

УДК 574.23

КОМПЛЕКСНЕ ВИВЧЕННЯ АНТАРКТИЧНОЇ БІОТИ

Поліщук В.П., Костіков І.Ю., Таран Н.Ю., Войцицький В.М., Будзанівська І.Г.,
Хижняк С.В., Трохимець В.М.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, virus@biocc.univ.kiev.ua

Abstract. Results of five year period of Argentina islands region Antarctic biota complex investigations are described. There were described 41 algae new for the Galindez island biogeographical polygon territory. Check-list of terrestrial algae now consists of 57 species belongs to 3 phyla. 12 species from *Chlorophyta* and *Bacillariophyta* were described for snow and cryophilic communities from Uruguay and Galindez islands. The preliminary analysis of different chord animals' groups' phenological peculiarities were carry-out. 9 fish, 14 birds and 8 mammals' species were analyzed. Complex phenological investigations of terrestrial animals from bryophytic and soil substrata were carry-out for the first time. Virus antigens were detected in samples of *Deschampsia antarctica* and bryophytes from *Barbilophozia* and *Polytrichum* genera. This viruses belongs to different taxonomical groups such as Tobacco mosaic virus (*Tobamovirus*), Cucumber green mottle mosaic virus (*Tobamovirus*), Cucumber mosaic virus (*Bromoviridae, Cucumovirus*), Tomato spotted wilt virus (*Bunyaviridae, Tospovirus*). *Deschampsia antarctica* photosynthetic tissues samples investigations revealed high level of antioxidant systems on example of superoxide dismutase. Such activity shows *Deschampsia antarctica* high plasticity. Such peculiar properties of photosynthetic membranes of lipid-protein-pigment complexes structural and functional components are demonstration of active adaptive strategies to Antarctic limitative factors. Identified similarities lipid metabolism of various species may be indicative of the existence of a common ancestral form, but some differences in levels of lipid metabolism – on the next stages of evolutionary divergence in relation to the formation of a unique set of adaptations to the harsh Antarctic conditions. These data, together with the data of morphological, anatomical, physiological, molecular studies may be useful in assessing the evolutionary relationship of various species of Antarctic fish.

Key words: biocenosis, phenology, soil algae, plant viruses, adaptive strategies, lipid metabolism

Реферат. Стаття присвячена результатам п'ятирічного комплексного вивчення антарктичної біоти в районі Аргентинських островів. У результаті проведених досліджень систематичний список наземних водоростей біогеографічного полігону на острові Галіндез поповнився на 41 таксон видового рангу і включає 57 видів з трьох відділів. У групуваннях снігу та льоду на острові Галіндез та острові Уругвай виявлено 12 видів водоростей з двох відділів: *Chlorophyta* та *Bacillariophyta*. Проведено первинний аналіз фенологічних особливостей різних груп хордових тварин: 9 видів риб, 14 видів птахів і 8 видів ссавців. Уперше проведено комплексне фенологічне дослідження ґрунтових тварин із моху, ґрунт-субстрату та ґрунту. У зразках рослин *Deschampsia antarctica* та мохах родів *Barbilophozia* та *Polytrichum* були детектовані антигени вірусів, які належать до різних таксономічних груп, а саме вірус тютюнової мозаїки (*Tobamovirus*), вірус зеленої крапчастої мозаїки огірка (*Tobamovirus*), вірус огіркової мозаїки (*Bromoviridae, Cucumovirus*), вірус плямистого зів'янення томатів (*Bunyaviridae, Tospovirus*). Дослідження фотосинтетичних тканин зразків *Deschampsia antarctica* засвідчують високий рівень антиоксидантних систем (на прикладі супер-оксиддисмутази), що говорить про достатньо високу пластичність (більша норма реакції) рослин виду *Deschampsia antarctica*. Виявлені особливості структурно-функціональних компонентів ліпід-білково-пігментного комплексу фотосинтетичних мембран *Deschampsia antarctica* є проявом активних адаптивних стратегій даного виду рослин до лімітуючих факторів Антарктики. Виявлені подібності ліпідного обміну різних видів риб можуть свідчити про наявність у них спільної предкової форми, а наявність відмінностей у деяких ланках ліпідного метаболізму – про наступні етапи еволюційної дивергенції у зв'язку з формуванням унікального набору адаптацій до суворих умов Антарктики. Одержані дані наряду із даними морфологічних, анатомо-фізіологічних, молекулярних досліджень можуть бути корисними при оцінці еволюційної спорідненості різних видів антарктичних риб.

Ключові слова: біоценоз, наземні водорості, фенологія, віруси рослин, адаптивні стратегії, ліпідний метаболізм.

Реферат. Стаття посвячена результатам п'ятилітнього комплексного изучения антарктичної біоти в районі Аргентинських островів. В результаті проведених досліджень систематичний список наземних водоростей біогеографічного полігона на острові Галіндез поповнився на 41 таксон видового ранга і включає 57 видів із трьох відделів. В групуваннях сніга і льда на острові Галіндез і острові Уругвай виявлено 12 видів водоростей із двох відделів: *Chlorophyta* і *Bacillariophyta*. Проведен первинний аналіз фенологічних особливостей різних груп хордових тварин: 9 видів риб, 14 видів птахів і 8 видів млекопитаючих. Вперше проведені комплексні фенологічні дослідження ґрунтових тварин із мха, ґрунт-субстрату і ґрунту. В зразках рослин *Deschampsia antarctica* і мхів родів *Barbilophozia* і *Polytrichum* були детектовані антигени вірусів, належачих до різних таксономічних групам, а іменно вірус тютювкової мозаїки (*Tobamovirus*), вірус зеленої крапчастої мозаїки огурця (*Tobamovirus*), вірус огурчової мозаїки (*Bromoviridae*, *Cucumovirus*), вірус п'ятнистого увядання томатів (*Bunyaviridae*, *Tospovirus*). Дослідження фотосинтетических тканин зразків *Deschampsia antarctica* підтверджує високий рівень антиоксидантних систем (на прикладі супероксиддисмутаз), що свідчить про достатню високу пластичність (велика норма реакції) рослин виду *Deschampsia antarctica*. Виявлені особливості структурно-функціональних компонентів ліпід-білково-пігментного комплексу фотосинтетических мембран *Deschampsia antarctica*, що очевидно є проявом активних адаптивних стратегій даного виду рослин до лімітуючих факторів Антарктики. Виявлені схожості ліпідного обміну різних видів риб можуть свідчувати про наявність у них загальної предкової форми, а відмінності в деяких ланках ліпідного метаболізму – про наступні етапи еволюційної дивергенції в зв'язі з формуванням унікального набору адаптацій до суворого середовища Антарктики. Отримані дані наряду з даними морфологічних, анатомо-фізіологічних, молекулярних досліджень можуть бути корисні при оцінці еволюційної спорідненості різних видів антарктичних риб.

Ключевые слова: біоценоз, наземні водорості, фенологія, віруси рослин, адаптивні стратегії, ліпідний метаболізм.

Вступ. Антарктичний регіон являє собою унікальну за своїми кліматичними та екологічними характеристиками ділянку дикої природи, яка характеризується неповторним біорізноманіттям. Тому комплексне вивчення та постійний моніторинг останнього має пріоритетне значення при дослідженні таких еталонних ділянок незайманої природи, як Антарктика. Під час комплексного вивчення біорізноманіття важливим етапом є аналіз усіх його елементів: комплексів вірусів, мікроорганізмів, ботаничних і зоологічних об'єктів. Одним із них є зооценози, що входять до складу різноманітних екосистем. Тварини в них використовують первинну продукцію чи займаються хижацтвом – компоненти першого та вищих порядків. Так, наземним субстратом (на прикладі Аргентинських островів) для розвитку біоти є скелі, на яких ростуть лишайники, та щербистий еловий. Серед рослинності домінують мохи, хоча на обмежених ділянках ростуть два види вищих судинних рослин – *Deschampsia antarctica* та *Colobanthus quitensis*. У результаті відмирання рослинності, а також вітрового заносу формуються ділянки первинного ґрунту. Особливо вони помітні поблизу колоній птахів, де утворюються скупчення великої кількості органічного добрива гуано. У дернинах мохів, ґрунт-субстрату, лишайників та *D.antarctica* зустрічаються представники багатьох груп безхребетних тварин (вільноживучі ґрунтові нематоди, тардігради, кліщі, колемболи, хірономіди тощо), що живляться рослинами чи полюють на інших безхребетних тварин цих екосистем. Таким чином, завдяки життєдіяльності вищих хордових тварин (птахів і ссавців) створюються умови для зростання продуцентів, а їхню первинну продукцію використовують вже безхребетні тварини, які передають енергію ланцюгами живлення. Тому й досліджувати подібні екосистеми треба комплексно як для окремих елементів зоологічної ланки, так і для біорізноманіття в цілому.

Крім того, на прикладі Антарктики особливо добре помітні глобальні зміни клімату, які, у свою чергу, безпосередньо впливають на зміни біотичної частини її екосистем.

Рослини, мохи й водорості. Як відомо, продуценти наземних антарктичних екосистем представлені водоростями (вільноіснуючими та фотобіонтиами лишайників), мохоподібними (мохами та печіночниками) і судинними рослинами. В районі Аргентинських островів у наземних біотопах виявлено: водоростей – 78 видів та внутрішньовидових таксонів,

мохоподібних – 34 види, вищих рослин – 2 види (*Deschampsia antarctica* та *Colobanthus quitensis*). Разом – 114 видів та внутрішньовидових таксонів продуцентів.

Водорості утворюють чотири типи та 8 варіантів групувань:

1. Літофільні (епілітні, ендолітні, гіполітні)
2. Едафічні (літогрунтів, орнітогенних ґрунтів, справжніх бурих ґрунтів)
3. Епіфітні групування бріоценозів
4. Кріофільні (групування снігу та льоду).

За результатами інвентаризаційних досліджень флори наземних водоростей Аргентинських островів зареєстровано у наземних фітоценозах Антарктики: 267 видів (2, 14), з них у Приморській Антарктиці – близько 150 видів.

Виявлено в районі Аргентинських островів: 78 видів та внутрішньовидових таксонів (10) (близько 30% від загальної кількості видів наземної альгофлори Антарктики), з них ціанопрокаріотів (*Cyanoprokaryota*) 7 видів, діатомових водоростей (*Bacillariophyta*) 41 вид, зелених водоростей (*Chlorophyta*) – 30 видів.

Виявлено 3 види, нові для флори Антарктики в цілому:

Komvophoron groenlandicum (*Cyanoprokaryota*) – рідкісний вид, що був раніше відомий лише з Гренландії. Виявлений у літогрунтах о-ва Галіндез;

Pseudococcomyxa subellipsoidea (*Chlorophyta*) – один з найпоширеніших видів епібріофітних та ґрунтових групувань району Аргентинських островів;

Elliptochloris bilobata (*Chlorophyta*) – рідкісний для Антарктики вид, що входить до складу епібріофітних угруповань. Відомий переважно з гірських регіонів Північної півкулі. Виявлено 6 таксонів, морфотипи яких не відповідають жодному діагнозові жодного з відомих видів, тобто вони є новими для науки.

Чотири нових види представляють роди, які в наземних біотопах Антарктики раніше не виявлялися (*Spirulina* sp., *Avernensia* sp., *Parietochloris* sp.1, *Parietochloris* sp.2), та два нових види належать до родів, які вже були виявлені в Антарктиці (*Coleochlamys* sp. та *Koliella* sp.)

Виявлено комплекси домінантів едафічних, епібріофітних та кріофільних групувань району Аргентинських островів: ґрунтові водорості (57 видів), кріофільні водорості (12 видів) та епібріофільні водорості (39 видів).

За результатами інвентаризаційних досліджень мохоподібних Аргентинських островів виявлено 34 види мохоподібних, з них 29 видів мохів та 5 видів печіночників.

На сьогоднішній день багато аспектів існування різних груп антарктичних тварин, а головне змін, що відбуваються під прямим чи опосередкованим впливом людини, досліджено недостатньо (20).

Наземні екосистеми. Дослідження безхребетних наземних екосистем (26) проводили з метою встановлення видового різноманіття цих тварин у регіоні Аргентинських островів та вивчення особливостей їх фенології в екстремальних умовах оточуючого середовища, що змінюється.

Було ідентифіковано представників двох проблемних раніше груп тварин (колемболи та кліщі) по частині проб за 2007–2008 рр. (22). Так, колемболи представлені 3-ма видами (*Cryptopygus antarctica*, *Friesea grisea* і *Isotoma octooculata*), а кліщі 5-ма (*Alaskozetes antarcticus*, *Gamasellus racovitzai*, *Protoreunetes minutus*, *Stereotydyus villosus*, *Ixodes uriae*). Подібні комплексні дані (велика кількість точок, величезна територія, сезонні проби, культивування) для різних точок з великої за площею території поблизу УАС «Академік Вернадський» зібрано вперше за всю історію українських антарктичних досліджень, а також вперше для досліджень цього регіону. Крім того, для всіх точок цих станцій були вже визначені проби з хірономідами з єдиним видом *Belgica antarctica*.

Прісноводні екосистеми. У великих прісноводних калюжах було знайдено жаброногих ракоподібних, наприклад, *Brachinecta granulosa* (острови Галіндез, Скуа, Бархани тощо). Але особливо значущим є те, що під час експедиції 2007–2008 рр. на крайовому острові групи Рока лише в одному невеличкому прісноводному озерці було вперше знайдено, а тепер ідентифіковано в камеральних умовах, поблизу УАС «Академік Вернадський», веслоного рачка – *Pseudoboeckella poppei* (6).

Риби. Проведено аналіз фенології та морфометричних особливостей 9-ти видів риб (12). Уперше проведено морфометричний і статистичний аналіз для майже 500 риб, що дасть можливість, за умови подальших досліджень і відбору проб із інших точок, оцінити наявність або відсутність морфологічних пристосувань у риб у зв'язку із впливом умов середовища існування, що змінюється. Але й на даний момент проведений аналіз показав: уперше за всі роки досліджень змінився субдомінант, що пов'язано скоріш за все з поступовою зміною кліматичних умов. Так, за чисельністю у відловах абсолютним домінантом лишається антарктична гололоба нототенія *N.coriiceps* (72,4%), але субдомінантом була вже мармурова нототенія *N. rosii* (12%). Цікаво, що за всі попередні роки досліджень було виловлено тільки одну особину, а в 2007–2008 рр. – 57 екз. У той же час строкатий трематомус *Tr.bernacchii*, який завжди був субдомінантом, у 2007–2008 рр. був пійманий тільки 4 рази та одного разу знайдений у шлунку хижої риби, що складає всього 1,1% від її загальної кількості.

Птахи. Облік орнітофауни в районі островів Аргентинського архіпелагу (23) та подальший аналіз отриманих результатів дали цікаву інформацію по фенології 14 видів птахів. Справа в тому, що цей моніторинг розпочато ще під час перших українських експедицій в Антарктику, тому наші дослідження були продовженням багаторічного моніторингу. Аналізуючи зміни фенології птахів і ссавців, можна виявити певні відхилення від норми та з'ясувати причини, що їх викликали. Так, наприклад, пінгвіни Джінту вперше утворили нові колонії, де успішно вивели пташенят, на острові Галіндез і мисі Туксен. Це дуже важливий факт, оскільки на даний момент це перша реєстрація нових найпівденніших місць гніздування Джінту в межах цього регіону Антарктики. Останнє пов'язане, на нашу думку, зі зміною глобального клімату нашої планети, а відповідно з переформатуванням середовища існування цих птахів.

Ссавці. Описані вище тенденції вивчення фенологічних особливостей притаманні і ссавцям, яких було зареєстровано 8 видів. Так, з кожним роком поступово збільшуються колонії південного морського котика в районі УАС «Академік Вернадський», що також свідчить про створення оптимальніших умов для представників цього виду внаслідок зміни умов середовища існування.

Віруси. Проведено молекулярно-біологічний аналіз тотальної РНК рослин *Deschampsia antarctica* та *Colobanthus quitensis*, за допомогою зворотнотранскрипційної полімеразної ланцюгової реакції, на наявність послідовностей гену білка оболонки вірусів ВТМ, ХВК та ВЗКМО. Перевірка тестованих в ЗТ-ПЛР зразків в імуноферментному аналізі з використанням антитіл до ВОМ, ВЗКМО, ВПЗТ, ВТМ, ВМЛ, ВСМП, ВМБ, ВШМЯ, ВЖКЯ, ВМТ, ХВК та УВК показує можливу присутність в соці даних рослин антигенів до вірусів ВМЛ та ВЗКМО (13).

Попри те, що ми підібрали оптимальний метод для виділення тотальної РНК з рослин *Deschampsia antarctica* та *Colobanthus quitensis*, при постановці зворотнотранскриптазної полімеразної ланцюгової реакції отримано негативний результат у всіх випадках (3).

Оскільки результати ПЛР несподівано виявились повністю негативними, в подальшому отримані дані перевірялися за допомогою ІФА. Рослини перевіряли за допомогою ІФА на наявність ВОМ, ВЗКМО, ВПЗТ, ВТМ, ВМЛ, ВСМП, ВМБ, ВШМЯ, ВЖКЯ, ВМТ (вірусу мозаїки турнепсу), ХВК (х вірус картоплі) та УВК (у вірус картоплі) (рис.). Можна припустити наявність вірусних АГ до ВМЛ, ВЗКМО у кількох зразках *D. antarctica* з островів Галіндез, Дарбокс, Липман та мису Расмуссен, оскільки результати ІФА наближені до

позитивних. Отримані дані можна пояснити низькою кількістю АГ, наявністю близькоспоріднених штамів або ж температурними режимами під час відбору зразків, які в даний період є несприйнятливими для репродукції вірусів. Усе це дає нам змогу говорити про наближені до позитивних результати зразків рослин *Deschampsia* та *Colobanthus*.

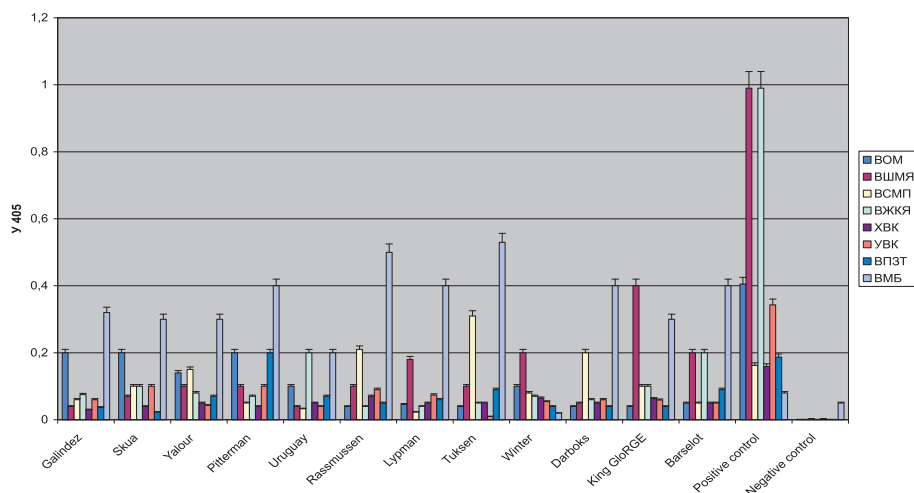


Рисунок. Детекція вірусів в рослинах *Deschampsia antarctica* за допомогою сендвіч ІФА.

Фізіологія рослин. Дослідження адаптації вищих судинних рослин (*D. antarctica* та *S. quitensis*) Антарктики до абіотичних факторів даного регіону дозволили констатувати наявність специфічних стратегій пристосування до їх перебігу, а саме формування максимально скороченого онтогенезу, що в часовому вимірі співпадає з тривалістю антарктичного літа і забезпечує швидке проходження фаз онтогенезу (подібно до рослин-ефемерів), необхідне для формування вегетативної маси та визрівання генеративного апарату рослин.

Поряд з пасивною адаптацією рослини *D. antarctica* використовують й активні шляхи адаптації, які ми досліджували на рівні світлозалежних процесів та задіяних у їхній регуляції компонентів малодослідженого ліпід-пігментного комплексу фотосинтетичних мембран рослин. Встановлено превалювання як вмісту фотосинтетичних пігментів, так і специфічних ліпідних структур (гліколіпідів та сульфохіновозилдіацилгліцеролу), задіяних у стабілізації роботи фотосистем рослин за дії екстремальних факторів (17, 19). Порівняння проводилось у видовому аспекті з рослинами аборигенного виду *Deschampsia caespitosa* та за умов експериментального оксидного стресу (2, 15).

Дослідження пігмент-білкових комплексів тилакоїдних мембран рослин *D. antarctica* виявило кількісні відмінності у загальному вмісті світлозбирального комплексу 2 (СЗКІІ) – його олігомерній (LHCР¹) та мономерній (LHCР³) формах, вмісті хлорофілу в зоні СР_a, що відповідає пігмент-білковим комплексам ближньої антени. Результати глобального вирівнювання та доменної архітектури показали, що фрагмент амінокислотної послідовності білкової фракції ФСІІ *D. antarctica* має високу подібність до послідовностей *A. thaliana* та *O. sativa*, які належать до родини білків PcbС, а отже є фрагментом продукту гена родини psbС. Відзначено також, що в даному фрагменті відсутня С-кінцева частина послідовності, яка за розміром відповідає одному чи кільком ексонам (18).

Дослідження фотосинтетичних тканин зразків *Deschampsia antarctica*, відібраних в Антарктиці, засвідчують також високий рівень антиоксидантних систем (на прикладі

супероксиддисмутази), що свідчить про достатньо високу пластичність (більша норма реакції) рослин виду *Deschampsia antarctica* (16).

Виявлені особливості структурно-функціональних компонентів ліпід-білково-пигментного комплексу фотосинтетичних мембран *Deschampsia antarctica* є проявом активних адаптивних стратегій даного виду рослин до лімітуючих факторів Антарктики (1).

Біохімія. Упродовж багатьох десятиріч Антарктика залишається універсальним полігоном для дослідження морфологічних, фізіологічних та біохімічно-молекулярних особливостей ендемічної флори та фауни. Антарктика є царством нототенієвих риб, оскільки близько 75% представників донної фауни Антарктики належать до надродуни *Notothenioidae* (4, 7).

Проблемою біологічного моніторингу є пошук біохімічних індикаторів – як для оцінки стану природних популяцій, так і для виявлення ступеня видового різноманіття.

Під впливом умов середовища впродовж тривалого еволюційного процесу у різних видів антарктичних риб сформувалася низка морфофункціональних ознак адаптивного характеру, що надало можливості пристосувати відповідно як перебіг окремих біохімічних реакцій, так і функціонування цілих метаболічних систем до жорстких умов довкілля (5). Одними з найважливіших органічних сполук у складі живих організмів є ліпіди, які характеризуються значним структурним різноманіттям та широким спектром функціональної активності (11).

Це зумовило необхідність дослідження особливостей ліпідного обміну в організмі різних видів антарктичних риб для оцінки шляхів підтримання гомеостазу при адаптації до низьких температур. Сироватка крові відноситься до найважливіших пулів ліпідних сполук, тому кількісні показники вмісту сполук ліпідної природи у сироватці крові є інформативним показником при оцінці загального рівня ліпідного обміну.

В результаті проведеної роботи для трьох видів антарктичних риб – *T.bernacchii*, білокровки крокодилової (*Ch. aceratus*) та *N. coriiceps* виявлено відмінності у вмісті основних ліпідних компонентів крові – триацилгліцеридів, фосфоліпідів та холестеролу (9).

Так, підвищений рівень ТГ у сироватці крові білокровної риби, порівняно з іншими видами, може свідчити про ймовірність використання їх як додаткового джерела енергії (21).

Вміст холестеролу, якому властива структурна та регуляторна функції, для даних видів риб становить у середньому $5,8 \pm 0,7$ ммоль/л. Однак, згідно з даними літератури, вміст холестеролу у представників помірних, а особливо тропічних широт як у складі мембран, так і в сироватці крові порівняно вищий. Тому одним із механізмів адаптації риб до дії низьких температур є запобігання зниженню плинності мембран, що досягається завдяки зменшенню пулу холестеролу.

Виявлено понижений рівень вмісту ФЛ, основного компонента клітинних мембран, у сироватці крові *T.bernacchii* ($1,95 \pm 0,10$ ммоль/л) порівняно з *C.aceratus* та *N.coriiceps*, для яких цей показник становить $2,77 \pm 0,16$ та $2,64 \pm 0,11$ ммоль/л відповідно. Вміст основних фосфоліпідів (фосфатидилхоліну та фосфатидилетаноламіну) для *C.aceratus* та *T.bernacchii* подібний та складає в середньому 36 та 19% від загального вмісту ФЛ відповідно. Однак для особин виду *N.coriiceps* тенденція протилежна (25 та 36% відповідно). Вміст міночної компоненти фосфоліпідів (сфінгомієлін, фосфатидилсерин та фосфатидилінозитол) у крові всіх видів риб суттєво не відрізняється. Виявлені відмінності у вмісті ФЛ та перерозподілі індивідуальних фосфоліпідів свідчать про особливості протікання мембранозалежних процесів для різних видів антарктичних риб (8, 24, 25).

Ліпіди сироватки крові знаходяться переважно у складі ліпопротеїнів (ЛП), головна функція яких полягає в міжорганному транспорті ліпідів та регуляції ліпідного обміну. Виявлено відмінності у вмісті різних класів ліпопротеїнів та у величинах співвідношення між

окремими класами ЛП у сироватці крові антарктичних риб, що вказує на відмінності в метаболічних циклах, функціонування яких забезпечує ліпідний гомеостаз.

Отримані результати дослідження вмісту ліпідів та ліпопротеїнів різних видів антарктичних риб вказують на існування у них особливостей протікання енергетичних та метаболічних процесів, пов'язаних із пристосуванням до умов Антарктиди. Отримані дані свідчать, що *S. aceratus* та *T. bernacchii* характеризуються подібністю за рядом показників ліпідного обміну. Водночас *N. coriiceps* демонструє за цими показниками виражені відмінності від цих досліджуваних видів. Необхідно відзначити, що *N. coriiceps* характеризується більш широким ареалом проживання (представники зустрічаються в морях, віддалених від Антарктики, а інколи й у водах помірних широт) у порівнянні з *T. bernacchii* та *Ch. aceratus*, які є виключно антарктичними. Це може свідчити, що існування специфічних особливостей ліпідного обміну у *N. coriiceps* є одним із факторів, що обумовлюють ширину спектра пристосувань до різноманітних умов середовища.

Виявлені подібності для досліджуваних показників ліпідного обміну цих видів можуть свідчити про наявність у них спільної предкової форми, а наявність відмінностей у деяких ланках ліпідного метаболізму – про наступні етапи еволюційної дивергенції у зв'язку з формуванням унікального набору адаптацій до суворих умов Антарктики. Одержані дані наряду з даними морфологічних, анатомо-фізіологічних, молекулярних досліджень можуть бути корисні при оцінці еволюційної спорідненості різних видів антарктичних риб.

Таким чином, в результаті проведених досліджень систематичний список наземних водоростей біогеографічного полігону на острові Галіндез поповнився на 41 таксон видового рангу і станом на червень 2008 р. включає 57 видів з трьох відділів: Cyanophyta (4 види), Bacillariophyta (30), Chlorophyta (23).

У групуваннях снігу та льоду льодовиків біогеографічного полігону на острові Галіндез та острові Уругвай околиць Української антарктичної станції «Академік Вернадський» виявлено 12 видів водоростей з двох відділів: Chlorophyta – 11 видів, Bacillariophyta – 1.

Проведено первинний аналіз фенологічних особливостей різних груп хордових тварин: 9 видів риб, 14 видів птахів і 8 видів ссавців.

Уперше проведено комплексне фенологічне (протягом року) дослідження ґрунтових тварин із моху, ґрунт-субстрату та ґрунту.

У зразках рослин *Deschampsia antarctica* та мохах родів *Barbilophozia* та *Polytrichum* нами були детектовані антигени вірусів, які належать до різних таксономічних груп, а саме вірус тютюнової мозаїки (*Tobamovirus*), вірус зеленої крапчастої мозаїки огірка (*Tobamovirus*), вірус огіркової мозаїки (*Bromoviridae*, *Cucumovirus*), вірус плямистого зів'янення томатів (*Bunyaviridae*, *Tospovirus*).

Дані, отримані в результаті наших досліджень, свідчать про несподівано високу різноманітність антигенних детермінант вірусів рослин, які детектуються в Антарктиді.

Дослідження фотосинтетичних тканин зразків *Deschampsia antarctica* засвідчують високий рівень антиоксидантних систем (на прикладі супероксиддисмутази), що свідчить про достатньо високу пластичність (більша норма реакції) рослин виду *Deschampsia antarctica*.

Виявлені особливості структурно-функціональних компонентів ліпід-білково-пігментного комплексу фотосинтетичних мембран *Deschampsia antarctica* є проявом активних адаптивних стратегій даного виду рослин до лімітуючих факторів Антарктики.

Виявлені подібності ліпідного обміну різних видів риб можуть свідчити про наявність у них спільної предкової форми, а наявність відмінностей у деяких ланках ліпідного метаболізму – про наступні етапи еволюційної дивергенції у зв'язку з формуванням унікального набору адаптацій до суворих умов Антарктики. Одержані дані наряду із даними морфологічних, анатомо-фізіологічних, молекулярних досліджень можуть бути корисними при оцінці еволюційної спорідненості різних видів антарктичних риб.

ПОДЯКИ. Колектив авторів висловлює глибоку подяку Національному науковому антарктичному центру Міністерства освіти і науки України за надану можливість проведення досліджень та всебічну підтримку.

Список літератури

1. **David A. Pearce** and William H. Wilson. Viruses in Antarctic ecosystems// Antarctic Science - 2003. - №15. – P.319-331.
2. **Broady P.A.** Diversity, distribution and dispersal of Antarctic terrestrial algae // Biodiversity and Conservation. – 1996. vol. 5. № 11. – p. 1307–1335.
3. **Budzanivska I, Rudneva T., Shevchenko T., Boubriak I., Polischuk V.** Investigation of Ukrainian isolates of cucumber green mottle mosaic virus Archives of Phytopathology and Plant Protection October 2007; 40(5): 376–380.
4. **Elizabeth Crockett.** Cholesterol Function in Plasma Membranes from Ectotherms: Membrane- Specific Roles in Adaptation to Temperature // Amer. Zool. – 1998.- V. 38. – P. 291-304.
5. **Fields P.A., Somero G.N.** Hot-spots in cold adaptation: Localized increases in conformational flexibility in lactate dehydrogenase A₄ orthologs of Antarctic notothenioid fishes // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. - 1998.- V. 95.-P.243-282.
6. **Helen Butler, Angus Atkinson and Marina Gordon.** Omnivory and predation impact of the calanoid copepod *Boeckella poppei* in a maritime Antarctic lake // Polar Biology, 2005. – 28. – 815–821 p.
7. **Hureau J.-C.** Biologie compare de quelques poisons antartiques (Nototheniidae) // Bull. Inst. Oceanogr. Monaco. – 1970. – V. 68. – P. 1-250.
8. **Khyzhnyak S., Stepanova L., Sorokina L., Voitsitsky V.** The lipid and lipoprotein contents of the blood serum of Antarctic fishes // Hydrobiological Journal. – 2009. – V.45, № 1. – P. 84-91.
9. **Komatsu S.K., Miller H.T., DeVries A.L., Osuga D.T., Feeney R.E.** Blood plasma proteins of cold-adapted Antarctic fishes // Comp. Biochem. Physiol.- 1970. - V. 2.- P. 519-527.
10. **Kostikov I.Yu., Kryvenda A.A., Tyshchenko O.V.** Some edaphytic, epiphytic and cryophilic algal communities from Argentine Islands area (Antarctic) // IV International Antarctic conference "III International Polar Year 2007-2008: results and outlooks". – К., 2009. – P. 172.
11. **Logue J.A., De Vries A.L., Fodor E., Cossins A.R.** Lipid compositional correlates of temperature-adaptive interspecific differences in membrane physical structure // The Journal of Experimental Biology. – 2000. – V. 203. – P. 2105-2115.
12. **M.N.Chesalin, I.V.Dyky, V.A. Timofeyev, V.N.Trokhymets.** State of ichthyofauna and Population-Biological Characteristic of Mass Fish Species in the Region of the Ukrainian Antarctic Station Academic Vernadsky in 2002-2008 // IV International Antarctic Conference III International Polar Year 2007-2008: Results and Outlooks. – Kiev, Ukraine. – May 12-14, 2009. – P. 167-168.
13. **Polischuk V., Budzanivska I., Shevchenko T. & Oliynik S.** Evidence for plant viruses in the region of Argentina Islands, Antarctica // FEMS Microbiol Ecol. - 59. - 2007.-pp. 409–417.
14. **Rybalka N., Andersen R., Kostikov I., Mohr K., Massalski A., Olech M., Friedl T.** Testing for endemism, genotypic diversity and species concepts in Antarctic terrestrial microalgae of the Tribonemataceae (Stramenopiles, Xanthophyceae) // Env. Microbiology. – 2008. vol. 11. № 3. P. 554 – 565.
15. **Skotsnicki M.L, Selkirk P.M, Kitajima E et al.** The first subantarctic plant virus report: stilbocarpa mosaic bacilliform badnavirus from Macquarie island // Polar Biology. - 2003. - P. 1-7.
16. **Svietlova N.B., Storozhenko V.O., Topchiy N.M.** The functional state of the photosynthetic apparatus of two *Deshampsia* species with different habitat cultivation in conditions of hard ultraviolet radiation // XVI Int. Conf. of students, PhD students, and young scientists. Lomonosov – 2009. Section "Biology", April, 13-18, 2009. – P. 237-239. (In Ukr.)

17. **Taran N.Yu., Okanenko O.A., Batsmanova L.M.** Adaptive response of plant species *Deschampsia antarctica* Desv., which grew in conditions of Antarctica, upon oxide stress effect // Ukrainian Botanical Journal. – 2007. – 64: 2. – P. 279-289. (In Ukr.)
18. **Taran N.Yu., Okanenko O.A., Batsmanova L.M., Svetlova N.B.** *Deschampsia antarctica* Desv. in a changing environment // APGC Symposium. Plant Functioning in a Changing Environment, 7-11 Dec., 2008. – Melbourne, Australia. – P. 80.
19. **Taran N.Yu., Okanenko O.A., Ozheredova I.P., Kozerets'ka I.A., Svetlova N.B.** Particularity of the lipid components and pigment-protein complexes of *Deschampsia antarctica* Desv. photosynthetic membranes // Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine. – 2009. – 2. – P. 173-178. (In Ukr.)
20. **Taran N.Yu., Svetlova N.B., Storozhenko V.O., Okanenko O.A.** Adaptive strategies of *Deschampsia antarctica* on the base of lipid-pigment transformation // IV Intern. Antarctic Conf. Results and Perspectives. Kyiv, Ukraine, May, 12-14, 2009. – P.169.
21. **Tyshchenko O.** Bryophytes of Galindez Island (Argentine Islands, Antarctica) // III International Antarctic conference „Science Investigation in Antarctic” (Kyiv, 29 may-2-july 2006 p.). – K., 2006. – P.121.
22. **Van der Oost R., Beyer J., Nico P., Vermeulen E.** Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review // Environmental Toxicology and Pharmacology. – 2003. – V. 13. – P.57-149.
23. **Vladlen Trokhymets, Caruso Tancredi.** Collembolan (Collembolla) of Moss Biocenoses from Some Point of Antarctic Island Galindez, Petermann and Great Yalour // IV International Antarctic Conference III International Polar Year 2007-2008: Results and Outlooks. – Kiev, Ukraine. – May 12-14, 2009. – P. 167-168.
24. **Vladlen Trokhymets, Vitaliy Tymofyeyev.** Phenological Features of Dentoo Penguins (*Pygoscelis papua* Forster, 1781) from Region nearby Ukrainian Antarctic Station «Akademik Vernadsky» in 2007-2008 // IV International Antarctic Conference III International Polar Year 2007-2008: Results and Outlooks. – Kiev, Ukraine. – May 12-14, 2009. – P. 167-168.
25. **Voitsitsky V., Khyzhnyak S., Pavlik A., Manilo L.** The proteins and lipids of blood and hepar of the Antarctic fishes // The Ukrainian Antarct. Journ. - 2008. – № 6-7. – P.104-109
26. **Voitsitsky V., Rodionova N., Khyzhnyak S., Manilo L.** Hematological characteristic of the Antarctic Fish // Hydrobiological Journal. – 2008. – V. 44, №3. – P.66-74
27. **Wise K.A.J.** New records of Collembola and Acarina in Antarctica // Pacific Insects, 1964. – 6(3) – P. 522-523.