

АНОТАЦІЯ

Кочергіна А.В. Кортикофільні міксоміцети (*Mухogastrea*) південно-західної частини Середньоруської височини: видове різноманіття та субстратна екологія – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 – «Біологія». Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди, Харків, 2021.

Робота присвячена вивченню однієї з найменш досліджених екологічних груп міксоміцетів (*Mycetozoa: Mухogastrea*) – наземних гетеротрофних протистів, поширених у лісових екосистемах. Досліджена група кортикофільних міксоміцетів характеризуються проходженням усього життєвого циклу на корі дерев. Через мікроскопічні розміри спораношень, редукцію діагностично значущих структур та швидкий життєвий цикл, виявлення та ідентифікація кортикофільних міксоміцетів складають серйозну методологічну проблему. Спеціалізовані дослідження кортикофільних міксоміцетів в Україні раніше не проводились.

У роботі застосовано методи культуральних (метод вологої камери), морфологічних, морфометричних, мікроскопічних, екологічних та молекулярно-генетичних досліджень, а також методи кількісного аналізу біологічного різноманіття. Матеріалом дослідження слугували власні збори авторки у дев'яти локалітетах на території Харківської та Сумської областей (південно-західна частина Середньоруської височини); для порівняльного аналізу використовувались власні збори авторки з інших регіонів України.

Наукова новизна роботи полягає в тому, що вперше встановлено видовий склад кортикофільних міксоміцетів південно-західної частини Середньоруської височини – 38 видів кортикофільних міксоміцетів, що належать до 18 родів, 10 родин, 7 порядків та 2 підкласів, серед яких 12 є новими для Харківсь-

кого лісостепу, 6 – новими для Середньоруських лісів, 3 – новими для рівнинної частини України, та 5 (*Hemitrichia pardina*, *Licea floriformis*, *L. pygmaea*, *Macbrideola argentea* та *Paradiacheopsis acanthodes*) – новими для України. Вперше вивчено таксономічну, субстратно-екологічну та хорологічну структуру біоти кортикофільних міксоміцетів південного сходу України. Проведено детальний аналіз якісних та кількісних характеристик угруповань міксоміцетів на різних видах субстратуотворюючих рослин, здійснено екстраполяційну оцінку кількості видів міксоміцетів, асоційованих з провідними видами деревних рослин, проведено детальне порівняння угруповань, здійснено їхній розподіл на п'ять кластерів. Встановлено, що в умовах північного сходу України видовий склад кортикофільних міксоміцетів визначається насамперед складом субстратуотворюючих рослин. Вперше у міксоміцетів виявлені європейсько-північноамериканський та панарктичний ареали.

Робота має теоретичне і практичне значення. Отримані результати щодо видового складу, таксономічної, субстратно-екологічної та хорологічної структури біоти кортикофільних міксоміцетів збагачують знання щодо формування регіональних біот цих організмів та сприяють встановленню чинників, що впливають на різноманіття, рясність та поширеність цих організмів. Одержані дані можуть бути використані для обґрунтування необхідності охорони міксоміцетів, зокрема і шляхом створення природних резерватів. Результати досліджень знайшли використання в навчальному процесі в ХНПУ імені Г.С. Сковороди при підготовці матеріалів курсу «Мікологія», навчальної польової практики студентів природничого факультету та рекомендацій до курсових робіт студентів. Зібрана колекція міксоміцетів включена до наукового гербарію ХНПУ імені Г.С. Сковороди.

В результаті проведеного дослідження встановлено, що види кортикофільних міксоміцетів в умовах ПЗВ СВ суттєво відрізняються за рясністю. За кількістю спостережень провідне положення займають *E. minutum* (94), *A. pomiformis* (90), *M. cornea* (58), *P. chrysosperma* (47) та *L. kleistobolus* (38), а за кількістю виявлених спорокарпів – *E. minutum* (12180), *A. pomiformis* (2144), *L.*

kleistobolus (1879) та *M. cornea* (1202). Найбільшу середню кількість спорокарпів в одному спостереженні виявлено у *E. elachiston* (135,0) та *E. minutum* (129,6). Перелічені вид складають ядро дослідженої біоти.

Серед родів міксоміцетів за кількістю видів провідне положення займають *Comatricha*, *Licea*, *Paradiacheopsis*, *Perichaena* (по 4), серед родин – *Amaurochaetaceae* (10) та *Trichiaceae* (10), серед порядків – *Stemonitidales* (14), *Trichiales* (11) та *Physarales* (6). Пропорція досліджуваної біоти складає: 2,2 : 1,8 : 1,4 : 3,5 : 2,0.

Субстратуотворюючі рослини продемонстрували значні відмінності у якісному та кількісному складі міксоміцетів, що розвиваються на їхній корі в умовах вологої камери. Найбільше видове багатство міксоміцетів виявлене на корі *Quercus robur* (17), *Tilia cordata* (16), *Fraxinus excelsior* (15), *Pinus sylvestris* (11) та *Acer platanoides* (10). Найвищу прогнозовану кількість асоційованих видів мають угруповання міксоміцетів на *T. cordata* (26,3). Найсприятливішими для розвитку кортикофільних міксоміцетів в умовах південно-західної частини Середньоруської височини є *T. cordata* та *F. excelsior*.

Видовий склад міксоміцетів на різних видах субстратуотворюючих рослин суттєво відрізнявся. Зокрема, на корі *A. campestre* переважають *A. pomiformis* та *L. kleistobolus*, на *A. platanoides* – *M. cornea* та *L. kleistobolus*, на *B. pendula* – *E. minutum* та *B. versicolor*, на *F. excelsior* – *M. cornea* та *C. violacea*, на *P. sylvestris* – *P. fimbriata*, *L. kleistobolus* та *E. papillatum*, на *Q. robur* – *A. pomiformis* та *E. minutum*, на *T. cordata* – *A. pomiformis*, *E. minutum* та *P. chrysosperma*. Водночас, не виявлено значущих відмінностей у видовому складі кортикофільних міксоміцетів на території Харківського Лісостепу та Середньоруських лісів. З цього впливає, що у межах дослідженої території зонально-кліматичні особливості біотопів не мають визначального впливу на видовий склад кортикофільних міксоміцетів.

Встановлено, що субстратні уподобання окремих видів міксоміцетів суттєво відрізняються. За кількісним та якісним складом угруповань видів міксо-

міцетів види рослин формують п'ять кластерів (1: *Q. robur*, *T. cordata*, *B. pendula*, *B. pubescens*, *M. sylvestris*, *P. domestica*; 2: *A. platanoides*, *A. campestre*, *R. pseudoacacia*; 3: *F. excelsior* та *Ulmus* sp.; 4: *P. sylvestris*; 5: *Crataegus* sp.).

Понад половина виявлених видів (21; 55,3%) мають космополітний ареал, що, однак, може бути наслідком переоцінки космополітизму міксоміцетів через нестачу даних про генетичне різноманіття цих організмів. Європейсько-північноамериканський ареал, відмічений у п'яти (13,2%) видів, регіональний європейський тип – у чотирьох (10,6%); панарктичний – у чотирьох (10,6%); голарктичний – у двох, диз'юнктивний європейсько-східноазійсько-південноамериканський – у одного (2,6%).

Серед темноспорових міксоміцетів (Columellomycetidae) види з космополітним ареалом складають значно меншу частку, аніж у серед світлоспорових (54,4% та 68,7%, відповідно). Водночас, серед темноспорових міксоміцетів відносно високою є частка видів з європейським та європейсько-північноамериканським ареалом є (31,8%). Частка видів, що мають некосмополітний ареал, є найвищою у Liceales (75,0%), Echinosteliales (50,0%), Stemonitidales (46,2%) та Physarales (40,0%). Серед Trichiales – навпаки, переважають види з широкими ареалами: космополітним, панарктичним і голарктичним (90,9%). Види міксоміцетів, що мають відносно вузький ареал і визначають «обличчя» досліджуваної біоти, асоційовані насамперед з *F. excelsior*, *P. sylvestris*, *A. platanoides* та *A. campestre*. На *A. campestre*, *A. platanoides*, *P. sylvestris* та *Ulmus* sp. значна частка некосмополітних видів мають європейський та європейсько-північноамериканський ареал. Натомість, на *Q. robur* понад половина некосмополітних видів мають панарктичний або голарктичний ареали. Також види з цими типами ареалів добре представлені на *T. cordata* (40,0%) та *F. excelsior* (50,0%).

Видовий склад кортикофільних міксоміцетів південно-західної частини Середньоруської височини має помірну (коефіцієнт Кульчицького дорівнює 0,58–0,64) подібність з біотами Карпатських Лісів та Гірського Криму. Дослі-

джену територію поєднує з цими гірськими районами наявність глибоко пере-січеного рельєфу та високе різноманіття лісової рослинності. Водночас, подібність біот кортикофільних міксоміцетів між Карпатськими лісами та Гірським Кримом є вищою (0,67) за їхню подібність до біоти південно-західної частини Середньоруської височини. Певну подібність до біоти кортикофільних міксоміцетів південно-західної частини Середньоруської височини (0,51–0,53) демонструють також біоти Західного Полісся та Прикарпатських лісів. У флорі обох районів трапляються *Pinus sylvestris*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, які також поширені на Середньоруській височині і характеризуються високим видовим багатством та рясністю асоційованих видів кортикофільних міксоміцетів.

Ключові слова: біорізноманіття; генетичні маркери; грибоподібні протисти; живильне середовище; життєздатність; заказник; кількісний склад; кора; метод вологої камери; міксоміцети; морфологічні ознаки; національний парк; нові знахідки; нові та рідкісні види; пластичність; поширення; рідкісні види; Східна Європа; субстрат; трофічні групи; Україна; флористичний склад.

SUMMARY

Kochergina A.V. Corticolous myxomycetes (Myxogastrea) of the southwestern part of the East European Upland: species diversity and substrate ecology – Qualification scientific paper as a manuscript.

Thesis for a Doctor of Philosophy Degree, Speciality 091 – «Biology». H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, Kharkiv, 2021.

Thesis paper is devoted to the study of one of the least researched ecological groups of myxomycetes (Mycetozoa: Myxogastrea) – terrestrial heterotrophic protists common in forest ecosystems. The studied group of corticolous myxomycetes is characterized by the passage of their entire life cycle on the bark of living trees. Due to the microscopic size of sporulations, reduction of diagnostically significant structures and fast developmental life cycle, detection and identification of corticolous myxomycetes is a serious methodological problem. Specialized studies on this ecological group in Ukraine have not been conducted before.

The methods of cultural (moist chamber method), morphological, morphometric, microscopic, ecological and molecular-biological researches, as well as quantitative analysis of biological diversity are used in this work. The material of the research was the author's own collection in nine localities on the territory of Kharkiv and Sumy regions (south-western part of the East European Upland); the author's own collections from other regions of Ukraine were used for comparative analysis.

The scientific novelty of the work is that for the first time the species composition of corticolous myxomycetes of the south-western part of the East European Upland was established - 38 species of corticolous myxomycetes belonging to 18 genera, 10 families, 7 orders and 2 subclasses, including 12 new species for the Kharkiv forest-steppe, 6 – new for the Middle Russian forests, 3 – new for the plain part of Ukraine, and 5 (*Hemitrichia pardina*, *Licea floriformis*, *L. pygmea*, *Mac-*

brideola argentea and *Paradiacheopsis acanthodes*) – new for Ukraine. The taxonomic, substrate-ecological and chorological structure of the biota of corticolous myxomycetes of the south-east of Ukraine was studied for the first time. A detailed analysis of qualitative and quantitative characteristics of myxomycete assemblages on different species of substrate-forming trees, extrapolation of the number of myxomycete species associated with leading species of trees, a detailed comparison of groups, their division into five clusters. It is established that in the conditions of the north-east of Ukraine the assemblages of corticolous myxomycetes is determined primarily by the composition of substrate-forming trees. For the first time, European-North American and Panarctic habitats were discovered among the myxomycetes.

The work has theoretical and practical significance. The obtained results of the assemblages of corticolous myxomycetes, taxonomic, substrate-ecological and chorological structure of the biota of corticolous myxomycetes enrich the knowledge about the formation of regional biota of these organisms and contribute to the identification of factors influencing the diversity, abundance and distribution of these organisms. The obtained data can be used to justify the need to protect myxomycetes, in particular by creating nature reserves. The research results were used in the educational process at the H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, in the preparation of materials for the course "Mycology", in educational field practice of students of the Faculty of Natural Sciences and recommendations for term papers of students. The author's collection of myxomycetes is included in the scientific herbarium of the H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University.

As a result of the study, it was found that the species of corticolous myxomycetes of south-western part of the East European Upland differ significantly in abundance. *E. minutum* (94), *A. pomiformis* (90), *M. cornea* (58), *P. chrysosperma* (47) and *L. kleistobolus* (38) are leading species in number of observations, and *E. minutum* is leading in the number of detected sporocarps (12180), also *A. pomiformis* (2144), *L. kleistobolus* (1879) and *M. cornea* (1202). The highest average number

of sporocarps in one observation showed *E. elachiston* (135,0) and *E. minutum* (129,6). These species form the core of the studied biota.

Among the genera of myxomycetes by the number of species the leading position are occupied by *Comatricha*, *Licea*, *Paradiacheopsis*, *Perichaena* (4 per each), among the families - Amaurochaetaceae (10) and Trichiaceae (10), among the orders – Stemonitidales (14), Trichiales (11) and Physarales (6). The proportion of the studied biota is: 2,2: 1,8: 1,4: 3,5: 2,0.

Substrate-forming trees showed significant differences in the qualitative and quantitative composition of myxomycetes that develop on their bark in a moist chamber. The greatest species richness of myxomycetes was found on the bark of *Quercus robur* (17), *Tilia cordata* (16), *Fraxinus excelsior* (15), *Pinus sylvestris* (11) and *Acer platanoides* (10). The highest predicted number of associated species have assemblages of myxomycetes on *T. cordata* (26,3). *T. cordata* and *F. excelsior* turned out to be the most favorable for the development of corticolous myxomycetes in the conditions of the south-western part of the East European Upland.

The species composition of myxomycetes on different species of substrate-forming trees differed significantly. In particular, *A. pomiformis* and *L. kleistobolus* dominated on the bark of *A. campestre*, *M. cornea* and *L. kleistobolus* – on *A. platanoides*, *E. minutum* and *B. versicolor* – on *B. pendula*, *M. cornea* and *C. violacea* – on *F. excelsior*, *P. fimbriata*, *L. kleistobolus* and *E. papillatum* – on *P. sylvestris*, *A. pomiformis* and *E. minutum* – on *Q. robur*, *A. pomiformis*, *E. minutum* and *P. chrysosperma* – on *T. cordata*. At the same time, no significant differences were found in the species assemblages of corticolous myxomycetes among the Kharkiv Forest-Steppe and Middle Russian forests. This shows that within the studied area zonal-climatic features of habitats do not have a significant impact on the species assemblages of corticolous myxomycetes.

It was found out that the substrate preferences of certain species of myxomycetes differ significantly. According to the quantitative and qualitative composition of myxomycete species groups, tree species form five clusters (1: *Q. robur*, *T. cordata*, *B. pendula*, *B. pubescens*, *M. sylvestris*, *P. domestica*; 2: *A. platanoides*, *A.*

campestre, *R. pseudoacacia*; 3: *F. excelsior* and *Ulmus sp.*; 4: *P. sylvestris*; 5: *Craetaegus sp.*).

More than half of the identified species (21; 55,3%) have a cosmopolitan distribution, which, however, may be the result of a reassessment of the cosmopolitanism of myxomycetes due to the lack of data on the genetic diversity of these organisms. European-North American distribution has five (13,2%) species, regional European type of distribution – four (10,6%); Panarctic – four (10,6%); Holarctic – two, disjunctive European-East Asian-South American – one (2,6%).

Among dark-spored myxomycetes (Columellomycetidae), species with a cosmopolitan distribution has a much smaller share than among bright-spored myxomycetes (54,4% and 68,7%, respectively). At the same time, among dark-spored myxomycetes, the share of species with European and European-North American distribution is relatively high (31,8%). The share of species with a non-cosmopolitan range is highest in Liceales (75,0%), Echinosteliales (50,0%), Stemonitidales (46,2%) and Physarales (40,0%). Among Trichiales, on the contrary, species with wide realms predominate: cosmopolitan, Panarctic and Holarctic (90,9%). Species of myxomycetes that have a relatively narrow range and define the "face" of the studied biota are associated primarily with *F. excelsior*, *P. sylvestris*, *A. platanoides* and *A. campestre*. On *A. campestre*, *A. platanoides*, *P. sylvestris* and *Ulmus sp.* a significant proportion of non-cosmopolitan species have European and Euro-North American distribution. In contrast, on *Q. robur*, more than half of the non-cosmopolitan species have Panarctic or Holarctic distribution range. Also species with these types of distribution are well represented on *T. cordata* (40,0%) and *F. excelsior* (50,0%).

The species composition of corticolous myxomycetes of the south-western part of the East European Upland has a moderate (Kultsytsky coefficient is equal to 0,58–0,64) similarity with the biota of the Carpathian Forests and the Mountain Crimea. The research area is combined with these mountainous areas by the presence of deeply rugged terrain and a high diversity of forest vegetation. At the same time,

the similarity of the biota of corticolous myxomycetes between the Carpathian forests and the Mountain Crimea is higher (0,67) than their similarity to the biota of the southwestern part of the East European Upland. The biota of Western Polissya and the Carpathian forests also show a certain similarity to the biota of corticolous myxomycetes of the southwestern part of the East European Upland (0,51–0,53). In the flora of both areas there are *Pinus sylvestris*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, which are also common in the East European Upland and are characterized by high species richness and abundance of associated species of corticolous myxomycetes.

Key words: bark; biodiversity; distribution; Eastern Europe; floristic composition; fungi-like protists; genetic markers; moist chamber method; morphological characteristics; myxomycetes; national park; new and rare species; new records; numerical composition; nutrient medium; plasticity; protected area; rare species; substrate; trophic groups; Ukraine; variability.