

**БАГАТОРІЧНІ ЗМІНИ БІОМАСИ *NOCTILUCA SCINTILLANS*
(MACARTNEY) KOFOID & SWEZY, 1921, DINOPHYCEAE,
NOCTILUCALES) В ОДЕСЬКОМУ
ТА ДУНАЙСЬКОМУ РАЙОНАХ ЧОРНОГО МОРЯ
ЯК ПОКАЗНИКА ЯКОСТІ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА**

Харитоновна Ю.В. – аспірант, інж.

ДУ «Інститут морської біології Національної академії наук України»

kharytonova_julia@ukr.net

Набокін М.В. – завідувач сектору гідробіологічних досліджень

Український науковий центр екології моря

m.nabokin1@gmail.com

Дядичко В.Г. – к.б.н., с.н.с.

ДУ «Інститут морської біології Національної академії наук України»

wasajzdiadel@gmail.com

Оцінка якості води є ключовим завданням будь-яких заходів у галузі водокористування та проведення природоохоронних дій у водоймах. Організми зоопланктону є чутливими до змін у навколишньому середовищі та можуть використовуватися в якості показників екологічного стану водних екосистем. Одним із таких організмів є гетеротрофна динофлагеллята *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy, 1921, Dinophyceae, Noctilucales. *N. scintillans* є компонентом мезозоопланктону Чорного моря, що не входить до кормової бази риб-планктофагів та характеризується коротким життєвим циклом. Через це вона отримує перевагу в евтрофних умовах та може використовуватися як індикатор підвищення трофності водойми. Для визначення якості досліджуваних акваторій Чорного моря був використаний показник біомаси ночесвітки *N. scintillans* (%) від загальної біомаси зоопланктону. Починаючи з 1970-х років (періоду гіперевтрофікації) і по 2010-ті роки, % біомаси *N. scintillans* від загальної біомаси зоопланктону в Чорному морі з кожним роком зменшувався з 60% до 10% в Одеському регіоні (Дніпро-Бузький район) та з 90% до 15% в Дунайському районі. Такі зміни свідчать про зменшення впливу негативного чинника евтрофікації та показують позитивні зміни в кормовій базі промислових риб-планктофагів та екологічному стані акваторії Чорного моря в цілому. Екологічний стан якості (ДЕС/НеДЕС) визначали в таких районах Чорного моря: північно-західні затоки Чорного моря, глибоководний шельф, шельфова зона та авандельта Дунаю. «Добрий» екологічний стан (ДЕС) за показником % *N. scintillans* від загальної біомаси зоопланктону спостерігався в усіх досліджуваних акваторіях Північно-західної частини Чорного моря, так як відсоткова доля *N. scintillans* від загальної біомаси не перевищувала 30%.

Ключові слова: зоопланктон, *N. scintillans*, моніторинг, якість води, Чорне море.

Вступ

Оцінка якості води є ключовим завданням будь-яких заходів у галузі водокористування та проведення природоохоронних дій у водоймах (Vorja et al. 2006). Організми зоопланктону використовуються в якості показників стану водних екосистем та в системі моніторингу якості водного середовища (Kovalev et al. 1998).

Протягом останніх кількох десятиріч років екосистема Чорного моря зазнала суттєвих змін внаслідок антропогенного евтрофування, проникнення чужорідних видів та інших факторів (Zaitsev 1992; Воробьова та ін. 2017). Гетеротрофна динофлагеллята *N. scintillans* є компонентом мезозоопланктону

Чорного моря, який не входить до кормової бази риб-планктофагів, характеризується коротким життєвим циклом та через це отримує перевагу в евтрофних умовах (Fonda Umani et al. 2004; Крылов 2008). *N. scintillans* відіграє важливу роль у пелагічному угрупованні Чорного моря, спричиняючи цвітіння, коли його чисельність досягає мільйонів клітин на кубічний метр, перевищуючи загальну чисельність кормового мезозоопланктону (Александров, Берлинский 1982). Збільшення чисельності та біомаси *N. scintillans* частіше спостерігається влітку і може призвести до появи яскраво рожево-червоного або помаранчевого кольору води (Turkoglu 2013; Aytan, and Şentürk 2018).

Цей всеїдний вид інтенсивно споживає широкий спектр частинок їжі – від дрібних джгутикових і кокколитофорид (<5 мкм) до великих діатомових водоростей, яєць копепод і науплій (200 мкм і більше) та може успішно конкурувати за їжу з іншими мезозoopланктерами, що призводить до зменшення їхньої чисельності (Nawata, and Sibaoka 1983; Nikishina, Drits, and Vasilyeva 2011). Традиційно розподіл *N. scintillans* вивчається разом із мезозoopланктоном через його всеїдність та великі розміри (250–950 мкм) (Заика 2005). У перерахунку на суху та вуглецеву біомасу *N. scintillans* рідко перевищує 10% від загальної біомаси мезозoopланктону Чорного моря, при цьому сира біомаса може становити від 75% до 99% (Полищук, и Настенко 2006).

Основні зміни в угрупованні зоопланктону в північно-західній частині Чорного моря в XX та на початку XXI століть були охарактеризовані науковцями (Полищук, и Настенко 2006). Вони поділили історію розвитку пелагічної екосистеми на 3 періоди: період «екологічної норми» (до антропогенної евтрофікації, до 1970 року), період евтрофікації і гіперевтрофікації (1970–2004 рр.) та період деєвтрофікації і встановлення нової «екологічної норми» (з 2005 року). Перший період характеризувався домінуванням *Soropoda* ($\geq 45\%$ від загальної біомаси зоопланктону) і такими значеннями біомаси зоопланктону: навесні 150–400 мг/м³, влітку 350–900 мг/м³, восени – 150–350 мг/м³. Відсоток *N. scintillans* у загальній біомасі не перевищував 30%. Протягом другого періоду відсоток *Soropoda* зменшився, частка *N. scintillans* збільшилась до 95–98%, а загальна біомаса зоопланктону зросла у 9–28 разів. Третій період характеризується зменшенням загальної біомаси зоопланктону та відсотку *N. scintillans* та збільшенням відсотку *Soropoda* (Полищук, и Настенко 2006; Харитоновна, Набокін, та Дядичко 2020; Харитоновна, та Дядичко 2020).

Розвиток зоопланктону в Північно-західній частині Чорного моря залежить від гідрохімічних умов і особливостей гідрологічного режиму акваторії, які визначаються водообміном з відкритою частиною моря, впливом річкового стоку Дніпра, Південного Бугу та Дунаю і наявністю антропогенних джерел забруднення в прибережній зоні (Зайцев, Александров, и Миничева 2006; Одесский ... 2017). Максимальні концентрації біогенних та органічних речовин в Одеському морському регіоні спостерігаються в районах розташування основних антропогенних джерел, серед яких найбільш потужними є станції біологічної очистки «Північна» і «Південна» (Одесский ... 2017). Саме в місцях стоків із цих станцій види-індикатори евтрофування (в тому числі і *N. scintillans*) досягають найбільшого розвитку (Полищук, и Настенко, 2006).

Метою роботи було визначення довгострокових змін біомаси *N. scintillans* та встановлення екологічного стану Північно-західної частини Чорного моря за її показником.

Матеріали та методи дослідження

Для встановлення екологічної якості та аналізу багаторічної динаміки біомаси ночесвітки були використані матеріали багаторічного моніторингу ДУ «Інститут морської біології НАН України» та Українського наукового центру екології моря (УкрН-ЦЕМ), який проводився за мережею станцій (рис. 1, 2), а також дані, що були зібрані в рамках міжнародного проекту «Emblas-plus» (Покращення екологічного моніторингу Чорного моря – обрані заходи) під час українсько-грузинських експедицій «National pilot monitoring studies» (NPMS) та «Joint Black Sea survey» (JBSS) протягом 2016, 2017 та 2019 років.

Згідно з вимогами та критеріями MSFD якість морської води можна розділити на два класи: «Добрий екологічний стан (ДЕС)» і «Не добрий екологічний стан (НеДЕС)», які відповідають наступним категоріям за п'ятибальною шкалою WFD: ДЕС – «відмінний та добрий стан» та НеДЕС – «задовільний, середній та поганий» відповідно (Borja et al. 2006; Directive 2008/56/EC).

Проби зоопланктону відбирали планктонною сіткою Джеді (отвір 0,1 м², розмір вічка мірошникового газу – 150 мкм). Деякі проби відбирали від верхньої межі гіпоксичного шару до поверхні води, інші збирали від верхньої межі гіпоксичного шару до нижньої межі термокліну, від нижньої до верхньої межі термокліну та від верхньої межі термокліну до поверхні. Проби зоопланктону фіксували за допомогою 4% формальдегіду, забуференого до pH 8–8,2 динарійтетраборатом (бура) (Na₂B₄O₇ · 10H₂O) (1 частина 40% розчину формаліну та 9 частин водного зразку) та зберігали у пластикових контейнерах. У лабораторії проби концентрували до 100–200 мл. Обробку проб проводили за стандартними методами (Салазкин, Иванова, и Огородникова 1984). Розрахунок біомаси *N. scintillans* проводили із використанням камери Богорова під мікроскопом «МБС-9» (Салазкин, Иванова, и Огородникова 1984; Александров, и Харитоновна 2019).

Для визначення якості досліджуваних акваторій Чорного моря використовували показник біомаси ночесвітки *N. scintillans* (%) від загальної біомаси зоопланктону (Александров, и Харитоновна 2019). Ця метрика певною мірою є зворотним показником від відсоткової частки *Soropoda*, тому що їхні життєві цикли є найдовшими серед чорноморських зоопланктерів. Таким чином, вони зазнають негативного впливу в евтрофних умовах. Чим більше біомаса ночесвітки та її відсоткова частка від загальної біомаси зоопланктону, тим більш евтрофними

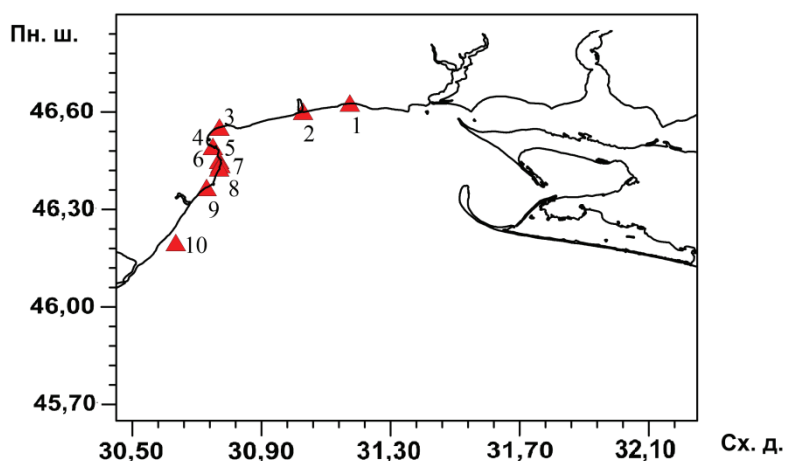


Рис. 1. Карта станцій збору проб зоопланктону в ході багаторічного моніторингу Одеського морського регіону

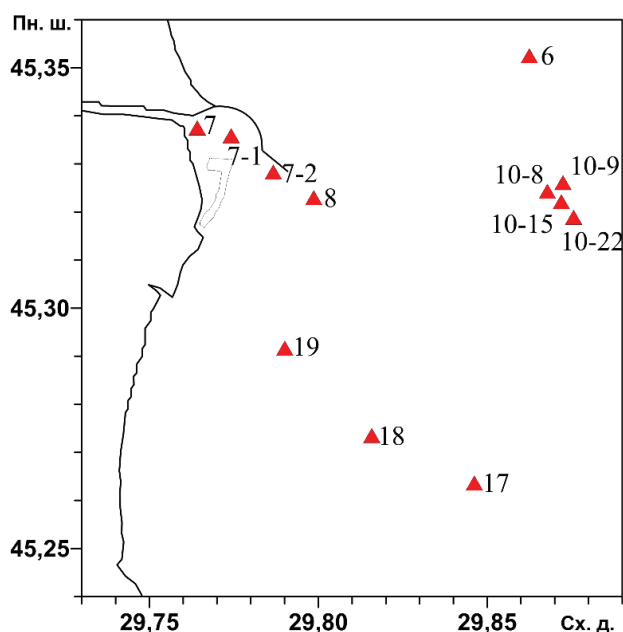


Рис. 2. Карта станцій збору проб зоопланктону в ході багаторічного моніторингу Дунайського регіону

є умови та тим гірший стан екосистеми в цілому. Для морських вод Чорного моря «добрим» (ДЕС) вважається стан угруповання зоопланктону, коли відсоткова частка *N. scintillans* від загальної біомаси не перевищує 30% (Stefanova et al. 2015; Харитонова, та Дядичко 2020).

Визначення порогових значень між «добрим» екологічним станом (ДЕС) та «поганим» екологічним станом (НеДЕС) у національних водах України проводили у таких районах Чорного моря: Одеський морський регіон (С3), північно-західні затоки Чорного моря (С3, С9), глибоководний шельф (Sh6), шельфова зона (Sh4) та авандельта Дунаю (Т1) (рис. 3).

Результати та обговорення

У ході роботи була розрахована частка *N. scintillans* (%) від загальної біомаси зоопланктону від 70-х років XX століття по 2019 рік в Одеському морському регіоні (табл. 1, рис. 4) та в районі авандельти Дунаю (табл. 2, рис. 5).

З рисунків 4 та 5 бачимо, що в усіх досліджуваних регіонах ПЗЧМ % *N. scintillans* від загальної біомаси має чітку тенденцію до зменшення. Найбільші значення в Одеському регіоні спостерігались від 70-х до 90-х років, коли ночесвітка сягала більше 60% від загальної біомаси зоопланктону. Починаючи з 2008 року ці показники не перевищували

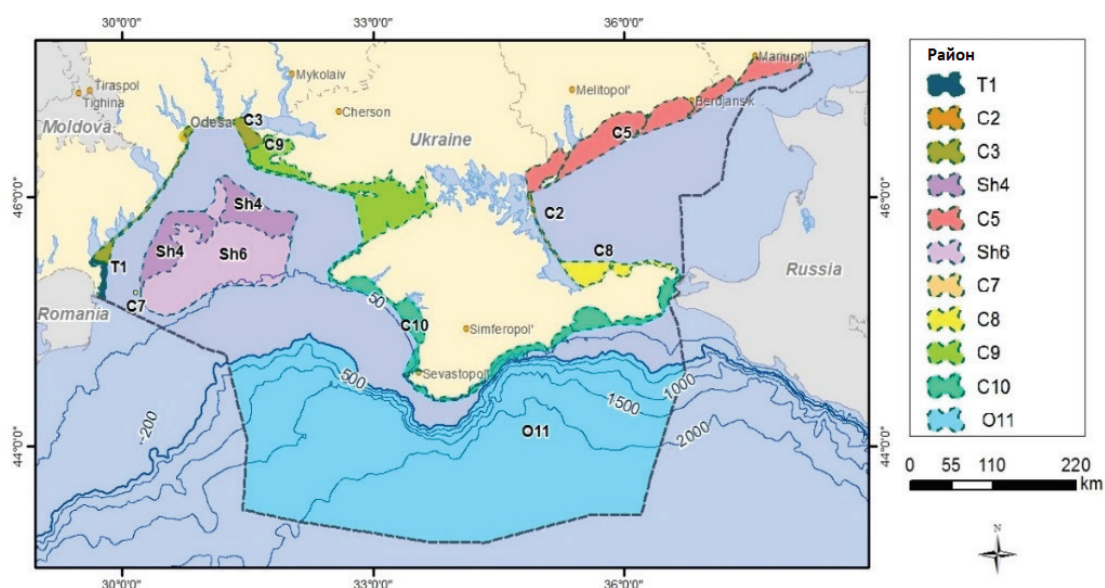
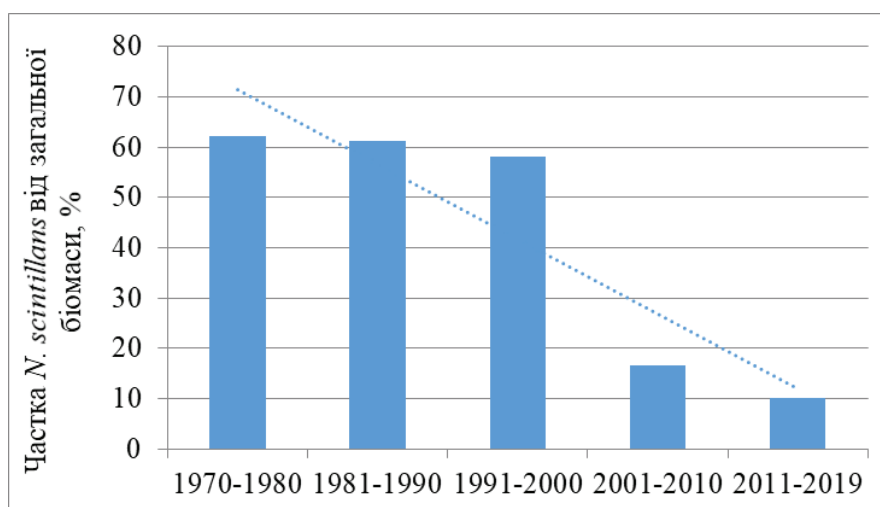


Рис. 3. Райони моніторингу Чорного моря в 2007–2019 рр. (Commission ... 2017)

Таблиця 1

Довгострокові зміни % біомаси *N. scintillans* від загальної біомаси в Одеському морському регіоні

Період, рр.	1970–1980 (Полищук, и Настенко 2006; Одесский ... 2017)	1981–1990 (Полищук, и Настенко 2006)	1991–2000 (Полищук, и Настенко 2006)	2001–2010 (Black Sea Water Quality Database)	2011–2019 (Black Sea Water Quality Database)
% <i>N. scintillans</i> від загальної біомаси зоопланктону	62,22	61,29	58,00	16,69	10,05
Загальна біомаса зоопланктону (мг/м ³)	1297,52	204,82	425,00	201,55	60,65

Рис. 4. Довгострокові зміни біомаси *N. scintillans* (%) від загальної біомаси в Одеському морському регіоні

Таблиця 2

Довгострокові зміни біомаси *N. scintillans* (%) від загальної біомаси в Дунайському регіоні
(база даних ДУ «Інститут морської біології НАН України»)

Період, рр.	1970–1980	1981–1990	1991–2000	2001–2010	2011–2019
% <i>N. scintillans</i> від загальної біомаси зоопланктону	90,28	75,17	13,09	43,98	15,53
Загальна біомаса зоопланктону (мг/м ³)	7 059,61	7 541,57	348,54	1 622,71	253,98

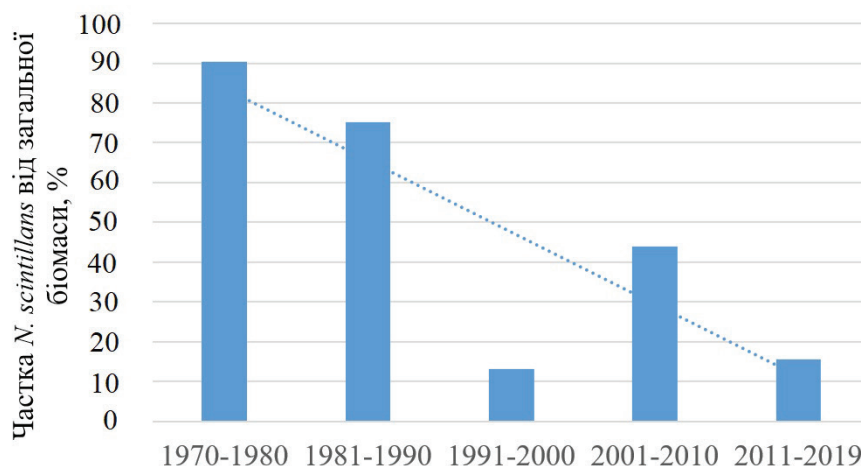


Рис. 5. Довгострокові зміни біомаси *N. scintillans* (%) від загальної біомаси в Дунайському регіоні

15% та в середньому складали 10,05%. Винятком є 2017 рік, коли спостерігався спалах її чисельності. Однак вже у наступному 2018 році показники біомаси *N. scintillans* повернулися до низьких значень та залишалися такими і у 2019 році. У Дунайському регіоні найбільші значення були в 70-х та 80-х роках, коли *N. scintillans* формувала від 70% до 90% біомаси зоопланктону. В 90-ті роки відсоток біомаси ночесвітки зменшився майже до 10%, але у 2000-х знов зріс приблизно до 40%. В 2011 році відсоток *N. scintillans* від загальної біомаси зоопланктону впав і тримається майже на одному рівні – 15%.

Для визначення екологічного стану морських та прибережних вод відповідно до граничних значень знаходили максимальне, мінімальне та середнє значення біомаси *N. scintillans* від загальної біомаси зоопланктону (%). За показником % біомаси ночесвітки від загальної біомаси визначили порогові значення та встановили екологічний стан якості досліджуваних акваторій Чорного моря (ДЕС та НеДЕС) (табл. 3).

Із 2007 по 2019 роки за показником % біомаси *N. scintillans* від загальної біомаси всі досліджувані акваторії Чорного моря показали «добрий» екологічний стан якості (ДЕС). Найбільше середнє значення біомаси ночесвітки спостерігалось у районі пів-

нічно-західних заток (27,6%), найменше – у водах шельфової зони та філофорного поля Зернова. У районі авандельти Дунаю спостерігалось найбільше багаторічне коливання біомаси ночесвітки.

За дослідженнями науковців (Снигирев и др. 2018) в 2016–2017 рр., за показником *N. scintillans* якість морського середовища Північно-західної частини Чорного моря була встановлена «високою», що також відображає покращення екологічного стану досліджуваної акваторії та зменшення рівня евтрофікації.

У 1986–1990 рр. в Чорному морі спостерігалось збільшення середньої біомаси фіто- та зоопланктону від 2 до 10 разів зі зміщенням у період максимальних значень (Zaitsev 1993; Kovalev et al. 1998). Збільшення чисельності та біомаси зоопланктону, більш ніж на порядок, було зумовлене розвитком *N. scintillans* (Зайцев, Александров, и Миничева 2006; Одесский ... 2017). За даними науковців (Полищук, и Настенко 2006) протягом 1981–1991 рр. *N. scintillans* становила 77% від чисельності та 97% від біомаси загального мезозоопланктону. У порівнянні з 1960-ми роками, з одного боку, зменшилось видове різноманіття зоопланктону, знизився розвиток окремих видів, а з іншого боку, через посилений розвиток практично одного виду (показника евтро-

Таблиця 3

Екологічний стан якості північно-західної частини Чорного моря за показником % біомаси ночесвітки *N. scintillans* від загальної біомаси в 2007–2019 рр. (бази даних ДУ «Інститут морської біології НАН України»)

№	Район	Біомаса <i>N. scintillans</i> , %			Екологічний стан
		Максимальна	Мінімальна	Середня	
1	Північно-західні затоки Чорного моря (С3, С9)	58,83	6,41	26,70	ДЕС
2	Одеський морський регіон (С3)	61,23	2,34	12,87	ДЕС
3	Глибоководний шельф (Sh6) (Філофорне поле Зернова)	56,2	0	15,48	ДЕС
4	Шельфова зона (Sh4)	60,12	0	14,93	ДЕС
5	Авандельта Дунаю (Т1)	99,26	0	18,76	ДЕС

фікації) – *N. scintillans* зросла чисельність і біомаса загального зоопланктону і частка некормового компонента (Полищук, и Настенко 2006).

У 2005–2013 рр. чисельність кормового зоопланктону зменшилася в 3–5,1 разів, некормового в 4,4–5,8 разів, відповідно біомаса – в 1,6–3,9 та 2–6,2 рази. Протягом 2013–2014 рр. регулярно спостерігалась присутність *N. scintillans*, що, незважаючи на порівняно невелику чисельність (екз./м³), мала значну перевагу за біомасою (80 мг/м³), що на багато перевершує середню біомасу таких масових таксонів як *Copepoda* і *Cladocera*, які мали досить високу чисельність серед інших. Отже, при малій середній чисельності *N. scintillans* займала одне з провідних місць за середньорічною біомасою серед усіх зазначених видів. Але починаючи з 2014 року місце *N. scintillans* займають реброплавці, тому це є ще одним фактором зменшення її біомаси та чисельності в наступні роки (Одеський ... 2017).

Згідно з історичними даними та матеріалами, зібраними під час виконання проекту «Emblas-plus», однією з тенденцій змін угруповання мезозоопланктону в Чорному морі є зменшення відсотку *N. scintillans* від загальної біомаси зоопланктону. Це свідчить про зменшення впливу негативного чин-

ника евтрофікації та показує позитивні зміни в кормовій базі промислових риб-планктофагів та екологічному стані досліджуваних акваторій. Це добре узгоджується з висновками науковців (Полищук, и Настенко 2006) про те, що екосистема Чорного моря перебуває у стані деєвтрофікації та встановленні нової «екологічної норми».

Висновки

У період з 70-х років по 2019 рік в Одеському регіоні Чорного моря % *N. scintillans* від загальної біомаси зменшується від 62,22% до 10,05%, а в Дунайському – від 90,28% до 15,53%.

Найбільше середнє значення біомаси ночесвітки спостерігалось у районі північно-західних заток (27,6 %), найменше – у водах шельфової зони та філофорного поля Зернова. У районі авандельти Дунаю спостерігалось найбільше багаторічне коливання біомаси ночесвітки.

У 2007–2019 рр. «добрий екологічний стан» (ДЕС) за показником % *N. scintillans* від загальної біомаси зоопланктону спостерігався в усіх досліджуваних районах Чорного моря (Одеському морському регіоні та Дунайському регіоні). Її середня частка від загальної біомаси зоопланктону не перевищувала 30%.

Список використаних джерел

1. Александров Б.Г., Берлинский Н.А. Использование *Noctiluca miliaris* Sur. для биоокеанографической индикации процесса эвтрофирования на примере северо-западной части Черного моря : тезы доклада II Всесоюзного Съезда океанологов, Севастополь, 1982. Вып. 5. Ч. 2. 5 с.
2. Александров Б.Г., Харитонов Ю.В. Імплементація Директиви ЕС про Морську стратегію для Державного моніторингу зоопланктону морських вод України : матеріали Всеукраїнської наукової конференції «Євроінтеграція екологічної політики України», 29-31 травня 2019 р. Одеса : ОДЕКУ, 2019. С. 28–37.
3. Зайцев, Ю.П., Александров, Б.Г., Миничева Г.Г. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология. Киев, 2006. 701 с.
4. Заика, В.Е. Экология ноктилюки *Noctiluca scintillans* в Чёрном море. *Морской экологический журнал*. 2005. № 4(4). С. 42–47.
5. Салазкин А.А., Иванова М.Б., Огородникова В.А. Зоопланктон и его продукция. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Ленинград: ГосНИОРХ, 1984. 33 с.

6. Снигирев С.М. и др. Исследование мезозопланктона в Одесском заливе в 2016-2017 гг. *Вестник Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина серия «Экология»*. 2018. № 19. С. 39–55. URL : <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2018-19-04>.
7. Крылов А.В. Зоопланктон равнинных малых рек / под ред. В.Т. Комова. Москва : Наука, 2008. 263 с.
8. Одесский регион Черного моря: гидробиология пелагиали и бентали : монография / Л.В. Воробьева, И.И. Кулакова, И.А. Синегуб и др.; отв. ред. Б.Г. Александров. Одесса, 2017. 324 с.
9. Полищук Л.Н., Настенко Е.В. Мезо- и макрозоопланктон. *Северо-западная часть Черного моря: биология и экология* / под редакцией Ю.П. Зайцева, Б.Г. Александрова, и Г.Г. Миничевой. Киев, 2006. С. 229–237.
10. Харитонов Ю.В., Дядичко В.Г. Аналіз екологічного стану північно-західної частини Чорного моря за показниками зоопланктону згідно зі стандартами Директиви ЄС про морську стратегію. *Матеріали конференції “Моніторинг та охорона біорізноманіття в Україні: тваринний світ”*. Серія: “*Conservation Biology in Ukraine*”. Київ, 2020. № 16(2). С. 221–229.
11. Харитонов Ю.В., Набокін М.В. Дядичко В.Г. Зоопланктон відкритої частини Чорного моря в 2016–2019 роки та оцінка якості водного середовища за його показниками. *Науково-практичний журнал «Екологічні науки»*. 2020. № 2(29) Т. 2. С. 87–94. URL : <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.2-29.2.14>.
12. Aytan U., Şentürk Y. Dynamics of *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy and its contribution to mesozooplankton in the Southeastern Black Sea. *Aquatic sciences and engineering*. 2018. № 33. P. 84–89. Doi:10.26650/ase201814.
13. Black Sea Water Quality Database. URL: <http://blackseadb.org/>.
14. Borja A., et. al. The European Water Framework Directive and the DPSIR, a methodological approach to assess the risk failing to achieve good ecological status. *Estuarine, coastal and shelf science*. 2006. № 66. P. 84–96. URL : <http://dx.doi.org/10.1016/j. ecss.2005.07.021>.
15. Commission Decision (EU) 2017/848 of 17 May 2017 laying down criteria and methodological standards on good environmental status of marine waters and specifications and standardised methods for monitoring and assessment, and repealing Decision 2010/477/EU C/2017/2901 ELI. URL : <http://data.europa.eu/eli/dec/2017/848/oj>.
16. DIRECTIVE 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of marine environmental policy, 17 June 2008. (MSFD, 2008/56/EC).
17. Fonda Umani, S., et al. *Noctiluca scintillans* Macartney in the Northern Adriatic Sea: long-term dynamics, relationships with temperature and eutrophication, and role in the food web. *Journal of Plankton Research*. 2004. № 26(5). P. 545–561. URL : <https://doi.org/10.1093/plankt/fbh045>.
18. Kovalev A. et al. Long-term changes in the Black Sea zooplankton: the role of natural and anthropogenic factors. *Ecosystem modelling as a management tool for the Black Sea*. Kluwer academics publishing / in ed. L. Ivanov, T. Oguz. 1998. № 47(1). P. 221–235.
19. Nawata T., Sibaoka T. Experimental induction of feeding behavior in *Noctiluca miliaris*. *Protoplasma*. 1983. № 115. P. 34–42. URL : <https://doi.org/10.1007/BF01293578>.
20. Nikishina A.B., Drita A.V. Vasilyeva Y.V. Role of the *Noctiluca scintillans* population in the trophic dynamics of the Black Sea plankton over the spring period. *Oceanology*. 2011. № 51. P. 1029–1039. URL : <https://doi.org/10.1134/S0001437011060129>.
21. Stefanova K., Stefanova E., Doncheva V. A classification system for evaluation of ecological status of coastal marine waters in respect of zooplankton biological element of quality. *Proceeding of “Seminar of ecology – 2015 with international participation”*, Sofia, Bulgaria, 23–24 April, 2015. Sofia, 2015. P. 231–240.
22. Turkoglu M. Red tides of the dinoflagellate *Noctiluca scintillans* associated with eutrophication in the Sea of Marmara (the Dardanelles, Turkey). *Oceanologia*. 2013. № 55(3). P. 709–732. URL : <https://doi.org/10.5697/oc.55-3.709>.
23. Zaitsev Y.P. Recent changes in the trophic structure of the Black Sea. *Fisheries oceanography*. 1992. № 11. P. 80–189. URL : <https://doi.org/10.1111/j.1365-2419.1992.tb00036.x>.
24. Zaitsev Y.P. Impact of eutrophication on the Black Sea fauna, studies and reviews. General fisheries council for the Mediterranean. 1993. № 64. P. 63–86.

References

1. Aleksandrov, B.G., & Berlinskii, N.A. (1982). Ispolzovanie *Noctiluca miliaris* Sur. dlia biooceanograficheskoi indikatsii protsessa evtrofirovaniia na primere severo-zapadnoi chasti Chernogo moria [Using *Noctiluca miliaris* Sur. for bio-oceanographic indication of the eutrophication process on the example of the north-western part of the Black Sea]. Proceedings from II Vsesoyuzniy S'ezd okeanologov – The second All-Union Congress of Oceanographers. (p. 5). Sevastopol [in Russian].
2. Aleksandrov, B.G., & Kharytonova, Yu.V. (2019). Implementatsiia Dyrektyvy ES pro morskuyu stratehiyu dlia derzhavnogo monitoryngu zooplanktonu morskikh vod Ukrainy [Implementation of the EU Marine Strategy Directive for state monitoring of zooplankton in the sea waters of Ukraine]. Proceedings from Vseukrainska naukova konferentsiia «Ievrointehratsiia ekolohichnoi polityky Ukrainy» – All-Ukrainian scientific conference «European integration of environmental policy of Ukraine». (28–37). Odessa: ODECU [in Ukrainian].

3. Aytan, U., & Şentürk, Y. (2018). Dynamics of *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy and its contribution to mesozooplankton in the Southeastern Black Sea. *Aquatic sciences and engineering*, 33, 84–89. Doi:10.26650/ase201814
4. Black Sea Water Quality Database. Retrieved from: <http://blackseadb.org/>.
5. Borja, A., Galparsoro, I., Solaun, O., Muxika, I., Tello, E. M., Uriarte, A., et al. (2006). The European Water Framework Directive and the DPSIR, a methodological approach to assess the risk failing to achieve good ecological status. *Estuarine, coastal and shelf science*, 66 (1-2), 84–96. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2005.07.021>
6. Commission Decision (EU) 2017/848 of 17 May 2017 laying down criteria and methodological standards on good environmental status of marine waters and specifications and standardised methods for monitoring and assessment, and repealing Decision 2010/477/EU C/2017/2901 ELI. Retrieved from: <http://data.europa.eu/eli/dec/2017/848/oj>.
7. DIRECTIVE 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of marine environmental policy, 17 June 2008. (MSFD, 2008/56/EC).
8. Fonda Umani, S., Beran, A., Parlato, S., Virgilio, D., Zollet, T., De Olazabal, et al. (2004). *Noctiluca scintillans* Macartney in the Northern Adriatic Sea: long-term dynamics, relationships with temperature and eutrophication, and role in the food web, *Journal of plankton research*, 26 (5), 545–561. <https://doi.org/10.1093/plankt/fbh045>
9. Kovalev, A., Niermann, U., Melnikov, V., Belokopitov, V., Uysal, Z., Kideys, et al. (1998). Long-term changes in the Black Sea zooplankton: the role of natural and anthropogenic factors. Ivanov, L., & Oguz, T. (Eds.), *Ecosystem modelling as a management tool for the Black Sea*. (Vols. 47, 1), (pp. 221–235). Kluwer academics publishing.
10. Krylov, A.V. (2008). *Zooplankton ravninnykh malyykh rek [Zooplankton of small plains rivers]*. V. T. Komova (Ed.). Moscow: Nauka [in Russian].
11. Kharytonova, Yu.V., & Diadychko, V. H. Analiz ekolohichnoho stanu pivnichno-zakhidnoi chastyny Chornoho moria za pokaznykamy zooplanktonu zghidno zi standartamy Dyrektyvy YeS pro morsku stratehiyu [Analysis of the ecological status of the north-western part of the Black Sea according to zooplankton indicators in accordance with the standards of the EU Marine Strategy Directive]. Proceedings from conference «Monitorynh ta okhorona bioriznomanittia v Ukraini: tvarynniyi svit. Seriya: Conservation Biology in Ukraine» – «Monitoring and protection of biodiversity in Ukraine: wildlife. Series: Conservation Biology in Ukraine», (Vols. 16, 2), (pp. 221–229). Kiev-Chernivtsi: Druk-Art [in Ukrainian].
12. Kharytonova, Yu.V., Nabokin, M.V., Dyadichko, V.G. (2020). Zooplankton in the closed part of the Black Sea in 2016–2019 and the assessment of the water quality with indicators [Zooplankton vidkrytoi chastyny Chornoho moria v 2016–2019 roky ta otsinka yakosti vodnoho seredovyscha z yoho pokaznykamy]. *Naukovo-praktychnyi zhurnal «Ekolohichni nauky» – Science and practice journal «Ecological Sciences»*, 2, (29), 87–94. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.2-29.2.14> [in Ukrainian].
13. Nawata, T., & Sibaoka, T. (1983). Experimental induction of feeding behavior in *Noctiluca miliaris*. *Protoplasma*, 115, 34–42. <https://doi.org/10.1007/BF01293578>
14. Nikishina, A.B., Drits, A.V., Vasilyeva, Y.V. (2011). Role of the *Noctiluca scintillans* population in the trophic dynamics of the Black Sea plankton over the spring period. *Oceanology*, 51, 1029–1039. <https://doi.org/10.1134/S0001437011060129>
15. Vorobova, L.V., Kulakova, I.I., Synohub, I. O., Polishchuk, L. M., Nesterova, D. A., Bondarenko, O. S., et al. (2017). *Odeskyi rehion Chornoho moria: hidrobiolohiia pelahiali i bentali [Odessa region of the Black Sea: hydrobiology of pelagic and bental]*. Alexandrov B. G. (Ed.) Odesa: Astroprint [in Russian].
16. Polishchuk, L. N., Nastenkov, E. V. Mezo – i makrozooplankton [Meso- and macrozooplankton]. Zaitsev Yu.P., Alexandrov B. G., Minicheva G.G. (Eds.) *Severo-zapadnaya chast Chernogo morya: biologiya i ekologiya – Northwest Black Sea: Biology and ecology*, (pp. 229–237). Kiev: Naukova Dumka [in Russian].
17. Salazkin, A.A., Ivanova, M.B., Ogorodnikova, V.A. (1984). *Metodicheskie rekomendatsii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyakh. Zooplankton i ego produktciia [Methodical recommendations for the collection and processing of materials in hydrobiological research. Zooplankton and its products]*. Leningrad: ZIN [in Russian].
18. Snigirev, S.M., Lyumkis, P.V., Medinets, V.I., Gazetov, E.I., Snigirev, P.M., Medinets, S.V., et al. (2018). Issledovanie mezozooplanktona v Odesskom zalive v 2016–2017 gg [Study of mesozooplankton in the Odessa Bay in 2016–2017]. *Vestnik Harkovskogo natsionalnogo universiteta imeni V.N. Karazina seriya «Ekologiya» – Bulletin of V. N. Karazin Kharkiv National University series «Ecology»*, 19, 39–55 [in Russian]. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2018-19-04>
19. Stefanova, K., Stefanova, E., Doncheva, V. A. (2015). A classification system for evaluation of ecological status of coastal marine waters in respect of zooplankton biological element of quality. Proceeding from *Seminar of ecology with international participation*. (pp. 231–240). Sofia.
20. Turkoglu, M. (2013). Red tides of the dinoflagellate *Noctiluca scintillans* associated with eutrophication in the Sea of Marmara (the Dardanelles, Turkey). *Oceanologia*, 55(3), 709–732. <https://doi.org/10.5697/oc.55-3.709>.
21. Zaika, V.E. (2005). Ekologiya noktiliuki *Noctiluca scintillans* v Chernom more [Ecology of the *Noctiluca scintillans* in the Black Sea]. *Marine Ecological Journal*, 4 (4), 42–47 [in Russian].

22. Zaitsev, Y.P. (1992). Recent changes in the trophic structure of the Black Sea. *Fisheries oceanography*, 11, 80–189. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2419.1992.tb00036.x>
23. Zaitsev, Y.P. (1993). Impact of eutrophication on the Black Sea fauna, studies and reviews. General fisheries council for the Mediterranean, 64, 63–86.
24. Zaitsev, Y.P., Alexandrov, B.G., Minicheva G.G. (2006). *Severo-zapadnaya chast Chernogo morya: biologiya i ekologiya [Northwestern part of the Black Sea: biology and ecology]*. Kiev: Naukova Dumka [in Russian].

LONG-TERM CHANGE OF THE BIOMASS OF *NOCTILUCA SCINTILLANS* ((MACARTNEY) KOFOID & SWEZY, 1921, DINOPHYCEAE, NOCTILUCALES) IN THE ODESSA AND DANUBE AREAS OF THE BLACK SEA AS AN INDICATOR OF WATER QUALITY

Kharytonova Yu.V., Postgraduate Student, Engineer

Institute of Marine Biology of the National Academy of Sciences of Ukraine
kharytonova_julia@ukr.net

Nabokin M.V., Head of Sector of Hydrobiological Studies

Ukrainian Scientific Center of Ecology of Sea
m.nabokin1@gmail.com

Dyadichko V.G., PhD, Senior Researcher

Institute of Marine Biology of the National Academy of Sciences of Ukraine
wasajzdiadel@gmail.com

Water quality assessment is a key task of any measures in the field of water use, environmental management and environmental protection. Zooplankton organisms are sensitive to changes in the environment and can be used as indicators of the ecological status of aquatic ecosystems. One such organism is the heterotrophic dinoflagellate *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy, 1921, Dinophyceae, Noctilucales. *N. scintillans* is a component of the mesozooplankton of the Black Sea, which is not part of the forage base of planktophagous fish and is characterized by a short life cycle. Due to this, it has an advantage in eutrophic conditions and can be used as an indicator of increasing trophic levels of the reservoir. To determine the quality of the studied waters of the Black Sea was used the biomass index of *N. scintillans* (%) of the total biomass of zooplankton. In the period from the 1970s (hypertrophication period) to 2010, the % of *N. scintillans* biomass from the total biomass of zooplankton in the Black Sea decreased annually from 60% to 10% in Odessa region (Dnipro-Bug region) and from 90 % to 15% in the Danube region. Such changes indicate a decrease in the impact of the negative eutrophication factor and indicate positive changes in the feed base of industrial fish planktophages and the ecological status of the Black Sea. Ecological quality status (GES/NotGES) was determined in the following regions of the Black Sea: the north-western Gulf of the Black Sea, the deep-water shelf, the shelf area and the Danube Avandelta. “Good” ecological status (GES) % *N. scintillans* of total zooplankton biomass was observed in all research areas of the north-western part of the Black Sea, as the percentage of *N. scintillans* of total biomass did not exceed 30%.

Key words: zooplankton, *N. scintillans*, monitoring, water quality, Black Sea.