

АНОТАЦІЯ

Шух А. Є. Популяції інвазивних чужорідних видів риб водойм України: особливості вікової структури, темпів росту та плодючості. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 – «Біологія». Інститут зоології імені І. І. Шмальгаузена НАН України, Київ, 2026.

Дисертаційна робота присвячена встановленню сучасного стану популяцій чебачка амурського *Pseudorasbora parva*, ротаня-головешки *Perccottus glenii* та сонячного окуня звичайного *Lepomis gibbosus* в обраних прісних водоймах України. У роботі проаналізовано сучасне поширення зазначених видів у межах набутого ареалу, охарактеризовано вікову та статеву структуру їхніх популяцій, темпи росту і плодючість самиць у досліджених водоймах. Особливу увагу приділено порівнянню популяційних характеристик інвазивних видів риб у різних частинах ареалу на основі власних досліджень і літературних даних.

Дослідження було проведене на базі Інституту зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України (м. Київ, Україна). Польові дослідження здійснені переважно у 2020–2025 рр. Були використані як власні матеріали, так і надані науковим керівником та колегами. Також було опрацьовано та проаналізовано збори іхтіологічної колекції Інституту зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України, зібрані в попередні роки. Для дослідження чебачка амурського були обрані водойми різних типів (річки, ставки рибних господарств, озера, канали) з басейнів Дніпра та Дністра в Україні, а також, для порівняння, з басейну Дунаю у Словаччині. Загалом було досліджено 1244 особини чебачка амурського (563 зі Словаччини та 681 з України). Для дослідження ротаня-головешки було обрано 11 водойм різних типів (річки, озера, канали) у басейнах Дніпра, Тиси та Сіверського Донця. Всього проаналізовано 553 особини ротаня-головешки. Для дослідження сонячного окуня звичайного було обрано 9 водойм у басейнах Дніпра та Тиси. Опрацьовано 351 особину сонячного окуня звичайного.

Відбір проб здійснювали за допомогою підсака та малькової волокуші, для відбору проб у словацьких водоймах був використаний електролов. Зібраний матеріал фіксували у 4% розчині формаліну або заморожували. Для кожної особини вимірювали стандартну (іхтіологічну) довжину штангенциркулем з точністю до 0,1 мм. Масу риб визначали за допомогою терезів з точністю до 0,01 г. Стать визначали за зовнішнім виглядом гонад під час розтину. Для визначення віку виготовляли препарати луски за загальноприйнятою методикою (Bagenal, 1978; Panfili, 2002). При роботі з препаратами луски сонячного окуня звичайного та ротаня-головешки також були використані отоліти для уточнення результатів, отриманих за лускою. Готові препарати переглядали за допомогою бінокюляра Konus Crystal 7x-45x на збільшенні 1,5 та фотографували, використовуючи цифрову камеру SIGETA M3CMOS 15.0MP та лінзу-адаптер для мікроскопа FMA050. За допомогою програми ToupTek ToupView 4.11 (ToupTek Photonics, 2021) вимірювали загальний радіус луски та радіуси річних кілець з точністю до 0,1 мм. Стадії зрілості гонад та ікри були визначені за відповідними схемами (Шихшабеков, 2014; Marenkov, 2018). Статистична обробка проведена у програмі PAST 4.16c (Hammer et al., 2001) та у середовищі R Studio 2024.04.0 (RStudio Team, 2024) за допомогою пакетів *gvlma* ver. 1.0.0.3. (Pena and Slate, 2019), *emmeans* ver. 2.0.3. (Lenth and Piaskowski, 2026), *car* (Fox and Weisberg, 2019), *FSA* ver. 0.9.5. (Ogle et al., 2023), *nlstools* (Baty et al., 2015). Для створення мап була використана програма QGIS ver. 3.34.14-Prizren (QGIS Development Team, 2024).

Проведені дослідження показали, що для чебачка амурського характерною є ізометрія, а статева зрілість настає в ранньому віці (на другому році життя) при стандартній довжині 30–40 мм, що є важливою передумовою швидкого формування стабільних популяцій. Тривалість життя досліджених особин чебачка амурського – до шести років, максимальні розміри не перевищують стандартної довжини 75 мм. Встановлено, що структура популяцій чебачка амурського суттєво залежить від умов середовища існування. У рибних господарствах переважають старші вікові групи та більші за розмірами особини, що пов'язано з достатньою кормовою базою, низьким рівнем хижацтва та

сприятливими умовами існування. Натомість у природних водоймах, зокрема річках і меліоративних каналах, домінують молодші вікові групи (цьоголітки та дволітки), а особини характеризуються меншими розмірами та меншою тривалістю життя через вплив хижаків та конкуренцію за ресурси. Для чебачка амурського є характерним пролонгований нерест до кінця вересня, що прискорює його натуралізацію в нових водоймах. Отримані результати свідчать, що чебачок амурський здатний ефективно пристосовуватися до різноманітних екологічних умов, зберігаючи водночас основні риси життєвого циклу в різних частинах набутого ареалу. Значна чисельність виду в ставкових господарствах може мати негативний вплив на молодь промислово цінних видів риб, що підкреслює необхідність подальшого моніторингу та оцінки його впливу на водні екосистеми.

За результатами проведених досліджень встановлено, що у водоймах України статева зрілість ротаня-головешки настає переважно на другому році життя, що відповідає середнім показникам для європейських популяцій виду, за стандартної довжини понад 40 мм. Максимальна довжина досліджених особин ротаня-головешки становить 144 мм, тривалість життя – до семи років. Здатність до раннього статевого дозрівання, поєднана з високою плодючістю, пролонгованим порційним нерестом та турботою про потомство, є важливою адаптивною перевагою ротаня-головешки. Крім того, ротань-головешка здатний виїдати ікру та молодь інших видів риб, безпосередньо впливаючи на видове багатство у водоймах. Було виявлено, що ротань-головешка здатний утворювати монодомінантні угруповання у невеликих озерах. Сукупність цих адаптивних особливостей зумовлює високий інвазивний потенціал ротаня-головешки, здатність витіснити аборигенні види та формувати стабільні монодомінантні угруповання у водоймах різного типу.

Статева зрілість сонячного окуня звичайного в умовах водойм України настає переважно на другому році життя за стандартної довжини понад 40 мм, хоча в інтродукованих європейських популяціях статевозрілими стають особини більших розмірів. Максимальна довжина серед досліджених особин сонячного окуня звичайного становить 127 мм, його тривалість життя – до семи років.

Серед трьох досліджених видів для сонячного окуня характерною є найкоротша тривалість нересту, проте показники його плодючості є високими. Поєднання цих репродуктивних стратегій забезпечує сонячному окуню звичайному стійке відтворення навіть в умовах нового середовища, що визначає його успішну натуралізацію у водоймах України.

Дисертаційне дослідження було виконане в рамках науково-дослідних тем Інституту зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України: «Розробка наукових засад комплексного моніторингу та загроз поширення інвазивних видів риб річковою мережею і перехідними водами України (на основі паразитарних, популяційних і генетичних маркерів)», за грантом НФДУ, роки виконання 2020–2021, 2023, номер держреєстрації 0120U104722; «Ключові аспекти сучасного стану популяцій автохтонних та інвазивних видів деяких груп хребетних (птахи і прісноводні риби)», роки виконання 2024–2026, номер держреєстрації 0124U000400; «Чисельність, поширення та особливостей біології деяких рідкісних та чужорідних видів хребетних тварин України: стан, ефективність охорони та менеджменту популяцій», роки виконання 2023–2025, номер держреєстрації 0123U100126.

Наукова новизна роботи. Уперше: комплексно охарактеризовано вікову та статеву структуру популяцій трьох інвазивних чужорідних видів риб (чебачка амурського *Pseudorasbora parva*, ротаня-головешки *Perccottus glenii* та сонячного окуня звичайного *Lepomis gibbosus*) у обраних водоймах основних річкових басейнів України; встановлено вік і розміри настання статевої зрілості зазначених видів у водоймах України; виявлено залежність структури популяцій чебачка амурського від типу водойми: у природних водоймах переважають молодші вікові групи (0+, 1+), у рибогосподарських ставках – старші; на основі власних даних виконано порівняльний аналіз популяційних характеристик чебачка амурського, ротаня-головешки та сонячного окуня звичайного у різних типах водойм та на прикладі басейнів Дніпра та Дунаю в межах України; для досліджуваних видів у водоймах України охарактеризовано співвідношення стадій зрілості гонад та ікри у літньо-осінній період. Уточнено: параметри максимальної тривалості життя чебачка амурського, ротаня-головешки та

сонячного окуня звичайного в умовах України та показано їх відповідність даним з інших частин набутого ареалу кожного виду; характер залежності довжини та маси (ізометрія – у чебачка амурського і ротаня-головешки, алометрія – у сонячного окуня звичайного) та темпи росту досліджуваних видів у водоймах різних типів; кількісні значення абсолютної та відносної плодючості, гонадо-соматичного індексу й коефіцієнтів вгодованості для популяцій з українських водойм. Дістали подальшого розвитку: уявлення про комплекс адаптаційних ознак чужорідних інвазивних видів риб у нових водоймах - раннє статеве дозрівання, невисока абсолютна плодючість при порційному нересті та широка екологічна валентність, переважання у популяціях молодших вікових груп, - який зумовлює їхній інвазивний потенціал і визначає пріоритет превентивних заходів управління над елімінаційними.

Практична значущість роботи. Результати дисертаційного дослідження є кількісною та фактологічною основою для розробки й удосконалення заходів моніторингу й управління популяціями інвазивних чужорідних видів риб у водоймах України. Були встановлені такі параметри популяцій: вік і розміри настання статевої зрілості, темпи росту, абсолютна та відносна плодючість, гонадо-соматичний індекс і часова структура нересту чебачка амурського, ротаня-головешки та сонячного окуня звичайного. Ці параметри можуть бути використані для оцінки ризику подальших інвазій та прогнозування динаміки чисельності досліджуваних видів у водоймах різних типів і різних річкових басейнів; у складі методичних підходів до моніторингу інвазивних чужорідних видів риб, що розробляються в рамках виконання Україною зобов'язань за Конвенцією про біологічне різноманіття та імплементації Регламенту (ЄС) № 1143/2014 відповідно до Угоди про асоціацію з Європейським Союзом; як кількісне підґрунтя для управлінських рішень у рибогосподарських об'єктах, насамперед ставкового типу, де, як показано в роботі, чебачок амурський формує популяції з домінуванням старших вікових груп і потенційно високим конкурентним тиском на молодь промислових видів; при визначенні оптимальних строків проведення біотехнічних і заходів з регулювання чисельності – з урахуванням встановленого в роботі пролонгованого характеру

нересту досліджуваних видів; у роботі установ природно-заповідного фонду та територіальних органів управління водними ресурсами при оцінці стану іхтіоценозів і виявленні ранніх стадій інвазії чужорідних видів риб. Обґрунтований у роботі висновок про пріоритет превентивних заходів (запобігання новим інтродукціям, ранній моніторинг, біотичний контроль) над елімінаційними при управлінні популяціями досліджуваних видів може бути врахований при розробці національних і регіональних стратегій поводження з інвазивними чужорідними видами та збереження аборигенної іхтіофауни України.

Ключові слова: риби, біологічні інвазії, чужорідні види, Європа, Україна, ріст, плодючість, вікова структура, екологічні умови, річки, ставки, озера.

ANNOTATION

Shukh A. Populations of invasive alien fish species in Ukrainian water bodies: characteristics of age structure, growth rate, fecundity.

The dissertation for a scientific degree of the Doctor of Philosophy on a specialty 091 – «Biology». I. I. Schmalhausen Institute of Zoology, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 2026.

The dissertation is devoted to the study of the current populations of the topmouth gudgeon *Pseudorasbora parva*, the Amur sleeper *Perccottus glenii*, and the pumpkinseed *Lepomis gibbosus* in selected freshwater bodies of Ukraine. The study analyzes the current distribution of these species within their non-native range and characterizes the age and sex structure of their populations, growth rates, and female fecundity in the investigated water bodies. Particular attention is paid to the comparison of population characteristics of these invasive fish species in different parts of their introduced range based on original research and literature data.

The study was conducted at the I. I. Schmalhausen Institute of Zoology of the National Academy of Sciences of Ukraine. Field investigations were mainly carried out from 2020 to 2025. Both original materials and samples provided by the scientific supervisor and colleagues were used in the study. In addition, samples from the ichthyological collection of the I. I. Schmalhausen Institute of Zoology of the National Academy of Sciences of Ukraine collected in previous years were processed and analyzed. For the study of the topmouth gudgeon (*Pseudorasbora parva*), water bodies of different types (rivers, fish ponds, lakes, and canals) from the Dnipro and Dniester river basins in Ukraine, as well as from the Danube basin in Slovakia, were selected. In total, 1244 individuals of the topmouth gudgeon were examined (563 from Slovakia and 681 from Ukraine). For the study of the Amur sleeper (*Perccottus glenii*), 11 water bodies of various types (rivers, lakes, canals, etc.) located within the Dnipro, Tisza, and Siverskyi Donets river basins were selected. In total, 553 individuals of the Amur sleeper were examined. For the study of the pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*), water bodies within the Dnipro and Tisza river basins were selected. Altogether, 351 individuals of the pumpkinseed were examined.

Sampling was carried out using a hand net and a seine net, while electrofishing was applied in Slovak water bodies. Collected material was fixed in a 4% formalin solution or frozen. For each specimen, standard length was measured using calipers with an accuracy of 0.1 mm, and body mass was determined using a scale with an accuracy of 0.01 g. Sex was identified based on the macroscopic examination of gonads during dissection. Age determination was performed by preparing scale samples according to standard methods (Bagenal, 1978; Panfili, 2002). For the pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*) and the Amur sleeper (*Perccottus glenii*), otoliths were additionally used to verify age estimates obtained from scales. Prepared samples were examined using a Konus Crystal 7x–45x binocular microscope at 1.5× magnification and photographed using a SIGETA M3CMOS 15.0MP digital camera with an FMA050 microscope adapter. Measurements of total scale radius and annual ring radii (to an accuracy of 0.1 mm) were carried out using ToupView 4.11 (ToupTek Photonics, 2021). Gonadal maturity stages were determined according to the scheme proposed by Marenkov (2018), while egg developmental stages were assessed following Shykhshabekov (2014). Statistical analysis was performed using PAST 4.16c (Hammer et al., 2001) and R Studio 2024.04.0 (RStudio Team, 2024) with the gvlma package ver. 1.0.0.3. (Pena and Slate, 2019), emmeans package ver. 2.0.3. (Lenth and Piaskowski, 2026), car (Fox and Weisberg, 2019), FSA ver. 0.9.5. (Ogle et al., 2023), and nlstools package (Baty et al., 2015). Maps were created using QGIS 3.34.14 Prizren (QGIS Development Team, 2024).

The conducted research showed that the growth of topmouth gudgeon (*Pseudorasbora parva*) in different types of water bodies is isometric, while maturity is reached at an early age (during the second year of life) at a standard length of 30–40 mm, which is an important prerequisite for the rapid establishment of stable populations. The lifespan of the species reaches up to six years, and the maximum size does not exceed a standard length of 75 mm. It was established that the population structure of topmouth gudgeon strongly depends on environmental conditions. In fish farms, older age groups and larger individuals prevail, which is associated with an abundant food base, low predation pressure, and favorable habitat conditions. In contrast, in natural water bodies, particularly rivers and reclamation canals, younger

age groups (0+ and 1+) dominate, while individuals are characterized by smaller sizes and shorter lifespans due to predation and competition for resources. The species is characterized by a prolonged spawning period lasting until the end of September, which facilitates its rapid adaptation to new water bodies. The obtained results indicate that the topmouth gudgeon is capable of effectively adapting to a wide range of environmental conditions while maintaining the main features of its life cycle across different parts of its introduced range. Its high abundance in pond aquaculture systems may negatively affect the recruitment of commercially valuable fish species, highlighting the need for further monitoring and assessment of its impact on aquatic ecosystems.

According to the results of the conducted research, it was established that in the studied water bodies of Ukraine, maturity of the Amur sleeper (*Perccottus glenii*) is reached mainly in the second year of life, which corresponds to average values for European populations of the species, at a standard length exceeding 40 mm. The maximum recorded size for the species is 144 mm, while lifespan reaches up to seven years. The ability to attain early maturity, combined with high fecundity, prolonged batch spawning, and parental care, represents an important adaptive advantage of the Amur sleeper. In addition, this species is capable of consuming eggs and juveniles of other fish species, thereby directly affecting species diversity in aquatic ecosystems. It was also found that the Amur sleeper can form monospecific populations in small lakes. Such life-history traits contribute to the successful establishment of the species in new water bodies, rapid population growth, and further expansion of its range within introduced territories.

According to the results of the conducted research, it was established that in the studied water bodies of Ukraine, maturity of the pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*) is reached mainly in the second year of life at a standard length exceeding 40 mm, although in introduced European populations individuals become mature at larger sizes. Among the examined specimens, the maximum recorded length of the pumpkinseed was 127 mm, and its lifespan reaches up to seven years. Among the three studied species, the pumpkinseed is characterized by the shortest spawning period; however, its fecundity remains high. Early maturity, high fecundity, parental

care, and batch spawning contribute to the successful establishment of the species in new water bodies and its further spread within the introduced range.

The dissertation research was carried out within the framework of research projects of the I. I. Schmalhausen Institute of Zoology of the National Academy of Sciences of Ukraine: “Development of scientific foundations for integrated monitoring and assessment of threats posed by the spread of invasive fish species through river networks and transitional waters of Ukraine (based on parasitological, population, and genetic markers)”, supported by the National Research Foundation of Ukraine, implemented in 2020–2021 and 2023 (state registration number 0120U104722); “Key aspects of the current status of populations of native and invasive species of selected vertebrate groups (birds and freshwater fishes)”, implemented in 2024–2026 (state registration number 0124U000400); and “Abundance, distribution, and biological features of selected rare and alien vertebrate species of Ukraine: status, effectiveness of conservation and population management”, implemented in 2023–2025 (state registration number 0123U100126).

Scientific novelty of the study. The following concepts have been identified for the first time: a comprehensive characterization of the age and sex structure of populations of three invasive alien fish species (topmouth gudgeon *Pseudorasbora parva*, Amur sleeper *Perccottus glenii*, pumpkinseed *Lepomis gibbosus*) in selected water bodies of Ukraine’s major river basins has been provided; the age and size at maturity of these species in Ukrainian water bodies have been determined; a dependence of the population structure of the topmouth gudgeon on the type of water body has been revealed: younger age groups (0+, 1+) predominate in natural water bodies, while older age groups predominate in fish farming ponds; based on our own data, a comparative analysis of the population characteristics of topmouth gudgeon, Amur sleeper, and pumpkinseed was conducted in different types of water bodies, using the Dnieper and Danube basins within Ukraine as examples; for the said species in Ukrainian water bodies, the relationship between gonadal and egg maturity stages during the summer-autumn period was characterized. The following concepts were clarified: parameters of the maximum lifespan of topmouth gudgeon, Amur sleeper, and pumpkinseed in Ukrainian water bodies, and their correspondence to data from

other parts of each species' acquired range was demonstrated; the nature of the length-weight relationship (isometry for topmouth gudgeon and Amur sleeper, allometry for pumpkinseed) and the growth rates of the studied species in various types of water bodies; quantitative values of absolute and relative fecundity, gonadosomatic index, and condition factors for populations from Ukrainian water bodies. The following concepts have been further developed: the set of adaptive traits exhibited by invasive alien fish species in new water bodies (early maturation, low absolute fecundity during batch spawning, and broad ecological adaptability, the predominance of younger age groups in populations) which determines their invasive potential and establishes the priority of preventive management measures over elimination measures.

Practical significance of the study. The results of this dissertation research provide a quantitative and factual basis for the development and improvement of measures for monitoring and managing populations of invasive alien fish species in Ukrainian water bodies. The following population parameters were established: age and size at maturity, growth rates, absolute and relative fecundity, gonado-somatic index, and spawning time structure for topmouth gudgeon, Amur sleeper and pumpkinseed. These parameters can be used to assess the risk of further invasions and to forecast the population dynamics of the studied species in water bodies of various types and in different river basins; as part of methodological approaches to monitoring invasive alien fish species, which are being developed as part of Ukraine's fulfillment of its obligations under the Convention on Biological Diversity and the implementation of Regulation (EU) No. 1143/2014 in accordance with the Association Agreement with the European Union; as a quantitative basis for management decisions at fisheries facilities, primarily pond-type facilities, where, as shown in this study, topmouth gudgeon forms populations dominated by older age groups and exerts potentially high competitive pressure on juveniles of commercial species; in determining the optimal timing for biotechnical measures and population control measures taking into account the prolonged nature of spawning in the studied species, as established in this study; in the work of nature reserve agencies and territorial water resource management bodies when assessing the status of ichthyocenoses and the detection of early stages of invasion by alien fish species. The conclusion presented in this study regarding the

priority of preventive measures (preventing new introductions, early monitoring, biological control) over elimination measures in the management of the populations of the studied species can be taken into account when developing national and regional strategies for managing invasive alien species and conserving the native ichthyofauna of Ukraine.

Keywords: fish, biological invasions, alien species, Europe, Ukraine, growth, fecundity, age structure, ecological conditions, rivers, ponds, lakes.