

The aim of the study is to increase the productivity of commodity cultivation of sterlet by using feed with an improved recipe that satisfies the nutritional and energy requirements of the organism of this species.

The objective is to check the effect of feed supplement “potassium humate” on rates of growth and survival of sterlet, as well as to determine the optimal concentration of this additive in feed.

The study was conducted in 2017 as a part of a research project at the Department of Aquaculture of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. We investigated the influence of different concentrations of potassium humate in the feed on growth and survival of three-year-old sterlet during its cultivation in the net cages of the private establishment “Agricultural Research and Production Enterprise “Bester”” (Trypillya village, Obukhiv district, Kyiv region).

Methods of research - generally accepted in the field of fishery science (hydrochemical, ichthyological, those of fish farming).

The addition of potassium humate at a concentration of 30 mg per 1 kg of feed led to a 17.8 % increase in growth rate and a 12.4 % increase in survival of three-year-old sterlet. The estimated net profit from the use of potassium humate amounted to 2,337 UAH per 1 ton of commodity fish.

The results of the experiment are similar to the findings of scientists who carried out similar studies on common carp, Nile tilapia and brown trout.

It is considered promising to carry out studies on the influence of potassium humate on the rate of growth and survival of various age groups of sterlet and other species and commercial hybrids of sturgeon fish.

Keywords: sterlet, commodity fish farming, potassium humate, feed additive, feed, feeding, survival rate, growth

УДК 567.2/.5-032.25“62”(4-11)

ДИНАМІКА РІЗНОМАНІТТЯ ПРІСНОВОДНОЇ ІХТІОФАУНИ ПІВДНЯ СХІДНОЇ ЄВРОПИ У ПІЗНЬОМУ КАЙНОЗОЇ

О. М. КОВАЛЬЧУК, кандидат біологічних наук,
старший викладач кафедри аквакультури

**Національний університет біоресурсів і природокористування
України**

Національний науково-природничий музей НАН України

E-mail: Biologist@ukr.net

Анотація. У статті представлені результати аналізу таксономічного багатства, різноманіття і складності угруповань прісноводної іхтіофауни півдня Східної Європи упродовж останніх 12 млн років. Встановлено, що показники таксономічного багатства

© Ковальчук О. М., 2018

палеоугруповань проявляють тенденцію до зниження зі зменшенням геологічного віку. Збіднення фауністичного складу проявлялося у зменшенні кількості таксонів на всіх ієрархічних рівнях і могло бути спричинене періодичними змінами гідрологічного режиму. Видове і родове різноманіття також достовірно знижується у стратиграфічно послідовному ряді угруповань. Водночас спостерігається збільшення різноманіття на рівні родин і рядів, завдяки чому зростає таксономічне різноманіття і складність досліджуваних угруповань. Упродовж тривалих відрізків геологічного часу у відносно стабільних умовах прісноводного середовища іхтіофауна зберігає єдність свого складу. Таксономічна подібність окремих угруповань тим більша, чим менший відрізок геологічного часу вони репрезентують. Це пов'язано із більшою однорідністю геокліматичних умов, у яких існували ці угруповання. Значна кількість пар палеоугруповань, що мають більше половини спільних таксонів, свідчить про наступність у розвитку прісноводної іхтіофауни півдня Східної Європи протягом пізнього кайнозою і обумовлена їхнім вузьким біотопічним спектром і географічною близькістю місцезнаходжень.

Ключові слова: прісноводні риби, кайнозой, таксономічне багатство, різноманіття, фауністична подібність, Східна Європа

Актуальність. Більшість еволюційних подій є недоступними для безпосереднього спостереження з огляду на абсолютно неспівмірний час їхнього протікання порівняно з тривалістю людського життя. Етапи розвитку біоти вимірюються досить великими відрізками часу, що дозволяє розглядати їх у якості моделі для розуміння закономірностей багатьох природних процесів та адекватної ретроспективної оцінки стану таксономічного різноманіття у межах певного регіону. Деталізація уявлень про історію органічного світу, особливо у контексті функціонування екосистем до активного антропогенного впливу на природне середовище, можлива виключно на підставі палеонтологічних даних.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Сучасна зоогеографічна структура прісноводної іхтіофауни Північної півкулі в загальних рисах сформувалася протягом пізнього кайнозою [2, 5]. Реконструкція ключових стадій і особливостей цього процесу неможливе без вивчення викопних решток костистих риб, що походять із різновікових алювіальних відкладів. Історико-фауністичний аналіз палеоіхтіологічного матеріалу з півдня Східної Європи дозволяє простежити зміну угруповань прісноводних риб у часі, встановити час появи сучасних таксонів і їхніх груп у палеонтологічному літописі, з'ясувати шляхи їх розселення, вказати центри походження окремих компонентів фауністичних комплексів і особливості формування їхніх ареалів. Детальне вивчення викопних решток прісноводних риб пізнього кайнозою півдня Східної Європи сприятиме глибшому пізнанню історії фаун хребетних тварин регіону, з'ясуванню особливостей формування сучасного різноманіття і напрямів його зміни у найближчому майбутньому.

Мета дослідження – оцінити таксономічне багатство, різноманіття і складність угруповань прісноводної іхтіофауни пізнього кайнозою півдня Східної Європи.

Матеріали і методи дослідження. Матеріалом для дослідження стали остеологічні збори (12 тис викопних решток риб) з алювіальних відкладів 68 місцезнаходжень пізньоміоценового, пліоценового і плейстоценового віку з Північного і Північно-Західного Причорномор'я, а також Північного Приазов'я (рис. 1).

Таксономічне багатство визначалося за сумою таксонів різного рангу компонентів угруповання, що існувало протягом визначеного відрізка геологічного часу [6]. Зміни в палеоугрупованнях визначалися за допомогою порівняння їхнього таксономічного різноманіття. Для його оцінки був використаний індекс Шеннона, який розраховувався на різних таксономічних рівнях [4, 7]. Крім того, був використаний показник таксономічного різноманіття [1, 6]. Складність угруповань оцінювалася за допомогою мультиплікативної функції [1, 3]. Рівень таксономічної подібності визначали за індексом Жаккара, обчислення ступеня біоценотичної конгруентності – за допомогою індексу Чекановського-Сьоренсена.

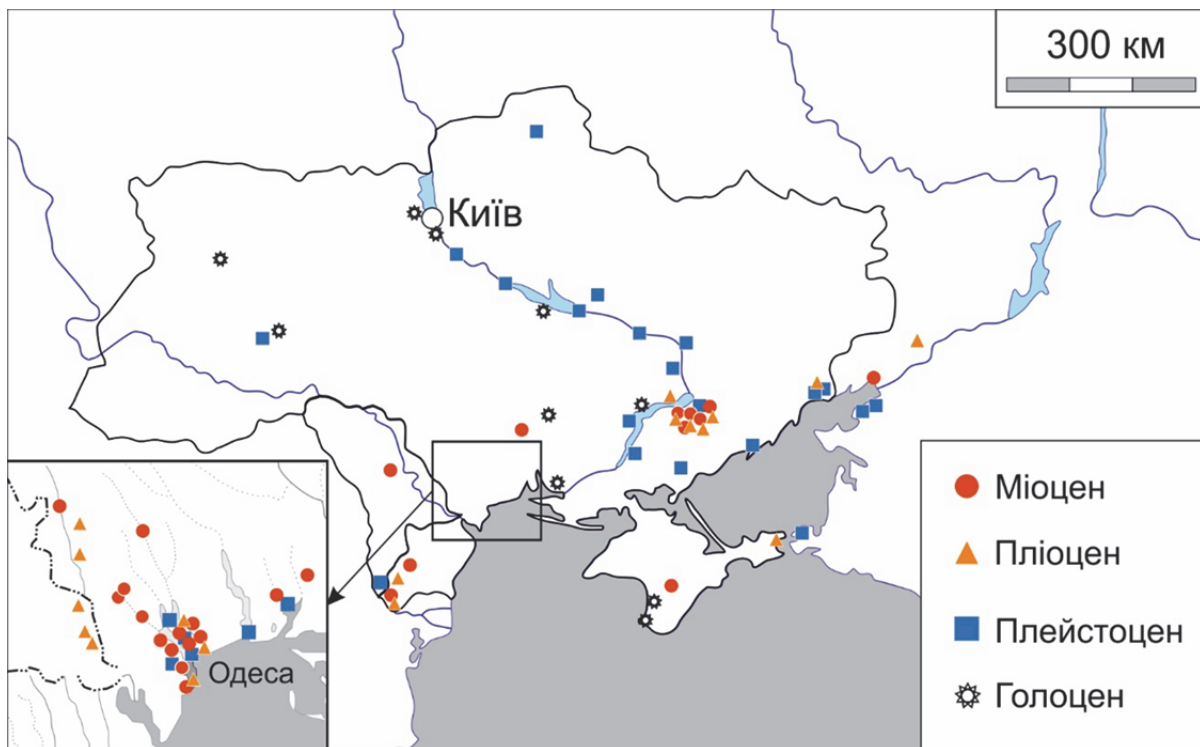


Рис. 1. Місця збору палеоіхтіологічного матеріалу

Результати дослідження та їх обговорення. Загальний фауністичний список (сформований на основі вивчення решток прісноводних риб із місцезнаходжень пізнього кайнозою півдня Східної Європи) включає 63 види, 35 родів, які належать до 12 родин, 7 рядів. Найбільшим таксономічним багатством характеризуються представники родини *Cyprinidae* – 29 видів (46.0 % від загальної кількості) і 19 родів (55.9 %). На другому місці за цим показником знаходяться окуневі риби,

репрезентовані у палеонтологічному літописі досліджуваної території 10 видами (15.8 %) і 4 родами (11.8 % від родового багатства прісноводної іхтіофауни). Загальне таксономічне багатство риб, які належать до родин *Siluridae* і *Esocidae*, однакове (по 5 видів і по одному роду – *Silurus* і *Esox* відповідно). Бичкові риби *Gobiidae* представлені трьома видами і двома родами (*Ponticola*, *Neogobius*). Риби родин *Acipenseridae* і *Salmonidae* характеризуються однаковим таксономічним багатством, причому в першому випадку це досягається за рахунок більшої кількості видів, тоді як у другому – за рахунок вирівняності (інваріантності) таксонів видового і родового рангів. Таксономічне багатство родин *Clariidae*, *Moronidae*, *Sparidae*, *Centropomidae* і *Sciaenidae* незначне.

Показники таксономічного багатства угруповань іхтіофауни пізнього кайнозою проявляють тенденцію до зниження зі зменшенням геологічного віку (рис. 2). Збіднення фауністичного складу проявлялося у зменшенні питомої кількості таксонів на всіх ієрархічних рівнях і могло бути спричинене періодичними змінами гідрологічного режиму, обумовленими динамікою морських басейнів протягом пізнього кайнозою.

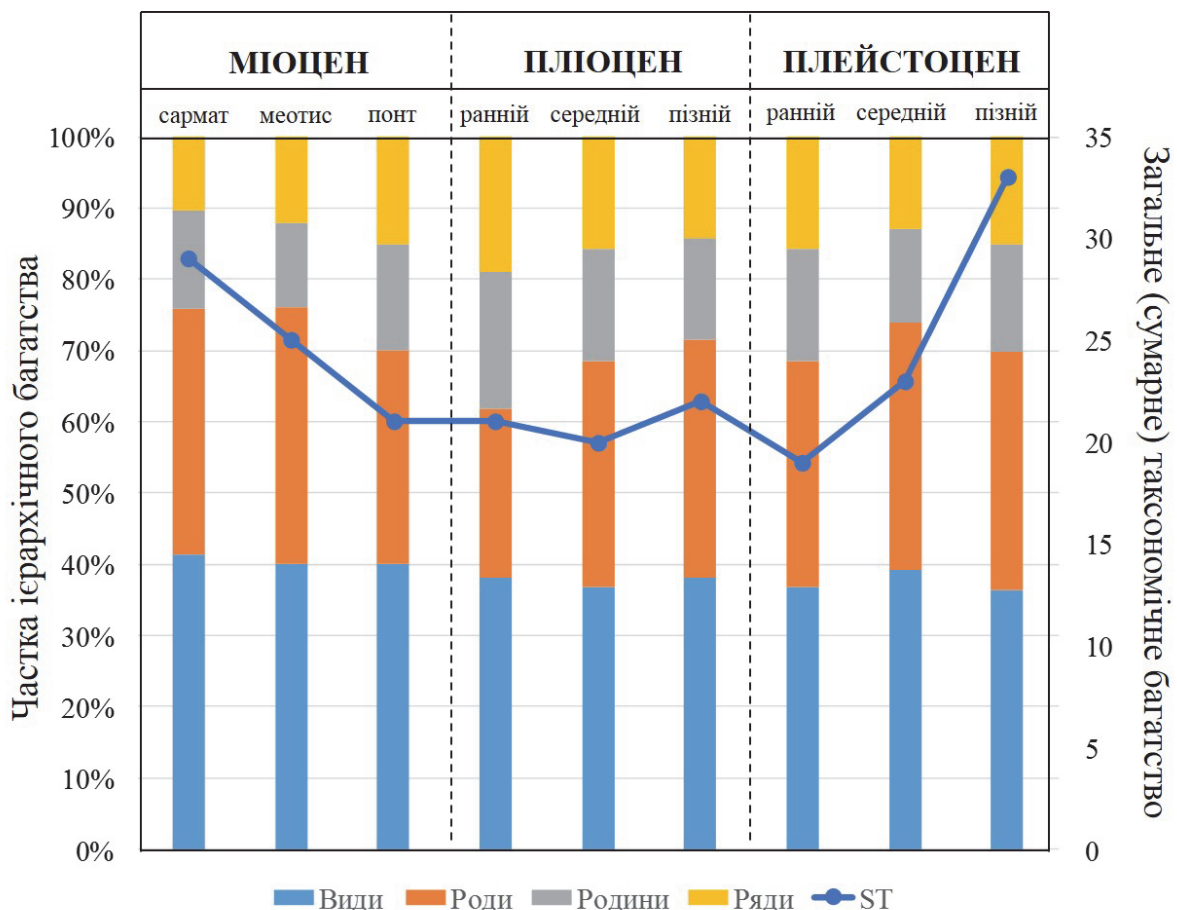


Рис. 2. Таксономічне багатство (ST) досліджуваних палеоугруповань

Видове і родове різноманіття прісноводної іхтіофауни півдня Східної Європи знижувалося в стратиграфічно послідовному ряді угруповань упродовж пізнього кайнозою. Водночас, спостерігається певне зростання

різноманіття на рівні родин і рядів. Завдяки цьому зростає таксономічне різноманіття і складність палеоугруповань (рис. 3). Вивчення динамічних процесів, що протікають в екосистемах із плином часу і в межах відповідного простору, передбачає також визначення ступеня таксономічної подібності між синхронними та асинхронними угрупованнями. Базовим критерієм розподілу є вік угруповань. Упродовж тривалих відрізків геологічного часу у стабільних умовах прісноводного середовища іхтіофауна зберігає єдність таксономічного складу. Таксономічна подібність угруповань тим більша, чим менший відрізок геологічного часу вони репрезентують. Це пов'язано із більшою однорідністю геокліматичних умов, у яких існували ці угруповання.

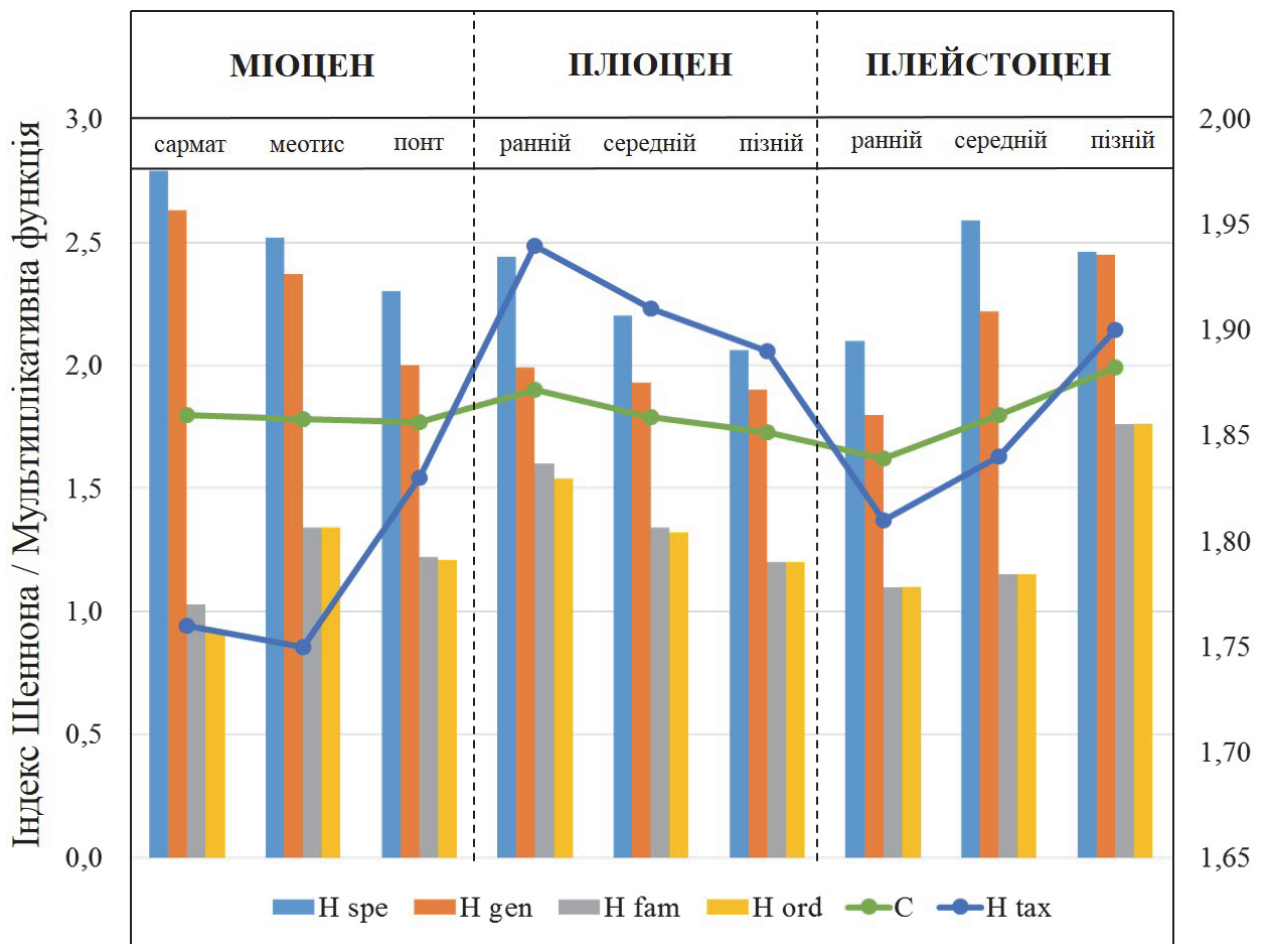


Рис. 3. Різноманіття і складність досліджуваних палеоугруповань прісноводної іхтіофауни: H_{spe} – видове різноманіття, H_{gen} – родове різноманіття, H_{fam} – різноманіття на рівні родин, H_{ord} – різноманіття на рівні рядів, H_{tax} – таксономічне різноманіття, C – складність угруповань

Аналіз таксономічного складу угруповань прісноводної іхтіофауни пізнього кайнозою півдня Східної Європи був би неповним без їх порівняння із синхронними за віком фауністичними асоціаціями Центральної і Західної Європи, Близького Сходу, Середньої Азії і Західного Сибіру, що репрезентують послідовні стадії розвитку прісноводної іхтіофауни. Спільною рисою численних місцезнаходжень

викопних решток прісноводних риб цих регіонів є їх локалізація у зоні динаміки Паратетису. Існування цього крупного опрісненого морського басейну забезпечувало розселення прісноводних риб (переважно зі сходу на захід) і колонізацію ними водойм різного типу.

Висновки та перспективи. Процес становлення фауни прісноводних риб півдня Східної Європи упродовж кайнозою включав кілька етапів, які загалом можна охарактеризувати як стадії послідовної фрагментації єдиної древньої циркумбореальної іхтіофауни. Протягом пізнього міоцену у прісних водоймах регіону існувала теплолюбна лімнофільна озерно-річкова іхтіофауна, до складу якої входили як представники древніх груп, так і вихідці з Азії, а також окремі африканські мігранти. Цю фауну можна вважати частиною неогенової євросибірської іхтіофауни. Починаючи з кінця міоцену, спостерігається збіднення фауністичного складу угруповань прісноводних риб півдня Східної Європи, зниження видового і родового різноманіття (з одночасним збільшенням різноманіття на рівні родин і рядів). Активізація тектонічної діяльності на початку пліоцену призвела до незворотної зміни гідрологічного режиму Паратетису та річкових систем, які належали до його стоку. Утворення нових гірських хребтів обумовило перерозподіл повітряних мас, що стало причиною прогресуючого похолодання. Протягом раннього-середнього пліоцену відбулося випадіння низки термофільних елементів зі складу прісноводної іхтіофауни і збільшення частки холодовитривалих форм.

Осушення Паратетису і формування на його місці окремих морів призвело до зростання рівня видового ендемізму. У другій половині пліоцену і в плейстоцені на півдні Східної Європи існували збіднені угруповання прісноводних риб, до складу яких входили невибагливі до умов існування форми. Частина водойм регіону були рефугіумами для теплолюбних видів.

Останній на сьогодні етап розвитку прісноводної іхтіофауни півдня Східної Європи розпочався на межі плейстоцену і голоцену. В умовах прогресуючого потепління і слабо вираженої тектонічної активності спостерігається повторна лімнізація річкових систем регіону. Зміна кліматичного режиму, підвищення рівня теплоємності та зростання загальної мінералізації прісних вод регіону обумовили скорочення чисельності кріофільних елементів іхтіофауни. Водночас спостерігається розширення ареалів аборигенних теплолюбних форм за рахунок їх виходу з рефугіумів і колонізація ними доступних для проживання біотопів. Вказані причини також послужили запорукою успішної натуралізації штучно інтродукованих видів.

Список використаних джерел

1. Емельянов, И. Г., Загороднюк, И. В., Хоменко, В. Н. Таксономическая структура и сложность биотических сообществ. *Екологія та ноосферологія*. 1999. Т. 8, № 4. С. 6–18.
2. Ковальчук, А. Н. Карповые рыбы (*Cyprinidae*) позднего миоцена юга Украины. Сумы: Университетская книга, 2015. 156 с.
3. Ковальчук, О. М., Емельянов, И. Г. Динаміка різноманіття прісноводної іхтіофауни у пізньому міоцені півдня України. *Доповіді НАН України*. 2015. № 6. С. 175–180.

4. Мэгарран, Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 184 с.
5. Сычевская, Е. К. Пресноводная ихтиофауна неогена Монголии. М.: Наука, 1989. 144 с. (*Труды Совместной советско-монгольской экспедиции*, т. 39).
6. Топачевский, В. А., Емельянов, И. Г., Рековец, Л. И., Крахмальная, Т. В. Экологические аспекты формирования разнообразия сообществ мелких млекопитающих позднего плейстоцена Украины. *Экологія та ноосферологія*. 2000. Т.9, № 1-2. С. 25–34.
7. Pielou, E. C. Ecological diversity. New York: Wiley, 1975. 166 p.

References

1. Emelyanov, I. G., Zagorodniuk, I. V., Khomenko, V. N. (1999). Taksonomicheskaja struktura i slozhnost' bioticheskikh soobshchestv [Taxonomic structure and complexity of biotic communities]. *Ecology and noospherology*, 8 (4), 6–18.
2. Kovalchuk, A. N. (2015). Karpovye ryby (Cyprinidae) pozdnego miocena juga Ukrainy [Late Miocene carp fishes (Cyprinidae) of southern Ukraine]. Sumy: Universitetskaya kniga, 156.
3. Kovalchuk, O. M., Emelyanov, I. G. (2015). Dinamika riznomanittia prsnovodnoi ihtiofauny u pizniomu mioceni pivdnia Ukrainy [Dynamics of the freshwater ichthyofauna diversity in the Late Miocene of the Southern Ukraine]. *Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 6, 175–180.
4. Megurran, E. (1992). *Ekologicheskoe raznoobrazie i ego izmerenie* [Ecological diversity and its estimation]. Moscow: Mir, 184.
5. Sytchevskaya, E. K. (1989). *Prsnovodnaya ihtiofauna neogena Mongolii* [Freshwater ichthyofauna of the Neogene of Mongolia]. Moscow: Nauka, 144 (*Trudy Sovmestnoj sovetsko-mongolskoj ekspeditsii*, vol. 39).
6. Topachevsky, V. A., Emelyanov, I. G., Rekovets, L. I., Krakhmalnaya, T. V. (2000). *Ekologicheskie aspekty formirovaniya raznoobraziya soobshchestv melkih mlekopitayushchih pozdnego pleistocena Ukrainy* [Ecological aspects of the formation of the diversity of small mammal communities in the Late Pleistocene of Ukraine]. *Ecology and noospherology*. 2000, 9 (1-2), 25–34.
7. Pielou, E. C. (1975). *Ecological diversity*. New York: Wiley, 166.

ДИНАМИКА РАЗНООБРАЗИЯ ПРЕСНОВОДНОЙ ИХТИОФАУНЫ ЮГА ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ В ПОЗДНЕМ КАЙНОЗОЕ

А. Н. Ковальчук

Аннотация. В статье представлены результаты анализа таксономического богатства, разнообразия и сложности сообществ пресноводной ихтиофауны юга Восточной Европы в течение последних 12 млн лет. Установлено, что показатели таксономического богатства палеосообществ проявляют тенденцию к снижению с уменьшением геологического возраста. Обеднение фаунистического состава проявлялось в уменьшении количества таксонов на всех иерархических уровнях и могло быть вызвано периодическими изменениями гидрологического режима. Видовое и родовое разнообразие также достоверно снижается в стратиграфически последовательном ряду группировок. В то же время наблюдается увеличение разнообразия на

уровне семейств и отрядов, благодаря чему возрастает таксономическое разнообразие и сложность исследуемых групп. В течение длительных отрезков геологического времени в относительно стабильных условиях пресноводной среды ихтиофауна сохраняет единство своего состава. Таксономическое сходство отдельных сообществ ихтиофауны тем больше, чем меньший отрезок геологического времени они представляют. Это связано с большей однородностью геоклиматических условий, в которых существовали эти сообщества. Значительное количество пар палеосообществ, имеющие более половины общих таксонов, свидетельствует о преемственности в развитии пресноводной ихтиофауны юга Восточной Европы в течение позднего кайнозоя и обусловлен их узким биотопическим спектром и географической близостью.

Ключевые слова: пресноводные рыбы, кайнозой, таксономическое богатство, разнообразие, фаунистическое сходство, Восточная Европа

DIVERSITY DYNAMICS OF THE FRESHWATER ICHTHYOFAUNA OF SOUTHEASTERN EUROPE DURING LATE CENOZOIC

O. M. Kovalchuk

Abstract. *The results of analysis of the taxonomic richness, diversity and complexity of the freshwater fish assemblages in southeastern Europe over the last 12 million years are presented in the paper. It has been established that values of taxonomic richness of these paleocommunities tend to decrease with decreasing the geological age. The impoverishment of the faunistic composition was manifested in a decrease in the number of taxa at all hierarchical levels and could be caused by periodic changes in the hydrological regime. The species and genus diversity is also significantly reduced in a stratigraphically consistent series of groups. At the same time, there is an increase in diversity at the level of families and orders, thereby increasing the taxonomic diversity and complexity of the studied assemblages. During long periods of geological time in relatively stable conditions of the freshwater environment, the ichthyofauna preserves the unity of its composition. The taxonomic similarity of individual ichthyofauna communities is greater when they represent the smaller segment of geological time. This is due to the greater homogeneity of the geoclimatic conditions in which these communities existed. A significant number of pairs of paleocommunities that have more than half of the common taxa testifies to the continuity in the development of the freshwater ichthyofauna of southeastern Europe during the late Cenozoic and is due to their narrow biotopic spectrum and geographical proximity of investigated localities.*

Keywords: *freshwater fish, Cenozoic, taxonomic richness, diversity, faunal similarity, Eastern Europe*