

БІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА НЕРЕСТОВОГО СТАДА ОСЕЛЕДЦЯ ЧОРНОМОРСЬКОГО *ALOSA IMMACULATA* (BENNET, 1835) НА УКРАЇНСЬКІЙ ДІЛЯНЦІ НИЖНЬОГО ДУНАЮ

Бушуєв С.Г. – к.б.н., с.н.с.

ДУ «Інститут морської біології Національної академії наук України»

bsg1956@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7649-6853>

Гулак Б.С. – PhD, н.с.

ДУ «Інститут морської біології Національної академії наук України»

gulak.bogdan94@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5991-3715>

Метою дослідження було уточнення біологічних параметрів нерестового стада оселедця чорноморського *Alosa immaculata* (Bennet, 1835) в українській частині нижнього Дунаю. Збір матеріалів проводився у 2017–2024 рр. на ділянці Кілійського гирла нижче 24 км та Соломонового рукава (3–1 км). Обстежено 112 уловів з плавних оселедцевих сіток із вічком 30–32 мм. Визначено ключові популяційні параметри: статеву, вікову, розмірно-масову структуру, коефіцієнти вгодованості, темпи росту, природну та промислову смертність. Співвідношення самців і самиць у вибірках становило 1 : 2,36 ($p < 0,05$), із переважанням самиць (68,5 %). Віковий склад стабільний, із домінуванням 3–4-річних особин (85,3 %), при цьому старші вікові групи (6–7 років) представлені виключно самицями. Середня тотальна довжина оселедця варіювала від 29,3 до 32,13 см (середнє $30,6 \pm 2,6$ см), самиці були більшими за самців ($p < 0,05$). Індекс вгодованості за Фультоном коливався в межах 1,15–1,36 (середнє $1,23 \pm 0,16$), що свідчить про доволі стабільні нагульні умови в Чорному морі. Рівняння росту Берталанфі оцінено як $L_{\infty} = 41,74$ см, $k = 0,322$, $t_0 = -0,51$, із швидшим ростом самиць порівняно із самцями ($B = 2,83$, $p < 0,05$), що відповідає негативній алометричній моделі росту. Коефіцієнти смертності: загальна (Z) – 1,72, природна (M) – 0,83 (0,51 для 3–4+ років), промислова (F) – 0,89. Коефіцієнт експлуатації ($E = 0,517$) близький до оптимального ($E = 0,5$), що вказує на відносно стійкий рівень експлуатації популяції. Зміни у статевій та віковій структурі частково зумовлені селективністю промислу, зокрема збільшенням розміру вічка сіток до 32 мм, що вплинуло на зменшення частки дрібніших самців. Отримані дані можуть бути використані для прогнозування динаміки популяції та розроблення науково обґрунтованих підходів до управління рибальством, сприяючи раціональному використанню та збереженню виду.

Ключові слова: оселедець чорноморський, Дунай, структура популяції, параметри росту, природна смертність, коефіцієнт експлуатації.

Вступ

Оселедець чорноморський (*Alosa immaculata* Bennet, 1835) – практично єдиний прохідний вид риби Азовсько-Чорноморського басейну, що не втратив свого промислового значення за останні декілька десятиріч. У північно-західній частині Чорного моря прохідний оселедець для розмноження заходить у річки: Дністер, Південний Буг, Дніпро і Дунай. Остання з них є основним місцем для нересту цього виду в чорноморському басейні. У зв'язку із зарегулюванням стоку внаслідок будівництва гребель ГЕС на цих річках у другій половині 20-го сторіччя чисельність дністровського, дніпровського та бузького стад оселедця суттєво скоротилася. На тлі загального зниження чисельності цього

виду в регіоні стан дунайського стада видається відносно благополучним. Раніше оселедець піднімався вгору по Дунаю для нересту до Будапешта – 1650 км (Bănărescu 1964). Зараз основні місця нересту оселедця чорноморського розташовані в Дунаї на відстані 180–743 км від гирла (Kolarov 1985; Schmutz 2006). Личинки оселедця скочуються в море на ранніх стадіях розвитку. Нагульними акваторіями для личинок і мальків оселедця є прісні та солонуваті ділянки авандельти Дунаю. Тут основна маса молоді нагулюється, після чого відкочовує в південно-західну частину моря (Владимиров 1953а; 1953б). Сприятливою обставиною для збереження дунайської частини популяції оселедця стало те, що після зарегулювання стоку Дунаю греблями в Залізних

Воротах (863 км) основні місця його нересту не постраждали, на відміну від інших річок регіону, які в пониззі були зрегульовані греблями.

A. immaculata внесений до списків видів, що охороняються Бернською конвенцією і МСОП (VU). У Болгарії занесений у Червону книгу як вразливий вид (VU), а в Румунії перебуває під захистом відповідно до Надзвичайного урядового розпорядження 57/2007 (Navodaru, and Nastase 2014; Rozdina et al. 2025).

Промисел *A. immaculata* в р. Дунай традиційно здійснюється нижньодунайськими країнами – Румунією, Україною та Болгарією, а в Чорному морі (поряд з іншими видами роду *Alosa*) – Румунією, Україною, Болгарією і Туреччиною. На українській ділянці р. Дунай цей вид є найбільш важливим об'єктом промислу – на його частку в останні роки припадає близько 70 % загального обсягу вилову. Лов оселедця відіграє важливу роль у господарській діяльності населення нижньої ділянки річки. На р. Дунай припадає в середньому 88 % загального вилову *A. immaculata* на чорноморському басейні в межах України, на Дністер і Дністровський лиман – 9 %, Чорне море – 3 % (Промисловий вилов 2025).

Промисел оселедця чорноморського базується на плідниках, що йдуть з моря в річку навесні для розмноження. Інтенсивний нерестовий хід починається в березні та триває до початку червня (іноді захід невеликих груп оселедця може тривати і в липні). Основна маса оселедця дозріває в трирічному віці. Нерестове стадо складається переважно з трьох-і чотирирічок, які вперше йдуть на нерест. Величина поколінь у цього виду залежить від багатьох факторів, основним з яких є виживання молоді в перші місяці її життя. Чисельність нерестового стада оселедця, що заходить у річку, відчуває досить значні коливання під впливом різних абіотичних і біотичних факторів (рівень і обсяг стоку води в річці, температурний режим, вітровий режим, умови зимівлі в море, врожайність окремих поколінь, інтенсивність промислу тощо). У зміні величини нерестового стада оселедця чорноморського виявлені цикли різної тривалості: від 3–4 до 7 і 11 років (Kolarov 1985). Коливання чисельності й уловів оселедця найбільше визначаються динамікою змін обсягу водного стоку та гідрологічного режиму Дунаю (Navodaru 1997; Smederevac-Lalić et al. 2018).

Основні біологічні особливості оселедця чорноморського, його нерестові міграції і пов'язане з ними рибальство досить добре вивчені (Владимиров 1953а; 1953б; Павлов 1953; Ляшенко 1953; Мороз 1969; Мороз, и Кротов 1969; Сердюк 1979; Бушуев 1996, 2006). В останні роки було опубліковано низку робіт, у яких на підставі досліджень структури й основних біологічних параметрів популяції цього виду було зроблено висновки про його надмірну експлуатацію промислом у межах Румунії (Ibanescu et al. 2017; Tiganov et al. 2018; Mocanu et al. 2021; Leonov et al. 2023; Stroe et al. 2024). Однак сучасні дані щодо популяційної структури цього виду для української частини дельти уривчасті або практично відсутні.

Метою цього дослідження є уточнення біологічних параметрів нерестового стада оселедця чорноморського *Alosa immaculata* (Bennet, 1835) в українській частині нижнього Дунаю, зокрема вікової та розмірно-масової структури, коефіцієнта вгодованості, темпів росту й коефіцієнтів смертності шляхом аналізу уловів за 2017–2024 рр.

Матеріали та методи досліджень

Матеріали для досліджень стану популяції оселедця чорноморського відбирали з промислових уловів та з наукових ловів під час виконання науково-дослідних програм ДП Одеського центру Південного науково-дослідного інституту морського рибного господарства та океанографії та Інституту морської біології НАН України впродовж 2017–2024 рр. Лови проводили під час нерестової міграції оселедця з травня по липень на ділянках 24–15 км Кілійського гирла та 3–1 км Соломонова рукава річки Дунай. Було обстежено 112 уловів з плавних оселедцевих сіток із вічком 30–32 мм, висотою 4–6 м, які традиційно є основним видом знарядь лову цього виду (табл. 1).

Вимірювання риб проводили за допомогою лінійки з точністю 1 мм. Зважування виконували на електронних вагах з точністю 0,1 г. Стать риби визначали за гонадами, а вік – підраховуючи кількість нерестових кілець на лусці (Lagler et al. 1977). Статистичну обробку проводили за загальноприйнятими методиками з використанням програм Microsoft Excel 2016 та Statistica 2010. Для оцінки нормальності розподілу даних використано критерій Шапіро – Уїлка, для порівняння двох незалежних

Таблиця 1

Обсяг матеріалу, зібраного в період 2017–2024 рр.

Вид аналізу \ Рік	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Усього
Проміри довжини та маси, екз.	568	1054	388	100	313	112	31	325	2891
Визначення статі та віку, екз.	247	173	329	-	59	69	31	188	1096
Кількість проаналізованих уловів, од.	18	20	25	2	19	9	5	14	112

вибіроч із ненормальним розподілом застосовано критерій Манна – Уїтні, а для порівняння кількох груп використано критерій Краскала – Уолліса (Hollander et al. 2014). Розрахунки середніх значень довжини й маси особин для окремих вікових груп, для кожної статі проводили шляхом зіставлення вибірок статевого, розмірного та вікового складу риб за допомогою методики побудови розмірно-вікових ключів (Ailloud and Hoenig 2019).

Вгодованість риб визначали за індексом Фультонна (Ricker 1975). Значення природної смертності визначали за методом Гісласона (Gislason et al. 2010). Обчислення цього параметра проводили на основі значень коефіцієнтів темпів росту рівняння Берталанфі (Bertalanffy 1934), для розрахунку якого використовувався R-скрипт (Martiradonna 2012). Також використовували методики Тенна (Then et al. 2015) та Хьонінга (Hoenig 1983). Загальну (Z) і промислову (F) смертність, а також коефіцієнт експлуатації (E) розраховували за методами, описаними В. Е. Рікером (Ricker 1975).

Результати досліджень та їх обговорення

Оскільки для оцінки стану популяцій промислових видів зазвичай потрібно враховувати статеві відмінності за їх темпами росту, розмірним і віковим складом, то аналіз цих показників для оселедця чорноморського проводили окремо для кожної статі. Самиці переважали в пробах упродовж всіх років досліджень, їхня частка коливалась у межах 55–79 %, а за узагальненими даними всіх років вона становила 68,5 % (рис. 1).

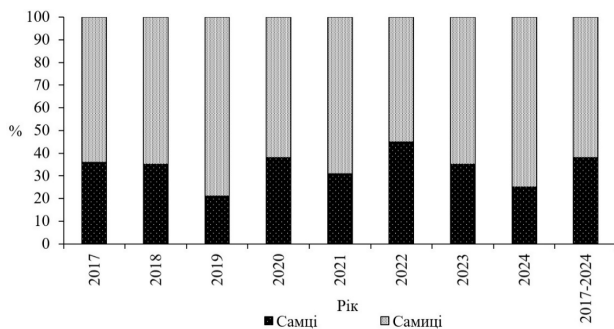


Рис. 1. Статевий склад оселедця чорноморського в р. Дунай у 2017–2024 рр.

Співвідношення самців і самиць у сіткових уловах у 2017–2024 рр. становило 1 : 2,36, різниця χ^2 була достовірною, $p < 0,05$. Отримані нами результати загалом збігаються з результатами інших дослідників цього виду. Переважання самиць спостерігалось як під час нерестового ходу в р. Дунай, так і у водах Чорного моря, де оселедець проводить майже все своє життя (Yilmaz and Polat 2011; Yankova 2014; Tiganov et al. 2016; Mocanu et al. 2021; Stroe et al. 2024).

Віковий склад особин оселедця чорноморського, які заходять на нерест у р. Дунай, був доволі стабіль-

ним і майже не змінювався за роками. Улови були представлені 6 віковими групами – від 2 до 7 років. Здебільшого в уловах домінували риби 3–4-річного віку, які становили від 71 до 89 %, а за узагальненими даними всіх років досліджень – 85,3 % (рис. 2).

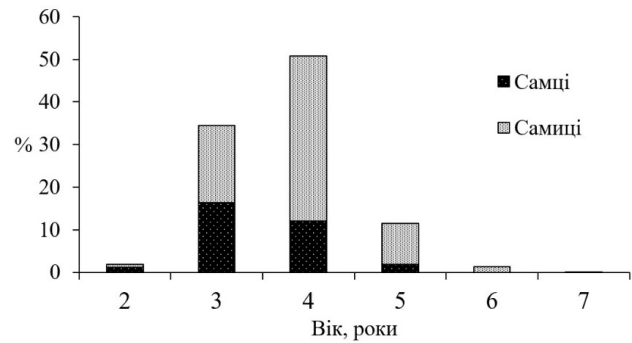


Рис. 2. Віковий склад оселедця чорноморського в р. Дунай у 2017–2024 рр.

Серед риб 2–3-річного віку співвідношення статей було майже однаковим. З віком частка самців ставала дедалі меншою. Особини 6–7-річного віку були представлені лише самицями. Подібний віковий склад оселедця в уловах зябрових сіток із вічком 30–36 мм спостерігався і румунськими дослідниками як у р. Дунай, так і вздовж морського узбережжя Румунії (Tiganov et al. 2018; Mocanu et al. 2021).

Розмірні характеристики оселедця упродовж років досліджень мали тенденцію до щорічних змін. Протягом 2017–2024 рр. нами відмічалися коливання середньої довжини риб в уловах у межах 29,3–32,13 см (рис. 3). Порівняння вибірок за критерієм Краскала – Уолліса показало наявність між ними статистично значимих відмінностей ($p = 0,00001$).

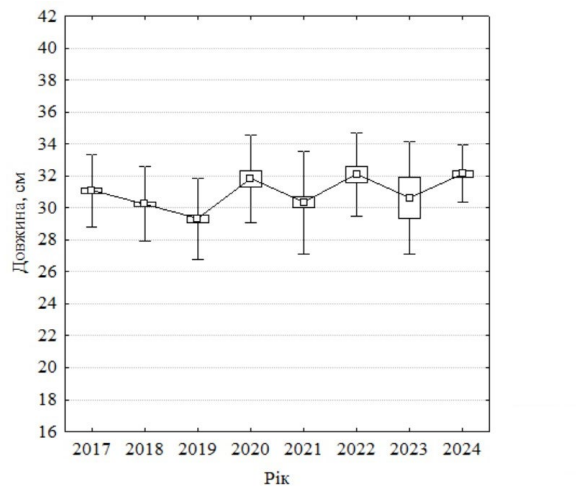


Рис. 3. Динаміка середнього розміру оселедця чорноморського в р. Дунай у 2017–2024 рр.

Таблиця 2

Середні показники довжини та маси особин оселедця чорноморського в р. Дунай за узагальненими даними за період 2017–2024 рр.

Стать	Кількість (N)	Маса, г	Промислова довжина (SL), см	Тотальна довжина (TL), см
Самці	910	216,70 ± 41,10	25,70 ± 2,04	29,30 ± 2,31
Самиці	1981	252,00 ± 54,81	27,10 ± 2,22	30,99 ± 2,51
Обидві статі	2891	240,90 ± 53,52	26,70 ± 2,30	30,47 ± 2,58

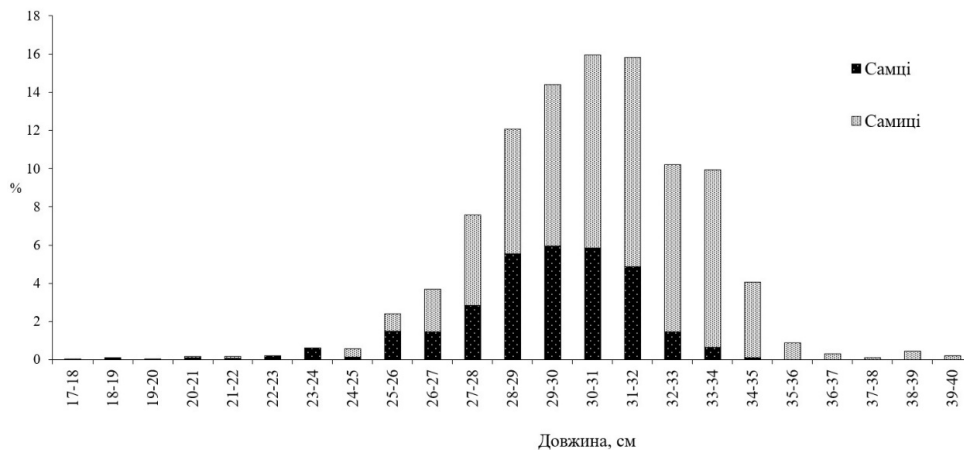


Рис. 4. Розмірний склад оселедця чорноморського в р. Дунай у 2017–2024 рр.

Упродовж 2017–2024 рр. в уловах зустрічалися риби довжиною 17–40 см. Більша частка (86 %) була представлена рибами довжиною 27–34 см. Середній розмір оселедця чорноморського протягом усіх років досліджень становив $30,47 \pm 2,58$ см. Самиці були представлені більш крупними особинами, ніж самці (табл. 2, рис. 4).

Залежність маси особин оселедця від довжини виявилася доволі високою ($r = 0,97$, $R^2 = 0,79$). Відповідне рівняння залежності представлено на рисунку 5.

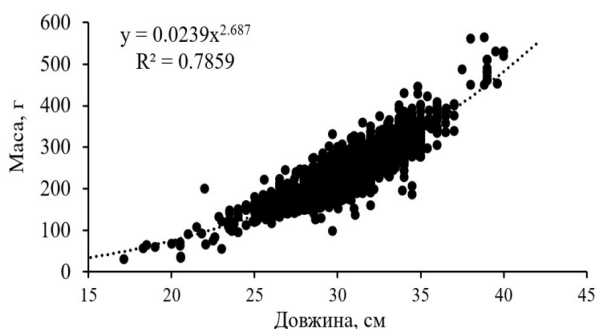
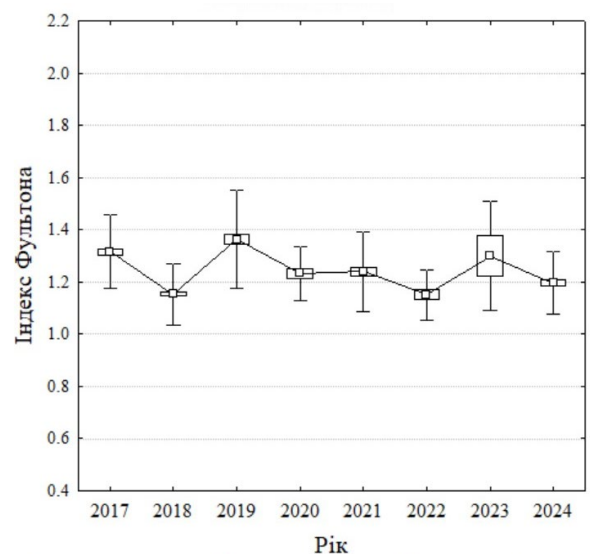


Рис. 5. Залежність маси від довжини оселедця чорноморського в р. Дунай у 2017–2024 рр.

Для оцінки міжрічної динаміки фізіологічного стану оселедця чорноморського нами був застосований індекс вгодованості за Фультоном, який, на відміну від середніх значень маси риб в уловах, краще відобра-

жує фізіологічний стан риб. Значення індексу розраховували індивідуально для кожної особини і в подальшому визначали середній рівень вгодованості риб за роками. У 2017–2024 рр. значення індексу Фультона коливалося в межах 1,15–1,36 і в середньому становило $1,23 \pm 0,16$ (рис. 6). Порівняння вибірок за критерієм Краскела – Уолліса показало наявність між ними статистично значимих відмінностей ($p = 0,00001$).



□ Середні значення □ Довірчий інтервал I Стандартне відхилення

Рис. 6. Середні значення індексу Фультона для оселедця чорноморського в р. Дунай у 2017–2024 рр.

Таблиця 3

Середні значення довжини та маси особин оселедця чорноморського в р. Дунай за узагальненими даними за період 2017–2024 рр.

Показники і критерії	Вікові групи					
	2	3	4	5	6	7
Довжина самців, см	22,5 ± 1,69	28,4 ± 1,47	30,8 ± 1,2	32 ± 1,28	–	–
Мін. – макс., см	18,1–25,0	25,2–31,3	28,1–33,9	31,2–34,8	–	–
Критерій Шапіро – Уїлка, р	0,021	0,0001	0,0002	0,012	–	–
Маса самців, г	105,4 ± 26,57	199,2 ± 23,02	244 ± 25,65	269,6 ± 29,83	–	–
Мін. – макс., г	37,1–201,3	99,0–285,1	190,5–310,2	220,4–321,9	–	–
Критерій Шапіро – Уїлка, р	0,008	000,5	0,0001	0,009	–	–
Кількість самців, екз.	35	475	347	53	–	–
Довжина самиць, см	23,4 ± 2,26	28,4 ± 1,48	31,5 ± 1,52	33,5 ± 1,45	36,5 ± 2,09	39,6 ± 0,01
Мін. – макс., см	17,2–25,6	25,1–33,9	28,3–34,8	30,1–36,7	34,2–39,0	40,1–39,5
Критерій Шапіро – Уїлка, р	0,028	0,001	0,00001	0,0003	0,042	–
Маса самиць, г	127,3 ± 39,93	198,8 ± 24,4	259,6 ± 33,81	304,9 ± 34,43	412,7 ± 83,64	502,7 ± 0
Мін. – макс., г	31,4–164,1	148,2–335,9	204,8–370,7	207,9–404,6	187,6–562,0	530,2–530,9
Критерій Шапіро – Уїлка, р	0,046	0,0002	0,00001	0,0002	0,004	–
Кількість самиць, екз.	18	521	1123	279	37	3
Відмінності довжини за критерієм Манні – Уїтні						
Статистика (U)	208,5	112 345,5	162 345,5	5634,5	-	-
p-значення	0,036	0,042	0,00001	0,002	-	-
Відмінності маси за критерієм Манна – Уїтні						
Статистика (U)	196,0	112 678,0	161 987,0	5589,0	-	-
p-значення	0,021	0,048	0,00001	0,001	-	-

Як видно з наведеної діаграми, вгодваність оселедця чорноморського змінювалась за роками, не маючи загального тренду. Це свідчить про відносну стабільність нагульних умов цього виду в Чорному морі в останнє десятиріччя.

Базуючись на узагальнених даних, зібраних за період досліджень, із використанням середніх значень довжини та маси особин оселедця (табл. 3), нами була проведена оцінка темпу росту для обох статей виду. У всіх вікових групах, крім риб трирічного віку, самиці характеризувалися дещо більшими показниками довжини та маси. Відмінності за обома показниками для всіх вікових груп виявились статистично достовірними ($p < 0,05$).

Розраховані на основі розмірно-вікового складу коефіцієнти темпів росту Бергаланфі свідчили про те, що самиці характеризуються швидшим темпом росту, ніж самці (табл. 4).

Теоретичні криві росту, побудовані на основі отриманих коефіцієнтів, також свідчили про те, що темп росту самиць дещо вищий, ніж у самців. Найближчими за значеннями до емпіричних показників (див. табл. 2) довжини виявились показники росту для трирічних особин (рис. 7).

Таблиця 4

Параметри росту Бергаланфі та коефіцієнти рівняння залежності довжина – маса (a , B) для оселедця чорноморського в р. Дунай у період 2017–2024 рр.

Стать	Показники				
	L_{∞} , cm	k	t_0	a	B
Самці	36,6	0,422	–0,33	0,02743	2,65325
Самиці	41,74	0,318	–0,54	0,01752	2,79116
Обидві статі	41,74	0,322	–0,51	0,01501	2,83444

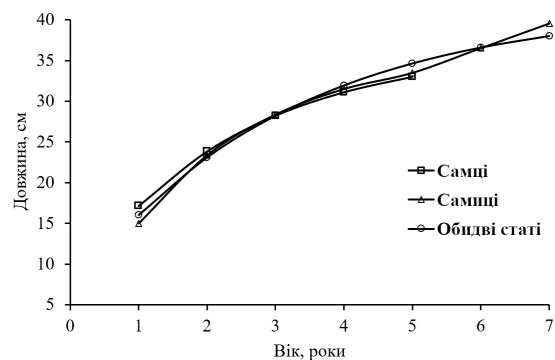


Рис. 7. Криві росту Бергаланфі оселедця чорноморського в р. Дунай у 2017–2024 рр.

Розраховані за методом Гісласона, на основі коефіцієнтів рівняння Бергаланфі, значення природної смертності (М) у самців із всіх вікових груп виявилися вищими, ніж у самиць (табл. 5).

Таблиця 5

Коефіцієнти природної смертності за Гісласоном для різних вікових груп оселедця чорноморського в р. Дунай у період 2017–2024 рр.

Вік	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+
Самці	2,832	1,549	0,844	0,624	0,526	0,475	–	–
Самиці	2,235	1,342	0,755	0,549	0,451	0,396	0,362	0,341
Обидві статі	2,344	1,381	0,767	0,555	0,455	0,399	0,365	0,344

Середній коефіцієнт природної смертності для обох статей оселедця становив 0,83, а для вікових груп, які є основою промислу (3, 4+) – 0,51. Коефіцієнти природної смертності розраховані за максимальним віком риб у популяції (Hoenig 1983) також вказували на більш високу смертність самців. Середнє значення (М) для них становило 0,847, а для самиць та риб обох статей – 0,603.

Розраховані коефіцієнти промислової смертності (F) для риб обох статей у 2–3-річному віці виявились однаковими. Зростання цього показника з віком риб пояснюється зменшенням їх частки в популяції і водночас більш високим потраплянням у знаряддя лову через їх більш великі розміри (табл. 6). Середнє значення коефіцієнта F для всіх вікових груп обох статей оселедця становило 0,89.

Таблиця 6

Коефіцієнти промислової смертності для різних вікових груп оселедця чорноморського в р. Дунай у період 2017–2024 рр.

Вік	2+	3+	4+	5+	6+	7+
Самці	0,200	0,200	1,032	1,032	–	–
Самиці	0,200	0,200	0,789	0,789	1,417	1,911
Обидві статі	0,200	0,200	0,807	0,807	1,514	1,834

Значення загальної смертності (Z), яка дорівнює сумі коефіцієнтів природної та промислової смертності, становило 1,72. Обчислений коефіцієнт експлуатації E дорівнював 0,517.

Вивчення біологічних особливостей *A. immaculata* та оцінка ключових популяційних параметрів (L ∞ , k, Z, M, F, E) її нерестового стада, яке становить основу експлуатаційного запасу, що видобувається промислом, є важливим для забезпечення раціонального використання та збереження цього виду.

Для розуміння багаторічної динаміки статевої та вікової структури й розмірно-масових характеристик оселедця також важливо враховувати, якою мірою на неї впливали особливості організації та селективність промислу.

Оскільки в оселедця чорноморського самці дрібніші за самиць і дозрівають раніше (Павлов 1953; Navodaru 1997), за зміни кроку вічка в плавних сітках в уловах може значно варіювати співвідношення статей і розмірно-вікових груп. За нашими даними, у вибірках з уловів у Кілійській дельті Дунаю у 2017–2024 рр. у середньому спостерігалось помітне переважання самиць. Співвідношення самців і самиць становило 1 : 2,36, що відповідає результатам інших досліджень останніх років. Проте раніше співвідношення статей в уловах оселедця в тому самому районі лову було значно іншим. Тоді, навпаки, у вибірках переважали самці. У 1946–1950 рр. це співвідношення становило 1 : 0,77 (Павлов 1953), а 1994–1995 рр. – 1 : 0,70 (Бушуев 1996). У ці періоди частки трирічних та чотирирічних особин у стаді були приблизно рівними і становили в середньому: 3 – 47 %, 4 – 48 % (Павлов 1953) та 3 – 42 %, 4 – 43 % (Бушуев 1996). Останнім часом домінування 4-річних риб в уловах виражене набагато чіткіше. У середньому у 2017–2024 рр. частка особин віком 4 роки в середньому становила 51 %, а 3-річних риб – 34 %. Правилами промислового рибальства (2023) встановлено мінімальний допустимий розмір вічка в оселедцевих сітках – 28 мм. Раніше такі сітки широко застосовувалися в промислі, однак з початку 2000-х років рибалки від них поступово відмовилися через складності збуту дрібного оселедця. З 2020 року щорічними Режимми промислу встановлюється подальше підвищення мінімального допустимого розміру вічка до 32 мм. Перехід на більший крок вічка вплинув на зміни статевої та вікової структури уловів.

У Румунії та Болгарії в оселедцевих сітках зараз застосовується крок вічка 30–32 мм. І помітного переважання чотирирічних особин над трирічними в більшості досліджень останніх років не спостерігається (Navodaru and Nastase 2014; Tiganov et al. 2018; 2023; Leonov et al., 2023; Nastase et al. 2018), за винятком однієї роботи (Stroe et al. 2024), у якій повідомляється про незвичайну вікову структуру стада оселедця зі значною перевагою чотири- та п'ятирічників (46,4 та 38,4 % відповідно). Загалом динаміка статевої та вікової структури в популяції оселедця визначається складною взаємодією між навколишнім середовищем і розвитком окремих поколінь і відчуває досить значні коливання під впливом різних абіотичних та біотичних факторів (Navodaru 1997).

Статистика регресії для залежності довжини від маси оселедця чорноморського зафіксувала величини коефіцієнта B – 2,65 для самців, 2,79 – для самиць і 2,83 для обох статей. При цьому значення були достовірно меншими за три (p < 0,05), що характерно для негативної аллометричної моделі росту, що характеризується значеннями нижче за 3,00 (Ricker 1975).

Отримане значення коефіцієнта B відносно близьке до значень, зазначених румунськими авторами (від 2,31 до 2,72) для оселедця в річці Дунай (Navodaru 1997; Ibănescu et al. 2017; Leonov et al. 2023; Stroe et al. 2024). Для оселедця, виловленого біля чорноморського узбережжя Румунії, були зареєстровані вищі значення B (від 2,879 до 3,134) (Tiganov et al. 2018; 2023).

У нашому дослідженні визначено такі параметри росту Берталанфі для обох статей: асимптотична довжина $L_{\infty} = 41,74$ см, коефіцієнт зростання $k = 0,322$, $t_0 = -0,51$. Отримані значення можна порівняти зі значеннями інших науковців. При цьому в низці публікацій спостерігається широкий розмах значень коефіцієнта k – від 0,10 до 0,87. Розраховані за методом Гісласона коефіцієнти природної смертності (M) у самців з усіх вікових груп виявилися вищими, ніж у самиць. Середній коефіцієнт природної смертності для обох статей оселедця становив 0,83, а для вікових груп, що становлять основу промислу (3, 4+), – $M = 0,51$. Розрахунок цього коефіцієнта ($M \approx 0,78$) за формулою Тена (Then et al. 2015) дає близьку оцінку за значення максимального віку 7 років. Дані значення природної смертності оселедця узгоджуються з розрахунками інших дослідників (Mocanu et al. 2021; Leonov et al. 2023; Tiganov et al., 2023; Stroe et al. 2024).

Загальна смертність (Z), промислова смертність (F) і показник експлуатації (E) були оцінені як 1,72, 0,89 та 0,517 відповідно. Слід зазначити, що отримані нами значення (F) та (E) нижчі, ніж наводяться в більшості публікацій останніх років: F – від 1,07 до 1,87, E – від 0,625 до 0,68 (Navodaru 1997; Tiganov et al. 2018; Stroe et al. 2024). Найбільш близькі до наших значень (F) та (E) були отримані також і іншими науковцями (Ibănescu et al. 2017; Leonov et al. 2023). За нашими розрахунками, промислова смертність (F) *A. immaculata* лише трохи перевищує природну смертність (M). А величина показника експлуатації ($E = F/M$) досить близька до оптимального значення ($E = 0,5$) (Gulland, and Holt 1959), що свідчить про відносно стійкий рівень експлуатації популяції оселедця.

Для тривожних заяв про надмірний вилов *A. immaculata*, очевидно, немає достатніх підстав. За останні 100 років організація промислу оселедця в річці Дунай мало змінилася (за винятком покращення якості сіткових матеріалів, що призвело до підвищення уловистості сіток). Основним знаряддям лову, як і раніше, є плавні сітки. Лов здійснюється на певних ділянках гирл Дунаю – оселедцевих тонях. Число тонь та їх пропускна здатність протягом десятиліть змінюються незначно. Можливості подальшої інтенсифікації промислу оселедця невеликі. Збільшення промислових зусиль (числа човнів, знарядь лову, часу ведення лову) після певної межі стає неможливим чи нерентабель-

ним. На українській ділянці Дунаю за сто років матеріальна база оселедцевого промислу (кількість сіток) залишалася практично колишньою (Бушуєв 2006). Крім того, в останні чотири роки промислове навантаження на оселедця, який мігрує українською ділянкою Дунаю, знизилося вдвічі через запровадження обмежень воєнного часу, що призвело до різкого зниження уловів Україною (табл. 7).

Таблиця 7

**Динаміка уловів оселедця чорноморського
Україною в річці Дунай**

Рік	Виллов (т)	Рік	Виллов (т)
1998	160,6	2012	205,5
1999	18,0	2013	317,9
2000	78,9	2014	98,5
2001	141,3	2015	115,5
2002	218,1	2016	341,7
2003	145,5	2017	328,4
2004	194,4	2018	126,6
2005	352,5	2019	393,4
2006	208,5	2020	197,0
2007	237,1	2021	385,8
2008	417,9	2022	42,5
2009	369,3	2023	102,2
2010	434,1	2024	125,1
2011	381,8	2025	129,2

Отримані дані (L_{∞} , k , Z , M , F , E) можуть бути використані для побудови моделей популяційної динаміки (VPA , YPR) та в біологічних обґрунтуваннях допустимих уловів із метою ефективного управління промислом.

Висновки

1. Аналіз уловів нерестового стада оселедця чорноморського *Alosa immaculata* (Bennet, 1835) в українській частині нижнього Дунаю за 2017–2024 рр. показав стабільне переважання самиць (68,5 %, співвідношення самців до самиць 1 : 2,36, $p < 0,05$), що відповідає даним інших останніх досліджень. Віковий склад був стабільним, із домінуванням 3–4-річних особин (85,3 %), причому старші вікові групи (6–7 років) представлені суто самицями. Зміни у співвідношенні статей та віковій структурі порівняно з даними попередніх досліджень на українській ділянці Дунаю частково зумовлені селективністю промислу, зокрема збільшенням розміру вічка сіток до 32 мм, що вплинуло на зменшення частки дрібніших самців в уловах.

2. Середня довжина оселедця чорноморського *A. immaculata* в уловах коливалась у межах 29,3–32,13 см, із середнім значенням $30,6 \pm 2,6$ см, причому самиці були більшими за самців ($p < 0,05$). Індекс вгодованості за Фультоном (1,15–1,36, середнє $1,23 \pm 0,16$) вказує на стабільні нагульні умови оселедця в Чорному морі. Параметри росту

Берталанфі ($L_{\infty} = 41,74$ см, $k = 0,322$, $t_0 = -0,51$) підтверджують швидший ріст самиць порівняно з самцями, що відображає негативну аллометричну модель росту ($B = 2,83$, $p < 0,05$).

3. Коефіцієнти природної смертності вищі у самців, ніж у самиць. Середній коефіцієнт природ-

ної смертності M для обох статей оселедця становив 0,83, для вікових груп 3–4+ років – 0,51. Промислова смертність ($F = 0,89$) лише незначно перевищує природну, а коефіцієнт експлуатації ($E = 0,517$) близький до оптимального ($E = 0,5$), що свідчить про відносно стійкий рівень експлуатації популяції.

Список використаних джерел

1. Бушуев С.Г. Современные данные о состоянии нерестового стада дунайской сельди *Alosa kessleri pontica* (Eichw.) в 1994–1995 годах. *Труды ЮЗНИИРО*. 1996. Т. 42. С. 254–258.
2. Бушуев С.Г. Перспективы промысла дунайской сельди в связи с возобновлением глубоководного судового хода «Дунай – Черное море». *Рыбное хозяйство Украины*. 2006. № 1–2. С. 18–24.
3. Владимиров В.И. Основные задачи и итоги изучения дунайской сельди. *Труды Института гидробиологии АН УССР. Выпуск: Дунайская сельдь и биологические основы ее промысла*. 1953а. № 28. С. 5–8.
4. Владимиров В.И. Биология личинок дунайской сельди и их выживаемость. *Труды Института гидробиологии АН УССР. Выпуск: Дунайская сельдь и биологические основы ее промысла*. 1953б. № 28. С. 30–66.
5. Ляшенко А.Ф. Биология молодежи дунайской сельди и ее количественный учет. *Труды Института гидробиологии АН УССР. Выпуск: Дунайская сельдь и биологические основы ее промысла*. 1953. № 28. С. 85–117.
6. Мороз В.Н. Характеристика состояния нерестового стада дунайской сельди (*Alosa kessleri pontica* Eichwald) в 1963–1967 гг. *Вопросы ихтиологии*. 1969. Т. 9. Вып. 4 (57). С. 640–650.
7. Мороз В.Н., Кротов А.В. Характеристика нерестового хода сельди (*Alosa kessleri pontica* Eichwald) в Дунай. *Вопросы экологии и физиологии промысловых рыб и беспозвоночных Азово-Черноморского бассейна*. 1969. Вып. 26. С. 80–87.
8. Павлов П.И. Биологическая и промысловая характеристика нерестового стада дунайской сельди. *Труды Института гидробиологии АН УССР. Выпуск: Дунайская сельдь и биологические основы ее промысла*. 1953. № 28. С. 118–173.
9. Правила промыслового рыбальства в басейні Чорного моря. Київ, 2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1253-23#Text>.
10. Промисловий вилов водних біоресурсів у водах України. 2025. URL: https://darg.gov.ua/_vilov_0_1023_menu_0_1.html. Дата звернення 06.05.2025.
11. Сердюк А.В. Дунайская сельдь / Сырьевые ресурсы Черного моря. Сб. научн. трудов. Москва : Пищевая промышленность, 1979. С. 215–223.
12. Ailloud L.E., Hoenig J.M. A general theory of age-length keys: combining the forward and inverse keys to estimate age composition from incomplete data. *ICES Journal of Marine Science*. 2019. Vol. 76. Iss. 6. P. 1515–1523.
13. Bănărescu P. Fauna of Romanian Popular Republic. Pisces-Osteichthyes. Bucharest : Romanian Academy Publishing House, 1964. 962 p.
14. Bertalanffy L. von. Untersuchungen über die Gesetzlichkeit des Wachstums. I. Allgemeine Grundlagen der Theorie; mathematische und physiologische Gesetzlichkeiten des Wachstums bei Wassertieren. *Wilhelm Roux' Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen*, 1938. Bd. 131. H. 3. S. 613–652.
15. Gislason H., Daan N., Rice J.C., Pope J.G. Size, growth, temperature and the natural mortality of marine fish. *Fish and Fisheries*. 2010. Vol. 11. P. 149–158.
16. Gulland J.A., Holt S.J. Estimation of Growth Parameters for Data at Unequal Time Intervals. *ICES J. Mar. Sci.* 1959. 25. P. 47–49.
17. Hoenig J.M. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. *Fishery Bulletin*. 1983. Vol. 81. Iss. 4. P. 898–903.
18. Hollander M., Wolfe D.A., Chicken E. Nonparametric Statistical Methods. 3rd ed. Hoboken : John Wiley & Sons, 2014. 848 p.
19. Ibănescu D.C., Popescu A., Nica A. Estimation of growth and mortality parameters of the Pontic shad (*Alosa immaculata* Bennett, 1835) in Romanian section of the Danube River. *Lucrări Științifice-Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară, Seria Zootehnie*. 2017. Vol. 67. P. 285–289.
20. Kolarov P. Biological Characteristics and Population Dynamic of Anadromous Fish Species: Ph.D. Thesis, Institute for Fish Resources. Varna, Bulgaria, 1985. 419 p.
21. Lagler K.F., Bardach J.E., Miller R.R., Passino D.M. Ichthyology. New York; London : John Wiley & Sons, 1977. 506 p.
22. Leonov C.M., Stroe M.D., Dima F.M., Vidu L., Nicolae C.G. Assessment of growth and mortality parameters of *Alosa immaculata* (Bennet, 1835) from the Danube Delta. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*. 2023. Vol. 66. No. 1. P. 596–601.
23. Martiradonna A. Modelli di Dinamica Delle Popolazioni Ittiche: Stima dei Fattori di Incremento e Decremento Dello Stock. Tesi di Laurea Magistrale, Dipartimento di Matematica, Università di Bari. 2012.
24. Mocanu M., Oprea L., Crețu, M. Estimation of growth parameters and mortality rate of Pontic shad (*Alosa immaculata*, Bennett, 1835) in the Romanian sector of the Danube River, km 169–km 197. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*. 2021. Vol. 64. P. 448–453.
25. Năstase A., Năvodaru I., Cernisencu I., Tiganov G., Popa L. Pontic shad (*Alosa immaculata*) migrating

upstream the Danube River and larval drift downstream to the Black Sea in 2016. *Scientific Annals of the Danube Delta Institute*. 2018. Vol. 23. P. 57–68.

26. Năvodaru I. The Evolution of the Pontic Shad Populations in the New Ecological Conditions of the River and Measures to Maintain Them : Ph.D. Thesis, Dunărea de Jos, University of Galat, Galat, Romania, 1997.

27. Navodaru I., Nastase A. New data on presence of the great anadromous migratory fishes in Black Sea – Marine zone of Danube delta biosphere reserve. Part I. New data on pontic shad (*Alosa immaculata* Bennet, 1835) migration and drifting larvae in Danube River. *Deltaica*, 3: Tulcea, 2014. 48 p.

28. Ricker W.E. Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*. 1975. Vol. 191. P. 1–382.

29. Rozdina D., Stoyanova Y., Terziyski G., Studenkov S., Karakushev B., Delov V., Mihaylov K., Kozhuharov D., Kutsarov Y., Kolev N., Nedyalkov N., Natchev N. Mapping the Distribution and Population Status of *Alosa immaculata* and *Alosa tanaica* (Teleostei, Clupeidae) in the Bulgarian Black Sea Area. *Diversity*. 2025. Vol. 17. Iss. 1 (38).

30. Schmutz S. Assessment of the Potential Transboundary Effects of the Construction of the Bystre Deep-Water Navigation Channel on Fish and Fisheries. Report to the ESPOO Inquiry Commission Vienna. 2006. 56 p.

31. Smederevac-Lalić M., Kalauzi A., Regner S., Navodaru I., Višnjic-Jeftić Ž., Gacic Z., Lenhardt M. Analysis and forecast of Pontic shad (*Alosa immaculata*) catch in the Danube River. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. 2018. Vol. 17. P. 443–457.

32. Stroe D.M., Cretu M., Tenciu M., Dima F.M., Patriche N., Tiganov G., Dediu L. Age, Growth, and Mortality of Pontic Shad, *Alosa immaculata* Bennett, 1835, in the Danube River, Romania. *Fishes*. 2024. Vol. 9. Iss. 4.

33. Then A.Y., Honeig J.M., Hall N.G., Hewitt D.A. Evaluating the predictive performance of empirical estimators of natural mortality rate using information on over 200 fish species. *ICES Journal of Marine Science*. 2015. Vol. 72. P. 82–92.

34. Țiganov G., Grigoraș D., Năstase A., Păun C., Galațchi M. Assessing of Pontic Shad (*Alosa immaculata*, Bennett 1835) Stock Status from Romanian Black Sea Coast. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 2023. Vol. 23. Iss. 3.

35. Tiganov G., Mihailov M.E., Danilov C.S., Oprea L. Analysis of the Danube shad (*Alosa immaculata* Bennett, 1835) along the romanian Black Sea coast during 2014. *16th International Multidisciplinary Scientific Geo Conferences SGEM: Proceedings*. Albena, 30 June – 6 July 2016, Albena, Bulgaria, 2016. P. 703–710.

36. Tiganov G., Nenciu M.I., Danilov C.S., Nita V.N. Estimates of the population parameters and exploitation rate of pontic shad (*Alosa immaculata* Bennett, 1835) in the Romanian Black Sea coast. *Agriculture for Life, Life for Agriculture: Proceedings*. Bucharest, 7–9 June 2018. Bucharest, Romania, 2018. P. 162–167.

37. Yankova M. Preliminary estimates of the population parameters of four species in the Bulgarian Black Sea coast. *International Journal of Latest Research in Science and Technology*. 2014. Vol. 3. Iss. 5. P. 46–52.

38. Yilmaz S., Polat N. Length-weight relationship and condition factor of Pontic shad, *Alosa immaculata* (Pisces: Clupeidae) from the southern Black Sea. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*. 2011. Vol. 6. Iss. 2. P. 49–53.

References

1. Bušuev, S.G. (1996). Sovremennye dannye o sostojanii nerestovogo stada dunajskoj seldi *Alosa kessleri* pontica (Eichw. v 1994–1995 godah) [Current data on the state of the spawning stock of Danube herring *Alosa kessleri* pontica (Eichw.) in 1994–1995]. *Trudy YugNIRO – Proceedings of YugNIRO*, 42, 254–258 [in Russian].

2. Bušuev, S.G. (2006). Perspektivy promysla dunajskoj seldi v svjazi s vozobnovleniem glubokovodnogo sudovogo hoda “Dunaj – Chornoe more” [Prospects for the Danube Herring Fishery in Connection with the Resumption of the Danube-Black Sea Deep-Sea Shipping Passage]. *Rybnoe hozjajstvo Ukrainy – Fisheries of Ukraine*, 1–2, 18–24 [in Russian].

3. Vladimirov, V.I. (1953a). Osnovnye zadachi i itogi izuchenija dunajskoj seldi [Main objectives and results of the study of Danube herring]. *Trudy Instituta gidrobiologii AN USSR. Dunajskaja seld i biologicheskie osnovy ee promysla – Proceedings of the Institute of Hydrobiology of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. Issue: Danube herring and the biological basis of its fishery*, 28, 5–8 [in Russian].

4. Vladimirov, V.I. (1953b). Biologija lichinok dunajskoj seldi i ih vyzivaemost [Biology of Danube herring larvae and their survival rate]. *Trudy Instituta gidrobiologii AN USSR. Dunajskaja seld i biologicheskie osnovy ee promysla – Proceedings of the Institute of Hydrobiology of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. Issue: Danube herring and the biological basis of its fishing*, 28, 30–66 [in Russian].

5. Ljashenko, A.F. (1953). Biologija molodi dunajskoj seldi i ee kolichestvennyj ucet [Biology of juvenile Danube herring and its quantitative census]. *Trudy Instituta gidrobiologii AN USSR. Dunajskaja seld i biologicheskie osnovy ee promysla – Proceedings of the Institute of Hydrobiology of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. Issue: Danube herring and the biological foundations of its fishery*, 28, 85–117 [in Russian].

6. Moroz, V.N. (1969). Harakteristika sostojanija nerestovogo stada dunajskoj seldi (*Alosa kessleri* pontica Eichwald) v 1963–1967 gg. [Characteristics of the state

of the spawning stock of Danube herring (*Alosa kessleri pontica* Eichwald) in 1963–1967]. *Voprosy ihtiologii – Questions of Ichthyology*, 9 (4), 640–650 [in Russian].

7. Moroz, V.N., & Krotov, A.V. (1969). Harakteristika nerestovogo hoda seldi (*Alosa kessleri pontica* Eichwald) v Dunaj [Characteristics of the spawning run of herring (*Alosa kessleri pontica* Eichwald) in the Danube]. *Voprosy ekologii i fiziologii promyslovyyh ryb i bespozvonochnyyh Azovo-Chernomorskogo bassejna – Issues of ecology and physiology of commercial fish and invertebrates of the Azov-Black Sea basin*, 26, 80–87 [in Russian].

8. Pavlov, P.I. (1953). Biologicheskaja i promyslovaja harakteristika nerestovogo stada dunajskoj seldi [Biological and commercial characteristics of the spawning stock of Danube herring]. *Trudy Instituta gidrobiologii AN USSR. Dunajskaja seld i biologicheskie osnovy ee promysla – Proceedings of the Institute of Hydrobiology of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR*, 28, 118–173 [in Russian].

9. Pravila promyslovogo rybolovstva v baseyni Chernogo morya [Rules of commercial fishing in the Black Sea basin] (2023). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1253-23#Text> (in Ukrainian).

10. Promyslovij vylov vodnyh bioresursiv u vodah Ukrainy [Industrial fishing of aquatic biological resources in the waters of Ukraine] (2025) (n.d.). *darg.gov.ua*. Retrieved from https://darg.gov.ua/_vilov_0_1023_menu_0_1.html [in Ukrainian].

11. Serdyuk, A.V. (1979). Dunaiskaya seld [Danube herring]. *Syrjevyje resursy Chernogo morya – Raw materials of the Black Sea*. Moscow: Pishchevaya promishlennost.

12. Ailloud, L.E., & Hoenig, J.M. (2019). A general theory of age-length keys: Combining the forward and inverse keys to estimate age composition from incomplete data. *ICES Journal of Marine Science*, 76 (6), 1515–1523.

13. Bănărescu, P. (1964). Fauna of Romanian Popular Republic: Pisces-Osteichthyes. Bucharest, Romania: Romanian Academy Publishing House.

14. Bertalanffy, L. (1934). Untersuchungen Über die Gesetzlichkeit des Wachstums. I. Teil: Allgemeine Grundlagen der Theorie; Mathematische und physiologische Gesetzmäßigkeiten des Wachstums bei Wassertieren. *Wilhelm Roux'Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen*, 131 (4), 613–652.

15. Gislason, H., Daan, N., Rice, J.C., & Pope, J.G. (2010). Size, growth, temperature and the natural mortality of marine fish. *Fish and Fisheries*, 11 (2), 149–158.

16. Gulland, J.A., Holt, S.J. (1959). Estimation of Growth Parameters for Data at Unequal Time Intervals. *ICES J. Mar. Sci.* 25, 47–49.

17. Hoenig, J.M. (1983). Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. *Fishery Bulletin*, 81 (4), 898–903.

18. Hollander, M., Wolfe, D.A., & Chicken, E. (2013). *Nonparametric statistical methods*. Hoboken: John Wiley & Sons.

19. Ibănescu, D.C., Popescu, A., & Nica, A. (2017). Estimation of growth and mortality parameters of the Pontic shad (*Alosa immaculata* Bennett, 1835) in Romanian section of the Danube River. *Lucrări Științifice-Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară, Seria Zootehnie*, 67, 285–289.

20. Kolarov, P. (1985). Biological characteristics and population dynamics of anadromous fish species (Unpublished doctoral dissertation). Institute for Fish Resources, Varna, Bulgaria.

21. Lagler, K.F., Bardach, J.E., Miller, R.R., & Passino, D.M. (1977). *Ichthyology*. New York – London: John Wiley & Sons.

22. Leonov, C.M., Stroe, M.D., Dima, F.M., Vidu, L., & Nicolae, C.G. (2023). Assessment of growth and mortality parameters of *Alosa immaculata* (Bennet, 1835) from the Danube Delta. *Scientific Papers: Series D. Animal Science*, 66 (1), 596–601.

23. Martiradonna, A. (2012). Modelli di dinamica delle popolazioni ittiche: Stima dei fattori di incremento e decremento dello stock. Unpublished master's thesis. Dipartimento di Matematica, Università di Bari, Bari, Italy.

24. Mocanu, M., Oprea, L., & Crețu, M. (2021). Estimation of growth parameters and mortality rate of Pontic shad (*Alosa immaculata*, Bennett, 1835) in the Romanian sector of the Danube River, km 169–km 197. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*, 64 (1), 448–453.

25. Năstase, A., Năvodaru, I., Cernisencu, I., Tiganov, G., & Popa, L. (2018). Pontic shad (*Alosa immaculata*) migrating upstream the Danube River and larval drift downstream to the Black Sea in 2016. *Scientific Annals of the Danube Delta Institute*, 23, 57–68.

26. Năvodaru, I. (1997). The evolution of the Pontic shad populations in the new ecological conditions of the river and measures to maintain them. Unpublished doctoral dissertation. Dunărea de Jos University of Galați, Galați, Romania.

27. Năvodaru, I., & Năstase, A. (2014). New data on presence of the great anadromous migratory fishes in Black Sea – Marine zone of Danube Delta Biosphere Reserve. Part I. New data on Pontic shad (*Alosa immaculata* Bennet, 1835) migration and drifting larvae in Danube River. Tulcea, Romania: Deltaica.

28. Ricker, W.E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 191, 1–382.

29. Rozdina, D., Stoyanova, Y., Terziyski, G., Studenkov, S., Karakushev, B., Delov, V., et al. (2025). Mapping the distribution and population status of *Alosa immaculata* and *Alosa tanaica* (Teleostei, Clupeidae) in the Bulgarian Black Sea area. *Diversity*, 17, 1 (38).

30. Schmutz, S. (2006). Assessment of the potential transboundary effects of the construction of the Bystre deep-water navigation channel on fish and fisheries. Vienna, Austria: ESPOO Inquiry Commission.

31. Smederevac-Lalić, M., Kalauzi, A., Regner, S., Năvodaru, I., Višnjić-Jeftić, Ž., Gačić, Z., et al. (2018).

Analysis and forecast of Pontic shad (*Alosa immaculata*) catch in the Danube River. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 17 (2), 443–457.

32. Stroe, D.M., Crețu, M., Tenciu, M., Dima, F.M., Patriche, N., Tiganov, G., et al. (2024). Age, growth, and mortality of Pontic shad, *Alosa immaculata* Bennett, 1835, in the Danube River, Romania. *Fishes*, 9 (4).

33. Then, A.Y., Hoenig, J.M., Hall, N.G., & Hewitt, D.A. (2015). Evaluating the predictive performance of empirical estimators of natural mortality rate using information on over 200 fish species. *ICES Journal of Marine Science*, 72 (1), 82–92.

34. Țiganov, G., Grigoraș, D., Năstase, A., Păun, C., & Galațchi, M. (2022). Assessing of Pontic shad (*Alosa immaculata*, Bennett 1835) stock status from Romanian Black Sea coast. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23 (3).

35. Tiganov, G., Mihailov, M.E., Danilov, C.S., & Oprea, L. (2016). Analysis of the Danube shad (*Alosa immaculata* Bennett, 1835) along the Romanian Black Sea

coast during 2014. Proceedings from: *16th International Multidisciplinary Scientific Geo Conferences SGEM* (pp. 703–710). Albena, Bulgaria: SGEM.

36. Tiganov, G., Nenciu, M.I., Danilov, C.S., & Niță, V.N. (2018). Estimates of the population parameters and exploitation rate of Pontic shad (*Alosa immaculata* Bennett, 1835) in the Romanian Black Sea coast. In *Agriculture for Life, Life for Agriculture Conference Proceedings* (pp. 162–167). Bucharest, Romania: University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine.

37. Yankova, M. (2014). Preliminary estimates of the population parameters of four species in the Bulgarian Black Sea coast. *International Journal of Latest Research in Science and Technology*, 3 (5), 46–52.

38. Yilmaz, S., & Polat, N. (2011). Length-weight relationship and condition factor of Pontic shad, *Alosa immaculata* (Pisces: Clupeidae) from the southern Black Sea. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, 6 (2), 49–53.

BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE SPAWNING STOCK OF PONTIC SHAD *ALOSA IMMACULATA* (BENNET, 1835) IN THE UKRAINIAN PART OF THE LOWER DANUBE

Bushuiev S.G. PhD, Senior researcher

Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine, bsg1956@gmail.com

Hulak B.S. PhD, researcher

Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine, gulak.bogdan94@gmail.com

The aim of the study was to clarify the biological parameters of the spawning stock of the of pontic shad *Alosa immaculata* (Bennet, 1835) in the Ukrainian part of the lower Danube. Materials were collected in 2017–2024 in the area of the Kiliya estuary below 24 km and Solomon's Arm (3–1 km). We examined 112 catches from shad driftnets with a mesh size of 30–32 mm. The key population parameters were determined: sex, age, size and weight structure, fatness coefficients, growth rates, natural and fishing mortality. The ratio of males to females in the samples was 1 : 2.36 ($p < 0.05$), with a predominance of females (68.5%). The age composition is stable, with the dominance of 3–4-year-old individuals (85.3%), while older age groups (6–7 years) are represented exclusively by females. The average total length of shad ranged from 29.3 to 32.13 cm (mean 30.6 ± 2.6 cm), females were larger than males ($p < 0.05$). Fulton's fatness index ranged from 1.15–1.36 (mean 1.23 ± 0.16), indicating stable feeding conditions in the Black Sea. The Bertalanffy growth equation was estimated as $L_{\infty} = 41.74$ cm, $k = 0.322$, $t_0 = -0.51$, with faster growth of females compared to males ($B = 2.83$, $p < 0.05$), which corresponds to a negative allometric growth model. Mortality coefficients: total (Z) – 1.72, natural (M) – 0.83 (0.51 for 3–4+ years), fishing (F) – 0.89. The exploitation rate ($E = 0.517$) is close to the optimal one ($E = 0.5$), indicating a relatively stable level of population exploitation. Changes in the sex and age structure are partly due to the selectivity of the fishery, in particular, an increase in the mesh size of the nets to 32 mm, which reduced the proportion of smaller males. The data obtained can be used to predict population dynamics and develop science-based approaches to fisheries management, contributing to the rational use and conservation of the species.

Key words: pontic shad, Danube, population structure, growth parameters, natural mortality, exploitation rate.

Дата першого надходження рукопису до видання: 07.10.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 10.11.2025

Дата публікації: 05.12.2025