

РИБОГОСПОДАРСЬКА ГІДРОБІОЛОГІЯ І ІХТІОЛОГІЯ

УДК 597.541/639.2

Б.С. ГУЛАК, к. б. н., наук. співроб.,
Інститут морської біології НАН України,
вул. Пушкінська, 37, Одеса, Україна, 65048
gulak.bogdan94@gmail.com
ORCID 0000-0002-5991-3715

Є.Ю. ЛЕОНЧИК, к. ф.-м. н., доцент,
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна
leonchik@ukr.net
ORCID 0000-0003-1494-0741

О.К. ЧАЩИН, к. б. н., ст. наук. співроб.,
alchashchin@gmail.com
ORCID 0000-0002-4780-4044

СТАН РЕСУРСУ ШПРОТА *SPRATTUS SPRATTUS* (LINNAEUS, 1758) В УКРАЇНСЬКИХ ВОДАХ У ПІВНІЧНО-ЗАХІДНІЙ ЧАСТИНІ ЧОРНОГО МОРЯ

На основі матеріалу, зібраного впродовж 2007—2021 рр. на промислових судах, отримано дані щодо розмірно-масового, вікового та статевого складу шпрота *Sprattus sprattus* у північно-західній частині Чорного моря. Всього було проаналізовано 27 951 особину. Встановлено, що за останні 50 років популяція шпрота зазнала істотних структурних змін. Порівняно з 70—80-ми роками минулого століття в популяції скоротилась частка великих риб. Середній розмір однієї особини в уловах різноглибинних тралів зменшився на 15—20 %. Порівняно з 1975 р. асимптотична довжина шпрота, розрахована за рівнянням Берталанфі, скоротилась з 13,92 до 11,19 см. Також спостерігається зниження масових характеристик цього виду. Зниження темпу росту шпрота виникло через харчову конкуренцію з реброплавом мнеміопсисом *Mnemipopsis leidy*. Розраховані за допомогою моделі LBB співвідношення коефіцієнтів природної та промислової смертності (F/M), а також величин біомаси на реальному рівні та рівні максимальної стійкої експлуатації (B/B_{MSY}) відповідно склали 0,63 та 1,6. Співвідношення поточної біомаси до біомаси, якої популяція може досягнути в цій частині басейну за відсутності промислу (B/B_0), склало 0,58. Це свідчить про те, що запас шпрота експлуатується на рівні нижче оптимального і сучасний промисел не призводить до скорочення чисельності його популяції. Проте за останні два десятиліття біомаса промислових скупчень і улови в цьому районі моря скоротилися в десятки разів. Депресія сировинної бази промислу спричинила зменшення кількості ставних неводів та суден для тралового лову, які використовуються рибодобувними підприємствами. Неблагополучний стан шпрота, який спостерігається в останні роки в українських водах, пов'язаний з погіршенням еко-

Ц и т у в а н н я: Гулак Б.С., Леончик Є.Ю., Чащин О.К. Стан ресурсу шпрота *Sprattus sprattus* (Linnaeus, 1758) в українських водах у північно-західній частині Чорного моря. *Гідробіол. журн.* 2025. Т. 61, № 6. С. 25—47.

логічної ситуації в північно-західній частині моря в умовах антропогенного впливу. Обмеження промислового вилову шпрота не покращить стан його популяції.

Ключові слова: шпрот, стан запасу, вікова структура, північно-західна частина Чорного моря.

Шпрот *Sprattus sprattus* (Linnaeus, 1758) — широко розповсюджений вид, ареал якого охоплює води вздовж східного узбережжя Атлантичного океану від Лофотенських островів до узбережжя Марокко, а також Балтійське, Північне, Середземне, Егейське, Адріатичне, Мармурове та Чорне моря [13, 15].

Будучи за походженням видом атлантично-бореального комплексу, шпрот є холодолюбною рибою. Відповідно, і нерест у нього відбувається в холодну пору року — з кінця жовтня по травень. Найбільш інтенсивне ікрометання спостерігається в грудні — лютому за температури води 7—10 °С. Такий розтягнутий у часі нерест шпрота є механізмом пристосування до нестабільних умов інкубації ікри та личинок в пелагіалі моря в зимовий період і дозволяє його популяції підтримувати велику чисельність [11].

У Чорному морі шпрот має широке розповсюдження і є однією з найчисельніших риб. Цей вид є одним з головних споживачів продукції зоопланктону в басейні, і водночас він формує значну кормову базу для великих пелагічних хижаків [7, 13, 17]. Шпрот є важливим об'єктом рибальства в країнах чорноморського регіону. За різними оцінками, у минулому столітті загальний запас цього виду в Чорному морі коливався в межах 200—1600 тис. т [17, 24]. При цьому, згідно з результатами облікових зйомок ПівденНІРО, зазвичай до 70—80 % ресурсу цього об'єкта розподілялося в північно-західній частині Чорного моря [20]. Безсумнівно, цьому сприяє висока біологічна продуктивність даного району, яка зумовлена найбільшим надходженням прісного стоку в шельфову зону моря, де створюються сприятливі умови для нагулу та нересту багатьох видів риб [14]. Однак за останні півстоліття в екосистемі Чорного моря, і особливо в його північно-західній частині, відбулись суттєві зміни, викликані антропогенним впливом. Збільшення споживання прісної води на водозбірній площі басейну, масове надходження біогенних речовин і токсикантів з промисловими та сільськогосподарськими стоками, а також вселення ряду чужорідних видів спричинили погіршення умов проживання і скорочення чисельності більшості гідробіонтів, серед них і промислових риб [5, 16, 18, 55].

Багаторічна динаміка уловів шпрота в північно-західній частині моря також свідчить про серйозну кризу на промислі цього виду риб [34, 52]. Очевидно, що для організації подальшого раціонального використання запасу необхідно з'ясувати причини такого падіння вилову і визначити граничні параметри допустимої експлуатації шпрота в наших водах. Слід зазначити, що дослідники причорноморських країн і міжнародні організації (GFCM, STECF) традиційно приділяють велику увагу вивченню чорноморського шпрота в плані оцінки його промислового ре-

сурсу та отримання даних для регулювання рибальства [30, 33, 36, 43, 45, 49, 52]. Проте щодо стану цього об'єкта в найважливішому районі його проживання і промислу, яким є шельфова зона північно-західної частини Чорного моря, в останні два десятиліття відомості надходили в дуже обмеженому обсязі. Насамперед це було зумовлено повним припиненням спеціальних облікових зйомок, як гідроакустичних, так і тралових, які раніше проводились ПівденНІРО на морських експедиційних суднах. Поява і широке поширення методів математичного моделювання промислових популяцій дає змогу знайти альтернативний підхід до оцінки ресурсу. При цьому цілу низку біолого-промислових показників шпрота можна зіставити з матеріалами, отриманими в розглядуваному районі моря ще у 50—70-х роках минулого століття, на початковому етапі освоєння його запасів [26, 27]. Такий підхід, як ми вважаємо, може дозволити не тільки об'єктивно оцінити стан промислової популяції, але і виявити основні причини скорочення уловів на українському шельфі в північно-західній частині Чорного моря. Тому з метою оцінки сучасного стану цього виду водних біоресурсів було здійснено аналіз розмірно-масової та вікової структури популяції, вивчено динаміку біологічних характеристик за останні десятиліття, оцінено темпи росту, природну смертність і рівень промислової експлуатації.

Матеріал і методика досліджень

Роботи з вивчення стану ресурсу шпрота проводили з 2007 по 2021 р. в ході реалізації науково-дослідницьких програм ДП Одеський центр Південного науково-дослідного інституту морського рибного господарства та океанографії у північно-західній частині Чорного моря. Відбір проб шпрота здійснювали щомісяця з травня по жовтень під час промислових рейсів на суднах тралового лову. Крім того, протягом 5—7 діб у першій і в другій половині промислового сезону проводили ехолотні зйомки ділянок шельфу, де відмічалися найбільш значні косяки риби. Промислові судна типу СЧС і ПТР, на яких здійснювали виходи в море, були близькими за довжиною корпусу та потужністю основного двигуна: відповідно 24—26 м та 300—400 к. с. На всіх судах для лову шпрота використовували близькі за конструкцією різноглибинні трали з довжиною підбори в межах 28—32 м та розміром вічка у кутці 8 мм. Тралення виконували виключно в світлу пору доби, оскільки в цей час косяки шпрота знаходяться у найбільш щільному стані в придонному горизонті і доступні для облову тралами. Лови проводили на акваторії шельфу, яку обмежено на півдні морським кордоном України та Румунії, а на північному сході — основою коси Тендра (на захід від меридіану 32.00° сх. д.). Глибина в місцях тралень становила 18—40 м. У польових умовах реєстрували координати, час початку та закінчення кожного тралення, вагу улову. Під час щоденного пошуку концентрацій риби і періодичних гідроакустичних зйомок за допомогою ехолотів проводили оконтурювання на карті найбільш істотних скупчень шпрота. При цьому відзначали їхню висоту і протяжність косяків.

З метою проведення біологічного аналізу з уловів випадковим чином відбирали 100—150 екз. шпрота. Довжину риб вимірювали за Смітом — від кінчика рида до кінця середніх променів хвостового плавця, з точністю до 1 мм. Маса визначали на електронних вагах з точністю до 0,1 г. При розтині риби визначали її стать та відбирали отоліти, за якими потім в лабораторних умовах встановлювали вік. Загалом у період 2007—2021 рр. з метою дослідження розмірно-масового складу було використано 27 951 екз. шпрота. Для визначення вікового та статевого складу даного виду було проаналізовано 3201 екз., які були відібрані з проб у 2017—2021 рр.

Отримані під час польових досліджень дані щодо складу уловів піддавали статистичній обробці відповідно до стандартних методик за допомогою програм Microsoft Excel 2016 та Statistica 2010. Для зіставлення вибірок розмірного та вікового складу шпрота застосовували методику побудови розмірно-вікових ключів [28].

З метою проведення оцінки стану ресурсу шпрота в українських водах використовували модель LBB (Length-based Bayesian Biomass) [35]. Ця модель є відносно новим методом моделювання промислових популяцій, але вона все частіше застосовується для управління рибальством [37]. Оцінка стану популяції за допомогою цієї моделі базується на даних про розмірний склад. На відміну від інших методів моделювання, де критерії оцінки базуються на абсолютних значеннях темпів росту та смертності, у моделі LBB використовуються відносні коефіцієнти: промислова смертність відносно природної (F/M) та поточна біомаса відносно максимально можливої в умовах відсутності промислу (B/B_0). Ця модель також дозволяє визначити асимптотичну довжину тіла (максимально можливу в досліджуваній популяції) — L_{inf} та інші параметри, які можуть бути застосовані для регулювання промислу. Найбільш корисними в цьому можуть стати мінімально допустима для вилову довжина промислового об'єкта (L_{opt}) та довжина, при досягненні якої риба починає добре уловлюватись знаряддям (більше 50 % особин) — L_c [35].

Для налаштування роботи моделі використовували коефіцієнти темпів росту та природної смертності шпрота. Оцінку темпів росту проводили за допомогою коефіцієнтів Гекслі та рівняння Берталанфі, розрахунки яких базувались на отриманих нами даних щодо розмірно-вікової структури популяції даного виду і виконувались з допомогою R-скрипта [42]. Природну смертність обчислювали за методом Гісласона [38].

Результати досліджень та їх обговорення

Склад популяції та його зміни. Дослідження статевого складу шпрота в наших водах показало, що частка самок в популяції становить $62,0 \pm 1,5$ %. Ці результати виявились близькими до даних попередніх досліджень цього виду, згідно з якими частка самок у чорноморського шпрота коливається в межах 56—70 % [26, 29, 44]. Віковий склад шпрота в обстежених умовах протягом 2017—2021 рр. характеризувався стабільністю. Улови були сформовані особинами з шести вікових груп, серед яких

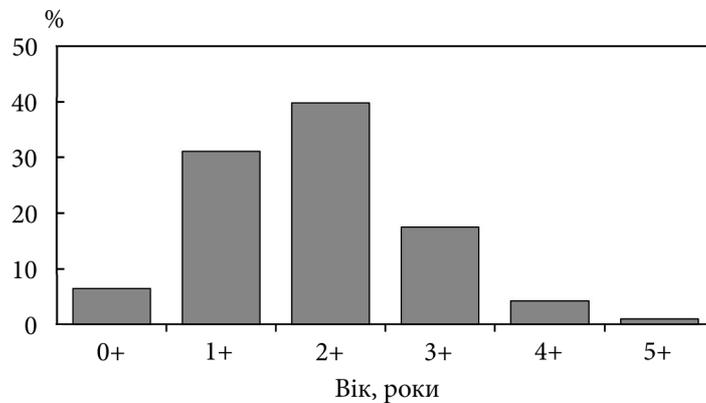


Рис. 1. Віковий склад шпрота з тралових уловів у північно-західній частині Чорного моря в період 2017—2021 рр.

домінували риби віком один-два роки (1—2+), частка яких в середньому становила 70 % (рис. 1). Аналогічний віковий склад цього виду в тралових уловах спостерігався дослідниками також у водах Румунії, Болгарії та Туреччини [29, 44, 46].

Водночас, порівнявши наші результати з даними попередніх робіт, ми виявили, що протягом останніх 50 років шпрот в промислових уловах суттєво подрібнішав (рис. 2). Так, у 1975 р. середня довжина однієї особини цього виду в тралових уловах становила 101,8 мм, а переважаюча більшість риб (88 %) була представлена особинами довжиною 90—110 мм [26]. Тоді як під час нашого збору матеріалів у 2007—2021 рр. середня довжина однієї особини становила лише $82,2 \pm 7,9$ мм. Причому настільки низькі значення середньої довжини тіла риби спостерігалися нами протягом тривалого часу (рис. 3). Основу уловів нині формують значно дрібніші особини довжиною 70—95 мм, на частку яких припадає 89 % від усієї вибірки. З розмірного ряду шпрота повністю зникли особини з довжиною тіла 115—135 мм, хоча в 50—70-х роках минулого століття вони складали помітну частину промислових уловів [25].

Як і слід було очікувати, зменшення довжини тіла шпрота в сучасний період призвело і до значного зниження його вагових показників (рис. 4). Якщо 50 років тому маса тіла однієї особини знаходилася в межах 6—10 г, то в наших пробах цей параметр дорівнював $4,49 \pm 1,24$ г.

Важливим при цьому є той факт, що незважаючи на інтенсифікацію промислу шпрота, яка почалася з середини 1970-х років після впровадження на басейні тралового промислу, розмірно-ваговий склад уловів залишався відносно стабільним аж до 1995 р. Суттєве погіршення розмірних характеристик цього виду в західній частині моря стало відмічатися тільки на початку XXI ст., вже після значного скорочення чисельності риболовного флоту. Очевидно, що навіть найвищі обсяги промислового вилову шпрота раніше ніколи не позначалися негативно на розмірному складі промислової популяції.

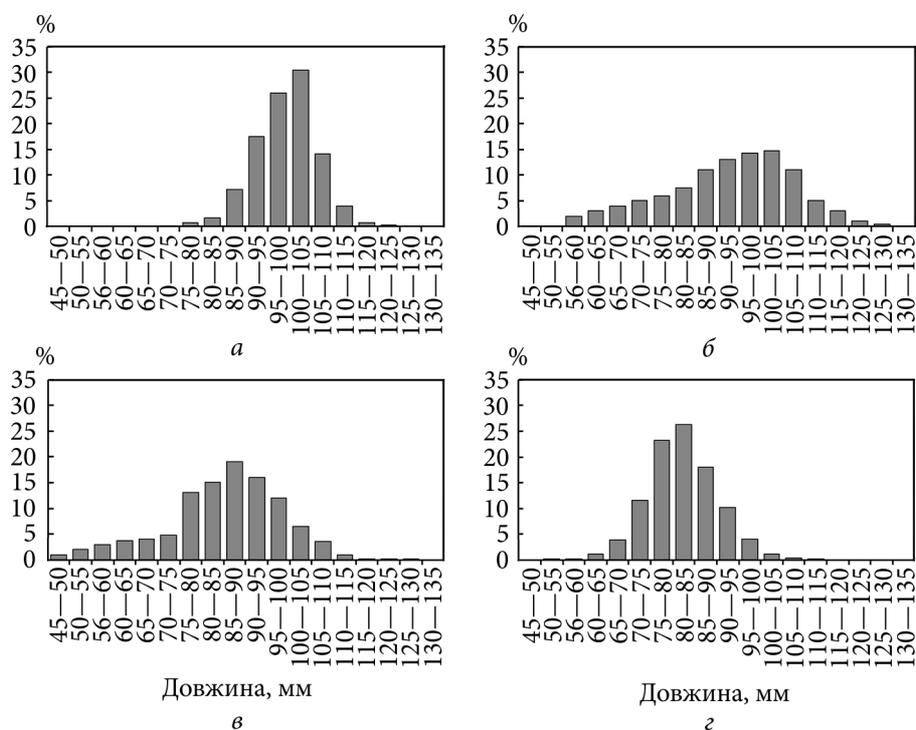


Рис. 2. Багаторічна динаміка розмірного складу шпрота на північному заході Чорного моря: *a* — 1969—1975 рр. [26]; *b* — 1976—1980 рр. [25]; *v* — 1990—1994 рр. [25]; *z* — 2017—2021 рр. (оригінальні дані)

Нами також було виявлено, що ближче до кінця кожного промислового сезону розмірний склад уловів ставав гіршим порівняно з першими місяцями промислу. У 2017—2021 рр. з травня по червень середня довжина тіла шпрота складала $82,01 \pm 8,34$ мм, а з липня по жовтень — $79,98 \pm 8,13$ мм. Ця відмінність була достовірною — $t = 16.06$, $df=11738,09$, $p = 0,0001$. У минулому столітті таке явище не відмічалось (рис. 5).

Розрахунки параметрів рівняння Берталанфі та коефіцієнтів рівняння залежності довжина — маса (*a*, *b*) за даними, зібраними нами, а також за опублікованими раніше С.Г. Юрьєвим [26] підтвердили зниження ростових характеристик шпрота на північному заході моря за останні п'ятдесят років (табл. 1). Відповідні криві, побудовані за допомогою цього рівняння, демонструють спільний для всіх вікових груп негативний характер змін (рис. 6). Співставлення наших результатів з даними болгарських, турецьких та румунських дослідників вказує на те, що в сучасний період шпрот на північно-західному шельфі відрізняється найнижчим темпом росту (табл. 1).

Отримані за допомогою рівняння Берталанфі показники були використані і для розрахунку коефіцієнта природної смертності (*M*). Виявилось, що порівняно з минулим століттям природна смертність шпрота стала вищою (табл. 2). При цьому сучасний рівень природної смертності

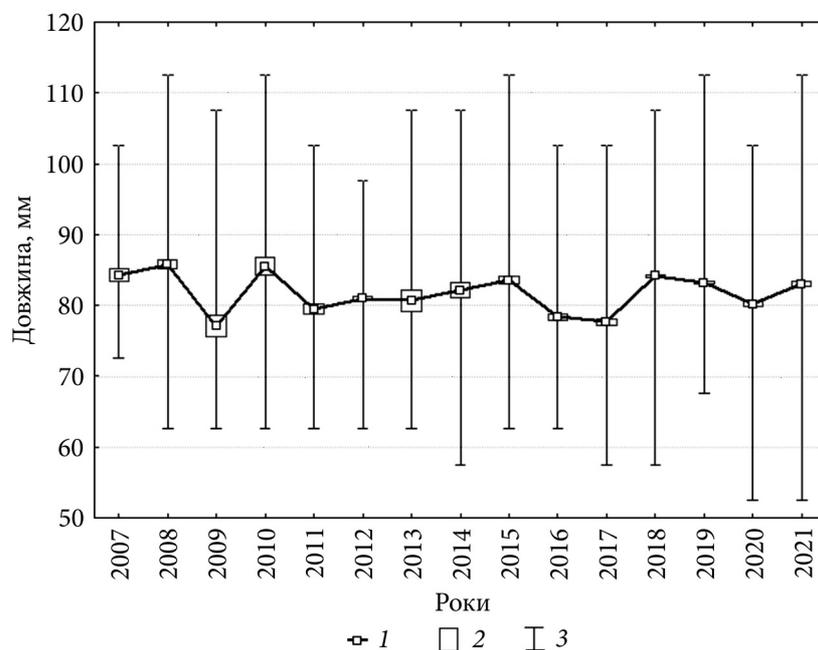


Рис. 3. Значення середньої довжини шпрота в тралових уловах в північно-західній частині Чорного моря в період з липня по жовтень 2007—2021 рр.: 1 — середнє значення; 2 — довірчий інтервал 95 %; 3 — мін. — макс.

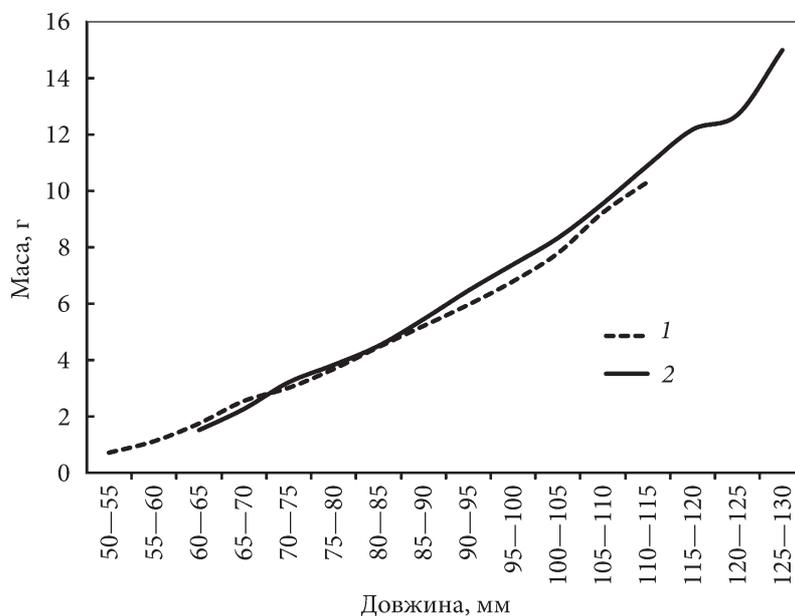


Рис. 4. Середні значення маси шпрота за розмірними групами: 1 — дані за період 2017—2021 рр., 2 — дані за 1975 р. [26]

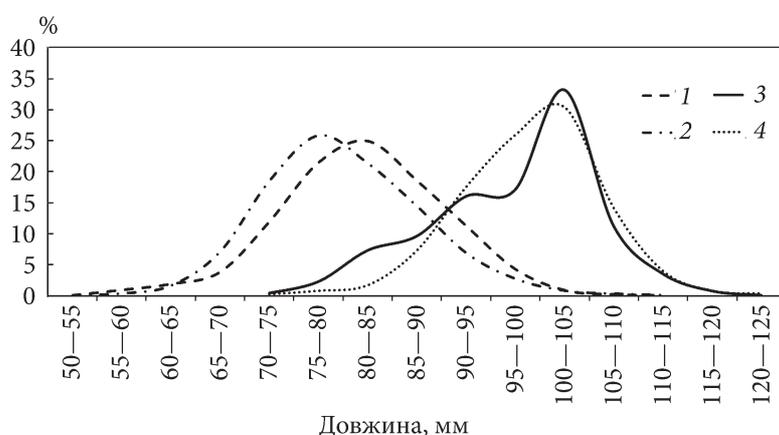


Рис. 5. Динаміка розмірного складу шпрота в північно-західній частині Чорного моря протягом промислового сезону: 1 — травень — червень 2017 — 2021; 2 — липень — жовтень 2017 — 2021; 3 — травень — червень 1975; 4 — липень — жовтень 1975. Дані за 1975 р. — за [26]

шпрота в наших водах мало відрізняється від значень цього показника, які нині наводяться для цього промислового об'єкта у водах Румунії, Болгарії та Туреччини [40, 53].

Настільки явне зменшення темпів лінійного і вагового росту у чорноморського шпрота, безсумнівно, пов'язано з погіршенням умов його нагулу. Оскільки основу кормової бази шпрота складає зоопланктон, вочевидь, слід звернути увагу на той факт, що впродовж останніх 35 років в Азово-Чорноморському басейні дослідники [2, 8] відмічають істотне зменшення біомаси кормового зоопланктону, яке розпочалось після випадкової інтродукції атлантичного реброплава мнеміопсиса *Mnemiopsis*

Таблиця 1

Параметри рівняння росту Берталанфі та коефіцієнти рівняння залежності довжина-маса (a, B) для шпрота в різних районах Чорного моря

Періоди	Райони моря	Показники					Джерела
		L_{∞}	k	t_0	A	B	
1975 р.	Північно-західна частина (Україна)	13,92	0,47	-0,412	0,0141	2,737	[26]
2017—2021 рр.	Північно-західна частина (Україна)	11,19	0,44	-0,768	0,0179	2,610	Наші дані
2016 р.	Північно-західна частина (Румунія)	11,578	0,257	-3,22	—	—	[53]
2010—2012 рр.	Південна частина (Болгарія)	12,89	0,14	-0,62	0,0039	3,070	[54]
2008—2011 рр.	Південна частина (Туреччина)	13,80	0,25	-1,36	0,0064	2,921	[40]

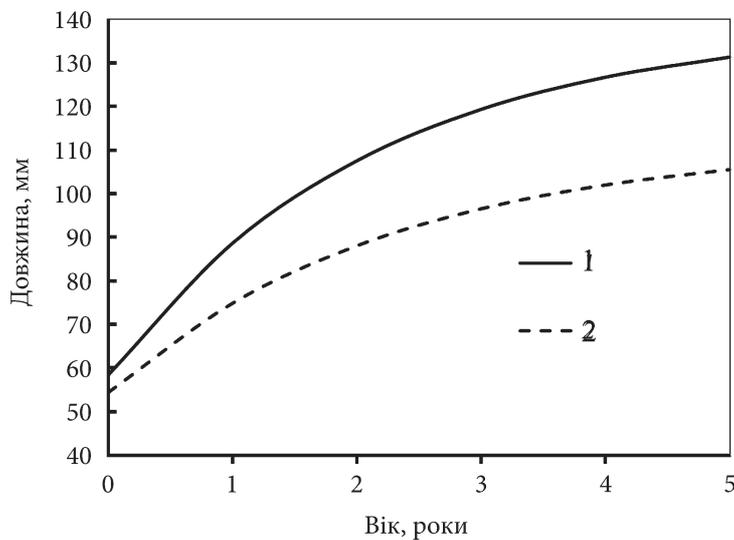


Рис. 6. Криві росту шпрота в північно-західній частині моря, побудовані за рівнянням Берталанфі: 1 — 1975 р.; 2 — 2017—2021 рр. Розрахунки для 1975 р. — за даними [26]

leidy (A. Agassiz 1865). Встановлено, що цей організм-вселенець став основним харчовим конкурентом для цілої низки риб-планктофагів, що призвело до падіння їхніх запасів і обсягів вилову [21, 31]. Скорочення кормового раціону було відмічено і для шпрота [6, 7]. Підвищена конкуренція за їжу з мнеміопсисом навесні і на початку літа цілком пояснює і наведений вище факт зниження довжини тіла риби в другій половині промислового сезону. Очевидно, особини групи поповнення (цьоголітки і однолітки), які в середині літа переходять від мешкання на поверхні моря до придонного способу життя, в сучасний період вже не досягають звичайних показників лінійного росту.

Оцінка стану ресурсу шпрота методами математичного моделювання. Моделювання методом LBB дозволило нам отримати оцінку стану промислового ресурсу шпрота у водах північно-західної частини моря на основі даних про його розмірний склад. Налаштування моделі здійснювали, використовуючи характеристики лінійного росту та природної смертності даного виду (табл. 1). Визначене за допомогою моделі LBB мінімаль-

Таблиця 2

Коефіцієнти природної смертності шпрота в північно-західній частині Чорного моря

Періоди	Вік						усі вікові групи
	0+	1+	2+	3+	4+	5+	
1975 р.	1,88	1,03	0,77	0,66	0,60	0,57	0,91
2017—2021 рр.	1,98	1,36	0,89	0,71	0,62	0,58	1,02

не значення середньої довжини особин в уловах (L_{opt}), при якій шпрот може видобуватись довгий час без шкоди для популяції, склало 62 мм. В той же час фактична середня довжина риб в наших уловах виявилась суттєво більшою — $82,3 \pm 7,8$ мм. Проведена оцінка селективності лову по відношенню до різних розмірних груп шпрота показала, що в кутці різноглибинного трала з розміром вічка 8 мм утримується лише 50 % риб довжиною 72 мм (рис. 7). Відповідно, частка риб меншої довжини в уловах таких тралів буде ще нижчою. Повне утримання тралом може мати місце лише для риб довжиною більше 82 мм, які відносяться до вікових груп 1—2+. Фактично, саме такі особини найбільш масово представлені в уловах (див. рис. 1).

Розрахована моделлю LBB теоретична асимптотична довжина в популяції шпрота, при збереженні рівня якої забезпечується стійке відтворення його популяції ($L_{inf\ prior}$), склала 112 мм. Цей результат близько відповідає значенню цього показника, отриманого нами на емпіричних даних за допомогою рівняння Бергаланфі (див. табл. 1). Водночас у ході моделювання було виявлено позитивну динаміку асимптотичної довжини шпрота на відрізку часу від 2015 р. до 2021 р. — цей показник виріс від 11,5 см до 11,8 см. Отже, результати моделювання щодо показників росту риби вказують на те, що сучасний промисел у північно-західній частині моря сам по собі не можна вважати причиною негативних процесів у популяції. Це було підтверджено також оцінками смертності та біомаси. Впродовж 2015—2021 рр. співвідношення коефіцієнтів промислової і природної смертності шпрота (F/M) зменшилось з 1,74 до 0,63. Паралельно з цим, з 0,26 до 0,58 виросло значення коефіцієнта відносної біомаси (відношення поточної біомаси до біомаси, якої популяція може досягнути в цій частині басейну за відсутності промислу, B/B_0) (рис. 8). При цьому було перевищено оптимальне значення цього показника, яке в нашому випадку дорівнює 0,35.

Відношення поточної біомаси до біомаси, рівень якої забезпечує стійкий довгостроковий вилов без вичерпання запасу (B/B_{MSY}), станом на 2021 р. склало 1,6. Усе це свідчить про те, що експлуатація ресурсу шпрота українськими рибодобувними підприємствами здійснюється на рівні, який значно нижче за гранично допустимі обсяги.

Про незначний вплив промислу на чисельність популяції шпрота в північно-західній частині моря свідчать і оцінки, отримані нами раніше за допомогою моделі SS3 [9]. Моделювання, проведене цим методом для періоду 2005—2021 рр., включало більш широкий, ніж для моделі LBB, набір вхідних параметрів, зокрема дані про річні улови, улови на зусилля, розмірно-масовий та віковий склад промислових уловів. За результатами цих розрахунків виявилось, що нерестова біомаса шпрота в північно-західній частині моря у 2021 р. склала 10,4 тис. т. Значення максимально допустимого вилову, який не спричинить надмірної експлуатації цього ресурсу, становило 3,8 тис. т. Середнє значення миттєвого коефіцієнту промислової смертності F для переважаючих в уловах вікових груп (1—3+) в цьому році склало — 0,50, що нижче критерія F_{MSY} . Рівень про-

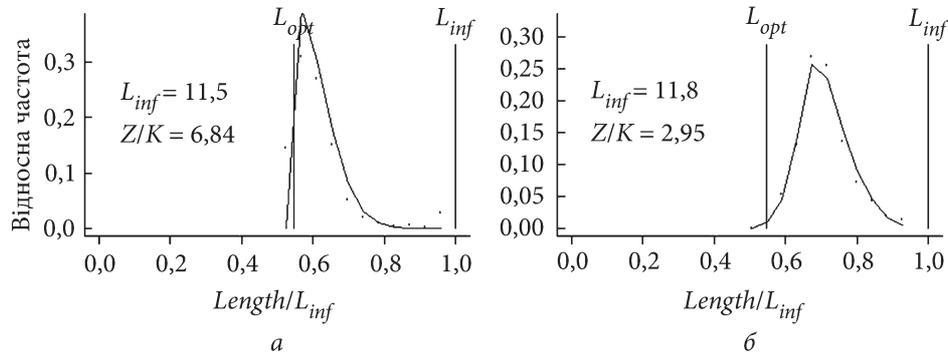


Рис. 7. Показники розмірної структури шпрота в північно-західній частині моря в 2015 (а) і 2021 (б) рр. По осі Y — відносна частота зустрічальності окремих розмірних груп. По осі X: $Length/L_{inf}$ — відношення спостережуваної довжини до асимптотичної; L_{opt} — мінімальна оптимальна довжина для вилучення

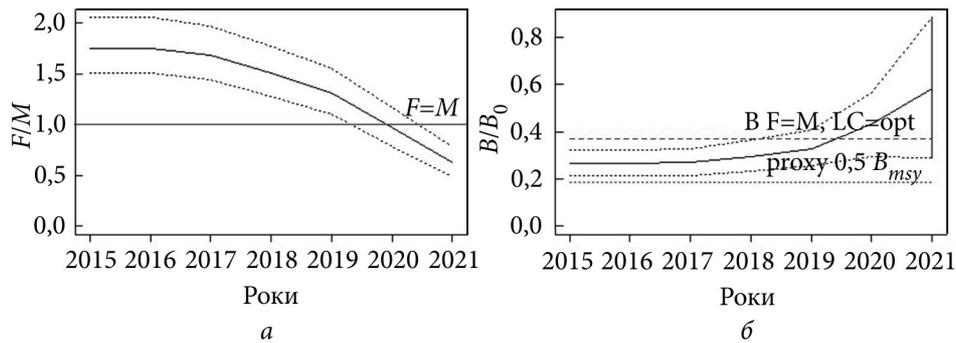


Рис. 8. Аналіз співвідношення промислової смертності до природної — F/M (а) та відносної біомаси — B/B_0 (б) шпрота в північно-західній частині Чорного моря в 2015—2021 рр.

мислової експлуатації (E) виявився нижче ніж рекомендоване значення для короткоциклічних пелагічних видів риб (0,4) і становив 0,37. Обчислений моделлю SS3 показник індексу SPR (Spawning Potential Ratio) за весь досліджуваний період перевищував 0,75, що також відповідає низькому рівню експлуатації запасу [9].

Відсутність надмірного промислового вилучення для цього об'єкта загалом по чорноморському басейну було показано і за підсумками математичного моделювання, виконаного Робочою групою з оцінки запасів в Чорному морі (WGBS) Генеральної Комісії з рибальства в Середземному морі (GFCM), за участю авторів даної роботи. В ході цієї оцінки використовувалися дані, надані всіма причорноморськими країнами. Нерестова біомаса всього ресурсу у 2020 р. склала 191 тис. т. Коефіцієнт промислової смертності (F) для всього запасу в Чорному морі склав 0,53, що виявилось нижче за рівень F_{MSY} 0,64, який відповідає максимально стійкому улову

[36]. Коефіцієнт промислової експлуатації (E) не досягав допустимого рівня і становив 0,36. Таким чином, стан загального запасу шпрота в Чорному морі був визначений як помірно експлуатований.

Динаміка запасу шпрота в північно-західній частині моря і фактори, які її визначають. Наведені вище оцінки запасу шпрота як для всього Чорного моря, так і для його північно-західної частини виявились суттєво нижчими за ті, які були отримані в минулому столітті при акустичних і тралових зйомках. Так наприклад, під час наймасштабнішої зйомки ПівденНІРО з ехоінтегратором у 1980—1981 рр. біомаса скупчень у північній половині моря та в районі кавказького узбережжя в сумі була оцінена в межах 800—900 тис. т [3, 4]. Причому тільки в північно-західній частині басейну було обраховано 683 тис. т. Отримані в ті роки оцінки демонстрували, що чорноморський шпрот займає провідну позицію за чисельністю серед усіх видів риб у басейні. Високий рівень біомаси шпрота — до 700 тис. т реєструвався в зоні України аж до кінця минулого століття [24].

Як і слід було очікувати, зміни в запасі цього об'єкта завжди серйозно впливали на міжрічну динаміку уловів (табл. 3).

У першій половині ХХ ст. лов шпрота в Чорному морі відбувався переважно в його північно-західній частині стаціонарними знаряддями прибережного лову — ставними неводами. До 1975 р. річні улови тут були найбільшими порівняно з іншими районами моря і в окремі роки перевищували 4 тис. т. (сумарний вилов СРСР та Румунії). У перші ж роки застосування тралового лову обсяг вилову шпрота чорноморськими країнами зріс більш ніж вдесятеро, склавши 84,5 тис. т. у 1980 р. (див. табл. 3). Незважаючи на ріст рівня експлуатації, улови цього виду залишались стабільно високими і в 1989 р. досягнули 105,3 тис. т.

Як показали гідроакустичні зйомки, успішному розвитку промислу в ті роки сприяла та обставина, що у теплу пору року косяки шпрота зустрічалися на північно-західному шельфі на площі, яка перевищувала дві тисячі квадратних миль. Навесні та восени скупчення трималися ближче до південного звалу шельфу, а в середині літа здебільшого переміщалися на глибини 18—30 м. Висота косяків шпрота нерідко сягала 20—25 метрів, а їхня протяжність становила кілька сотень метрів. Вилов шпрота, хоча і в менших масштабах, здійснювався і в холодну пору року: восени — зазвичай до середини грудня і навесні — починаючи з березня.

Слід зазначити, що у 70—80-ті роки минулого століття величезної чисельності досягала не тільки популяція шпрота. На високому рівні були і ресурси інших дрібних промислових риб, особливо анчоуса (хамси) *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) і дрібної форми ставриди *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868). Можна припускати, що зростанню їхньої чисельності сприяло зникнення в північній половині моря таких хижаків, як пеламіда *Sarda sarda* (Bloch, 1793) та скумбрія *Scomber scombrus* (Linnaeus, 1758). Зникла і велика форма ставриди [20]. Така трансформація морського іхтіоценозу в той період відбулася внаслідок суттєвого збільшення господарської діяльності людини на прилеглих до моря ді-

Таблиця 3
Улови шпрота причорноморськими країнами в 1950—2022 рр. [34]

Роки	Болгарія	Російська Федерація	Румунія	СРСР	Туреччина	Україна
1950	—	—	—	1,2	—	—
1951	—	—	—	1,7	—	—
1952	—	—	—	0,7	—	—
1953	—	—	—	0,7	—	—
1954	—	—	—	4,4	—	—
1955	—	—	—	0,8	—	—
1956	—	—	—	4,3	—	—
1957	—	—	—	3,2	—	—
1958	—	—	—	2,1	—	—
1959	—	—	—	2,6	—	—
1960	—	—	—	1,2	—	—
1961	—	—	—	0,3	—	—
1962	—	—	—	1,8	—	—
1963	—	—	—	1,0	—	—
1964	0,9	—	—	3,7	—	—
1965	1,1	—	—	4,0	—	—
1966	0,2	—	—	2,0	—	—
1967	0,7	—	—	1,3	—	—
1968	1,2	—	1,7	1,7	—	—
1969	1,1	—	0,9	0,6	—	—
1970	1,4	—	2,7	0,4	—	—
1971	2,5	—	2,5	0,8	—	—
1972	3,0	—	2,3	0,9	—	—
1973	3,4	—	2,2	0,9	—	—
1974	4,5	—	1,2	0,5	—	—
1975	5,6	—	0,7	0,8	—	—
1976	7,2	—	1,6	1,6	—	—
1977	8,8	—	1,5	6,7	—	—
1978	10,6	—	1,5	22,8	—	—
1979	13,5	—	2,3	57,9	—	—
1980	16,6	—	1,0	66,9	—	—

Продовження табл. 3

Роки	Болгарія	Російська Федерація	Румунія	СРСР	Туреччина	Україна
1981	18,9	—	2,3	75,1	—	—
1982	16,5	—	3,0	56,3	—	—
1983	12,0	—	3,4	25,5	—	—
1984	13,9	—	4,5	24,1	—	—
1985	15,9	—	6,8	28,8	—	—
1986	11,7	—	9,0	43,1	—	—
1987	11,0	—	9,5	45,3	—	—
1988	6,2	—	6,5	54,2	—	—
1989	7,4	—	8,9	89,0	—	—
1990	2,7	—	3,2	48,0	—	—
1991	2,7	—	0,7	15,0	—	—
1992	2,4	3,2	2,1	—	—	11,5
1993	2,2	0,7	2,4	—	—	9,2
1994	2,2	1,0	2,2	—	—	12,6
1995	2,9	1,3	2,0	—	—	15,2
1996	3,5	1,5	2,0	—	—	20,7
1997	3,6	0,7	3,3	—	—	20,2
1998	3,3	1,2	3,3	—	—	30,3
1999	3,6	4,5	1,9	—	—	29,2
2000	1,7	5,5	1,8	—	—	32,7
2001	0,7	11,1	1,8	—	1,0	49,0
2002	11,6	11,2	1,6	—	2,1	45,5
2003	9,2	21,0	1,2	—	6,0	31,4
2004	2,9	14,3	1,4	—	5,4	30,9
2005	2,6	13,9	1,5	—	5,5	35,7
2006	2,7	10,6	0,5	—	7,3	21,3
2007	3,0	6,8	0,2	—	11,9	18,0
2008	4,3	7,8	0,2	—	39,3	21,1
2009	4,6	8,7	0,1	—	53,4	24,6
2010	4,0	5,9	0,0	—	57,0	24,7
2011	4,0	5,1	0,1	—	87,1	24,4

Продовження табл. 3

Роки	Болгарія	Російська Федерація	Румунія	СРСР	Туреччина	Україна
2012	2,8	3,9	0,1	—	12,1	15,8
2013	3,8	3,1	0,1	—	9,8	12,9
2014	2,3	10,3	0,1	—	41,6	2,1
2015	3,3	26,4	0,1	—	77,0	2,2
2016	2,3	24,5	0,0	—	50,2	1,7
2017	3,2	14,8	0,0	—	34,0	2,2
2018	3,2	13,7	0,0	—	20,1	1,6
2019	4,6	17,9	0,0	—	38,1	1,4
2020	1,6	18,3	0,0	—	26,8	2,0
2021	3,5	21,1	0,0	—	28,0	1,7
2022	1,6	9,9	0,1	—	11,2	0,0

Примітка. «—» — дані відсутні.

лянках суші. Зростання споживання прісної води на водозбірній площі басейну через створення водосховищ призвело не тільки до зменшення обсягів, а й до сезонного перерозподілу річкового стоку. Це спричинило почастищення виникнення заморних явищ [1, 18, 19]. Паралельно в море потрапляли величезні обсяги мінеральних добрив з полів та широкий спектр токсичних сполук разом із стоками промислових підприємств [55]. Найсильніше це позначилось саме на чутливих до якості водного середовища великих пелагічних хижаках, які уникали забруднених вод. Їхні ареали скоротилися — вони залишилися переважно тільки у південній частині моря. Це й сприяло зростанню біомаси дрібних короткоциклічних риб в той період.

Втім, в подальшому жорстка харчова конкуренція, яка виникла після розповсюдження реброплава мнеміопсиса в пелагічному угрупованні, призвела до загального погіршення умов проживання для морських гідробіонтів. Було зареєстровано катастрофічні зміни у морській екосистемі на всіх трофічних ланках — від фіто- і зоопланктону до риб та дельфінів [22, 47, 48]. Постраждали і промислові ресурси. Спочатку було відмічено скорочення запасів таких важливих для промислового рибальства об'єктів, як анчоус, ставрида та тюлька *Clupeonella cultriventris* (Nordmann, 1840), що пояснюється збігом часу літнього нагулу цих риб з періодом максимального зростання біомаси мнеміопсиса [20, 21, 22, 23, 32]. Рибодобувні та переробні підприємства в умовах практично повної відсутності цих найважливіших джерел сировини опинились у стані колапсу. Паралельно з цим, внаслідок розпаду СРСР, почалась економічна криза у

країнах, які раніше в нього входили, що призвело до стрімкої деградації риболовної галузі і подальшого скорочення промислового флоту. Останнє викликало зниження вилову шпрота в Чорному морі, хоча його запаси у той період не так серйозно страждали від впливу мнеміопсиса. Спочатку реброплав-вселенець не відмічався у водах зі зниженою температурою, яким віддає перевагу шпрот. Улови на зусилля залишалися стабільними [22]. До середини 1990-х років, поступово оговтуючись від раптового економічного занепаду, українська рибна промисловість почала відновлюватись, а разом з цим став зростати і вилов шпрота в наших водах (див. табл. 3).

Сталий стан запасу шпрота, в умовах падіння запасів інших масових видів риб, зумовив інтерес до його освоєння також у країні з найбільш розвиненою рибною промисловістю — Туреччині. На початку 2000-х років Туреччина почала розвивати лов шпрота близнюковими пелагічними тралами, з розкриттям гирла, яке досягає кількох десятків метрів. Це дозволило турецькому флоту в холодну пору року обловлювати розсіяні скупчення шпрота в південній глибоководній частині Чорного моря. У 2011 р. завдяки розвитку промислу в Туреччині вилов цієї риби в цілому по басейну досягнув свого історичного максимуму — 120,7 тис. т.

Поява в 1997 р. у басейні іншого вселенця — реброплава берое *Beroe ovata* (Bruguière, 1789) [41], який є хижаком по відношенню до мнеміопсиса, певною мірою покращила умови нагулу для літньо-нерестуючих риб — анчоуса, ставриди, барабулі *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758), кефалей *Mugilidae* та ін. Їхні личинки та мальки з'являються в середині літа, коли берое вже починає активно споживати мнеміопсиса і ситуація з кормовою базою стає кращою. Однак основний нагул мальків і дорослих особин шпрота припадає на більш ранні місяці, коли берое ще відсутній в пелагіалі північної половини моря. З цієї причини з початку весни і до середини червня мнеміопсис може становити серйозну харчову конкуренцію шпроту. Не можна виключати навіть адаптацію мнеміопсиса до проживання в умовах впливу хижака, яка відбулась в останні роки. Вірогідно, мнеміопсис виявився здатним швидко нарощувати свою чисельність і найбільшою мірою споживати зоопланктон у період весняного підйому його біомаси. Саме цей період року є найважливішим для накопичення жирових запасів у тілі шпрота, які в нормі повинні досягати максимуму до липня [51]. Скорочення вмісту жиру в тілі шпрота не може не позначатися на відтворювальній здатності популяції. До того ж, низький рівень жиронакопичення, як правило, перешкоджає нормальному перебігу процесів формування щільних косяків, оскільки виснажена риба триваліший час тримається розріджено і продовжує пошук їжі в товщі води [21, 50].

Безумовно, в поточному столітті на уловах шпрота відображались і флуктуації урожайності його окремих поколінь. Однак після 2016 р. для всіх країн басейну спостерігається стійке падіння уловів. Проте оцінки впливу промислу на загальний запас в Чорному морі, які були проведені GFCM, не виявили факту надмірної експлуатації ресурсу.

В північно-західній частині Чорного моря у поточному столітті відбувалося особливо серйозне погіршення стану цього ресурсу. Найбільш показовим в цьому плані став береговий лов шпрота ставними неводами. Як відомо, до початку активного застосування тралів, цей промисел в північно-західній частині моря забезпечував близько 90 % загального вилову шпрота всіма країнами регіону. В 1965—1975 рр. в зоні СРСР тут працювало від 50 до 186 ставних неводів. Річний улов одного такого знаряддя в цей час становив близько 20 т [26]. Відповідно, загальний вилов цими пасивними знаряддями досягав кількох тисяч тон на рік. Після 2015 р. річний улов всіх ставних неводів в цьому районі впав до рівня менше 70 т. Через низьку рентабельність даного виду промислу українські рибодобувні підприємства скоротили кількість ставних неводів на узбережжі більше ніж у 20 разів — до 5—7 одиниць.

Спостереження, які в останнє десятиліття проводились нами на судах для тралового лову шпрота, також свідчать про неблагополучну ситуацію як зі станом запасу, так і з промисловою обстановкою. Насамперед, значно скоротились площі придонних скупчень цього виду, які придатні для лову тралами. Промислові судна почали витрачати значно більшу кількість часу для пошуку косяків риби. У найбільш сприятливу для тралового промислу літню пору протяжність придонних косяків в останні роки не перевищувала 50—100 м при висоті до 2 м. На великому мілководному шельфі поблизу о. Зміїний, де сорок років тому відмічалися найщільніші скупчення шпрота біомасою до 92 тис. т [3, 4], нині промислові судна перестали вести лов через відсутність риби. Сезон промислу тралами скоротився більш ніж удвічі через те, що скупчення шпрота зовсім перестали відмічатися в холодну пору року. Відносно ефективний лов зберігся тільки в період найбільшого прогрівання води — з червня до середини жовтня. Тільки в ці місяці нечисленна риба утворює в придонних шарах води придатні для облову концентрації.

Скупчення шпрота, що спостерігались останніми роками в районах роботи промислових суден на ділянці шельфу, розташованій на північ від паралелі, що проходить через гирло Дністровського лиману, і на захід від Каркінітської затоки, були експертно оцінені на основі даних про щільність косяків шпрота, отриманих нами у минулих зйомках ПівденНІРО. Для цієї приблизної оцінки використовували проміри висоти шару риби і площі скупчень, які проводили за допомогою рибопошукових ехолотів. З огляду на те, що найчастіше косяки шпрота мають щільність у межах 15—30 екз/м³, визначили, що навіть у найсприятливіші для лову дні біомаса риби на цьому шельфі не перевищує 3500—5000 т. Настільки низька порівняно з періодом 1980—1990-х років оцінка додатково свідчить про серйозну деградацію ресурсу шпрота. Суттєве скорочення біомаси шпрота в основному районі лову жодним чином не могло статися внаслідок надмірної експлуатації запасу, оскільки в останні два десятиліття чисельність рибодобувних суден в Україні постійно зменшувалась і у 2019—2021 рр. не перевищувала 7—8 одиниць, які були представлені малотонажними траулерами застарілої конструкції.

Таким чином, вся історія розвитку і подальшої деградації промислу шпрота в північно-західній частині моря пов'язана з рядом змін сировинного ресурсу, які зумовлені антропогенними чинниками, не пов'язаними з рибальством. Дослідження останніх років показують, що мнеміопсис став проникати на великі глибини і завдавати серйозної шкоди кормовій базі дорослих особин шпрота, яка формується великими холодолюбними копеподами [6, 7]. В окремі роки високі показники біомаси мнеміопсиса в північно-західній частині моря стали реєструватися і в холодну пору року [39]. Саме в цей сезон шпрот розподіляється ближче до поверхні моря. Нам також доводилося спостерігати, після відносно теплих зим, появу великих особин мнеміопсиса в прибережній зоні моря вже у квітні-травні, що збігається з періодом інтенсивного нагулу шпрота. При цьому хижак, що споживає мнеміопсиса, — реброплав береоє реєструвався не раніше початку липня. Доволі вірогідно, що інший вселенець — рапана *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) також опосередковано негативно вплинув на динаміку популяції шпрота. Різке збільшення чисельності цього молюска після 2010 р. в північно-західній частині моря призвело до суттєвого скорочення біомаси молюсків-фільтраторів. Найбільш сильно при цьому постраждали поселення мідій *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819), чисельність яких вже і так була підірвана регулярним розвитком заморних явищ [18]. Виїдання цих двостулкових молюсків рапаною практично знищило їхні поселення в багатьох районах моря. За результатами останніх зйомок, біомаса рапани в північно-західній частині моря досягла вельми високого рівня — 72 тис. т, що свідчить про колосальну кількість кормових об'єктів, яка нею споживається [10]. Зниження фільтраційного потенціалу моря, в свою чергу, призвело до порушення процесів седиментації і деструкції органічних речовин в шельфовій зоні. Щорічний бурхливий розвиток з наступним за ним відмиранням донних водоростей макрофітів у весняно-літню пору, який відмічається в останні два десятиліття, — ще одне явище, внаслідок якого відбувається збільшення кількості розчиненої у воді органіки і детриту [12]. Ці чинники спричиняють зростання рівня вторинної евтрофікації і заморні явища в літню пору року. Великі зони з ознаками сірководневого зараження та загиблими донними організмами були відмічені нами на глибинах 20—35 м в ході тралових зйомок у 2020—2021 рр.

Погіршення якості морського середовища негативно позначається на умовах мешкання гідробіонтів, зокрема на нагулі і нересті багатьох видів риб, включно зі шпротом. Вірогідно, що в наш час північно-західна частина Чорного моря стала відігравати значно меншу роль у формуванні запасів промислових риб, серед них і шпрота. З огляду на те, що улови цього виду українськими добувними підприємствами в останні роки становлять менше 4 % від загального вилову в Чорному морі, можна зробити висновок, що ніякі обмеження промислу в наших водах не дозволять запасу відновитись. Тому видобуток шпрота у водах України слід здійснювати без встановлення ліміту на вилов.

Висновки

Визначено, що порівняно з минулим століттям в уловах шпрота суттєво знизилась частка великих риб. Модальний розмір зменшився на 20 мм. Нині 89 % риб в уловах представлені особинами довжиною 75—90 мм. Це виявилось наслідком суттєвого зниження темпу росту у даного виду за останні 50 років. Зростання коефіцієнта природної смертності від 0,91 до 1,02, в умовах низької чисельності хижаків, свідчить про погіршення умов мешкання шпрота.

Оцінки стану популяції шпрота за допомогою моделі LBB вказують на те, що промислове виловлення в сучасний період не перевищує допустимого рівня експлуатації. Співвідношення коефіцієнтів промислової і природної смертності шпрота (F/M) в 2021 р. склало 0,63, а відношення поточної біомаси до біомаси, якої популяція може досягнути в цій частині басейну за відсутності промислу (B/B_0), дорівнювало 0,58, що також свідчить про відсутність загрози перелову.

Погіршення стану ресурсу шпрота в північно-західній частині Чорного моря відбулось, насамперед, внаслідок масштабних змін в морській екосистемі, які викликані господарською діяльністю людини. Найбільш негативно на чисельності популяції шпрота позначилась випадкова інтродукція з баластними водами в Чорне море планктофага реброплава мнеміопсиса. Негативний вплив на запаси шпрота харчової конкуренції з цим представником желетілого планктону проявився лише через певний час після його вселення. Ряд інших чинників, таких як зниження фільтраційного потенціалу моря після розповсюдження іншого вселенця — рапани та масовий розвиток і подальше за ним відмирання макрофітів, підсилюють евтрофікацію і заморні явища. Це також може негативно позначатись на стані ресурсу цього виду.

Сучасний рівень вилову шпрота Україною становить лише незначну частину від загального улову чорноморських країн. Обмеження промислового навантаження щодо цього об'єкта не буде являтися ефективною мірою для відновлення його запасів. Вилов шпрота в українських водах повинен здійснюватися без обмежень за рівнем вилову.

За останні 40 років біомаса скупчень шпрота на шельфі північно-західної частини моря скоротилася в десятки разів і нині не перевищує 5 тис. т. Тривалість промислового сезону, протягом якого шпрот перебуває в щільних косяках, придатних для облову, також скоротилася до двох-трьох з половиною місяців. Ці обставини серйозно перешкоджають розвитку українського промислу.

Список використаної літератури

1. Берлинский Н.А., Гаркавая Г.П., Богатова Ю.И. Проблемы антропогенного эвтрофирования и развития гипоксии в северо-западной части Черного моря. *Экология моря*. 2003. Вып. 63. С. 17—22.
2. Виноградов М.Е., Шушкина Э.А., Мусаева Э.И., Сорокин Ю.И. Новый вселенец в Черное море — гребневик *Mnemiopsis leidyi*. *Океанология*. 1992. Т. 29, № 2. С. 293—299.

3. Галузо А.Г., Артемов А.Г. Оценка биомассы черноморского шпрота по данным гидроакустических съёмок. Информационное и математическое обеспечение исследований сырьевой базы. *Сб. науч. трудов ВНИРО*. 1985. С. 129—135.
4. Галузо А.Г., Чащин А.К., Артемов А.Г. Математическая обработка результатов эхометрической съёмки скоплений черноморского шпрота. *Рыб. хозяйство*. 1982. № 5. С. 59—61.
5. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР / под ред. А.И. Симонова, Рябининой А.И., Гершановича Д.Е. Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат, 1992. Т. 4: Черное море, вып. 2. Гидрохимические условия и океанографические основы формирования биологической продуктивности. 219 с.
6. Глущенко Т.И. Роль гребневика *Mnemiopsis leidyi* в летнем питании черноморского шпрота. *Тр. ЮгНИРО*. 2012. Вып. 50. С. 102—105.
7. Глущенко Т.И., Чащин А. К. Особенности питания черноморского шпрота *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) (Pisces: Clupeidae) и формирование его нагульных скоплений. *Морський екол. журн*. 2008. Т. 7, № 3. С. 5—14.
8. Гребневик *M. leidyi* (A. Agassiz) в Азовском и Черном морях: биология и последствия вселения / под ред. С.П. Воловика. Ростов н/Д: БКН, 2000. 500 с.
9. Гулак Б.С. Оцінка стану популяцій та допустимих рівнів експлуатації основних промислових риб та безхребетних в північно-західній частині Чорного моря: дис. ... докт. філософ. Одеса, 2023. 191 с.
10. Гулак Б.С., Леончик Є.Ю., Снігірьов С.М., Чащин О.К. Стан промислового ресурсу рапани *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) на прибережних ділянках північно-західної частини Чорного моря. *Гідробіол. журн*. 2023. Т. 60. № 2. С. 40—63.
11. Дехник Т.В., Дука Л.А., Калинина Э.М. и др. Размножение и экология массовых рыб Черного моря на ранних стадиях онтогенеза. Киев: Наук. думка, 1970. 211 с.
12. ДП Одеський центр ПівденНІРО. Оцінка стану запасів водних біоресурсів на морському шельфі у північно-західній частині Чорного моря та внутрішніх рибогосподарських об'єктах (їх частинах) загальнодержавного значення північно-західного Причорномор'я для визначення можливих лімітів і прогнозів допустимого вилову водних біоресурсів і розробка оптимальних режимів їх рибогосподарської експлуатації. Одеса: ОдЦ ПівденНІРО, 2021. 103 с. № ДР 0121U112538
13. Мовчан Ю.В. Рыбы Украины. Київ: Золоті Ворота, 2011. 420 с.
14. Основы биологической продуктивности Черного моря / под общ. ред. В.Н. Грезе. Киев: Наук. думка, 1979. 392 с.
15. Световидов А.Н. Рыбы Черного моря. Москва; Ленинград: Наука, 1964. 551 с.
16. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология / отв. ред. Ю.П. Зайцев, Б.Г. Александров, Г.Г. Миничева. Киев: Наук. думка, 2006. 701 с.
17. Состояние биологических ресурсов Черного и Азовского морей. Справочное пособие / под ред. В. Н. Яковлева. Керчь: Изд-во ЮгНИРО, 1995. 64 с.
18. Фащук Д.Я., Самышев Э.З., Себах Л.К., Шляхов В.А. Формы антропогенного воздействия на экосистему Черного моря и ее состояние в современных условиях. *Экология моря*. 1991. Вып. 38. С. 19—28.
19. Фащук Д. Я., Себах Л. К. Вклад физических и гидрохимических факторов в процесс развития придонной гипоксии на северо-западном шельфе Черного моря. *Океанологические и рыбохозяйственные исследования Черного моря*. Москва, 1985. С. 19—99.
20. Чащин А.К. Основные результаты исследований пелагических ресурсов Азово-Черноморского бассейна. *Тр. ЮгНИРО*. 1997. Вып. 43. С. 60—67.
21. Чащин А.К. Состояние промысловых популяций пелагических рыб Черного моря. Екологічні проблеми Чорного моря: Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., м. Одеса (31 трав. — 1 черв. 2007 р., Одеса). Одеса, 2007. С. 369—373.
22. Чащин А.К., Гришин А.Н., Дубовик В.Е., Патюк В.В. Межгодовая и сезонная динамика развития гребневика мнемипсиса *Mnemiopsis leidyi* и его влияние на ресурсы пелагических рыб Азово-Черноморского бассейна. *Тр. ЮгНИРО*. 1996. Т. 42. С. 152—161.

23. Чашин А.К., Дубовик В.Е., Негода С.А., Чашина А.В. Состояние промысловых популяций азовских пелагических рыб в условиях воздействия желетельных гидробионтов-вселенцев. Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: Материалы VII междунар. конф., г. Керчь (20—23 июня. 2012 г. Керчь). Керчь, 2012. С. 36—44.
24. Шляхов В.А., Чашин А.К. О состоянии запасов основных промысловых рыб Азовского и Черного морей в 2000 году и перспективах их промысла в 2002 году. *Тр. ЮзНИРО*. 2004. Вып. 45. С. 11—20.
25. Шляхов В.А., Шляхова О.В. Динамика структуры траловых уловов шпрота на украинском шельфе Черного моря и воздействие на нее природных факторов и рыболовства. *Там же*. 2011. Вып. 49. С. 12—33.
26. Юрьев С.Г. Черноморский шпрот. *Сырьевые ресурсы Черного моря*. Москва: Пищ. пром-сть, 1979. С. 73—92.
27. Юрьев С.Г., Старушенко Л.И. Динамика численности черноморского шпрота и методика прогнозирования его возможного вылова. *Тр. ВНИРО*. 1972. Т. 83. С. 212—220.
28. 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 J. Marine Science*. 2019. Vol. 76, N 6. P. 1515—1523.
29. Avsar D. A stock differentiation study of the sprat (*Sprattus sprattus phalericus* Risso) off the southern coast of the Black Sea. *Fisheries Res.* 1994. Vol. 19, N 3—4. P. 363—378.
30. Balik İ. Comparatively Evaluation of the Sprat (*Sprattus sprattus*) Fisheries in the Whole of the Black Sea and in the Turkish Coast of the Black Sea. *Turkish J. Maritime and Marine Sci.* 2018. Vol. 4, N 1. P. 52—62.
31. Chashchin A.K. The anchovy and other pelagic fish stocks transformations in the AzovBlack Sea basin under environmental and fisheries impact: The Proceed. of the First Intern. Symp. on Fisheries and Ecology, Trabzon/Turkey. 1998. P. 1—10.
32. Chashchin A., Shlyakhov V., Dubovik V., Negoda S. Stock Assessment of Anchovy (*Engraulis encrasicolus* L) in Northern Black Sea and Sea of Azov. Chapter 6. In the book: Progressive Engineering Practices in Marine Resource Management / Ed. by: I. Zlateva, V. Raykov, N. Nykolov. IGI Global. 2015. P. 209—243.
33. Daskalov G. Using abundance indices and fishing effort data to tune catch-at-age analyses of sprat *Sprattus sprattus* L., whiting *Merlangius merlangus* L. and spiny dogfish *Squalus acanthias* L. in the Black Sea. *CIHEAM — Options Mediterraneennes*. 1998. Vol. 35. P. 215—228.
34. FAO. Statistics. GFCM (Mediterranean and Black Sea) capture production Quantity (1970—2022) URL: <https://www.fao.org/fishery/en/global-search?q=statistics%20en&lang=en>
35. Froese R., Winker H., Coro G. et al. A new approach for estimating stock status from length frequency data. *ICES J. Marine Science*. 2018. Vol. 75, N 6. P. 2004—2015.
36. GFCM. Report of Working Group on the Black Sea (WGBS) Ninth meeting Online, 28—30 July 2021. Rome: FAO, 2021. 57 p.
37. GFCM. Report of Working Group on the Black Sea Eighth meeting of the Subregional Group on Stock Assessment in the Black Sea (SGSABS) Online, 4—8 July 2022. Rome: FAO, 2022. 37 p.
38. 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.
39. Harcotă G.E., Timofte F., Tabarcea C., Bi inicu E. Gelatinous zooplankton along the Romanian shelf - qualitative and quantitative distribution during 2010—2013. *Cercetări Marine*. 2017. Vol. 47. P. 178—184.
40. Kasapoğlu Nazlı. Age, growth, and mortality of exploited stocks: anchovy, sprat, Mediterranean horse mackerel, whiting, and red mullet in the southeastern Black Sea. *Aquat. Sc. Engineer*. 2018. Vol. 33, N 2. P. 39—49.

41. Konsulov A.S., Kamburska L.T. Ecological determination of the new Ctenophore — *Beroe ovata* invasion in the Black Sea. *Oceanology. Inst. Oceanol.*, 2. 1998. P. 195—198.
42. Martiradonna A. Modelli di Dinamica Delle Popolazioni Ittiche: Stima dei Fattori di Incremento e Decremento Dello Stock. Tesi di Laurea Magistrale, Dipartimento di Matematica, Universita di Bari. 2012.
43. Prodanov K., Daskalov G. Stock assessment of sprat (*Sprattus sprattus*) along Bulgarian Black Sea coast (1976—1990). *Rapports et Proces-Verbaux des Reunions*. 1992. P. 305.
44. Radu G., Anton E., Raykov V. et al. Sprat and turbot fisheries in the Bulgarian and Romanian Black Sea areas. *Cercetari marine*. 2010. Vol. 39. P. 191—210.
45. Radu G., Ţoţoiu A., Galaţchi M., Spînu A.D. Evolution of the Sprat Fishery at the Romania. *Marine Res. J.* 2016. Vol. 46, Iss. 1. P. 128—143.
46. Şahin T. Some biological characteristics of sprat (*Sprattus sprattus phalericus* Risso, 1826) on the Eastern Black Sea coast. *Turkish J. Zool.* 1999. Vol. 23, Iss. 5. P. 249—256.
47. Shiganova T.A. Invasion of the Black Sea by the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* and recent changes in pelagic community structure. *Fisheries Oceanography*. 1998. Vol. 7, N 3. P. 305—310.
48. Shiganova T.A., Dumont H.J.D., Mikaelyan A.S. et al. Interaction between the Invading Ctenophores *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) and *Beroe ovata* Mayer 1912, and their Influence on the Pelagic Ecosystem of the Northeastern Black Sea. In: *Aquatic Invasions in the Black, Caspian, and Mediterranean Seas: The Ctenophores Mnemiopsis leidyi and Beroe in the Ponto-Caspian and other Aquatic Invasions*. Netherlands, Springer. 2004. P. 33—70.
49. Shlyakhov V., Daskalov G. Chapter 9. The state of Marine living resources. The state of key pelagic fishes // State of the Environment of the Black Sea (2001—2006/7). Publications of the Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution (BSC). 2008. Istanbul, Turkey. Vol. 33. P. 321—336.
50. Shulman G.E., Love R.M. The Biochemical Ecology of Marine Fishes. In: *Advances in marine biology*. London: Acad. Press, 1999. 352 p.
51. Shulman G.E., Nikolsky V.N., Yuneva T.V. et al. Significance of physiological and biochemical approaches for Black Sea fishery investigations. *Intern. J. Natural and Engineer. Sci.* 2008. Vol. 2. P. 107—112.
52. STECF. Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) — Stock assessments in the Black Sea (STECF-17-14). Luxemburg : Publications Office of the European Union, 2017. 498 p.
53. Totoiu A., Galatchi M., Danilov C., Radu G. Evolution of the Sprat (*Sprattus sprattus* (Linnaeus 1758)) population at the Romanian littoral during 2008—2016. *Cercetări Marine-Recherches Marines*. 2017. Vol. 47, N 1. P. 205—221.
54. Tserkova F. Growth parameters of the Black Sea sprat (*Sprattus sprattus* L.) during the period November 2010 — March 2012 along the Bulgarian Black Sea coast. *Bulg. J. Agricul. Sci.* 2013. Vol. 19, N 1. P. 109—113.
55. Zaitsev Yu.P., Alexandrov B.G. Recent man-made changes in the Black Sea ecosystem: Abstr. of NATO Advanc. Res. Workshop on Sensitivity of North Sea, Baltic Sea and Black Sea to Anthropogenic and Climatic Changes (Varna, 14—18 Novem. 1995). Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. 1997. P. 25—31.

Надійшла 5.02.2025

B.S. Hulak, PhD (Biol.), Researcher,
Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine,
Pushkinska St., 37, Odesa, 65048, Ukraine
gulak.bogdan94@gmail.com
ORCID 0000-0002-5991-3715

Ye.Yu. Leonchik, PhD (Phys.-Math.), Associate Prof.,
I.I. Mechnikov Odesa National University,
Dvoryanska st., 2, Odesa, 65082, Ukraine,
leonchik@ukr.net
ORCID 0000-0003-1494-0741

O.K. Chashchyn, PhD (Biol.), Leading Researcher,
alchashchin@gmail.com
ORCID 0000-0002-4780-4044

THE STATE OF THE SPRAT *SPRATTUS SPRATTUS* (LINNAEUS, 1758) STOCK IN
UKRAINIAN WATERS IN THE NORTHWESTERN PART OF THE BLACK SEA

The data on the size, weight, age and sex composition of the sprat *Sprattus sprattus* in the northwestern part of the Black Sea were obtained on the basis of material collected on commercial vessels during 2007—2021. 27 951 individuals were analyzed in total. It was determined that the sprat population has undergone significant structural changes over the past 50 years. The proportion of large fish in the population has decreased compared to the 70s and 80s of the last century. The average size of one individual in the catches of midwater trawls decreased by 15—20 %. Compared to 1975, the asymptotic length of sprat, calculated using the Bertalanffy equation, decreased from 13.92 to 11.19 cm. There is also a decrease in the mass characteristics of this species. The decline in the growth rate of sprat has been caused by food competition with ctenophore *Mnemiopsis leidyi*. The ratios of natural and fishing mortality rates (F/M) and biomass at the actual level and at the level of maximum sustainable yield (B/B_{MSY}) calculated using the LBB model were 0.63 and 1.6 respectively. The ratio of the current biomass to the biomass that sprat population could reach in this part of the basin in the absence of fishing (B/B_0) was 0.58. This indicates that the sprat stock is exploited at a level below the optimum and current fishing does not lead to a decline in the population. However, the biomass of commercial aggregations and catches in this area of the sea have decreased tenfold over the past two decades. The depression of the stock has led to a decrease in the number of pound nets and trawl vessels in fishing companies. The observed bad condition of this fish resource is related to the negative environmental changes in Ukrainian waters in the northwestern part of the Black Sea due to anthropogenic impact in recent years. Restrictions on commercial fishing will not improve the state of sprat population.

Key words: sprat, state of stock, age structure, northwestern part of the Black Sea.