва, Ленинград : АН СССР, 1954. С. 223–241.

99. Мордухай-Болтовской Ф. Д., Ривьер И. К. Хищные ветвистоусые фауны мира: Определители по фауне СССР. Ленинград : Наука, 1987. Вып. 248. 182 с.

100. . Морозов А. В., Дубровская К. П. О коэффициенте упитанности рыб. Зоологический журнал. 1951. Т. 30(3). С. 267–273.

101. Мур Дж., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах. Контроль и оценка влияния. Москва : Мир, 1987. 312 с.

102. Нейфах А. А., Тимофеева М. Я. Молекулярная биология процессов развития. Москва : Наука, 1977. 312 с.

103. Носаль А. Д., Ващенко Д. М., Симонова Л. Г. Рыбохозяйственное освоение Кременчугского водохранилища // Тр. Н.и. ин-та рыбн.хоз-ва УАСХН. Киев, 1958. № 11. С. 193–224.

104. Озернюк Н. Д. Энергетический обмен в раннем онтогенезе рыб. Москва : Наука, 1985. 173 с.

105. Озінковська С. П. Динаміка вилову основних промислових видів риб на Кременчуцькому та Каховському водосховищах / С. П. Озінковська, Д. С. Христенко, Г. О. Котовська. *Науковий вісник НАУ*. Київ, 2006. № 102. С. 61–67.

106. Плигин Ю. В. Макрзообентос // Беспозвоночные и рыбы Днепра и его водохранилищ. Киев : Наук. думка, 1989. С. 95–117.

107. Поддубный А. Г. Экологическая топография популяций рыб в водохранилищах. Ленинград : Наука, Ленинградское отделение, 1971. 311 с.

108. Полтавчук М. А. Биология и разведение днепровского судака в замкнутых водоёмах. Киев : Наук. думка, 1965. 257 с.

109. Правила експлуатації водосховищ дніпровського каскаду / Яцик А. В., Томільцева А. І., Яцик М. В. та ін. Київ : Генеза, 2001. 180 с.

110. Правила експлуатації водосховищ дніпровського каскаду / А. В. Яцик, А. І. Томільцева, М. В. Яцик та ін. Київ : Генеза, 2003. 176 с.

111. Практикум по биохимии: Учеб. пособие / Под ред. С. Е. Северина, Г. А. Соловевой. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Изд-во МГУ, 1989. 509 с.
112. Приймаченко А. Д. Фитопланктон и первичная продукция Днестра и Днестровских водохранилищ. Киев : Наук. думка, 1981. 271 с.
113. Причепа М. В., Потрохов О. С., Зінковський О. Г, Худіяш Ю. М. Особливості гормональної реакції риб за умов коливань температурного режиму водойми. *Гідробіологічний журнал*. 2019. Т. 55, № 3. С. 76–85.
114. «Про забруднення Дніпра потрібно кричати». Гідрометеоцентр. Новий вік. 29-01-2019, 17:00. doi: <https://novadoba.com.ua/55482-pro-zabrudnennya-dnipra-potribno-krychaty-gidrometeocentr.html>
115. Протасов А. А. Биоразнообразие и его оценка. Концептуальная диверсикология. Киев, 2002. 105 с.
116. Прохорова М. И., Тупикова З. Н. Большой практикум по углеводному и липидному обмену. Ленинград, 1965. 101 с.
117. Радионуклидное загрязнение рыб верхней части Каневского водохранилища / Широкая З. О. и др. *Вопросы рыбного хозяйства Беларуси*. 2008. Вып. 24. С. 499–501.
118. Разнообразие и его роль в функциональной устойчивости и эволюции экосистем / Емельянов И. Г. Киев, 1999. 168 с.
119. Режим промислового рибальства у дніпровських водосховищах у 2015 р., затверджений наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України 30.12.2014 № 509; зареєстрований в Міністерстві юстиції України 15.01.2015 р. за №39/26484. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0039-15#Text> (дата звернення 19 жовтня 2017 р.).
120. Результати аналізу проб води Кременчуцького водосховища за 3 квартал 2012 року. Черкаси. Офіційний портал міської ради, міського голови, виконавчого комітету. 26 жовтня 2012. URL: <http://chmr.gov.ua/ua/newsread.php?view=3991&s=1&s1=69> (дата звернення 18 вересня 2016 р.).

121. Романенко В. Д., Афанасьев С. А., Петухов В. Б. Влияние рыбного хозяйства на биологическое разнообразие в бассейне реки Днепр. Киев : Академперіодика, 2003. 188 с.

122. Рудик-Леуська Н. Я., Євтушенко М. Ю. Стан популяцій ляща та плітки Сулинської затоки Кременчуцького водосховища. Київ : Фітосоціоцентр, 2010. 164 с.

123. Сакун О. Ф., Буцкая Н. А. Определение стадии зрелости и изучение половых циклов рыб. Мурманск, 1963. 47 с.

124. СОУ– 05.01.-37-385:2006. Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми. Київ : Міністерство аграрної політики України, 2006. 15 с. (Стандарт мінагрополітики України).

125. Сухойван П. Г. Розмноження риб у Кременчуцькому водосховищі // Біологія риб Кременчуцького водоймища. Київ : Наук. думка, 1970. С. 34–118.

126. Сухойван П. Г. О влиянии характера уровня режима на численность фитофильных рыб в днепровских воохранилищах // Тр. ВНИРО, 1972. Т. 83. С. 105–118.

127. Сухойван П. Г., Вятчина Л. И. Рыбное население и его продуктивность // Беспозвоночные и рыбы Днепра и его водохранилищ. Киев : Наук. думка, 1989. С. 136–174.

128. Температура воды в Кременчугском водохранилище. URL: <https://travel.org.ua/water/kremenchugskoe-vodokhranilische-temperatura-vody> (дата звернення 21 жовтня 2016 р.).

129. Тімченко В. М., Оксіюк О. П., Романенко В. Д., Євтушенко М. Ю., Якушин В. М. Екологічні вимоги до Правил експлуатації дніпровських водосховищ (наукові засади та проблеми). Київ : Ін-т гідробіології НАН України, 2002. 36 с.

130. Тимченко В. М. Экологическая гидрология водоёмов Украины. Киев : Наук. думка, 2006. 384 с.

131. Тюрин П. В. «Нормальные» кривые переживания и темпов естественной смертности рыб как теоретическая основа регулирования рыболовства / П. В. Тюрин // Известия ГосНИОРХ. 1972. Вып. 71. С. 71–128.

132. У Дніпрі на Черкащині масово гинуть раки та риба / Телеканал ВІККА-новини. Архів новин. 8 серпня 2016, 16:46. URL: <http://vikka.ua/novini/60914-u-dnipri-na-cherkaschini-masovo-ginut-raki-ta-riba-foto.htm> (дата звернення 20 вересня 2016 р.).

133. У гідрометцентрі розповіли, чим забруднене Кременчуцьке водосховище / Черкаси. «Прочерк. Про це говорять Черкаси» 18 липня 2016. URL: <https://procherk.info/news/7-cherkassy/44546-u-gidromettsentri-rozpovili-chim-zabrudnene-kremenchutske-vodoshovische> (дата звернення 22 вересня 2016 р.).

134. Хаберман Х., Кирсипуу А., Лаугасте К., Телль Х. Взаимосвязь гистохимических показателей, биохимико-физиологических показателей крови и продукционно-биологических свойств леща оз. Выртсъярв // Ихтиология и озерное рыбное хозяйство. 1968. Т.1, ч.1. Рига, Зинатне.

135. Хороших Л. А. Бактериопланктон литорали водохранилищ // Растительность и бактериальное население Днепра и его водохранилищ. Киев : Наук. думка, 1989. С. 211–216.

136. Христенко Д. С. Біологічний стан нерестового стада та особливості нересту синця (*Ballerus Balerus* Linneus, 1758) Кременчуцького водосховища. Рибогосподарська наука України. 2010. № 1. С. 28–32.

137. Цедик В. В. Стан популяції ляща і плітки в трансформації водної екосистеми Канівського водосховища: дис. ... канд. біол. наук: 03.00.10. Київ, 2003. 140 с.

138. Чугунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. Москва : АН СССР, 1959. 164 с.

139. Шаронов И. В. Изменения в составе рыбного населения Сусканского залива Куйбышевского водохранилища // Тр.Ин-та биол. внутр. вод. Москва : Изд-во Наука, 1966. Вып. 10(13). С. 78–84.

140. Шатуновский М. И. Текст научной работы на тему «Изменения биохимического состава печени и крови речной камбалы Белого моря при созревании ее репродуктивных продуктов в летне-осенний период». *Вестник Московского биологического факультета*. 1967. № 2. С. 22–30.

141. Шатуновский М. И. Экологические закономерности обмена веществ морских рыб. Москва, 1980. 283 с.

142. Шатуновский М. И. Некоторые биохимические показатели развития воспроизводительной системы рыб. Материалы Международной конференции, 6-9 сентября 2004 г. Петрозаводск, Республика Карелия, Россия. Петрозаводск, 2004. С.148–149.

143. Шевченко П. Г., Сытник Ю. М., Евтушенко Н. Ю. О масштабах и причинах гибели рыб Кременчугского водохранилища в период зимовки 1996 г. Мат. междунар. науч. конференции, 8-9 окт. 1996. 120 с.

144. Шерстюк В. В. Некоторые показатели энергетической ценности беспозвоночных и молоди рыб Кременчугского водохранилища // Пищевые потребности и баланс энергии у рыб. Киев : Наук. думка, 1973. С.132–148.

145. Шерстюк В. В., Кирилюк О. П. Динаміка еколого-біохімічних показників Канівського та Кременчуцького водосховищ. *Гідробіологічний журнал*. 1987. Вип. 23, № 3. С. 39–44.

146. Шульман Г. Е. Динамика содержания жира в теле рыб // Успехи совр. биол. 1960. Т. 48, № 2. С. 225–239.

147. Шульман Г. Е. Определение обеспеченности рыб кормом по интенсивности жиронакопления и уровню жировых запасов в их теле. *Зоологический журнал*. 1963. Т. 42, вып. 4. С. 581–588.

148. Шульман Г. Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. Москва : Пищ. пром-сть, 1972. 212 с.

149. Щепкин В. Я. Сравнительная характеристика липидов печени и мышц ставриды и скорпены. *Научные докл. высш. школы. Биол. Науки*. 1972. №2. С. 36–39.

150. Щербак В. И. Особенности формирования, современное состояние и первичная продукция фитопланктона // Растительность и бактериальное население Днепра и его водохранилищ. Киев : Наук. думка, 1989. С. 81–97.

151. Щербина М. А., Мукосеева З. А. Глюконеогенез как один из источников энергетического обеспечения карпа в период зимнего голода // Вопр. ихтиол. 1978. Т. 18, вып. 3. С. 557–561.

152. Щербуха А.Я. Українська номенклатура іхтіофауни України. – Київ: Зоомузей ННПМ НАН України, 2003. – 48 с.

153. Энциклопедия клинических лабораторных тестов. Под ред. Н. Тица. Москва : Лабинформ, 2000. 452 с.

154. Юдович Ю. Б. Методика прогнозирования вылова рыбы в озерах, реках и водохранилищах / Ю. Б. Юдович, Б. Н. Доценко, А. В. Антонюк. Москва : ВНИИПРХ, 1982. 46 с.

155. Яржомбек А. А. Влияние жирности самцов балтийской трески на мощность их генеративного обмена. *Рыбное хозяйство*. 1971. № 5. С. 44–45.

156. Arend K. K., Beletsky D., DePinto J. V., Ludsin S. A., Roberts J. J., Rucinski D. K., Scavia D., Schwab D. J., Hoeoek T. O. Seasonal and interannual effects of hypoxia on fish habitat quality in central Lake Erie. *Fresh water Biology*. 2011. № 56. P. 366–383.

157. Assel R. A., Robertson D. M., Hoff M. H., Selgeby J. H. Climatic-change implications from long-term (1823-1994) ice records for the Laurentian Great Lakes // D. A. Rothrock, editor *Annals of Glaciology*, Vol 21: Proceedings of the International Symposium on the Role of the Cryosphere in Global Change, 1995. P. 383–386.

158. Austin J. A., Colman S. M. Lake Superior summer water temperatures are increasing more rapidly than regional air temperatures: A positive ice-albedo feedback. *Geophysical Research Letters*. 2007. № 34. L06604.

159. BAT-OYUN Tserenpurev, SHINODA Masato, & TSUBO Mitsuru. Effects of cloud, atmospheric water vapor, and dust on photosynthetically active radiation and total solar radiation in a Mongolian grassland. *Journal of Arid Land*.

2012. Vol. 4, № 4. P. 349–356. DOI: 10.3724/SP.J.1227.2012.00349.
<http://jal.xjegi.com/EN/10.3724/SP.J.1227.2012.00349>
160. Birungi Z., Masola B., Zaranyika M. F., Naigaga I., & Marshall B. Active biomonitoring of trace heavy metals using fish (*Oreochromis niloticus*) as bioindicator species. The case of Nakivubo wetland along Lake Victoria. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*. 2007. Vol. 32, № 15–18. P. 1350–1358.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.pce.2007.07.034>
161. Bunnell D. B., Scantland M. A., Stein R. A. Testing for evidence of maternal effects among individuals and populations of white crappie. *Transactions of the American Fisheries Society*. 2005. № 134. P. 607–619.
162. Burt J. M., Hinch S. G., Patterson D. A. The importance of parentage in assessing temperature effects on fish early life history: a review of the experimental literature. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 2011. № 21. P. 377–406.
163. Carey C. C., Ibelings B. W., Hoffmann E. P., Hamilton D. P., Brookes J. D. Eco-physiological adaptations that favour freshwater cyanobacteria in a changing climate. *Water Research*. 2012. № 46(5). P. 1394–1407.
164. Casselman J. M., Lewis C. A. Habitat requirements of northern pike (*Esox lucius*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 1996. № 53. P. 161–174.
165. Ciereszko R. E., Dabrowski K., Ciereszko A., Ebeling J., Ottobre J. S. Effects of temperature and photoperiod on reproduction of female yellow perch *Perca flavescens*: Plasma concentrations of steroid hormones, spontaneous and induced ovulation, and quality of eggs. *Journal of the World Aquaculture Society*. 1997. № 28. P. 344–356.
166. Cline T. J., Bennington V., Kitchell J. F. Climate change expands the spatial extent and duration of preferred thermal habitat for Lake Superior fishes. *Plos One*. 2013. №8(4). e62279.
167. Convention on Biological Diversity. UN Summit on the Environment. Rio de Janeiro, 1992. doi: <https://www.cbd.int>

168. Crane V. Lower trophic level and climate influences on western Lake Erie fish recruitment 1988 through 2005 / Master's thesis. Columbus : The Ohio State University, 2007. 181 p.

169. Crec't Y. and Serfaty A. The free amino acids in the blood of the common carp. *C. r. Seanc. Soc. Biol.* 1964. 158, 1952–6.

170. Crec't Y. and Cournede C. Contribution to the study of enforced starvation in the carp, *Cyprinus carpio* L.; variations in the amount of water and nitrogen in the tissues. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse.* 1965. 100, 361–70.

171. Crec't Y. and Serfaty A. Proteolysis in the common carp (*Cyprinus carpio* L.) in the course of starvation: importance and localization. *C. r. Seanc. Soc. Biol.* 1965. 159, 483–6.

172. Crec't Y. Protein thiols and free amino acids of carp tissues Fowler Ch.W. Management of multi-species fisheries: from overfishing to sustainability. *ICES Journal of Mar. Sci.* 1966. Vol. 56. P. 927–932.

173. Dabrowski K., Ciereszko R. E., Ciereszko A., Toth G. P., Christ S. A., ElSaidy D., Ottobre J. S. Reproductive physiology of yellow perch (*Perca flavescens*): Environmental and endocrinological cues. *Journal of Applied Ichthyology.* 1996. № 12. P. 139–148.

174. Eschmeyer William N. Catalog of Fishes. In 3-th Vol. – San Francisco: Hydrobiol – 1992. – 77 (2). – P. 225-235

175. EU Water Framework Directive. DIRECTIVE 2000/60/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. 2000. doi:

<https://web.archive.org/web/20140529154352/http://dbuwr.com.ua/docs/Waterdirect.pdf>

176. Fang X., Stefan H. G., Eaton J. G., McCormick J. H., Alam S. R. Simulation of thermal/dissolved oxygen habitat for fishes in lakes under different

climate scenarios. Part 1. Cool-water fish in the contiguous US. *Ecological Modelling*. 2004. № 172. P. 13–37.

177. Ficke A. D., Myrick C. A., Hansen L. J. Potential impacts of global climate change on freshwater fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 2007. № 17. P. 581–613.

178. Folke C., Carpenter S., Walker B., Scheffer M., Elmqvist T., Gunderson L., Holling C.S. Regime shifts, resilience, and biodiversity in ecosystem management. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*. 2004. № 35. P. 557–581.

179. Fowler Ch. W. Management of multi-species fisheries: from overfishing to sustainability. *ICES Journal of Mar. Sci.* 1999. Vol. 56. P. 927–932.

180. Grebin V. V, Khilchevsky V. K, Stashuk V. A, Chunaryov O. V, & Yaroshevich, O. E. Water Fund of Ukraine. Artificial reservoirs. Reservoirs and ponds. Interpress LTD Kiev, 2014. 163 (1).

181. Gregersen F., Vollestad L. A., Ostbye K., Aass P., Hegge O. Temperature and food-level effects on reproductive investment and egg mass in vendace, *Coregonus albula*. *Fisheries Management and Ecology*. 2011. №18. P. 263–269.

182. Hartmann H. C. Climate change impacts on Laurentian Great Lakes levels. *Climatic Change*. 1990. №17. P. 49–67.

183. Hawley N., Johengen T. H., Rao Y. R., Rueberg D., Beletsky D., Ludsin S. A., Eadie B. J., Schwab D. S., Croley S. B. Lake Erie hypoxia prompts Canda-U.S. Study. *EOS Transactions*. 2006. №87. P. 313–324.

184. Hellmann J. J., Byers J. E., Bierwagen B. G., Dukes J. S. Five potential consequences of climate change for invasive species. *Conservation Biology*. 2008. № 22. P. 534–543.

185. Hokanson K. E. F. Temperature requirements of some percids and adaptations to seasonal temperature cycle. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*. 1977. № 34. P. 1524–1550.

186. Hutchins D. A., Fu F. Microorganisms and ocean global change. *Nature Microbiology*. 2017. № 2.
187. Janauer G. A. Aquatic vegetation in river flood plains: climate change effects, river restoration and ecohydrology aspects // Climate change. Inferences from paleoclimate and regional aspects. New York : Springer, 2012. P. 149–156.
188. Jones M. L., Shuter B. J., Zhao Y. M., Stockwell J. D. Forecasting effects of climate change on Great Lakes fisheries: models that link habitat supply to population dynamics can help. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 2006. № 63. P. 457–468.
189. Jørgensen C., Ernande B., Fiksen O., Dieckmann U. The logic of skipped spawning in fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 2006. № 63. P. 200–211.
190. Kerr L. A., Connelly W. J., Martino E. J., Peer A. C., Woodland R. J., Secor D. H. Climate Change in the U.S. Atlantic Affecting Recreational Fisheries. *Reviews in Fisheries Science*. 2009. № 17. P. 267–289.
191. Kerfoot W. C., Budd J. W., Green S. A., Cotner J. B., Biddanda B. A., Schwab D. J., Vanderploeg H. A. Doughnut in the desert: Late-winter production pulse in southern Lake Michigan. *Limnology and Oceanography*. 2008. № 53. P. 589–604.
192. Khyzhniak M. I., Rudyk-Leuska N. Ya., Yevtushenko N. Yu., Leuskyi M. V., Dudnyk S. V., Danchuk O. V., Tson, O. Y. Dumyc. Development and structure of phytoplanktocoenosis of the middle water area of Kremenchug reservoir. *Ukrainian Journal of Ecology*, Volum 10, № 4, 2020, C. 132–136, doi: 10.15421/2020_180 https://doi.org/10.15421/2020_180 (Web of Science).
193. Kling G. W., Hayhoe K., Johnson L. B., Magnuson J. J., Polasky S., Robinson S. K., Shuter B. J., Wander M. M., Wuebbles D. J., Zak D. R., Lindroth R. L., Moser S. C., Wilson M. L. Confronting climate change in the Great Lakes region: impacts on our communities and ecosystems. Cambridge, MA : Union of Concerned Scientists and Ecological Society of America, 2003. 92 p.

194. 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

195. Krishnamurthy T., 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*. Accepted 4 March 1986, Available online 5 November 2002. [https://doi.org/10.1016/0041-0101\(86\)90087-5](https://doi.org/10.1016/0041-0101(86)90087-5)

196. Köster F. W., Mollmann C., Hinrichsen H. H., Wieland K., Tomkiewicz J., Kraus G., Voss R., Makarchouk A., MacKenzie B. R., St John M. A., Schnack D., Rohlf N., Linkowski T., Beyer J. E. Baltic cod recruitment - the impact of climate variability on key processes. *ICES Journal of Marine Science*. 2005. № 62. P. 1408–1425.

197. Kunkel K. E., Westcott N. E., Kristovich D. A. R. Assessment of potential effects of climate change on heavy lake-effect snowstorms near Lake Erie. *Journal of Great Lakes Research*. 2002. № 28. P. 521–536.

198. Lopes I., Donald J. Baird, & Rui Ribeiro. Genetic adaptation to metal stress by natural populations of *Daphnia longispina*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. Volume 63, Issue 2, February 2006, Pages 275–285. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2004.12.015>

199. Lowry, Oliver H., Rosebrough, Nira J., Farr A. L., & Randall, Rose J. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *In Journal of Biological Chemistry*. 1951. Vol. 193, Issue 1. P. 265–275. [https://doi.org/10.1016/s0021-9258\(19\)52451-6](https://doi.org/10.1016/s0021-9258(19)52451-6)

200. Ludsin S. A. Exploration of spatiotemporal patterns in recruitment and community organization of Lake Erie fishes: a multiscale, mechanistic approach / PhD dissertation. Columbus : The Ohio State University, 2000. 259 p.

201. Luksiene D., Sandstrom O., Lounashelmo L., Andersson J. The effects of thermal effluent exposure on the gametogenesis of female fish. *Journal of Fish Biology*. 2000. № 56. P. 37–50.

202. Magnuson J. J., Webster K. E., Assel R. A., Bowser C. J., Dillon P. J., Eaton J. G., Evans H. E., Fee E. J., Hall R. I., Mortsch L. R., Schindler D. W., Quinn F. H. Potential effects of climate changes on aquatic systems: Laurentian Great Lakes and Precambrian Shield Region. *Hydrological Processes*. 1997. № 11. P. 825–871.

203. Mackenzie-Grieve J. L., Post J. R. Projected impacts of climate warming on production of lake trout (*Salvelinus namaycush*) in southern Yukon lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 2006. № 63. P. 788–797.

204. Magnuson J. J. History and heroes: the thermal niche of fishes and long-term lake ice dynamics. *Journal of Fish Biology*. 2010. № 77. P. 1731–1744.

205. McCormick M. J., Fahnenstiel G. L. Recent climatic trends in nearshore water temperatures in the St. Lawrence Great Lakes. *Limnology and Oceanography*. 1999. № 44. P. 530–540.

206. Meisner J. D., Goodier J. L., Regier H. A., Shuter B. J., Christie W. J. An assessment of the effects of climate warming on Great Lakes basin fishes. *Journal of Great Lakes Research*. 1987. № 13. P. 340–352.

207. Migaud H., Fontaine P., Sulistyo I., Kestemont P., Gardeur J.N. Induction of out-of-season spawning in Eurasian perch *Perca fluviatilis*: effects of rates of cooling and cooling durations on female gametogenesis and spawning. *Aquaculture*. 2002. № 205. P. 253–267.

208. Mortsch L. D. Assessing the impact of climate change on the Great Lakes shoreline wetlands. *Climatic Change*. 1998. № 40. P. 391–416.

209. Oberholster, P. J., Botha A.-M., & Grobbelaar J. U. Microcystis aeruginosa: source of toxic microcystins in drinking water. *African Journal of Biotechnology*. 2004. Vol. 3(3). P. 159–168. doi: <file:///C:/Users/User/Downloads/14935-Article%20Text-158821-1-10-20111124.pdf>

210. Ottersen G., Kim S., Huse G., Polovina J. J., Stenseth N. C. Major pathways by which climate may force marine fish populations. *Journal of Marine Systems*. 2010. № 79. P. 343–360.

211. Pan-European strategy for the conservation of biological and landscape diversity. Sofia, October 23-25, 1995. doi: <https://www.cbd.int/doc/nbsap/rbsap/pebls-rbsap.pdf>

212. Pauly D., Christensen V., Guenette S., Pitcher T.J., Sumaila U.R., Walters C.J., Watson R., Zeller D. Towards sustainability in world fisheries // Nature. – 2002. – №418. – P. 689-695.

213. Prohnik K. We use tools, but we do not test political will, Anthony Guterres said of the usual climate station. Tag Archives: greencubator. Posted on 28.08.2019 by Kateryna Prohnik. doi: <https://greencubator.info/tag/%D0%B7%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%B0-%D0%BA%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B0%D1%82%D1%83/>

214. Rideout R. M., Rose G. A., Burton M. P. M. Skipped spawning in female iteroparous fishes. *Fish and Fisheries*. 2005. № 6. P. 50–72.

215. Roberts J. J., Höök T. O., Ludsin S. A., Pothoven S. A., Vanderploeg H. A., Brandt S. B. Effects of hypolimnetic hypoxia on foraging and distributions of Lake Erie yellow perch. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 2009. № 381. P. 132–142.

216. 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, 2020). Vancouver, Canada, 2020. 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

217. 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*, Volum 10, № 3, 2020, C. 102–105, doi: 10.15421/2020_140 <https://www.ujecology.com/archive/uje-volume-10-issue-3-year-2020.html> https://doi.org/10.15421/2020_140

218. 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>
219. 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.
220. Sandstrom O., Amrahamsson I., Andersson J., Vetemaa M. Temperature effects on spawning and egg development in Eurasian perch. *Journal of Fish Biology*. 1997. № 51. P. 1015–1024.
221. Schindler D. E., Rogers D. E., Scheuerell M. D., Abrey C. A. Effects of changing climate on zooplankton and juvenile sockeye salmon growth in southwestern Alaska. *Ecology*. 2005. № 86. P. 198–209.
222. Shcherbak V. I. Production characteristics of dominant phytoplankton species of Dnieper reservoirs. *Algology*. 1998. № 8(3). P. 286–294.
223. 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. (2). P. 146–156. doi: file:///C:/Users/User/Downloads/198-Article%20Text-323-3-10-20200427.pdf
224. Shuter B. J., Meisner J. D. Tools for assessing the impact of climate change on freshwater fish populations. *GeoJournal*. 1992. № 28. P. 7–20.
225. Sokal, Robert R., and F. James Rohlf. *Biometri: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. 2 end. New York : W.H. Freeman, 1995. 880 p.
226. Stefan H. G., Hondzo M., Fang X., Eaton J. G., McCormick J. H. Simulated long-term temperature and dissolved oxygen characteristics of lakes in the north-central United States and associated fish habitat limits. *Limnology and Oceanography*. 1996. № 41. P. 1124–1135.

227. Stotts R. R., Namkioshi 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. *Toxicon*. 1993. Vol. 31, Issue 6. P. 783–789. doi:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/004101019390384U>

228. Wang N., Gardeur J.-N., Henrotte E., Marie M., Kestemont P., Fontaine P. Determinism of the induction of the reproductive cycle in female Eurasian perch, *Perca fluviatilis*: Identification of environmental cues and permissive factors. *Aquaculture*. 2006. № 261. P. 706–714.

229. Wang N., Teletchea F., Kestemont P., Milla S., Fontaine P. Photothermal control of the reproductive cycle in temperate fishes. *Reviews in Aquaculture*. 2010. № 2. P. 209–222.

230. Wang J., Bai X., Hu H., Clites A., Colton M., Lofgren B. Temporal and spatial variability of Great Lakes ice cover, 1973-2010. *Journal of Climate*. 2012. № 25. P. 1318–1329.

231. Vikebø F., Sundby S., Adlandsvik B., Fiksen O. The combined effect of transport and temperature on distribution and growth of larvae and pelagic juveniles of Arcto-Norwegian cod. *ICES Journal of Marine Science*. 2005. № 62. P. 1375–1386.

232. Vitousek P. M. Beyond global warming - ecology and global change. *Ecology*. 1994. № 75. P. 1861–1876.

233. Yanni M. Effect of starvation on contents of water and lipides of tissues of *Clarias lazera*. *Z. vergl. Physiol*. 1962. Vol. 45. P. 390–395.

234. 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, № 3. P. 52–58.

235. Yokoyama A., & Park H-D. Depuration Kinetics and Persistence of the *Cyanobacterial* Toxin *Microcystin*-LR in the Freshwater Bivalve *Unio douglasiae*. *Wiley Periodicals, Inc. Environ Toxicol*. 2003. Vol. 18. P. 61–67. doi: <http://science.shinshu-u.ac.jp/~park/pdf/Yokoyama&Park%202003.pdf>

236. 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. 18–27. doi: http://nbuv.gov.ua/UJRN/gbj_2016_52_5_4

237. Zander (*Sander lucioperca*) Risk Screening Summary U. S. Fish and Wildlife Service. Final Draft – 9/18/2012. Web Version, September 2014. https://www.fws.gov/injuriouswildlife/pdf_files/Sander_lucioperca_WEB_9-15-2014.pdf

ДОДАТКИ

Сапробіологічна характеристика Кременчуцького водосховища, 2015 р.

Види водоростей	Зона сапробності	Індекс сапробності	Станції		
			Червона Слобода	Леськи	Худяки
<i>Actinastrum hantzschii</i>	β	2	48000	24000	48000
<i>Anabaena flos-aquae</i>	β	2	720000	6261000	294000
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	β	1,7		132000	
<i>Schroederia setigera</i>	β -o	1,6		3000	3000
<i>Westella botryoides</i>	β	2		144000	
<i>Coelastrum microporum</i>	β	2	48000		48000
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	β	2,15	96000		
<i>Lagerheimia genevensis</i>	β	2,2		3000	
<i>Melosira granulata</i>	β	1,8	180000	165000	156000
<i>Melosira angustissima</i>	β	1,8	54000	96000	120000
<i>Micractinium pusillum</i>	β	2	288000		
<i>Microcystis aeruginosa</i>	β	1,75		360000	
<i>Micractinium botryoides</i>	β	2		48000	
<i>Nitzschia acicularis</i>	α	2,7	69000	87000	75000
<i>Merismopedia punctata</i>	β	1,9		48000	
<i>Pandorina morum</i>	β	2	192000	576000	672000
<i>Pediastrum duplex</i>	β	1,7	48000	96000	
<i>Oocystis lacustris</i>	β -o	1,6			12000
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	β	2,2		12000	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	β	2	12000		12000
<i>Asterionella formosa</i>	o - β	1,4	24000		48000
<i>Volvox aureus</i>	o - β	1,5	751542	1292907	1604988
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i>	β	2,2	12000	12000	
<i>Synedra acus</i>	β	1,85	9000	3000	12000
<i>Trachelomonos volvocinae</i>	β	2		3000	
Індекси сапробності			1,8480836	1,9148824	1,7288898

Сапробіологічна характеристика Кременчуцького водосховища, 2016 р

Види водоростей	Зона сапробності	Індекс сапробності	Червона Слобода Станція №1	Леськи Станція №2	Худяки Станція №3
<i>Actinastrum hantzschii</i>	β	2	24000		
<i>Crucigenia apiculata</i>	β	2,2	96000	64000	24000
<i>Anabaena flos-aquae</i>	β	2	1755000	2068000	723000
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i>	β	2,2	48000	48000	12000
<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	α	3,15	87000	88000	96000
<i>Schroederia setigera</i>	β-о	1,6	3000	4000	
<i>Oocystis lacustris</i>	β-о	1,6		32000	
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	β	1,7	198000	88000	
<i>Westella botryoides</i>	β	2	96000		
<i>Coelastrum microporum</i>	β	2	24000		
<i>Pteromonas aculeata</i>	β	2	18000	24000	21000
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	β	2,15	96000		408000
<i>Dicellula planctonica</i>	β	2			6000
<i>Melosira granulata</i>	β	1,8	1161000	312000	2115000
<i>Melosira varianis</i>	β	1,85	9000	8000	15000
<i>Melosira angustissima</i>	β	1,8	210000	368000	132000
<i>Micractinium pusillum</i>	β	2	240000	256000	96000
<i>Microcystis aeruginosa</i>	β	1,75	44700000	8800000	10590000
<i>Anabaena affinis</i>	β	2		200000	
<i>Nitzschia acicularis</i>	α	2,7	12000		12000
<i>Pandorina morum</i>	β	2	144000	544000	240000
<i>Pediastrum duplex</i>	β	1,7	24000	12800	168000
<i>Pediastrum tetras</i>	β	1,75	24000		
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	β	2	54000	16000	12000
<i>Scenedesmus opoliensis</i>	β	2	24000	16000	
<i>Scenedesmus denticulatus</i>	β	2		16000	
<i>Volvox aureus</i>	о -β	1,5		226000	256000
<i>Tetraedron caudatum</i>	β	2,2	3000		
<i>Synedra acus</i>	β	1,85	6000		3000
<i>Trachelomonas volvocinae</i>	β	2	3000	8000	3000
<i>Synedra ulna</i>	β	1,95			3000
<i>Attheya zachariasii</i>	β-о	1,6			6000
Індекси сапробності			1,7681771	1,8203443	1,7930398

**Список опублікованих праць за темою роботи
наукометричних баз даних**

**Статті у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних
наукометричних баз даних (інші правила оформлення)**

1. **Леуський М. В.**, Бузевич О. А., Рудик-Леуська Н. Я., Котовська Г. О., Христенко Д. С. Структурні показники популяції плоскирки Кременчуцького водосховища. *Рибогосподарська наука України*. 2022. № 2. С. 23–40. (Здобувачем здійснено відбір та аналіз іхтіологічного матеріалу, аналіз наукових джерел літератури, підготовлено статтю до друку).

<https://fsu.ua/index.php/uk/2022/2-2022-60/2022-02-016-032-leuskyi>

2. Бузевич О. А., **Леуський М. В.**, Євтушенко М. Ю., Котовська Г. О., Рудик-Леуська Н. Я., Христенко Д. С. Структурні показники популяції окуня Кременчуцького водосховища. *Рибогосподарська наука України*. 2022. № 3. С. 3–16. (Здобувачем здійснено відбір та аналіз іхтіологічного матеріалу, аналіз наукових джерел літератури, підготовлено статтю до друку).

<https://fsu.ua/index.php/uk/2022/3-2022-61/2022-03-003-016-leuskyi>

**Стаття у науковому міжнародному виданні, включеному до
міжнародної**

наукометричної бази даних Scopus

3. 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. (Здобувачем здійснено відбір та аналіз плоскирки, синця та окуня, аналіз наукових джерел літератури, підготовлено статтю до друку).

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

Статті у інших виданнях України

4. 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 (3). С. 102–105, doi: 10.15421/2020_140 <https://www.ujecology.com/archive/uje-volume-10-issue-3-year-2020.html> https://doi.org/10.15421/2020_140.

5. Khyzhniak M. I., Rudyk-Leuska N. Ya., Yevtushenko N. Yu., **Leuskyi M. V.**, Dudnyk S. V., Danchuk O. V., Tson, O. Y. Dumyc. Development and structure of phytoplanktocoenosis of the middle water area of Kremenchug reservoir. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10 (4). С. 132–136, doi: 10.15421/2020_180 https://doi.org/10.15421/2020_180.

Тези наукових доповідей

6. 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.

7. **Леуський М. В.**, Рудик-Леуська Н. Я. Сучасний стан синця та окуня в Кременчуцькому водосховищі. Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів : I міжнародна науково-практична конференція. (м. Київ, 15–17 травня 2018 р.). Київ. 2018. С. 41–42.

8. 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, 2020). Vancouver, Canada, 2020. 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

9. 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.