

Біологічні науки

УДК 58 (99)

Тарасович Павло Михайлович

магістрант

Рівненського державного гуманітарного університету

Тарасович Павел Михайлович

магістрант

Ровенского государственного гуманитарного университета

Tarasovych Pavlo

Student of the

Rivne State University of Humanities

Марциновський Віталій Петрович

кандидат біологічних наук, професор

завідуючий кафедрою біології, здоров'я людини та фізичної терапії

Рівненський державний гуманітарний університет

Марциновський Виталий Петрович

кандидат биологических наук, профессор

заведующий кафедрой биологии, здоровья человека та физической терапии

Ровенский государственный гуманитарный университет

Martsynovskyi Vitalii

Candidate of Biological Sciences, Professor

Head of the Department of Biology, Human Health that Physical Therapy

Rivne State University of Humanities

**ОСОБЛИВОСТІ РОСЛИННОСТІ ОКРЕМИХ ТЕРИТОРІЙ
АРГЕНТИНСЬКИХ ОСТРОВІВ, ЯКІ ПРИЛЯГАЮТЬ ДО
УКРАЇНСЬКОЇ АНТАРКТИЧНОЇ СТАНЦІЇ АКАДЕМІК
ВЕРНАДСЬКИЙ**

**ОСОБЕННОСТИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ОТДЕЛЬНЫХ
ТЕРРИТОРИЙ АРГЕНТИНСКИХ ОСТРОВОВ, КОТОРЫЕ
ГРАНИЧАТ С УКРАИНСКОЙ АНТАРКТИЧЕСКОЙ СТАНЦИЕЙ
АКАДЕМИК ВЕРНАДСКИЙ
FEATURES OF VEGETATION OF CERTAIN TERRITORIES OF
ARGENTINE ISLANDS ADJACENT TO THE UKRAINIAN
ANTARCTIC STATION ACADEMICIAN VERNADS**

Анотація. Приведені результати огляду окремих рослин Антарктики в локальному осередку станції Академік Вернадський та прилеглому району Аргентинських островів, складових наземних рослинних екосистем та їх видового складу.

Ключові слова: лишайник, ґрунти, мохи, печіночники, антарктичний півострів, Антарктика, Антарктида, станція Академік Вернадський, пінгвіни, щучник, перлинниця, птахи, мікроскопічні водорості, Аргентинські острови.

Аннотация. Приведены результаты обзора отдельных растений Антарктики в локальной среде станции Академик Вернадский и прилегающего района Аргентинских островов, составляющих наземные растения экосистем и их видового состава.

Ключевые слова: лишайник, почвы, мхи, печеночники, антарктический полуостров, Антарктика, Антарктида, станция Академик Вернадский, пингвин, луговик, колобантус, птицы, млекопитающие, микроскопические водоросли, Аргентинские острова.

Summary. The results of a survey of individual Antarctic plants in the local environment of Akademik Vernadsky station and the adjacent area of the Argentine Islands, which make up terrestrial plants of ecosystems and their species composition, are presented.

Key words: *lichen, soils, mosses, liverworts, the Antarctic Peninsula, Antarctica, Antarctica, Academician Vernadsky Station, penguin, pikeperch, Colobanthus quitensis, birds, mammals, microscopic algae, the Argentine Islands.*

Актуальність роботи. Натурні спостереження за специфічними механізмами адаптації рослин Антарктики до різних умов існування, їх здатність виживати в регіонах малоприсаєднаних для нормального існування. Найчастіше найсуворіший континент Землі - Антарктида, асоціюється з – *пінгвіном* [1]. Але зовсім мало хто знає, що у Антарктиці живуть не тільки тварини, але й присутні представники рослинного світу. Антарктика може бути зеленою [2]. Її рослинний світ різноманітний, мохи відіграють своєрідну роль дерев, а розгалужені лишайники – кущів. У дні чудової погоди та відсутні опадів чи заметів, можна при спостереженні побачити особливості наземної антарктичної рослинності. Антарктична рослинність також слугувала предметом вивчення українських вчених [3].

Аналіз досліджень та публікацій: Дослідження та огляд складають праці відомих біологів – дослідників рослинного світу Антарктики та Арктики, учасників антарктичних експедицій, як Парнікоза І. [2; 19], Козерецька І. [15], Longton RE [11], Игнатъев С. [6], Говоруха Л. [5], Тарасович П. [1], Upson R., Newsham K.K., and Read D.J. [17] та інші. Натурні спостереження Павла Тарасовича, учасника п'ятої української антарктичної експедиції на станції Академік Вернадський на території островів, котрі прилягають до української антарктичної станції.

Методи та мета дослідження. Підготувати огляд щодо рослинності Аргентинських островів, як регіону Морської Антарктики при екстремально низьких значеннях температури, УФ-радіації та дії інших стресорів, як один з способів адаптації рослинного організму до умов антарктичного довкілля.

Виклад основного матеріалу. У Антарктиді наземні екосистеми рослинності вивчаються з початку XIX ст. Згідно проведених досліджень багатьох біологів та ботаніків наземна флора Морської Антарктики бідна і складається з лишайників та мохоподібних, водоростей, грибів, мікроорганізмів [4; 13; 16]. Загалом у районі Аргентинських островів зростає близько 49 видів мохів, 7 видів з яких - це печіночники, а також біля 123 видів лишайників що складаються з гриба та водорості [3; 12; 7]. В рослинних угрупованнях Морської Антарктики зустрічаються також гриби (в тому числі ліхенофільні), мікро- та макроводорості: зелені (Chlorophyta) – 30 наземних видів, 41 вид, діатомові, а також 7 видів синьо-зелених водоростей (Cyanophyta). В реаліях сурового клімату Морської Антарктики, дослідження біорізноманіття її рослинного світу пов'язано з певними труднощами. Тому виявлене на сьогодні становить не більше 30% від загального біорізноманіття наземних видів водоростей, що зустрічаються в Антарктиді. В районі антарктичної станції Академік Вернадський нами зафіксовано 14 видів морських водоростей – макрофітів [3,6,14]. Судинні рослини у Антарктиді, представлені лише двома видами: щучником антарктичним (*Deschampsia antarctica* É. Desv.) і перлинницею антарктичною (*Colobanthus quitensis* (Kunth) Bartl.), а природна флора Субантарктики включає 70 видів судинних рослин. В районі Фолклендських островів виявлено 170 видів судинних рослин. В загальному обсязі флора Арктики включає біля 900 видів природної флори [15]. Залишається не з'ясованою причина екстремальної бідності флори судинних рослин Антарктики [19].

Щучник антарктичний.

Вперше відмічений з Південних Шотландських островів доктором Джеймс Ейтс (James Eights), а у 1837 р., В Хукер (W. J. Hooker) описав його як *Aira antarctica* Hook. Проте, таке саме ім'я використав для іншого виду щучника з Нової Зеландії дослідник Forster в 1786 р. Інший дослідник

Десво (Desvaux) в 1853 році переніс цей вид до роду *Deschampsia* та назвав його *Deschampsia antarctica* (Hook.) Desv. На Аргентинських островах обидва види щучника були виявлені Британською експедицією у 1934-37 рр.



ЩУЧНИК АНТАРКТИЧНИЙ (*Deschampsia antarctica* (Hook.) Desv.)

(фото: <https://expedicia.org/roslinnyy-svit-ta-grunti-rayonu-argen/>)

Щучник антарктичний – це щільно-дернистий злак, котрий утворює м'ясисті циліндричні висхідні пагони з тонкими листками соковитого зеленого кольору не властивого Антарктиці. Полярники погоджуються з тим, що коли з'являються зелені пагінці щучника з-під снігу, то є ознакою настання повноцінного етапу антарктичного літа. Антарктичний щучник – це представник великого роду *Deschampsia*, який включає біля 30 - 40 видів, котрі є мешканцями у Південних та Північних частинах півкулі [19]. Розносником щучника вглиб Аргентинських островів та прибережної зони

Антарктичного півострова можуть виступати південно-полярні поморники (*Stercorarius maccormicki*). Саме вони є основними «городниками» в Антарктиді.

Перлинниця антарктична (*Colobanthus quitensis* (Kunth) Bartl.), поширена виключно у Південній півкулі. Кількість видів, котрі належать до цього роду є різною і орієнтовно складає 30 видів.



ПЕРЛИННИЦЯ АНТАРКТИЧНА (*Colobanthus quitensis* (Kunth) Bartl)

(фото: https://uk.wikipedia.org/wiki/Перлинниця_антарктична)

Перлинниця антарктична найчастіше зустрічається у Морській Антарктиці, досягаючи в своєму поширенні затоки Лазарева на острові Олександра. Інший субантарктичний вид *перлинниця шиловидна* (*Colobanthus subulatus* (d'Urv.) Hook.f.) на півдні досягає лише Південної Джорджії. Це родич звичайного мокрецю (*Sagina procumbens*) поширеного по всій Україні [19]. Перлинниця добре переносить усі примхи антарктичного довкілля. Пагони перлинниці вириваються домініканськими мартинами, котрі використовують їх як будівельний матеріал для побудови свого гнізда.

Мохоподібні - стародавні рослинні організми, що населяють різні континенти світу. У Антарктиці поширено 2 форми та 111 видів мохів. Нами виявлено, що деякі види мохів зростають вище 1000 м над рівнем моря [13]. Окремі антарктичні мохи мають здатність рости зануреними у воді на глибині декількох метрів, це *Drepanocladus longifolius* (Mitt.) Paris, *ma Plagiothecium orthocarpum* Mitt. Мохи пристосувалися до існування в досить посушливих місцях планети. Вони можуть переходити багато разів зі стану спокою у стан фотосинтезу. Антарктичні мохи мають можливість рости, використовуючи сонячний день при температурі 0° С. Дуже екстремальні природні умови, які трапляються аж до 84° південної широти, можуть пережити лише деякі види мохів, такі як *Bryum pseudotriquetrum*, *Ceratodon purpureus* *ma Schistidium antarctici*. Проте, ці види мохів зростають тут лише в захищених місцях свого знаходження.

Печіночники – це рослинні організми, котрі споріднені з мохами, але є більш простими за своєю будовою. Саме такі мохоподібні потребують для свого розвитку вологі та захищені місця свого знаходження. Флора антарктичних печіночників включає біля 27 видів.



БАРБИЛОФОЗИЯ ГАТЧЕРА (*Barbilophozia hatcheri*) - один із найпоширеніших у Морській Антарктиці печіночників.

(фото: <https://expedicia.org/prirodna-istoriya-antarktiki/>)

Печіночники здатні утворювати мікоризи з грибами і мають здатність домінувати виключно локально, створюючи свої угруповання. Дані організми також вступають в мікоризу з грибами. Серед антарктичних печіночників немає ендемічних видів. З точки зору біогеографії ця група рослин включає 9 субантарктичних та 11 південно-помірних видів, що складає $\approx 75\%$ кількості антарктичної флори печіночників [19].

Лишайники. При високій адаптивності, лишайники можуть без проблем виживати, рости і фотосинтезувати в найтяжких кліматичних умовах проживання, витримувати наднизькі температури, надмірну сонячну радіацію. Деякі лишайники, як наприклад, плакопсіс (*Placopsis*) мають цефалоподії - це спеціальні структури, що утворені синьо-зеленими водоростями. Це дозволяє даному лишайнику швидше рости за сприяння високої кількості атмосферного азоту.



ЛИШАЙНИК БОРОДАНЬ АНТАРКТИЧНИЙ (*Usnea antarctica*)

(фото: <https://expedicia.org/roslinniy-svit-ta-grunti-rayonu-argen/>)

Ріст деяких лишайників настільки повільний, що вік окремих екземплярів у деяких видах може становити до тисячі років [11]. Важливо відзначити властивість лишайників колонізувати практично будь-який природний або штучно створений субстрат [13], завдяки низької потреби у надходженні поживних речовин. Лишайники не утворюють коренів, тому незалежні від надходження органіки для свого розвитку з ґрунту, як джерела живлення та росту. В морській Антарктиці лишайники співіснують з судинними рослинами та мохоподібними. Лишайники домінують в антарктичних біомах в широкому колі умов [15].

Водорості. На території Антарктики існує значна різноманітність наземних водоростей, що становить близько 400 видів. Суттєва частина біоти наземних та прісноводних екосистем Антарктики представлена водоростями. Різноманіття Аргентинських островів, складає 78 видів та внутрішньовидових таксонів.



ПРАЗИОЛА ГРЕБІНЧАСТА (*Prasiola crispa*)

(фото:<https://expedicia.org/roslinniy-svit-ta-grunti-rayonu-argen/>)

Празиола гребінчаста (*Prasiola crispa* (Lightfoot) Ktzing) - це найпоширеніша зелена нітрофільна макроводорість в Антарктиді і є аборигеном Антарктиди. Вона здатна створювати специфічні угруповання і є орнітофільною (птахолюбною), тобто здатна колонізувати місця зі значним надходженням до ґрунту органіки від літаючих птахів, і колонізує навіть периферію територій колоній пінгвінів. Празиола гребінчаста – є індикатор збагачення ґрунту органікою. Суттєву роль в екосистемах відіграють синьо-зелені водорості, зокрема в континентальній Антарктиді [10; 12] (цифрою Pandey et al., 2004). Сніжні водорості використовують мінеральні елементи зі снігу, криги та є єдиними мешканцями внутрішніх континентальних районів. Такі організми є найбільш витривалі та не вибагливі, тому можуть селитися на антарктичному ґрунті, на поверхні мохів, на скелях і в снігу. Також слід згадати про морські макроводорості, як рослинний компонент морського біому Антарктики. Саме тут розвиваються численні мікро- та макроводорості.

Мікроорганізми. Біота Антарктики, більше ніж інші континенти, представлена домінацією мікроорганізмів. Наші дослідження і результати інших авторів показали, що різноманіття мікробів в Антарктиді більше ніж

оцінювалося попередньо [3]. (Tytgat et al., 2014). Види мікроорганізмів, які симбіотичні з рослинами зустрічаються також серед бактерій [11]. (Cid et al., 2016). В районі Аргентинських островів існують навіть метало-резистентні (не чутливі до високих концентрацій важких металів) бактерії. Показано також існування в районі Аргентинських островів бактеріофагів (вірусів бактерій) специфічних для сапрофітних бактерій. В складі наземного біому Антарктики трапляються численні *мікроскопічні гриби*, включаючи групи внутрішньо-скельні та мікоризні гриби. В Морській Антарктиді, зокрема в районі Аргентинських островів, зустрічаються мікроскопічні гриби і нектрія антарктична (*Nectria antarctica* (Speg.) Rossman), котра уражує шовковий мох – саніону (*Sanionia*).

Таблиця 1

Рослинний світ Антарктиди

Загальнооглядові дані

№	Назва рослини	Кількість видів
1.	Квіткові рослини: – Перлинниця антарктична (<i>Colobanthus quitensis</i> (Kunth) Bartl.) – Щучник антарктичний (<i>Deschampsia antarctica</i> E. Desv.)	2
2.	Мохи (<i>Bryophyta</i>)	Біля 100
3.	Печінкові мохи (<i>Marchantiophyta</i> , <i>Hepatophyta</i>)	Біля 30
4.	Лишайники (<i>Lichenes</i>)	Біля 300
5.	Наземні Водорості (<i>Algae</i>)	400

**Рослинний світ в районі антарктичної станції Академік Вернадський
(архіпелаг Аргентинські острови)**

№	Назва рослини	Кількість видів
1.	Квіткові рослини: – Перлинниця антарктична (<i>Colobanthus quitensis</i> (Kunth) Bartl.) – Щучник антарктичний (<i>Deschampsia antarctica</i> E. Desv.)	2
2.	Мохоподібні (Bryophyta) всього - з них: Печінкові мохи (Marchantiophyta, Hepatophyta) Лишайники (Lichenes)	49 7 123
3.	Наземні водорості всього: – зелені (Chlorophyta) – діатомові – синьо-зелені (Cyanophyta)	78 30 41 7

Висновки. Рослинність наземних екосистем Антарктики характеризується бідністю та домінуванням тих груп організмів, які на інших континентах мають відчутно-менший внесок. Головна екологічна роль наземних рослинних угруповань Антарктики може бути сформульована як *акумуляція органічної речовини в екстремальних умовах регіону*. Наземні екосистеми регіону існують в умовах надходження головного джерела органіки від птахів та ссавців. Органіка впливає на розвиток наземної рослинності та ґрунтоутворення. Численні розкладачі, серед яких найбільш відчутно роль можуть грати мікроби переробляють цю органіку в доступні для інших організмів складові. Спільна адаптація різних організмів ймовірно є запорукою виживання наземних екосистем в Антарктиді в періоди найнижчих температур і важливу роль у цій адаптації відіграють тварини.

Література

1. Тарасович П. Антарктида - шостий континент. 2019. С. 32-45, 51-67
2. Парнікоза І. Зелені скарби Української Антарктики // Експедиція ХХІ 2014-2015. №9/10. С. 27-34.
3. Тарасович П.М., Марциновський В.П, Загоруйко Г.Є. Біологічна характеристика наземних рослин і тварин окремих територій аргентинських островів прилягаючих до української антарктичної станції академік Вернадський // Вісник пробл. Біол. і мед. 2021.
4. Конвей П. та ін. Глобальна південна межа поширення судинних рослин та торфонакопичення в Антарктиці.
5. Говоруха Л.С. Краткая географическая и гляциологическая характеристика архипелага Аргентинские острова // Бюллетень УАЦ. 1997. Вып. 1. С. 17-19.
6. Кузьменко Л. В., Игнатъев С. М. Сезонная изменчивость количественного развития фитопланктона у Аргентинских островов (Антарктика) // Морський екологічний журнал. 2007. Том VI, N 3. С. 47-60.
7. Fenton J. H. C., Smith R. I. Lewis Distribution, composition and general characteristics of the moss banks of the maritime Antarctic // British Antarctic Survey Bulletin. 1981. № 51. P. 215-236
8. Fuentes-Lillo E., Cuba-Díaz M., Troncoso-Castro J.M., Rondanelli-Reyes M. Seeds of non-native species in King George Island soil // Antarctic Science. 2017. № 29. P. 324–330. <https://doi.org/10.1017/s0954102017000037>
9. Halci M. G., Gullu M., Parnikoza I. Sagediopsis bayozturkii sp. nov. on the lichen *Acarosporamacrocyclos* from Antarctica with a key to the known species of the genus (Ascomycota, Adelococcaceae) // Polar Record. 2017. P. 1-5. <https://doi.org/10.1017/S0032247417000043>

10. Loro P.M. History of discovery of *Deschampsia antarctica* (Poaceae) // *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica*. 2009. № 16(2). P. 397–404. Kraków. PL ISSN 1640-629X
11. Longton R.E. Vegetation ecology and classification in the Antarctic Zone // *Canadian Journal of Botany*. 1979. № 57. P. 2264–2278. <https://doi.org/10.1139/b79-273>
12. Parnikoza I., Inozemtseva D.M., Tyshenko O.V., Mustafa O., Kozeretska I.A. Antarctic herb tundra colonization zones in the context of ecological gradient of glacial retreat // *Ukrainian Botan. Journ.* 2008. Vol. 65. 4. P. 504-511. <https://doi.org/10.4236/ajps.2011.23044>
13. Polishuk V., Kostikov I., Taran N., et al. The complex studying of antarctic biota // *Ukrainian Antarctic Journal*. 2009. № 8. P. 206–214. DOI: <https://doi.org/10.33275/1727-7485.8.2009.456>
14. Smith R. I. L., Corner R.W. M. Vegetation of the Arthur Harbour-Argentine Islands Region of The Antarctic Peninsula // *Br. Antarct. Surv. Bull.*, Nos. 1973. № 33-34. P. 89-122.
15. Parnikoza I., Kozeretska I. Antarctic Terrestrial Biome—Most Poor, Extreme and Sensitive on the Planet In *Encyclopedia of the World’s Biomes* Eds: Michael I. Goldstein and Dominick A. DellaSala, Volume 2 *Deserts: Life in the Extremes*, Section 4: Ice Sheets and Polar Deserts – Ice of Life. 2020. P. 606-622.
16. Tytgat B., Verleyen E., Obbels D., et al. Bacterial diversity assessment in Antarctic terrestrial and aquatic microbial mats: A comparison between bidirectional pyrosequencing and cultivation. *PLoS One* 9: e97564. 2014. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097564>.
17. Upson R., Newsham K.K., Read D.J. Root-fungal associations of *Colobanthus quitensis* and *Deschampsia antarctica* in the maritime and subantarctic // *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*. 2008. № 40. P. 592–599. [https://doi.org/10.1657/1523-0430\(07-057\)\[UPSON\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1657/1523-0430(07-057)[UPSON]2.0.CO;2).

18. Yu Z., Beilman D. W., Loisel J. Transformations of landscape and peatforming ecosystems in response to late Holocene climate change in the western Antarctic Peninsula, *Geophys. Res. Lett.*, 2016. № 43. P. 7186–7195.
19. Парнікоза І. Рослинний світ та ґрунти району Аргентинських островів // Журнал Експедиція XXI, квітень 2021. URL: <https://expedicia.org/roslinniy-svit-ta-grunti-rayonu-argen/>
20. Pandey A., et al. Role of a mitogen-activated protein kinase pathway during conidial germination and hyphal fusion in *Neurospora crassa* // *Eukaryot Cell*. 2004. № 3(2). P. 348-58. URL: <https://journals.asm.org/doi/10.1128/EC.3.2.348-358.2004>

References

1. Tarasovych P. Antarktyda - shostyj kontynent. 2019. S. 32-45, 51-67
2. Parnikoza I. Zeleni skarby Ukraïnsjkoï Antarktyky // *Ekspedycija KhKhI* 2014-2015. #9/10. S. 27-34.
3. Tarasovych P.M., Marcynovs'kyj V.P, Zaghorujko Gh.Je. Biologhichna kharakterystyka nazemnykh roslyn i tvaryn okremykh terytorij arghentyns'kykh ostroviv prylyaghajuchykh do ukraïnsjkoï antarktychnoï stanciji akademik Vernads'kyj // *Visnyk probl. Biol. i med.* 2021.
4. Konvej P. ta in. Ghlobaljna pïvdenna mezha poshyrennja sudynnykh roslyn ta torfonakopychennja v Antarktyci.
5. Govorukha L.S. Kratkaya geograficheskaya i glyatsiologicheskaya kharakteristika arhipelaga Argentinskie ostrova // *Byulleten UATs.* 1997. Vyp. 1. S. 17-19.
6. Kuzmenko L. V., Ignatev S. M. Sezonnaya izmenchivost kolichestvennogo razvitiya fitoplanktona u Argentinskikh ostrovov (Antarktika) // *Morskiy ekologichniy zhurnal.* 2007. Tom VI, N 3. S. 47-60. Fenton J. H. C., Smith R. I. Lewis Distribution, composition and general characteristics of the

- moss banks of the maritime Antarctic // *British Antarctic Survey Bulletin*. 1981. № 51. P. 215-236
7. Fuentes-Lillo E., Cuba-Díaz M., Troncoso-Castro J.M., Rondanelli-Reyes M. Seeds of non-native species in King George Island soil // *Antarctic Science*. 2017. № 29. P. 324–330. <https://doi.org/10.1017/s0954102017000037>
 8. Halci M. G., Gullu M., Parnikoza I. *Sagediopsis bayozturkii* sp. nov. on the lichen *Acarosporamacrocyclos* from Antarctica with a key to the known species of the genus (Ascomycota, Adelococcaceae) // *Polar Record*. 2017. P. 1-5. <https://doi.org/10.1017/S0032247417000043>
 9. Loro P.M. History of discovery of *Deschampsia antarctica* (Poaceae) // *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica*. 2009. № 16(2). P. 397–404. Kraków. PL ISSN 1640-629X
 10. Longton R.E. Vegetation ecology and classification in the Antarctic Zone // *Canadian Journal of Botany*. 1979. № 57. P. 2264–2278. <https://doi.org/10.1139/b79-273>
 11. Parnikoza I., Inozemtseva D.M., Tyshenko O.V., Mustafa O., Kozeretska I.A. Antarctic herb tundra colonization zones in the context of ecological gradient of glacial retreat // *Ukrainian Botan. Journ.* 2008. Vol. 65. 4. P. 504-511. <https://doi.org/10.4236/ajps.2011.23044>
 12. Polishuk V., Kostikov I., Taran N., et al. The complex studying of antarctic biota // *Ukrainian Antarctic Journal*. 2009. № 8. P. 206–214. DOI: <https://doi.org/10.33275/1727-7485.8.2009.456>
 13. Smith R. I. L., Corner R.W. M. Vegetation of the Arthur Harbour-Argentine Islands Region of The Antarctic Peninsula // *Br. Antarct. Surv. Bull.*, Nos. 1973. № 33-34. P. 89-122.
 14. Parnikoza I., Kozeretska I. Antarctic Terrestrial Biome—Most Poor, Extreme and Sensitive on the Planet In *Encyclopedia of the World’s Biomes* Eds: Michael I. Goldstein and Dominick A. DellaSala, Volume 2

- Deserts: Life in the Extremes, Section 4: Ice Sheets and Polar Deserts – Ice of Life. 2020. P. 606-622.
15. Tytgat B., Verleyen E., Obbels D., et al. Bacterial diversity assessment in Antarctic terrestrial and aquatic microbial mats: A comparison between bidirectional pyrosequencing and cultivation. *PLoS One* 9: e97564. 2014. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097564>.
 16. Upson R., Newsham K.K., Read D.J. Root-fungal associations of *Colobanthus quitensis* and *Deschampsia antarctica* in the maritime and subantarctic // *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*. 2008. № 40. P. 592–599. [https://doi.org/10.1657/1523-0430\(07-057\)\[UPSON\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1657/1523-0430(07-057)[UPSON]2.0.CO;2).
 17. Yu Z., Beilman D. W., Loisel J. Transformations of landscape and peatforming ecosystems in response to late Holocene climate change in the western Antarctic Peninsula, *Geophys. Res. Lett.*, 2016. № 43. P. 7186–7195.
 18. Parnikoza I. Roslynniy svit ta grunty rajonu Arghentyns'kykh ostroviv // *Zhurnal Ekspedycija KhKhI, kvitenj* 2021. URL: <https://expedicia.org/roslinnyy-svit-ta-grunti-rayonu-argen/>
 19. Pandey A., et al. Role of a mitogen-activated protein kinase pathway during conidial germination and hyphal fusion in *Neurospora crassa* // *Eukaryot Cell*. 2004. № 3(2). P. 348-58. URL: <https://journals.asm.org/doi/10.1128/EC.3.2.348-358.2004>