

ANTHROPOGENIC TOXICANTS IN THE TISSUES AND ORGANS OF SOME ANIMALS OF THE SEVERNAYA ZEMLYA ARCHIPELAGO

Vasyl Prydatko-Dolin 

Key words

pesticides, heavy metals, animals, Severnaya Zemlya, Arctic

doi

<https://doi.org/10.53452/TU3116>

Article info

submitted 13.04.2026

revised 29.05.2026

published 30.06.2026

Language

Ukrainian, English summary

Affiliations

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)

Correspondence

Vasyl Prydatko-Dolin; National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 13 Heroyiv Oborony Street, Kyiv, 03041 Ukraine; Email: vasylprydatkodolin@ukr.net; orcid: 0000-0002-0128-4928

Abstract

A little-known original report of the zoological expedition of July–August 1991, which landed on Bolshevik Island, the Severnaya Zemlya archipelago (79°N), has been restored. This was the first time when levels of POPs and PCBs, as well as heavy metals (HM: Zn, Cu, Co, Pb) in the tissues and organs of mammals, birds, and fishes (n=46) were analysed. In total, 315 and 132 measurements were performed after the cleaning and selection, respectively. The samples included muscle, liver, lungs, kidneys, brain, internal fat, salt gland, as well as eggshells and feathers. These rare data have not been published yet. The methodology and instrumentation of the 1990s are described for future comparisons. The article focuses on mammals. During the expedition, encounters took place with polar bears, reindeer, arctic hare, polar fox and polar wolf, but samples could have only been taken from fox and wolf. Mammals accounted for just 7% of the samples for the analysis, but samples of birds and fishes helped somewhat to compensate for this shortfall and provide an overall picture. Most importantly, as the early 1990s, this little-studied archipelago, discovered only in 1913, already showed signs of contamination with POPs, PCBs, and HM, which manifested in the tissues and organs of animals at higher trophic levels. The presence of DDT (in the form of the metabolite DDE) indicated the existence of an unknown source of toxicants that had been present and active for a relatively long time. The concentration of Zn in the muscles of wolf (102 mg/kg) was the highest of all samples; its Σ PCBs showed up to 5440 μ g/kg. Arctic fox tissue samples were contaminated with 0.4...21.3 mg/kg of HM but showed no presence of POPs or PCBs. An overlap of our data (about the pollution of the island ecosystems with persistent toxicants as early as 1991) with the faunistic news of 2004 reported by N. Abramson *et al.* regarding the occurrence of a rare relict post-Pleistocene collared lemming species on Bolshevik Island, we might add, some protected animals from the IUCN Red List (*Ursus maritimus*, *Pagophila eburnea*)—should long since have been regarded by scientists as a red flag, i.e. a new threat. This study represents the author's next contribution to the national library of knowledge on fieldwork practices in the Arctic.

Cite as

Prydatko-Dolin, V. 2026. Anthropogenic toxicants in the tissues and organs of some animals of the Severnaya Zemlya archipelago. *Theriologia Ukrainica*, 31: 183–198. [In Ukrainian, with English summary]

Антропогенні токсиканти у тканинах й органах деяких тварин Архіпелагу Північна Земля

Василь Придатко-Долін

Резюме. Реставровано маловідомий первинний звіт зоологічної експедиції липня–серпня 1991 р., десантованої на о. Більшовик, Північна Земля (79°N), коли уперше для архіпелагу вдалося визначити уміст ХОП та ПХБ, а також важких металів (ВМ: Zn, Cu, Co, Pb) в тканинах та органах ссавців, птахів і риб (n = 46). Після очищення й селекції проб, виконали 315 та 132 вимірювань, відповідно. Використовували м'язи, печінку, легені, нирки, мозок, внутрішній жир, солеві залози, а також шкарлупу яєць та перо. Деякі зразки вибракували. До сьогодні дані не оприлюднювали. Описано методику та приладову основу 1990-х — для подальших порівнянь. У статті приділено увагу ссавцям. Під час експедиції мали місце зустрічі із білим ведмедем, північним оленем, песцем, вовком та зайцем, але проби вдалося взяти тільки у песця та вовка. Частка ссавців у вибірці для аналізів складала лише 7%, але зразки щодо птахів та риб дещо допомогли компенсувати неvistачку, аби уявити загальну картину. Найголовніше — вже на початку 1990-х цей маловивчений архіпелаг, відкритий лише в 1913 р., мав ознаки забруднення ХОП, ПХБ та ВМ, і що знайшло прояв в тканинах та органах тварин вищих трофічних рівнів. Наявність ДДТ (у вигляді метаболіту ДДЕ) вказувало на присутність невідомого джерела надходження токсикантів, яке існувало та діяло відносно довго. Концентрація Zn в м'язах вовка (102 мг/кг) була найвищою з усіх зразків; його ΣПХБ сягав 5440 мкг/кг. Зразки тканин песця також були забруднені ВМ (0,4...21,3 мг/кг), але умісту ХОП та ПХБ не показали. Суміщення наших даних (про забруднення острівної екосистеми стійкими токсикантами ще у 1991 р.) із фауністичною новиною 2004 р. від Н. Абрамсон із колегами про існування на о. Більшовик реліктового різновиду копитного лемінга, і, додаймо, охоронюваних видів тварин зі списку МСОП (*Ursus maritimus*, *Pagophila eburnea*), вже давно потрібно було сприймати науковцям як червоний прапорець, тобто нову загрозу. Дослідження є наступним внеском автора у вітчизняну бібліотеку знань про практики польових робіт в Арктиці.

Ключові слова: пестициди, важкі метали, тварини, Північна Земля, Арктика.

Вступ

Рідкісна історія про одне із найперших у Високій Арктиці, але забутих, досліджень забруднення довкілля отруйними сполуками антропогенного походження (ОСАП), яких там не мало бути — на прикладі представників наземної фауни хребетних о. Більшовик архіпелагу Північна Земля (79° півн. ш.)¹.

В середині 1960-х років, задовго до аварії на ЧАЕС, біофізик [Grodzinsky 1965], киянин, дослідив природну радіоактивність рослин і ґрунтів в Україні, про що тоді знали мало, допоки в 1986 р. не трапилася відома усім катастрофа, після якої дані науковця запрацювали як крапка відліку. У нашому випадку йтиметься про дещо схоже — про існування на планеті ще одного небезпечного «механізму» уповільненої дії, пов'язаного із ОСАП, але тепер вже у Високій Арктиці. Дієвість та властивості монстра доводиться вивчати спільними зусиллями, постійно відкриваючи щось нове [Allen-Gil et al. 2003; Golobokova et al. 2023; Sakerin et al. 2024; Mayer et al. 2024]. Оттепер з'явилися підстави вважати, що оприлюднені у статті екотоксикологічні відомості щодо архіпелагу працюватимуть як умовна точка відліку, адже як з'ясувалося, усе схоже, але лише частково, виконано там 15 роками пізніше нашої експедиції.

Стаття є результатом реставрації й нового опрацювання екотоксикологічної компоненти маловідомого широкому загалу, і вважаймо забутої в далеких московських архівах, частини первинного звіту високоширотної експедиції, десантованої на о. Більшовик на період з 15 липня по 30 серпня 1991 р. (рис. 1). До сьогодні на цей документ [Prydatko et al. 1991] не посилялися ні в одній із публікацій, присвяченій Високій Арктиці, тобто майже 35 років.

¹ Таймирський (Долгано-Ненецький) муніципальний район Красноярського краю РФ. Частина архіпелагу — це заказник «Североземельський».

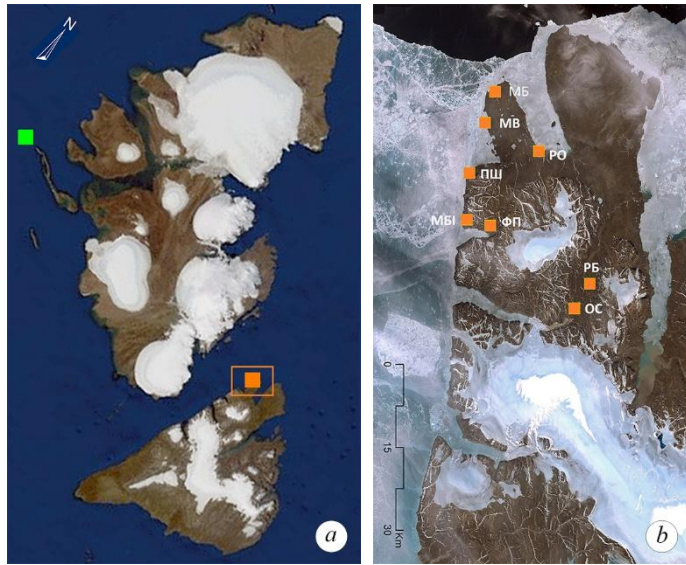


Рис. 1. Архіпелаг Північна Земля (фрагменти) і місця збирання зоологічних еко-токсикологічних зразків: (а) помаранчеве — наша експедиція (1991); зелене — експедиція 2006 р. [Miljeteig *et al.* 2009]; (б) наші локації, див. текст і табл. 1–2. Джерела інформації з дистанційного зондування Землі: Landsat (TerraColor NextGen, World Imagery map (June 26, 2019)); USGS Landsat-7 (July 29, 1999).

Fig. 1. The Severnaya Zemlya archipelago fragments and locations where the zooco-toxicological samples were collected: (a) orange—by our expedition (1991), green—by the 2006 expedition [Miljeteig *et al.* 2009]; (b) our locations, see the text and tables 1–2. The remote sensing data sources: Landsat (TerraColor NextGen, World Imagery map (June 26, 2019)); USGS Landsat-7 (July 29, 1999).

Головною метою експедиції був пошук та мічення ведмедя білого (*Ursus maritimus*)², про що основні виконавці спроміглися розповісти в деталях через сім років після повернення на материк — див. [Belikov *et al.* 1998]. Про деякі зоологічні дані, зібрані в 1991 році, за участі автора, суспільство було проінформоване вже через три роки — див. [Volkov & Pridatko 1994 *a–b*]. Окремі щоденникові записи автора з біології побережника морського (*Calidris maritima*), теж оприлюднили без зволікань — в малотиражних бюлетенях, що друкував «ЗИН». Та, як бачимо, екотоксикологічна компонента також була присутня, але із часом забулася.

Втім, десь у 2010-х нотатка про збирання екотоксикологічних даних, під час зазначеної експедиції, все ж засвітилася, зокрема, в російськомовному вікіпедійному нарисі про острів Більшовик³, але не більше. Навіть у статтях [Miljeteig *et al.* 2009; Lucia *et al.* 2015], присвячених архіпелагу та екотоксикології, про зазначений факт нічого не було сказано. Так само — в публікації [Letcher *et al.* 2010], де Північна Земля увійшла в підсумковий граф (про наявність ін-формації про «органогалогени» за тодішні останні сім років), але знов-таки, лише із посиланням на дані за 2006 рік, тобто на [Miljeteig *et al.* 2009].

Нагадаю, що Північну Землю (РФ) відкрила 1913 року⁴ експедиція «ГЭСЛО», на чолі із капітаном 2-го рангу Б. Вількицьким, а вперше ретельно дослідила в 1930-х експедиція колишнього партійного діяча, а потім полярника, Г. Ушакова та трьох його товаришів. Вважається, що це був останній великий архіпелаг на планеті, який люди знайшли та закартографували [Barr 1975]. Не так давно науковці іще свідчили, що прибережна екосистема архіпелагу залишається однією із найменш вивчених [Gavrilo *et al.* 2020], не кажучи вже про величезні внутрішні райони, адже значна частина території вкрита льодовиками (див. рис. 1).

Тому, віднайдення копії згаданого вище звіту є чималою вдачею. Зазначу наперед: станом на зараз допоміжні *e*-інструменти (інтернет-пошуковики) не знаходять у всемережжі нічого подібного, пов'язаного, одночасно, із 1990-ми роками, архіпелагом та умістом антропогенних токсикантів саме в тканинах і органах тамтешніх тварин.

Для вітчизняної теріологічної школи подібне дослідження, безумовно, є раритетом. Зазначу й наступне: інформації про участь українців та вихідців з України (у відкритті архіпелагу Північна Земля та дослідженні його фауни), у всемережжі немає взагалі. Ніхто ніколи не

² Латинські назви ссавців — за [Wilson & Reeder 2005], українські — із врахуванням публікацій *Theriologia Ukrainica* (URL); те саме птахів — за [Birds of the World 2026]; українські — із врахуванням [Fesenko 2018].

³ Большевик (остров). URL.

⁴ ГЭСЛО — від рос. «Гидрографическая экспедиция Северного Ледовитого океана (1913–1915)», здійснена на криголазних пароплавах «Таймир» та «Вайгач».

звертав на це увагу. Втім, скоріше за все, морські офіцери, причетні до відкриття архіпелагу, здобули освіту у Морському кадетському корпусі колишньої імперії, де серед викладачів-засновників (та авторів підручників), були вихідці з України [Prydatko-Dolin 2019; 2024].

Експедиція 1991 р. на архіпелаг виконувалась під орудою одного із відгалужень «ВНИИ-природа»⁵, адміністративний офіс якого розміщувався в Знаменське-Садки (Підмосков'я), і підпорядкованого тоді міністерству сільського господарства РРСФР. Автор був відряджений на архіпелаг Інститутом зоології АН Казахської РСР (ІЗ Каз РСР, Алма-Ата)⁶, як зоолог, який мав багаторічний досвід роботи на островах Арктики, на запит «ВНИИприрода».

Роботи, пов'язані з екоотоксикологією, автор виконував додатково до орнітологічних завдань, ініціювавши вивчення вмісту стійких токсикантів антропогенного походження, зосереджених в тканинах та органах північно-земельських хребетних тварин (ссавців, птахів, риби). Йшлося про гексахлорциклогексан (ГХЦГ та його ізомери α , β , γ), поліхлоровані дифеніли (ПХБ, у вигляді сполук А30, А50), дихлордифенілтрихлорметилметан (ДДТ і його метаболіт ДДЕ — дихлордифенілетилен), та важкі метали (Zn, Cu, Co, Pb). Сьогоднішнє оприлюднення звіту, нехай часткове, є також віданням шані казахстанським колегам⁷, які долучались до роботи фактично на добровільних засадах — це В. Нілов, Б. Брагин, О. Курпський та В. Волков.

В даній статті акцент зроблено на ссавцях, хоча вибірка щодо них сягала лише 7% від загальної. Надалі, аби якось компенсувати невиваженість, нами були використані дані щодо птахів та риби (табл. 1–2). Це допомогло побачити загальну картину, а залучивши порівняльний матеріал інших авторів, упевнитися, що дані 1991 року залишатимуться відтепер піонерними.

Розгорнутим інститутським звітам часто передують сигнальні розробки внутрішнього користування. Так і було — див. [Prydatko et al. 1991]⁸. Цей первинний документ надійшов в Знаменське-Садки, із Алмати, невдовзі після повернення автора з Північної Землі. На алматинській копії зберіглася дата виконання — 28 жовтня 1991 року. Нагадаю, що експедиція на о. Більшовик тривала з 15 липня по 30 серпня. Отже, усі токсикологічні аналізи були виконані дуже швидко — завдяки казахстанським колегам.

11 січня 1992 року, перебуваючи в Києві, автор отримав від учасника експедиції А. В. (Москва), ксерокопію частини завершального звіту «ВНИИприрода», а саме сторінки 41–45, із текстом розділу «3.2. Содержание антропогенных токсикантов...».

Таким чином, додатково до первинного, алматинського документа [Prydatko et al. 1991], на світ з'явився й знаменсько-садківський передрук, що містив прикрі помилки. Якщо у первинному документі, в примітці до підсумкової таблиці (із даними про уміст ХОП та ПХБ), було зазначено, що зразок «24» — це *шкарлуна яйця чорної казарки*, а «25» — *печінка сайки*, то у передруці позначки «25», і відповідних деталей, не було зовсім, а зразок «24» (*шкарлуна яйця V. bernicla*) перетворився, помилково, на печінку *V. saida*. Тобто зник. Деталі щодо зразка «42» — рульові пера *P. eburnea*, р. Базова, де Σ ПХБ_{А30} = 3076,92 мкг/кг, передрукували невірною як 307,92. (Нижче, в табл. 1–2 усе це враховано.)

У мене зберігся рідкісний, як для наших часів, лист-звернення інституту ІЗ АН Каз РСР до одного із райвідділів МВС м. Алмати — про сприяння відрядження автора на Північ. Сьогодні цей екзотичний лист допоміг згадати, як взагалі в 1990-х діставалися о. Більшовик, тобто яким був шлях, що долався, аби спочатку зібрати екоотоксикологічні зразки, а потім доставити їх «на материк», до лабораторії.

⁵ Відділ з питань екології Арктики, керований д.б.н. С. Успенським. Назва головної установи змінювалась: ЦЛОП (1955) → «ВНИИприрода» (...) → «ВНИИ Экология» (2016). Після 2022 року загарбники створили філіал цього «ВНИИ» в окупованому українському Донецьку. Безумовно, невдовзі такий філіал буде ліквідований.

⁶ Сьогодні — Інститут зоології Комітету науки Міністерства освіти та науки Респ. Казахстан, Алмати. URL.

⁷ Про колишній потужний екоотоксикологічний аспект діяльності ІЗ АН Казахської РСР почали забувати. Далі в знаки кадрові втрати й реструктуризація. Лабораторія орнітології проф. Е. Гаврилова, із якої автор відряджався на Північ, була розформована в 1990-х, і відновила роботу лише у 2000-х.

⁸ У 1991 р. до «ВНИИприрода» надійшли й інші тексти, розроблені автором: «Кольцевание морских колонизаторских птиц на о. Большевик», «Морские орнитокомплексы архипелага Северная Земля» — не оприлюднені до цього часу.

Було так: із Алмати — літаком до Москви (Шереметьєво). Далі, із Домодєдово, на гелікоптері «МІ-6», що належав об'єднанню «Севморгеология» — через Норильськ («Валёк», із ночівлею), Хатангу, мис Челюскін, до однойменної полярної станції. Звідти — на гелікоптері МІ-8, до м. Анцева (полярна станція «Солнечная»), м. Баранова (полярна станція «Прима»). Мій зворотній шлях був дещо іншим: м. Баранова, м. Анцева, м. Челюскін (із тижневою ночівлею на полярній станції), м. Стерлігова, Діксон (із ночівлею), Воркута, Москва, Алмати.

Поштовхом до реставрації екотоксикологічної частини звіту 1991 р. стали, звичайно, не вади якихось вебсторінок, а необхідність врятувати рідкісні свідчення від випадкового знищення — в умовах нищівних бомбардувань Києва, вчинюваних путіністами. Тим більше, як тепер з'ясувалося, навіть в модерних публікаціях [Miljeteig *et al.* 2009; Letcher *et al.* 2010], про експедицію 1991 р. науковці нічого не писали. Додам, що з огляду на сучасне заполітизоване відношення чинної влади РФ до досліджень, пов'язаних з Арктикою, та ще й розв'язану ними війну, годі сподіватися що хтось там згадає про арктичний звіт початку 1990-х, створений за ініціативи та участі киянина. Тому, зробимо це в Україні, для *Theriologia Ukrainica*.

Територія дослідження та умови

Експедиційні роботи здійснювали в північній частині о. Більшовик (рис. 1 *a–b*), позаяк ми залежали від полярної станції «Мис Баранова» (у побуті «Прима»), орієнтовні координати якої, це: 79.2793, 101.6261 (WV2 від 3 серпня 2021 р.). Тут і далі, для визначення координат, автор використовував ресурс USGS EROS (Earth Explorer) та ESRI (World Imagery Wayback). Для описування локацій, як допоміжний матеріал, долучали також мапи: Т-47, X, XI, XII «фіорд Марата» (актуальність 1982, видання 1992); Т-45-46-47-48 «Общая» (перше видання 1957); Т-48, VII, VIII, IX «залив Ахматова» (актуальність 1982, видання 1988).

Полярна станція «Прима» була однією із найкрупніших в Арктиці в 1990-х, і вважалася чи не найкраще пристосованою для роботи сезонних експедицій — через присутність додаткових будівель. (Однак, вже 1996 р. її закрили, але у 2013 р. розконсервували знову.)

Одночасно із нами, окрім зимівників, на станції перебувало 35 людей, включаючи кінознімальну групу, яка привезла з собою на архіпелаг двох полярних ведмедів, вихованих дресирувальником Ш-ко. (За усі роки роботи в Арктиці автор нічого подібного не бачив.)

В найближчій до станції місцевості ми пересувалися пішки, віддаляючись від житла на лічені кілометри. Втім довші подорожі теж намагалися здійснювати. Мені (разом з А. Волковим, а потім В. Булавінцевим та І. Сафроновою), вдалося виконати декілька таких маршрутів, зокрема: від м. Баранова до островів Берегових і бухти Амба, в напрямку м. Візе; від м. Баранова до м. Братів Ігнатових і гирла фіорда Партизанського і далі; долиною Сумнівів (р. Базова), до оз. Спартаківського і південних терас г. Маяковського (див, табл. 1–2, рис. 1 *b*). Пересуваючись по кризі протоки Шокальського, подекуди вкритій снігом, ми із А. В. долучали лижі, а в один із підхожих днів, для повернення на станцію «Прима», скористалися попутним вітром (як автор робив це неодноразово на о. Врангеля), пристосувавши в якості «вітриль» розгорнуті накладки каркасних наплічників «Срмак», закріплених на лижних палицях.

Коли випадала нагода, експедиція використовувала всюдихід полярників (ГТ-Т). Ним, приміром, нам вдалося дістатися півострова Оленячого, де розташовувалась тимчасова полярна станція «Мыс Песчаный» (79.426500°, 102.481800°). Так само, на всюдиході, ми подорожували в мало відвідуваний край, розташований східніше м. Баранова, поблизу річки Базової, урочищі Долина Сумнівів — див. список локацій зі збирання зразків (табл. 1–2).

Перебуваючи за межами станції, жили в переносних легких наметах, або у стаціонарному геологічному, де вміщалося 5 розкладних ліжок, грубка-крапельниця, спорядження. Експедиційне літо промайнуло швидко, адже погода була дуже мінливою. Наприклад, 7–8 липня падав «крижаний дощ», 23–25 липня хурделило, 29–30 липня лютувала буря, а 11 серпня бив сніговій. Тому іноді доводилося перебувати в наметі декілька днів, очікуючи прояснення. Середня температура повітря на острові у липні-вересні (1991–2020) змінювалася від +1,7°C до –2,7°C. Влітку 2020 р. несподівано було зафіксовано прогрівання повітря до +17°C.

Екотоксикологічні зразки збирали при кожній нагоді. В списку відвіданих автором локацій (додатково до перелічених в табл. 1–2), були також миси Челюскін, Стерлігова та Діксон.

Ссавці о. Більшовик (довідково)

В роки нашої експедиції знання про ссавців архіпелагу залишалися уривчастими. Цільових теріологічних зведень не було зовсім — це, зокрема, з-за великої сумарної площі островів (~37000 км²), віддаленості їх від материка, дуже високої вартости експедиційних робіт. Відповідних зведень немає й до сьогодні.

Дослідники продовжують посилалися, у тому числі на спогади першопрохідців, які іноді добували ссавців у цьому секторі Арктики. Зокрема — А. Nordenskiöld, А. Novgaard, R. Amundsen, F. Nansen, оригінальні праці яких в оцифрованому вигляді є доступними в Internet Archive. Дотепер використовують також спогади учасників «ГЭСЛО» (Б. Давидова, Б. Вількицького, Л. Старокадомського, П. Новопащенко, Е. Арнгольда, Н. Транзе та інших), зібраних нещодавно в одній збірці [Kuznetsov 2018]. Використовують рукописи й щоденники Н. Демме 1930-х, або витяги із них [Laktionov 1936]. Також — учасників експедиції «СЗ ИС ВСНХ»⁹, тобто Г. Ушакова та Н. Урванцева [Urvantsev 1935; Ushakov 1951]. Однак записи їхніх супутників — С. Журавльова (~1200 сторінок)¹⁰ та В. Ходова, є менш відомими. Віднедавна дослідники почали цитувати сезонні щоденникові записи зоологів С. Белікова, Т. Рандла, В. Булавінцева, М. Гаврило та небагатьох інших.

Втім, щодо наземних ссавців, то з причин помітного браку інформації, і зараз доводиться зужитковувати аналогії та порівняння, або вишукувати теріологічні спостереження в публікаціях мандрівного, краєзнавчого, або навіть суто орнітологічного спрямування, як от [Laktionov 1936; Gavrilov 1988; de Korte *et al.* 1994]. Приміром, А. Лактіонов зафіксував, що 1934-й був роком «урожаю лемінгів» на о. Більшовик, і додав рідкісні дані Н. Демме з обліку лемінгів 1931...1932 років, виконаних нею на о. Домашній; М. Гаврило спостерігала масове розмноження лемінга копитного на о. Жовтневої Революції («Октябрьской Революции») в 1985-му; de Korte із колегами перелічили у статті усіх наземних ссавців, знайдених на о. Більшовик (див. нижче), і таке інше.

Не так давно одні вважали, що архіпелаг слід віднести до зони полярних пустель (В. Александрова, Ю. Чернов), інші — до підзони високоарктичних тундр (Б. Юрцев та колеги). Априорі — сучасна наземна теріофауна о. Більшовик є збідненою. (Нижче я навів приклади власних маршрутних записів, які теж свідчать про цю збідненість.)

Загалом, іще з 1930-х років [Urvantsev 1935; Ushakov 1951] було відомо, що наземну теріофауну архіпелагу формували ведмідь білий, олень дикий північний, песець та лемінг. І додаймо, з деякого часу, — собака (*Canis familiaris*). Наприклад, в експедиції Г. Ушакова було 43 іздових собаки [Urvantsev 1933]. Пізніше, без сумнівів, якийсь час люди утримували собак поблизу своїх помешкань. Звернімо увагу — в 1930-х згадок про вовка у щоденниках Г. Ушакова та Н. Урванцева не було зовсім. Отже, в сучасній інтерпретації маємо: *Ursus maritimus* — карсько- та лаптевсько-морська субпопуляції [Status... 2021]; *Rangifer tarandus* (s. str.) — мабуть, євразійський підвид; *Vulpes lagopus* (s. str.) — ймовірно, сибірський підвид; та лемінг. Останній, згідно із [Abramson *et al.* 2004], є реліктовим постплейстоценовим різновидом копитного лемінга, що займає місце між *D. hudsonius* та *D. groenlandicus*.

Що відбувалося із наземною фауною після 1930-х років, зокрема хижими, ми не знаємо, але відомо, що в 1980-х на о. Більшовик та Жовтневої Революції полярники бачили групи вовків (*Canis lupus*) [de Korte *et al.* 1994: цит. за Belikov & Randla 1987]. Ними зазначено, що у 1991 р. біля м. Візе було знайдено загиблого вовка, але вони не уточнили, що відбулося це саме під час мого з А. Волковим пішого маршруту на м. Візе 23 липня, звідки ми й принесли у табір на м. Баранова зразок м'язів вовка (табл. 1–2) і виконали виміри звіра (див. нижче).

⁹ СЗ ИС ВСНХ — «Североземельская экспедиция (1930–1932) Института по изучению Севера при Высшем совете народного хозяйства».

¹⁰ Записи щодо Північної Землі, розшифровані М. Болотніковим, зберігаються в ЦГАНР (РГАЭ РФ), ф. 444.

Там само [ibid.: 232] колеги підсумували (із посиланням на [Laktionov 1936; Belikov & Randla 1987] та опитувальні дані), що чисельність оленя на архіпелазі, мабуть, є меншою за 100 голів. Там само [ibid.: 232] вказано, що на острові бачили зайців білих (*Lepus timidus*). В одному з випадків це трапилося під час нашої експедиції, і в щоденнику автора збереглися окремі записи на ці теми (див. нижче). Фактично в них йтиметься про епізоди маршрутного обрахунку¹¹, у т. ч. ссавців, виконані у північно-західній частині острова. (У попередніх статтях [Volkov & Pridatko 1994 a–b] схожі маршрутні дані використано для розрахунків щільності населення птахів на о. Більшовик — із застосуванням методики М. Челінцева, запропонованої ним іще в 1985 р., але для обліку лігв ведмедя білого на о. Врангеля.

20.07.91. Маршрут — на південь від полярної станції «Мис Баранова» у бік м. Візе, прибережною тундрою та морем, по кризі, із переходом бухти Амба. Протяжність (в один бік): ~8 км. Зустріли: птахів (76 особин 7 видів); ведмедів білих (♀2COYs)¹²; загиблого псаця (ad†, вагою 2,5 кг); пораненого оленя (♂ad); зайця (ad).

23.07.91. Маршрут — той самий напрямом. Протяжність (в один бік): ~4 км. Знайшли, окрім усього іншого, рештки дорослого вовка (♂?†), і виконали деякі вимірювання: довжина вуха 15 см; довжина і ширина стопи — 12,5 см та ~7,2 см, відповідно; ширина п'яти 3,7 см.

27.07.91. Маршрут — у верхів'я фіорда Партизанський, кам'янистою троговою долиною (відгалуженням льодовика Мушкетова). Протяжність: ~2,8 км. Тварин немає взагалі (навіть пуночок не зустріли).

01.08.91. Маршрут — долиною р. Базова. Протяжність: ~6 км. Натрапили на слід зайця (?).

02.08.91. Маршрут (там же) — у бік фіорда Спартак та південних терас г. Маяковського. Протяжність: ~8,2 км. Знайшли, окрім усього іншого, слід оленя.

06–07.08.91. Маршрут — долиною р. Базова, до оз. Спартаківське, і далі до фіорду Спартак, із виходом на нижні південні тераси г. Маяковського. Протяжність (в обидва боки): 35,2 км. Окрім птахів [див. Volkov & Pridatko 1994 a–b] в цій місцевості нікого більше не бачили.

16.08.91. Полярна станція «Мис Баранова». Вночі приходила самиця із ведмежатами (♀2COYs); розмір сліду задньої лапи: 17x9 см.

Примітка: в публікації [Volkov & Pridatko 1994 b: 218] є нотатка про те, що на р. Останцева, в 100 м від колоній мартинів білих, ми натрапили на сліди ведмедя, який, судячи з усього, не робив спроб зайти в колонію. (Річка Останцева знаходиться на відстані ~16 км на SSE від м. Баранова.) Втім, у моєму щоденнику зберігся й такий запис: 19.07.91, п.с. «Мис Баранова», мартинів білих немає, і у нас склалося враження, що на це вплинула нещодавня надмірна активність людей, пов'язана із кінознімальною групою та їхніми двома білими ведмедями (див. вище).

Там само [ibid.: 232] колеги занотували, що в 1970-х та в 1992-му роках теріологи С. Беліков та Т. Рандла, а також ботанік І. Сафронова незалежно натрапляли на живу особину та на мумію горноста (*Mustela erminea*), відповідно.

Отже, усього на острові Більшовик відмічено сім видів (наземних та напівморських) ссавців. Нам вдалося узяти екотоксикологічні зразки у двох. Всі вони репрезентують представників вищих трофічних рівнів.

Обсяги робіт та методика

В кінці серпня 1991 р. (уперше для архіпелагу) в нашому розпорядженні опинилося 46 зразків тканин та органів восьми видів хребетних тварин, добутих різними способами в північно-західній частині острова Більшовик, а саме: ссавців (песець — *Vulpes lagopus* (s. str.), вовк полярний — *Canis lupus* (s. str.); птахів (мартин трипалий — *Rissa tridactyla*, чистун арктичний — *Serpheus grylle*, мартин сріблястий — *Larus argentatus*, мартин білий — *Pagophila eburnea*, казарка чорна — *Branta bernicla*; риби (сайка — *Boreogadus saida*).

¹¹ Протяжність маршрутів автор оцінював із допомогою механічного крокоміра «Заря» (Пенза).

¹² COYs — cubs of the year (one-year-olds), або малюки сьогорічки.

Це дозволило отримати 315 показників умісту ХОП і ПХБ та 132 — важких металів. Загалом, зібраних даних було більше, але деякі зразки довелося забракувати, з-за неналежної їх фіксації та інших причин: 10 — щодо ссавців, 20 — птахів, 10 — риб. В першому із перелічених випадків йдеться про дорослого самця дикого північного оленя *R. tarandus* (s. str.), див. нижче.

До технічних втрат маємо віднести дані про зразок «25» — це коли у московському передруку замість *шкарлупи яйця казарки чорної* в підсумкову таблицю помилково вписали *печінку сайки*. Щодо зразка «42» — переплутали сумарний уміст ПХБ. Усе інше — не потерпіло від передрукування і дозволяє відібрати, для порівняння, якщо потрібно, одноманітний матеріал, наприклад, про уміст ХОП, ПХБ та ВМ, лише у м'язах (ссавців, птахів та риб) і таке інше.

Уміст важких металів (табл. 1–2) ми вказали із точністю до тисячних, а ХОП та ПХБ — до сотих, як це було в первинному алматинському звіті [див. Prydatko et al. 1991].

Додам, що плануючи збирання екотоксикологічних зразків, ми більше поклалися на випадок, аніж на пряме полювання — можливість натрапити в тундрі чи на узбережжі, на рештки тварин, які загинули за різних обставин. Саме так добули зразки тканин і органів песця, вовка, мартина білого, мартина трипалого, казарки чорної та чистуна арктичного. Також, в одному із маршрутів, виконаних у бік мису Візе, ми випадково натрапили на скаліченого північного оленя, який мав жакликий відкритий перелом передньої кінцівки (fractura) — див. мій запис у щоденнику. Було видно, що тварина дуже страждає, але допомогти їй не було ніякої можливості. Зрештою, А. В. застрелив оленя із карабіна. (Здобич залишилася в тундрі.) Не маючи потрібних інструментів, посуду та засобів фіксації, ми скористалися «підручними», але цього було недостатньо. Тому потім від усього зібраного довелося відмовитися.

Дорослих птахів та пташенят добували або руками, або сильцями, як от мартина білого¹³, і потім відпускали.

Сьогодні, у порівнянні із 1990-ми роками, підходи до проведення екотоксикологічних досліджень багато в чому змінилися, вдосконалилися. Значно покращилася й приладова база. Втім, задля порівняння, додаю стислий огляд наших підходів, записаний зі слів казахстанських колег. Важливими, для подальших порівнянь, є примітки про тодішню порогову чутливість обладнання: газо-хроматографічного пристрою — до 0,001 нг/мкг; атомно-абсорбційного спектрометра — до 0,05 мкг/мл. Деякі інші деталі — нижче.

Усіх добутих (чи знайдених загиблими) тварин вимірювали та зважували. Якщо здійснювали розтин, то виокремлювали: мозок, легені, печінку, нирки, нутряний жир, м'язи (у птахів, переважно, грудні), носову залозу, перо. У деяких дорослих птахів відрізали дві-три махових, контурних, або рульових пір'їни, які теж долучали до аналізів. (Брали до уваги досвід, отриманий в Казахстані, див. [Pridatko & Nilov 1991].) Зрідка збирали й кісткову тканину (зразок 31) — це з метою, при можливості, дослідити уміст радіонуклідів.

Зразки зважували на місці, з точністю до 2,5 мг, дорожніми аптечними вагами. (Усе інше, як от загиблого песця, зважували з допомогою саморобних плечових терезів.) Під час розтинів зужитковували хірургічні інструменти, попередньо протерті ватним тампоном, змоченим у 70% спирті. Зразки подрібнювали ножицями й переміщували в спеціальний заводський скляний флакон, об'ємом 25 мл, заповнений фіксатором (Н-гексаном). Флакони закорковували стерильними фабричними поліетиленовими, а потім додатковими пластиковими виробами, що закручувалися. Пляшки зі зразками зберігали на відкритому повітрі, захищаючи їх від попадання прямих сонячних променів — при температурі, яка в тих умовах, не підіймалася вище 5° С. Надалі зразки, зафіксовані в Н-гексані, використовували як для оцінювання умісту ХОП і ПХБ, так і важких металів.

Пізніше, в умовах стаціонару, в Алма-Ата, спеціальну обробку зразків (для аналізу на уміст ХОП і ПХБ) продовжували, що включало, зокрема, екстракцію (очікуваних) отрут органічними розчинниками, очищення отриманого екстракту концентрованою сірчаною кислотою, промивання дистилятом, дегідратацію сульфатом натрію та упарювання вже очищеного гексанового екстракту до об'єму 2 мл. Після цього, весь матеріал піддавали регламентованому газо-хроматографічному аналізу — на установці «Хром-5» (GC Chrom 5) чеського виробництва, оснащеної детектором захоплення електронів. Температурні режими роботи випарника і детектора становили 220° С, колонки 190° С. Швидкість руху носія газу (аргону) складала 60 мм/хв. Уважали, що порогова чутливість приладу сягала 0,001 нг/мкг¹⁴.

¹³ Цей птах є у списку охоронюваних видів IUCN. (Застосувати індійські сильця для їх відловлювання запропонував автор — за досвідом роботи, отриманим в лабораторії проф. Е. Гаврилова, Алма-Ата.)

¹⁴ За інструкцією «Сопроводительная техническая документация: Газовый хроматограф ХРОМ 5» (1978).

Список досліджених токсикантів був таким: персистентні пестициди ДДТ (і його метаболіт ДДЕ), ГХЦГ (і його ізомери α , β , γ)¹⁵, ПХБ (А30, А50). В останньому випадку брали до уваги німецькі назви стандартів хлорофенів, що містили 32% і 48% хлору, відповідно [за: Babkina 1976]. Пізніше у списку державних рекомендацій з підготовки й проведення відповідних досліджень, з'явилась публікація [Novikova et al. 1983].

Для аналізу зразків на вміст важких металів їх повторно фіксували, додаючи 3–5 мл концентрованої азотної кислоти. Сира маса нового «доважку» становила 1 г. Надалі зразки робили більш концентрованими (випарювання), з додаванням соляної кислоти й доведенням умісту до контрольного об'єму 7 мл. Отримані переводили в розчинений стан в спеціальних герметичних реакторах, при високому тиску, — шляхом нагрівання до 150° С, в суміші із 5 мл концентрованої азотної кислоти. Після цього зразки переміщували в скляний посуд об'ємом 30 мл, закривали капроновим корком, маркували й піддавали спектрофотометрії (СФМ).

СФМ-процедуру здійснювали із допомогою атомно-абсорбційного спектрометра (ААС-ІН) німецького виробництва, з вимірюваннями в одно- і трипроменевому режимах, в залежності від необхідної чутливості. Рідкий зразок піддавали розпиленню в бутан-пропановому полум'ї, де атоми металу розчину переводилися в основний стан. При цьому, як очікувалося, атоми металів поглинали переважно випромінювання тих довжин хвиль, які відповідали переходу з основного стану в очікуваний. Необхідну для такого поглинання резонансну «лінію» отримували із допомогою ламп із повним катодом, що давали надзвичайно малу ширину тестової смуги. Цей катод постачальник ламп виробляв зі спеціально вибраного ним елемента. Після дифракційного монохроматора ослаблений в результаті атомного поглинання світловий потік, потрапляв на фотоприймач і там фіксувався. Подальший розрахунок концентрації вихідної речовини проводили за стандартною формулою. Чутливість приладу¹⁶ до слідів Zn і Cu складала 0,1 мкг/мл, до кадмію (Cd) — не нижче 0,05 мкг/мл, Pb — не менше 0,1 мкг/мл. Уважали, що загальна помилка вимірювань коливалася в інтервалі 10%...30%.

У зв'язку з появою на хроматограмі тільки одного різновиду сполук ПХБ, а саме А30, і стійкою відсутністю А50, нами була проведена контрольна перевірка якості партії заводського посуду (і корків), що використовувалися під час експедиції на Північну Землю — це на випадок забруднення їх залишковими кількостями ПХБ ще до початку експерименту. Припущення про можливий наведений ефект, з-за виникнення «піків» А30, не підтвердилися. Вже в ході аналізу в хроматограф кілька разів завантажували стандартні розчини арохлорів, перевіряючи їх відповідність дослідним.

Результати та їх обговорення (вибірково)

На початку 1990-х, не маючи таких пошукових можливостей, які є сьогодні, ми вважали [Prydatko et al. 1991], що екотоксикологічні дослідження (щодо фауни), виконані нами на о. Більшовик, були, мабуть, єдиними, що виникли тоді як доповнення до загальних уявлень про забруднення довкілля совітської Крайньої Півночі [як от: Kalyakin & Ivanova 1985]. Припускали також, що якісь дані з'являлися в рекогносцирувальних звітах рівня «Госкомгидромет» та «ААНИИ», та не виключали, що пошуки слідів токсикантів, ймовірно, вже здійснювали аеророзвідки інших приполярних держав. Але усе виглядало інакше. (Зокрема, ніяких подібних звітів «Госкомгидромет» та «ААНИИ» не існувало.) В ті роки лише одна міжнародна полярна експедиція (МПЕ), що працювала в совітській Арктиці за фінансової підтримки США, Канади та Японії, спромоглася дослідити уміст Cd, Pb, Zn та Cu — це у водно-болотних угіддях архіпелагу [Zhulidov et al. 1997]¹⁷, і визначила, що тамтешні показники були близькими до геохімічного фону. Дані стосувалися 1981, 1984, 1986–1988 та 1993 рр. [ibid.: 245].

Втім, де саме збирали проби учасники МПЕ — автор не зміг з'ясувати. Однак у тексті є нотатка: миси *Неупокоева* та *Вайгач* (В.П.-Д.: 77.921944°, 99.605556°; 78.296034°, 104.825752°, відповідно), що на о. Більшовик. Так чи інакше, на відміну від нас, МПЕ не мала справу із тваринами й не вимірювала уміст ПХБ та ГХЦГ, а щодо важких металів, то досліджувала у т.ч. уміст Cu, із яким ми не працювали, зате ми оцінювали уміст Co, із яким не працювали вони. Різною була й приладова основа.

Сьогодні з'явилась можливість подивитися на усе ширше. Лише віднедавна відповідний, і дуже складний екотоксикологічний північний «пазл», почав складатися.

¹⁵ Ізомери δ , ϵ , ζ , η , θ — в ті роки ще не були вивчені.

¹⁶ Це єдине місце у первинному рукописі зі словом *кадмий*, рос., але що, мабуть, було хибодруком, адже далі в усіх таблицях звіту згадувався тільки *кобальт* (Co).

¹⁷ У статті згадано також о-ви Врангеля та Геральд (Vrangel, Gerald). Зазначу, що в кінці 1980-х, перебуваючи на о. Врангеля, ім'ярек допоміг зібрати і переправити на материк із десятків проб осадів.

Наприклад, упродовж 2003–2024 років накопичилися недоступні раніше дані щодо міграції аерозолів в Арктиці [Shevchenko *et al.* 2003; Vinogradova & Ivanova 2018 *a–b*; McConnell *et al.* 2019; Golobokova *et al.* 2023; Sakerin *et al.* 2024]. Різноманітні новітні дослідження появилися й завдяки ініціативам АМАР (Тромсø)¹⁸. Загалом, спільні вимірювання показали вкрай низькі, часто на рівні «фонів», концентрації забруднювачів — у ґрунтах, донних осадах, поверхневих водах й атмосфері. Так само, на рівні слідів, в атмосфері та осадах, фіксували присутність Hg, Pb, Cd. (Та звернімо увагу, йшлося про долі нанограмів на кубометр.) Одночасно із такими, прямо скажемо, мінімізованими уявленнями про стан справ, прийшло й зрозуміння того, що вплив віддалених джерел забруднення на довкілля в Арктиці, все ж відбувається.

Після важкої порівняльної роботи, деяким дослідникам вдалося помітити, що існує трансарктичний градієнт зміни концентрацій стійких галогенованих органічних забруднювачів, взятих у зразках органів і тканин тварин Півночі, — із заходу на схід [Letcher *et al.* 2010].

Щодо архіпелагу Північна Земля, то він до сьогодні залишається територією маловивченою, де немає постійного населення. Тому важко було очікувати, що (у питанні про забруднення) тут проявить себе якийсь «тренд». Серед мешканців островів — персонал декількох полярних станцій, золотодобувної артілі, злітно-посадкової смуги, сезонних експедицій тощо. Отже, потенційних локальних джерел, із яких в екосистемі може потрапляти суттєве забруднення, обмаль. І як ми вже читали, в 1981...1993 роках уміст Cd, Pb, Zn та Cu у тамтешніх водно-болотяних угіддях тримався на рівні фонових геохімічних значень [Zhulidov *et al.* 1997]. В трофічних ланцюгах нічого загрозливого не мало бути.

Проте, як зафіксувала в 1991 р. саме наша експедиція, небезпечні токсиканти антропогенного походження на архіпелазі уже не те що були, а навіть спроміглися «просочитися» в трофічні ланцюги. Нагадаю, йдеться не про одну якусь тварину, чи один зразок тканини, чи органу. У нашій вибірці — ссавці, птахи, риби, а в списку досліджених зразків — м'язи, мізки, нирки, печінки, жирові тканини, сольові залози, шкарлупа яєць, пера.

Ба більше, оттепер наше дослідження створює логічний місток між згаданою (заспокійливою) статистикою кінця 1980-х, щодо геохімічного фону [Zhulidov *et al.* 1997], і досить гучною екоотоксикологічною новиною 2006 р. — про віднайдення підвищеної концентрацій Hg і ПХБ у вибірці із гомогенатів 12 яєць мартина білого (*Pagophila eburnea*), зібраних на о. Домашній [Miljeteig *et al.* 2009] (див. рис. 1). Медіанні значення, добуті С. Miljeteig та колегами, були наступними, згідно з оригіналом їхньої статті, вибірково: Hg $\approx 0,11 \mu\text{g/g ww}$; $\Sigma\text{PCB} \approx 16100 \text{ ng/g lw}$; ΣDDT (переважно DDE) $\approx 11000 \text{ ng/g lw}$; $\beta\text{-HCH} \approx 288 \text{ ng/g lw}$ [ibid.: 5523]¹⁹.

У даному прикладі ми перелічили лише показники, якими самі скористалися, але п'ятнадцятьма роками раніше. Втім, не забуваємо, що у нас, на відміну від групи С. Miljeteig, одиниці вимірювання були різними. Варіювали також назви та модифікації хімічних сполук. Тому, для подальшого зіставлення, маємо виконати додаткові перетворення, осучаснити записи.

На додаток [Miljeteig *et al.* 2009] спроміглися порівняти свої результати з іншими, зібраними на Шпіцбергені (о. Свенскойя) та Землі Франца Йосипа («Нагурське», Земля Олександрі; м. Клюв, острів Ева-Лів), після чого дійшли висновку, що зіткнулися із одними із найвищих значень, відомих для морських птахів Арктики. У ті ж роки [Letcher *et al.* 2010] вдалося помітити, як розрізнені дані (щодо тварин взагалі), формують невідомі раніше трансарктичні тренди. Невдовзі, після доповнення відповідних рядів даними із північно-східної Гренландії та північної Канади [Lucia *et al.* 2015], вчені побачили, що підвищення умісту токсикантів у тканинах та органах *Pagophila eburnea* трапляється й далеко за межами о. Домашній.

Нагадаю, що в праці [Miljeteig *et al.* 2009] йшлося лише про мартин білого, а про інших тварин (риб та ведмеда білого) дослідники згадували побіжно. Нам же вдалося зібрати більше

¹⁸ АМАР — Arctic Monitoring & Assessment Programme.

¹⁹ Скорочення: 1) $\mu\text{g/g ww}$ —... wet weigh, тобто мкг/г вологої маси; 2) PCB—поліхлоровані дифеніли (ПХБ); 3) ng/g lw —... lipid weight, тобто нг/г жирової маси; 4) DDT—дихлордифенілтрихлорметилметан (ДДТ), суміш ізомерів, у т.ч. дихлордифенілдіхлоретилен (ДДЕ); при цьому у зазначеній статті йшлося про ізомер *p,p'*-DDE, що знаходили частіше; 5) HCH—гексахлоран (гексахлорциклогексан, ГХЦГ), суміш ізомерів; тут — β -ізомер.

порівняльного матеріалу, дослідити вміст токсикантів у зразках тканин та органів ссавців, птахів та риб. Сьогодні, з огляду на хронологію проведення екотоксикологічних досліджень в Арктиці, й нові деталі, можна стверджувати: наші дані з о. Більшовик, зібрані в 1991 р., можуть працювати тут як умовна екотоксикологічна крапка відліку.

У первинному звіті 1991 р. усі результати вимірів умісту токсикантів були зведені в об'ємні матриці. У цій статті ми їх дещо змінимо, уніфікуємо (табл. 1–2).

Виходимо з того, що в рік роботи нашої експедиції в біоті о. Більшовик не повинно було бути ніяких антропогенних отрут, адже на архіпелазі ніколи не діяли промислові об'єкти, починаючи з часів відкриття архіпелагу (1913) і закінчуючи виконанням перших картографічних робіт та зведенням перших полярних станцій (1932). Однак, не виключено, що місцеве походження могли мати, приміром, важкі метали. Концентрації Со та Рв в деяких наших зразках були високими. Щодо Zn, то таке траплялося рідше. Проте, у м'язах вовка, який загинув поблизу мису Візе, ми зафіксували 101,99 мг/кг умісту Zn (зразок № 6), а в печінці пташеняти мартина білого з р. Останцевої, так само Zn, — до 97,81 мг/кг (зразок № 22) (див. табл. 1).

Якщо дорослий вовк, очевидно, зміг потрапити на о. Більшовик з материка, пересуваючись по кризі, тобто не бути місцевим, то пташеня мартина білого народилися саме на архіпелазі, і вигодовувалися переважно місцевою рибою та ракоподібними. Водночас із літератури відомо, що полярники та науковці бачили на архіпелазі вовків неодноразово [de Korte *et al.* 1994: за Belikov & Randla 1987]. Тобто цей звір, як і лисиця біла, давно міг зайняти відповідне місце в острівній наземній трофічній піраміді, піднятися там на найвищий із щаблів.

Точкові, місцеві джерела надходження, наприклад, ПХБ, могли з'явитися на острові із повою організацій, що володіли різноманітною технікою, будівельними матеріалами тощо. Знайдені нами у зразках арохлоридів різновиду А30, як відомо, є складниками дуже різних сумішей. Наявність ДДТ (у вигляді метаболіту ДДЕ), також вказувала на ймовірне існування якогось місцевого джерела надходження персистентних пестицидів, яке діяло досить довго, з огляду на час, необхідний для відповідної трансформації сполуки.

Тепер з'явилася можливість зіставити, у першому наближенні, деякі дані [Prydatko *et al.* 1991; Miljeteig *et al.* 2009] принаймні щодо окремих районів архіпелагу Північна Земля. (Не забуваймо, що колеги працювали лише із гомогенатом умісту яєць мартина білого.) Щодо іншого — дивитимемося на нашу вибірку видів, органів і тканин (див. табл. 1–2).

На відміну від колег, ми не вимірювали вміст Hg в тканинах і органах тварин, але знаємо достеменно, що в 1991 р. у північно-західній частині на о. Більшовик вміст інших важких металів (Zn, Cu, Co, Pb) варіював в інтервалі 0,163...101,991 мг/кг, і найбільшим був як раз у *Canis lupus*, і стосувався Zn. Зразки тканин *Vulpes lagopus* також були забруднені важкими металами — це 0,4...21,3 мг/кг. (З огляду на розмірності, якими оперували колеги, додаймо, що зазначене є порівнянним із мкг/г.) У них, на о. Домашній, медіанне значення умісту Hg, в гомогенаті яєць *Pagophila eburnea*, складало 0,11 мкг/г; у нас, щодо Zn, на о. Більшовик, у тканинах та органах пташенят *Pagophila eburnea*, було 17,9 мг/кг.

Уміст сумарного ПХБ у тканинах та органах тварин варіював, в наших дослідках, в інтервалі 0... 8285,02 мкг/кг, а медіанним було 1756,06 мкг/кг. (З огляду на розмірності, із якими працювали колеги, враховуватимемо, що це є порівнянним із нг/г.) У колег медіанне значення умісту ПХБ, на прикладі гомогенату із яєць *Pagophila eburnea*, було 16100 нг/г (n = 12); у нас — на прикладі загиблих пташенят *Pagophila eburnea*, було 3077 мкг/кг (n = 7).

Щодо умісту ДДТ, то в наших пробах цей токсин був відсутній, або, що є точнішим, нашим приладом не фіксувався. Втім, максимальний показник умісту ізомеру ДДЕ, знайдений нами в нирках пташеняти *Pagophila eburnea* (зразок № 20), становив 74,85 мкг/кг. Медіанне значення щодо усіх досліджених нами зразків органів та тканин загиблих пташенят — 1,71 мкг/кг (n = 7). У колег відповідний медіанний уміст токсиканту у гомогенаті, добутому із яєць, сягав 11000 нг/г, тобто був у рази більшим. Додам, що у радянські часи, принаймні щодо м'яса (як їжі), небезпечним уважався рівень умісту ДДТ (ДДТ, ДДЕ) 0,005 мг/кг [Novikova *et al.* 1983: 292]. Отже, вже в 1991 р. ми уперше зафіксували 10-кратне перевищення.

Уміст сумарного ГХЦГ, а фактично ізомеру α -ГХЦГ, зібраного нами у тварини на о. Більшовик, варіював в інтервалі 0...28,14 мкг/кг. Медіанне значення — це 0,11 мкг/кг. У колег, на о. Домашній, медіанний рівень ГХЦГ (β -НСН), визначений в яйцях *Pagophila eburnea*, доходив до 288 нг/г, тобто був на порядок вищим; в наших зразках, щодо пташенят *Pagophila eburnea*, був $\leq 0,00$. (Додам, що в радянські часи, щодо риби, як їжі для людини, небезпечним уважався рівень 0,2 мг/кг [Novikova et al. 1983: 292], читаймо 200 мкг/кг.)

Вже на початку 1990-х архіпелаг Північна Земля не можна було вважати позбавленою токсинів арктичною оазою, адже він зазнав забруднення небезпечними сполуками: ГХЦГ та його ізомерами (принаймні, α); ПХБ (щонайменше сполукою А30); метаболітом ДДЕ; важкими металами (Zn, Cu, Co, Pb). На додаток, іще в 1991 р., як зазначалося у звіті, на невеликій вибірці ($n = 10$), ми знайшли, що між товщиною шкарлупи *Pagophila eburnea* та умістом ГХЦГ та ДДТ існував кореляційний зв'язок: $-0,766$ та $-0,638$ ($P \ll 0,05$), відповідно. Разом із тим, в усіх зразках рильових пір'їн (дорослих *Pagophila eburnea*), які, як відомо, функціонують від линьки до линьки, тобто майже рік, були знайдені сліди ПХБ, а саме 307,9...5128,2 мкг/кг, а це, ймовірно, вже історія не тільки про місцеві, але й дуже віддалені трофічні зв'язки.

Втім, справді, є загадкою: як, та упродовж якого часу, ці небезпечні сполуки встигли процідитися в наземні ландшафтні екосистеми настільки упевнено, аби потім проявити себе, статистично, у найвищих ланках трофічних ланцюгів, — на шаблі наземних ссавців.

Згадані дослідження 1981–1993 рр. про рівень умісту Cd, Pb, Zn та Cu у водно-болотних угіддях архіпелагу, що тримався на рівні геохімічного фону [Zhulidov et al. 1997]), а також деякі розвідки про присутність токсичних елементів і сполук в рухомих аерозолях і водних масах [Shevchenko et al. 2003; Vinogradova & Ivanova 2018 a–b] та звіти [Golobokova et al. 2023; Sakerin et al. 2024] не дають повної відповіді на наші запитання. Як доповнення до подібних високотехнічних спостережень було показано [McConnell et al. 2019], що упродовж надзвичайно довгого періоду (на прикладі кернів із льодовика Академії Наук на о. Комсомолец), уміст Pb у пробах зростає і продовжує зростати. (Мова про нанограми — $\text{ng}/\text{m}^2/\text{y}$).

Пізніше, у 2006 р. у зразках яєць мартина білого (*Pagophila eburnea*) з о. Домашній було виявлено не притаманну для Високої Арктики надмірну концентрацію Hg та ПХБ [Miljeteig et al. 2009]. З урахуванням наших даних для початку 1990-х та розширеного списку досліджених видів тварин (ссавці *Vulpes lagopus* та *Canis lupus*, птахи *Rissa tridactyla*, *Cephus grylle*, *Larus argentatus*, *Pagophila eburnea* та *Branta bernicla*, риба *Boreogadus saida*) загальна картина суттєво доповнюється, що дозволяє зсунути точку відліку початку забруднення архіпелагу небезпечними антропогенними токсикантами майже на 15 років назад.

Виявлення і подальші високі темпи наростання забруднення є фактором ризику існування унікальних і рідкісних видів. Серед останніх важливо зауважити про існування на о. Більшовик реліктового різновиду копитного лемінга (*Dicrostonyx* ex gr. *hudsonius-groenlandicus*) [Abramson et al. 2004], а також кількох тварин зі списку МСОП, зокрема *Ursus maritimus* (категорія VU), *Pagophila eburnea* (NT), і це потрібно сприймати науковцям як «червоний прапорець», тобто ще одну значиму загрозу їх існуванню.

На завершення додам, що зазначені вище вимірювання, напевне дають уяву лише про декотрий «плаский» світ: про узагальнений стан речей, отриманих суспільством на момент завершення деяких експедицій в певних роках. Тому, доцільним буде згадати один із висновків [Prydatko-Dolin 2022], який базувався на вивченні крихт наукової спадщини В. Станчинського [Stanchynsky 1931 a–b], нехай і не отриманих ним саме в Арктиці, — про ймовірне існування в природі не тільки хвиль біомаси (у т.ч. в середовищі гетеротрофів), але й досить складних накладань, і, можливо, навіть інтерференційних ефектів. Тому не виключено, що невдовзі з'являться повідомлення про відкриття іще більш складних явищ, пов'язаних із колообігом антропогенних токсикантів в екосистемах Півночі та Півдня, аніж ми бачимо тепер.

Це дослідження є внеском автора у вітчизняну бібліотеку знань про практики польових робіт в Арктиці та певним відгуком на такі європейські ініціативи, як «Arctic in Eastern Europe. Knowledge, Perception and Communication in 18th–19th century» (Torun, Poland).

Подяки

Реставрація й оприлюднення маловідомих екотоксикологічних даних полярної експедиції 1991 року, практично втрачених совітською системою, є моїм висловом шанування, у першу чергу, колегам із Алмати (Казахстан), які долучилися тоді до роботи фактично на волонтерських засадах — к.б.н. В. Нілову, к.б.н. Б. Брагину, О. Курпському, В. Волкову, лаборантам. Дякую також досліднику Півночі, д.б.н. С. Б. — за сприяння участі автора в експедиції на архіпелаг Північна Земля. Спасибі редакторам видання, які знайшли сили в час війни, в умовах нестабільної роботи Інтернету та зв'язку, вибухів та сирен, зберегти необхідний видавничий потенціал, і навіть продовжували покращувати часопис. Дякую рецензентам — за слушні зауваження, поради та прояв терпіння, із яким вони прочитали (не досконалий на той час) рукопис.

Декларації

Фінансування. Дослідження проведено за власної ініціативою автора, без зв'язку з бюджетними або грантовими темами.

Конфлікт інтересів. Автор не має жодних конфліктів інтересів, які могли вплинути на зміст статті.

Поводження з матеріалом. Дослідження не передбачало роботу з колекційним матеріалом. Для збирання екотоксикологічних зразків використовували лише загиблених тварин, а також шкарлупу яєць та пера.

Використання штучного інтелекту. Генеративні системи штучного інтелекту не застосовувалися при підготовці цього рукопису. Усі результати та інтерпретації є оригінальним внеском автора.

References

- Abramson, N., N. Smirnov, E. Tikhonova. 2004. Morphological studies on collared lemmings (Rodentia, Arvicolidae, Dicrostonyx) from Bolshevik Island of the Severnaya Zemlya Archipelago, with notes on evolution and taxonomic position. *Russian Journal of Theriology*, **3** (2): 63–70. DOI: 10.1023/B:DOBS.0000039706.03159.19
- Allen-Gil, S., J. Ford, B. Lasorsa, et al. 2003. Heavy metal contamination in the Taimyr Peninsula, Siberian Arctic. *Science of the Total Environment*, **301**: 119–38. DOI: 10.1016/S0048-9697(02)00295-4
- Babkina, E. 1976. Polychlorinated aromatic compounds: a new persistent and widespread chemical pollutant in the environment. *Series: Meteorology*. Information Centre, Obninsk, 1–35. [Russian]
- Belikov, S., G. Garner, Ø. Wiig, A. Boltunov, Y. Gorbunov. 1998. Polar bears of the Severnaya Zemlya Archipelago of the Russian Arctic. *Ursus*, **10**: 33–40. URL
- Billerman, S., B. Keeney, G. Kirwan, et al. (eds). *Birds of the World*. 2026 (website). Cornell Laboratory of Ornithology, Ithaca, NY, USA. DOI: 10.2173/bow
- de Korte, J., A. Volkov, M. Gavriilo. 1995. Bird observations in Severnaya Zemlya, Siberia. *Arctic*, **48** (3): 222–234. DOI: 10.14430/arctic1244
- Fesenko, G. 2018. *The Ukrainian Nomenclature of the Birds of the World*. Dionat, Kryvyi Righ, 1–580. ISBN 978-617-7553-34-1. [Ukrainian]
- Gavriilo, M. 1988. Birds of the Oktyabr'skoy Revolutsii Island (Severnaya Zemlya): number, peculiarities of distribution, recommendations for protection. *Biologicheskie problemy Severa. Izuchenie i okhrana ptits v ekosistemakh Severa*. IBPS & AUOS, Vladivostok, 38–41. [Russian] URL
- Gavriilo, M., V. Spiridonov, K. Kosobokova, et al. 2020. Coastal ecosystems of the Severnaya Zemlya Archipelago, one of the least studied in the Arctic: new data of the expedition 'Open Ocean – Arctic Archipelagoes – 2019'. In: *Marine research and education. Proceedings of VIII International Conference*. Polipress, Tver, 2: 268–273. ISBN 978-5-6042986-0-2 URL
- Golobokova, L., O. Berdashkinova, M. Loskutova, et al. 2024. Long-term studies of atmospheric aerosol chemical composition at the Cape Baranov Ice Base Station. *Atmospheric and Oceanic Optics*, **37**: 14–23. [Russian] DOI: 10.1134/S1024856023700033
- Grodzinsky, D. 1965. *Natural Radioactivity in Plants and Soils*. Naukova Dumka, Kyiv, 1–216. [Ukrainian]
- Kalyakin, V., O. Ivanova. 1985. *Organochlorine pesticides and vertebrates of the Far North. Communities of the Far North and humankind*. Nauka, Moscow, 169–204. [Russian]
- Kuznetsov, N. 2018. *The Forgotten Heroes of the Arctic: People and Icebreakers*. Paulsen, Moscow, 1–256. ISBN 5041280363. [Russian]
- Letcher, R., J. Bustnes, R. Dietz, et al. 2010. Exposure and effects assessment of persistent organohalogen contaminants in arctic wildlife and fish. *Science of the Total Environment*, **408**: 2995–3043. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2009.10.038
- Lucia, M., N. Verboven, H. Strøm, et al. 2015. Circumpolar contamination in eggs of the high-Arctic ivory gull *Pagophila eburnea*. *Environmental Toxicology and Chemistry*, **34** (7): 1552–1561. DOI: 10.1002/etc.2935
- Mayer, L., C. Degrendele, P. Senk, et al. 2024. Widespread Pesticide Distribution in the European Atmosphere Questions their Degradability in Air. *Environmental Science & Technology*, **58** (7): 3342–3352. DOI: 10.1021/acs.est.3c08488
- McConnell, J., N. Chellman, A. Wilson, et al. 2019. Pervasive Arctic lead pollution suggests substantial growth in medieval silver production modulated by plague, climate, and conflict. *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.*, **116** (30): 14910–14915. DOI: 10.1073/pnas.1904515116
- Miljeteig, C., H. Strøm, M. Gavriilo, et al. 2009. High levels of contaminants in Ivory Gull *Pagophila eburnea* eggs from the Russian and Norwegian Arctic. *Environmental science & technology*, **43** (14): 5521–5528. DOI: 10.1021/es900490n
- Novikova, K., V. Polyakova, G. Khokholkova, et al. 1983. *Methods for determining trace amounts of pesticides in food, feed, and the environment: Reference Edition*. Ministry of agriculture of the USSR. The State commission on chemical means of controlling pests, plant diseases, and weeds. Kolos, Moscow, 1–304. [Russian]
- Prydatko, V., V. Nilov. 1991. Assessing accumulation of pesticides in the tissues and organs of hunting waterfowl. *Proceedings of the 10th All-Union Ornithological Conference (Vitebsk, 17–20 September)*. Nauka i Tekhnika, Minsk, **2** (2): 170. [Russian]
- Prydatko, V., V. Nilov, B. Bragin. 1991. Assessing accumulation of anthropogenic toxicants (PCBs, DDT, HCH and heavy metals) in the tissues and organs of fish, birds and mammals on Bolshevik Island, Severnaya Zemlya archipelago. *The Ad-*

- hock Report of October 28, 1991. Institute of Zoology of AS Kazakh SSR and STC 'Vector'. Alma-Ata, 1–7. [In Russian]
- Prydatko-Dolin, V. 2019. Exploration on history of the Southern-polar expedition of Fabian Gottlieb Tadeus von Bellingshausen (1819–1821). *NANC 'Expedition XXI'*, Kyiv, 1–56. [Ukrainian] URL
- Prydatko-Dolin, V. 2022. The unexplored maternity dens survey of the polar bear (*Ursus maritimus*) on Wrangel and Herald islands in 1982. *Theriologia Ukrainica*, **24**: 184–209. [Ukrainian] DOI: <http://doi.org/10.15407/TU2416>
- Prydatko-Dolin, V. 2024. Bellingshausen... The Returning. *METALOT: Maritime Collection (2023–2024)*. Compiled and published by A. V. Sanchenko, Kyiv, 38–84. ISBN 978-617-7026-74-6. [Ukrainian]
- Sakerin, S., L. Golobokova, D. Kalashnikova, et al. 2024. Seasonal changes in the physicochemical characteristics of atmospheric aerosol at the research station 'Ice Base Baranova Cape' (Severnaya Zemlya archipelago). *Arctic and Antarctic Research*, **70** (3): 338–352. [Russian] DOI: [10.30758/0555-2648-2024-70-3-338-352](https://doi.org/10.30758/0555-2648-2024-70-3-338-352)
- Shevchenko, V., A. Lisitzin, A. Vinogradova, R. Stein. 2003. Heavy metals in aerosols over the seas of the Russian Arctic. *Science of the Total Environment*, **306** (1–3): 11–25. DOI: [10.1016/S0048-9697\(02\)00481-3](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(02)00481-3)
- Stantschinsky, V. 1931 a. On some basic concepts of zoology in the light of modern ecology. *Proceedings of the Fourth All-Union Congress of Zoologists, Anatomists and Histologists in Kyiv (May 6–12, 1930)*. Gosmedizdat of the Ukrainian SSR, Kyiv, Kharkiv, 42–43. [Russian]
- Stantschinsky, W. W. 1931 b. Zur Frage der Bedeutung der Masse der Artensubstanz für das dynamische Gleichgewicht der Biocönosen. *The Journal of Ecology and Biocenology*, **1** (1): 88–95. [Russian and Germany]
- Status Report on the World's Polar Bear Subpopulations. 2021. IUCN/SSC Polar Bear Specialist Group, 1–52. URL
- Tsekhmistrenko, S., O. Tsekhmistrenko. 2023. *Biochemistry of the Bird Egg: a Study Guide*. BNAU, Bila Tserkva, 1–152. [Ukrainian]
- Urvantzev, N. 1933. *Severnaya Zemlya. A short survey of exploration*. Arctic Institute, Leningrad, 1–66. [Russian]
- Urvantzev, N. 1935. *Two Years on Severnaya Zemlya*. Glavsevmorput, Leningrad, 1–362. [Russian]
- Vinogradova, A., Y. Ivanova. 2018 a. Heavy metals in the atmosphere over the northern coast of Eurasia: interannual variations in winter and summer. *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*, **53**: 711–718. DOI: [10.1134/S000143381707009X](https://doi.org/10.1134/S000143381707009X)
- Vinogradova, A., Y. Ivanova. 2018 b. Transport of air masses and pollutants to the Russian Arctic Islands (1986–2016): long-term, interannual, and seasonal variations. *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*, **54** (7): 688–699. DOI: [10.1134/S0001433818070174](https://doi.org/10.1134/S0001433818070174)
- Volkov, A., V. Pridatko. 1994 a. Data on the fauna and bird populations of the north-western part of Bolshevik Island (Severnaya Zemlya Archipelago). In: *Arctic Tundras of Taimyr and Kara Sea Islands: Nature, Fauna and Conservation Aspects. Volume 1*. RAS–IPEE, Moscow, 152–160. [Russian] URL
- Volkov, A., V. Pridatko. 1994 b. Data on the biology of the ivory gull (*Pagophila eburnea*) in the Severnaya Zemlya Archipelago. In: *Arctic Tundras of Taimyr and Kara Sea Islands: Nature, Fauna and Conservation Aspects. Volume 1*. RAS–IPEE, Moscow, 207–222. [Russian] URL
- Wilson, D., D. Reeder. 2005. *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference. Volume 2. 3rd ed.* Johns Hopkins University Press, 1–142. URL
- Zhulidov, A., J. Headley, R. Robarts, et al. 1997. Concentrations of Cd, Pb, Zn and Cu in contaminated wetlands of the Russian Arctic. *Marine Pollution Bulletin*, **35** (7–12): 252–259. DOI: [10.1016/S0025-326X\(96\)00118-X](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(96)00118-X)

Таблиця 1. Уміст важких металів (мг/кг)¹ в зразках органів і тканин ссавців, птахів та риби — на острові Більшовик, архіпелаг Північна Земля, в 1991 році; див. текстTable 1. Contamination with heavy metals (mg/kg)¹ in organ and tissue samples of mammals, fishes, and birds on Bolshevik Island, Severnaya Zemlya archipelago, in 1991; see the text

№	Вид	Стать, вік, стан	Місце	Тканина, орган	Інгредієнти (мг/кг)			
					Zn	Cu	Co	Pb
1	<i>V. lagopus</i> ²	ad†	МВ ³	м'яз	21,304	2,441	0,355	0,914
2	<i>P. eburnea</i>	(juv) ⁴	МБ	шкарлупа яйця	4,504	4,394	1,618	13,891
3	<i>P. eburnea</i>	(juv)	РО	шкарлупа яйця	5,235	5,468	1,816	16,267
4	<i>P. eburnea</i>	(juv)	РО	шкарлупа яйця	4,382	5,273	1,618	14,987
5	<i>P. eburnea</i>	(juv)	РО	шкарлупа яйця	5,113	6,295	1,895	18,826
6	<i>C. lupus</i> ²	ad†	МВ	м'яз	101,991	1,179	0,355	0,731
7	<i>R. tridactyla</i>	(juv)	ФП	шкарлупа яйця	11,321	7,226	1,895	17,364
8	<i>R. tridactyla</i>	(juv)	ФП	шкарлупа яйця	9,252	5,468	1,658	3,290
9	<i>R. tridactyla</i>	(juv)	ФП	шкарлупа яйця	15,947	5,859	1,737	16,998
10	<i>P. eburnea</i>	(juv)	РБ	шкарлупа яйця	4,882	5,370	1,539	14,256
11	<i>B. bernicla</i>	♀ad†	РБ	сольова залоза	12,185	2,420	0,376	0,522
12	<i>B. bernicla</i>	♀ad†	РБ	мозок	7,913	16,209	0,394	0,913
13	<i>B. bernicla</i>	♀ad†	РБ	м'яз	12,782	6,054	0,394	0,548
14	<i>B. bernicla</i>	♀ad†	РБ	печінка	25,443	32,720	0,987	1,096
15	<i>B. bernicla</i>	♀ad†	РБ	нирки	16,434	4,883	0,868	1,096
16	<i>P. eburnea</i>	juv†	РБ	м'яз	14,365	1,074	0,355	1,462
17	<i>P. eburnea</i>	juv†	РБ	печінка	13,325	2,636	0,347	0,914
18	<i>P. eburnea</i>	juv†	РБ	нирки	16,543	1,502	0,810	3,280
19	<i>P. eburnea</i>	juv†	РО	печінка	96,139	6,152	0,474	0,914
20	<i>P. eburnea</i>	juv†	РО	нирки	24,347	4,101	0,434	1,097
21	<i>P. eburnea</i>	juv†	РО	м'яз	17,895	2,343	0,434	1,096
22	<i>P. eburnea</i>	juv†	РО	печінка	97,811	4,394	0,474	0,731
23	<i>B. bernicla</i>	(juv)	РБ	шкарлупа яйця	4,504	4,882	1,697	15,719
24	<i>B. bernicla</i>	(juv)	РБ	шкарлупа яйця	8,156	5,761	1,737	14,440
25	<i>B. saida</i>	†	ПШ	печінка	3,999	0,523	0,211	0,702
26	<i>B. saida</i>	†	ПШ	нутряний жир	6,594	0,163	0,296	0,457
27	<i>B. saida</i>	†	ПШ	мозок	11,533	0,514	0,187	0,289
28	<i>B. saida</i>	†	ПШ	м'яз	7,304	0,195	0,355	0,914
29	<i>B. saida</i>	†	ПШ	м'яз	15,147	0,391	0,355	0,731
30 ⁵	<i>B. saida</i>	†	ПШ	печінка	5,619	0,626	0,704	0,703
32	<i>L. argentatus</i>	2 nd year†	МБ	м'яз	15,095	5,370	0,434	1,096
33	<i>L. argentatus</i>	2 nd year†	МБ	печінка	19,477	6,347	1,342	2,559
35	<i>L. argentatus</i>	2 nd year†	МБ	нирки	22,643	6,542	6,947	0,910

¹ У первинному звіті чіткого посилання на базис розрахунку концентрацій — сиру масу (wet weight) чи суху речовину (dry weight), немає. ² Більше деталей щодо вовка та песця див. вище у щоденниковому записі від 20.07.91. ³ Скорочення назв локацій: МВ — мис Візе, МБ — мис Баранова, РО — р. Останцева, ФП — фіорд Партизанський, РБ — р. Базова, ПШ — протока Шокальського, МБІ — мис Братів Ігнатових; ОС — озеро Спартаківське; † — загинула тварина. ⁴ Яйце птаці — дуже складна статеві клітина самок [Tsekhmistrenko S. & O. 2023], тому відповідні дані у таблиці, щодо шкарлупи, мають позначку (juv). Разом із тим, їх можна віднести й до категорії ♂ad. ⁵ Зразки, що забракували: 31 (*B.s.†*, ПШ, кістки), 34 (*L.a.†*, МБ, нутряний жир), 36 (*C.g.†*, МБІ, махові пера); 37–38 (*P.e. ad*, РО?, рульові пера); 40–43 (*P.e. ad*, МБ?, рульові пера); 44 (*B.b.*, РБ, контурні пера); 45 (*Rissa tridactyla ad†*, махові пера); 46 (*Rangifer tarandus ad†*, МВ). Повні назви тварин див. в розділі «Обсяги робіт та методика».

Таблиця 2. Уміст ХОП та ПХБ (мкг/кг) в зразках органів і тканин ссавців, птахів та риб на острові Більшовик, архіпелаг Північна Земля, в 19991 році, див. текст

Table 2. Contamination with POPs and PCBs ($\mu\text{g}/\text{kg}$) of organ and tissue samples of mammals, birds, and fishes on Bolshevik Island, Severnaya Zemlya archipelago; see the text

№	Вид	Стать, вік, стан	ГХЦГ (мкг/кг) ¹		ДДТ, ДДЕ (мкг/кг) ¹			
			α	Σ	ДДЕ	Σ	A30	Σ
1	<i>V. lagopus</i>	ad†	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	<i>P. eburnea</i>	(juv)	1,38	1,38	7,85	7,85	0,00	0,00
3	<i>P. eburnea</i>	(juv)	1,87	1,87	29,61	29,61	0,00	0,00
4	<i>P. eburnea</i>	(juv)	1,71	1,71	8,84	8,84	1775,15	1775,15
5	<i>P. eburnea</i>	(juv)	1,89	1,89	18,18	18,18	2797,20	2797,20
6	<i>C. lupus</i>	ad†	1,02	1,02	0,00	0,00	5440,19	5440,19
7	<i>R. tridactyla</i>	(juv)	1,19	1,19	0,00	0,00	0,00	0,00
8	<i>R. tridactyla</i>	(juv)	3,87	3,87	0,00	0,00	1641,84	1642,84
9	<i>R. tridactyla</i>	(juv)	1,60	1,60	0,00	0,00	1893,49	1893,49
10	<i>P. eburnea</i>	(juv)	2,40	2,40	13,90	13,90	1736,97	1736,97
11	<i>B. bernicla</i>	♀ad†	1,27	1,27	0,00	0,00	4399,79	4400,79
12	<i>B. bernicla</i>	♀ad†	0,00	0,00	0,00	0,00	750,00	751,00
13	<i>B. bernicla</i>	♀ad†	0,62	0,62	0,00	0,00	646,15	646,15
14	<i>B. bernicla</i>	♀ad†	4,46	4,46	0,00	0,00	553,85	554,85
15	<i>B. bernicla</i>	♀ad†	0,00	0,00	0,00	0,00	646,15	647,15
16	<i>P. eburnea</i>	juv†	0,00	0,00	12,51	12,51	0,00	0,00
17	<i>P. eburnea</i>	juv†	0,00	0,00	62,65	62,65	4225,35	4226,35
18	<i>P. eburnea</i>	juv†	0,00	0,00	66,31	66,31	8284,02	8285,02
19	<i>P. eburnea</i>	juv†	2,39	2,39	36,95	36,95	1883,83	1883,83
20	<i>P. eburnea</i>	juv†	2,36	2,36	74,85	74,85	3257,92	3257,92
21	<i>P. eburnea</i>	juv†	14,43	14,43	0,00	0,00	3516,48	3516,48
22	<i>P. eburnea</i>	juv†	0,11	0,11	15,66	15,66	394,48	394,48
23	<i>B. bernicla</i>	(juv)	2,30	2,30	0,00	0,00	349,65	349,65
24	<i>B. bernicla</i>	(juv)	1,53	1,53	0,00	0,00	482,93	482,93
25	<i>B. saida</i>	†	0,53	0,53	0,00	0,00	2197,8	2197,8
26	<i>B. saida</i>	†	2,1	2,1	0,00	0,00	256,41	256,41
27	<i>B. saida</i>	†	28,14	28,14	0,00	0,00	8097,17	8097,17
28	<i>B. saida</i>	†	0,30	0,30	0,00	0,00	8097,17	8097,17
30	<i>B. saida</i>	†	8,00	8,00	0,00	0,00	788,95	788,95
32	<i>L. argentatus</i>	†	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
33	<i>L. argentatus</i>	2 nd year†	0,00	0,00	17,93	17,93	1046,15	1046,15
35	<i>L. argentatus</i>	2 nd year†	0,00	0,00	43,45	43,45	1169,23	1169,23
36	<i>C. gryllo</i>	2 nd year†	0,00	0,00	0,00	0,00	923,08	923,08
37	<i>P. eburnea</i>	ad	0,00	0,00	0,00	0,00	4662,00	4662,00
38	<i>P. eburnea</i>	ad	0,00	0,00	0,00	0,00	3692,31	3692,31
39	<i>L. argentatus</i>	2 nd year†	0,00	0,00	0,00	0,00	8205,13	8205,13
40	<i>P. eburnea</i>	ad	3,96	3,96	32,18	32,18	5128,21	5128,21
41	<i>P. eburnea</i>	ad	0,00	0,00	0,00	0,00	2051,28	2051,28
42	<i>P. eburnea</i>	ad	0,00	0,00	0,00	0,00	3076,92	3076,92
43	<i>P. eburnea</i>	ad	0,00	0,00	0,00	0,00	3846,15	3846,15
44	<i>B. bernicla</i>	♀ad†	0,00	0,00	0,00	0,00	1025,64	1025,64
*			0,00	0,00	0,00	0,00	615,38	615,38
45	<i>R. tridactyla</i>	♀ad†	0,00	0,00	0,00	0,00	2051,28	2051,28
*			0,00	0,00	0,00	0,00	2051,28	2051,28

¹ Ізомерів ГХЦГ (β , γ) в зразках ми не знайшли, так само як і сполук ДДТ та ПХБ (A50), тому відповідні колонки у таблиці відсутні. Проте уміст зазначених сполук міг бути нижчим за чутливість приладу ($<0,001$ нг/мкг).² Проби, які ми забракували: 29 та 31 (*B. s. †*); 34 (*L. a. 2nd year †*). ³ Зірочками відмічені контрольні проби, попередньо очищені в Н-гексані. ⁴ Місця добування зразків 1–35 див. у табл.1; інше: 36 (МБІ), 37–38 (РО?), 39 (МБ), 40–43 (МБ?), 44 (РБ) та 45 (ФП?).