

наприклад: туя, сосна, модрина, самшит, ялівець. Віднедавна обабіч школи почала рости калина, яка є народним символом, оспіваним у піснях та легендах українців. Характерно є те, що учні роблять це не з примусу, а самі проявляють зацікавленість, бо розуміють, що від них залежить у якому світі вони будуть жити завтра.

Для дитини найдоступнішими історіями для сприймання є казки, саме через казку у дитячому віці найкраще прищепити учням любов до рідної землі, до природи. Тому на уроках я часто, відповідно до теми опрацьовую з дітьми екологічні казки, проводимо інсценізації за змістом, розігруємо ролі.

Окремо хочу сказати про те, як ми виховуємо в учнів повагу до пам'яті наших предків, життя яких уособлює старезний клен. Це віковічне дерево, яке височіє на пагорбі в центрі села. За переказами старожилів посаджене воно дуже давно, «пережило» війни, часи лихоліть та активної розбудови села, але вистояло. І тепер тішить нас своєю могутністю та величчю. Ми з дітьми часто навідуємось до цього дерева, щоб помилуватися його красою у різні пори року. Та все ж таки наша головна мета – зберегти його, щоб ніхто не посмів зазіхнути на цей легендарний клен. Тому ми з учнями вирішили взяти участь у проєкті «Вікові дерева Тернопільщини», який організовує ТОКІППО, щоб надати символу нашого села статус пам'ятки місцевого значення, а також дізнатися за допомогою фахівців, скільки ж насправді років цьому могутньому дереву. Таким чином, я сподіваюся, нам вдасться зберегти цю пам'ятку природи від знищення, та передати для майбутніх поколінь.

Після вивчення теми «Вода», діти розпитали батьків про джерела, які були колись у нашому селі. На основі розвіданої інформації ми провели акцію «Врятуймо джерельце». Разом з батьками віднайшли та почистили забутий потічок облаштували місце, де з-під землі б'є маленький струмочок, і тепер час від часу навідуємося до джерельця. Ця акція об'єднала учнів, батьків, вчителів і дала нам зрозуміти, що разом ми здатні змінити життя на краще, змінити світ.

Підводячи підсумки, я хочу відмітити, що на нас, учителів, покладена важлива місія – виховувати нових людей, тих які б усвідомили себе частиною живого на планеті, і водночас відповідальних за навколишній світ. Це можна реалізувати тільки тоді, коли дитина на собі відчує нестачу тих чи інших ресурсів і на практиці почне вирішувати, разом з дорослими проблеми сьогодення. Майбутнє покоління має стати тими «агентами змін», які повинні поняття «природокористування», «екологічна свідомість», перевести в практичну площину. Вони мають бути готовими взяти на себе увесь тягар варварського знищення ресурсів, яке відбувається останнім часом. Тільки у такому разі все живе на планеті, як і сама людська цивілізація має шанс на порятунок.

Дуже показовим фактом з даної проблематики є активна позиція дівчини зі Швеції Грети Тунберг, яка змогла організувати потужний протестний рух молоді щодо глобальних змін клімату.

Отже, все в наших руках, і тільки від нас залежить, чи зуміємо ми усвідомити та вчасно виправити уже зроблені помилки щодо раціонального природокористування, чи підемо шляхом самознищення...

ЛІТЕРАТУРА

1. Бібік. Н.М.: Нова українська школа: poradnik для вчителя. – Київ. ТОВ «Видавничий дім «Плеяди», 2017. – 206с.
2. Волошин Іван: Екологічні пригоди тварин. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2004. – 80 с.
3. Жаркова І.: Я досліджую світ: підруч. інтегрованого курсу для 1-го класу закладів загальної середньої освіти. У 2 ч. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2018.

Дражнікова А.В., асистент кафедри біотехнології,
Андріанова Т.В., к.біол.н., старший науковий співробітник, доцент кафедри біотехнології,
Національний авіаційний університет

STRATEGY FOR CONSERVATION OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI

***Summary.** The analysis of up-to-date expertise in cultivation and conservation of arbuscular mycorrhizal fungi is presented. The techniques in situ and ex situ, which are*

reviewed, could contribute to the biotechnological use and utilization of plant root endosymbiotic fungi in sustainable agriculture and biodiversity conservation.

Key-words: arbuscular mycorrhiza, diversity, conservation, *in vitro* culture, autotrophic system, pot culture.

Arbuscular mycorrhizal (AM) fungi form symbiotic relationships with majority of plant species. By colonizing root system fungi increase inorganic nutrients uptake by host plants, can contribute in protection against pathogens, enhance plant tolerance to drought stress and soil contamination, maintain stability and biodiversity within plant communities [1]. Today AM fungi are considered to be promising bio-fertilizers and are important for regulation of plant diversity in ecosystems, though providing the higher parasitism rates of herbivores [2].

AM fungi diversity in Ukraine is poorly investigated. Conservation of fungi, as a whole, has been still limited and not enough promoted in Ukraine. There is an urgent need to protect genetic resources of native AM fungi through the generation of culture collections and cultivation under the artificial conditions. These could be solved by pooling field and laboratory based biotechnological methods for successful cultivation of symbiotic fungi.

General approaches to strategy for conservation of arbuscular mycorrhizal fungi are of two types: field-based or *in situ* and laboratory-based or *ex situ*. The first approach is based on *in situ* conservation of AM fungi in habitats where they naturally occur and have evolved. Protected areas of national parks, nature reserves and other preserved ecosystems, where the wildlife is under the care of national and international authorities, represent an appropriate place for *in situ* conservation of AM fungi. These protected areas provide such beneficial symbiotic fungi with adapted conditions together with established complex networks of interactions with different components within each specific ecosystem [3]. Most studies on AM fungi in protected areas have been performed in America, Australia and Western Europe. Unfortunately, studies on AM fungal diversity in protected areas of Ukraine are absent due to labor-intensive methods of investigations and the small number of laboratories specialized in the study of this group of fungi.

There are three main *ex situ* approaches used for cultivation and conservation of AM fungi:

1. *In vivo* pot cultures on sterile soils or other support materials.
2. *In vitro* cultures with genetically modified root-organ culture of host plants.
3. *In vitro* autotrophic systems on artificial media with axenic plants.

In vivo cultures of AM species or isolates from different regions are currently propagated in *ex-situ* collections. Such method of AM fungi conservation requires information about the geography of the maintained isolates, their original habitat ecosystem and soil, type of symbiotic relationships and performance under diverse environmental conditions [4]. Maintenance of pot cultures on sterile soil or other support materials is the most widely used technique in operation for formation of AM fungi collections worldwide. Step-by-step principles of AM fungi pot monocultures establishment are presented in basic publications of J. Błaszowski [5, p. 11]. Under the climatic conditions of Ukraine as host plants could be used: *Coleus scutellarioides* (L.) Benth., *Sorghum bicolor* (L.) Moench, *Zea mays* L., different species of the genus *Plantago* L. and *Plectranthus* L'Hér. (Fig. 1).

One of the disadvantages of pot culture is the risk of plant-culture contamination by pathogenic fungi or damage by phytophagous insects that can cause the rapid loss of a significant portion of AM fungi in culture. Such risks are reduced by the usage of multiple host plants. The other disadvantage of pot cultures is possibility of cross-contamination of pots by different AM fungi that could be transmitted by air or water under the greenhouse conditions. There is option of formation of AM fungi collections in pot cultures with woody plants as hosts. For example, pot cultures of AM fungi in association with *Aesculus hippocastanum* L. plants cultivated from germinated chestnut seeds have been proposed (Fig. 1).

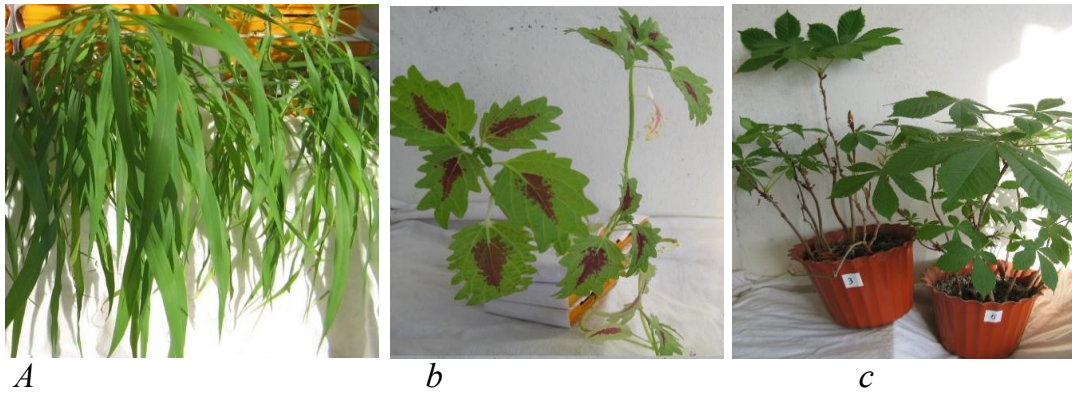


Fig. 1. Options of arbuscular mycorrhiza pot cultures: *a* — three-months culture with *Sorghum bicolor* as a host plant; *b* — one-year old cultures with cuttings of *Coleus scutellarioides* as a host plant; *c* — seven-years old mixed AM fungi cultures with *Aesculus hippocastanum* as a host plant (authors' illustration).

In vitro cultivation of AM fungi is conducted by application plant biotechnology methods. Genetically transformed plant roots (root organ culture) or sterile explants of plant-symbionts are used. The main advantage of such approach is the absence of microbial contamination. Specialized laboratories have crucial importance of implementation *in vitro* technology for AM fungi cultivation. Besides, it should be stressed that root organ culture is very sensitive to changes of cultivation conditions (humidity, temperature, pH).

In vitro technique is rather progressive method that has opened the way for cultivation of various AM fungi species from most genera, and offers tremendous perspectives for germplasm collections. At the same time, it is not yet routine to cultivate most of AM fungi *in vitro* on root organs [6].

In vitro autotrophic systems on artificial media with axenic plants are considered the newest scientific method for cultivation and conservation of AM fungi [7]. This approach is based on the establishment of two functional parts of plant-based system: mycorrhizal one and photosynthetic one. Whole plants grow from a surface-sterilized seeds or axenic explants. Both parts of the system or only mycorrhizal part must be sterile. There are proposed various types of *in vitro* autotrophic systems with different host-plants and construction features. Nowadays such type of systems is considered as an experimental model for modern AM fungi studies.

Thus, any of the conservation projects should take into account different strategies designed to preserve AM fungi: the establishment and maintenance of *ex situ* collections and the assessment of AM fungi occurrence in protected sites, with the aim of promoting the formation of *in situ* germplasm reserves. *Ex situ* collections are maintained in living cultures, together with host plants, in all the laboratories where AM fungi are studied [3].

Preservation of AM fungi gene pool has become one of the most challenging aspects of the XXIst century mycorrhizal research. Mycorrhizal fungi conservation biobanks have the aim to preserve and provide viable and pure AM fungi starter cultures to researchers [8]. Biobanks may contribute to the biotechnological exploitation and utilization of AM fungi in sustainable agriculture and biodiversity conservation.

Five official AM fungal collections have been set up worldwide: The International Culture Collection of (Vesicular) Arbuscular Mycorrhizal Fungi (INVAM) at the West Virginia University, USA; The International Bank for the Glomeromycota (IBG), France; the Glomeromycota *In vitro* Collection (GINCO), Belgium-Canada; the Christopher Walker collection of Glomeromycotan fungi at the Royal Botanic Garden in Edinburgh, UK and hosted by the Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem, Germany; The International Culture Collection of Glomeromycota (CICG), Brazil.

REFERENCES

1. Mycorrhizal ecology and evolution: The past, the present, and the future / [Heijden van der M.G., Martin F.M., Selosse M.A., Sanders I.R.] // *New Phytologist*. – 2015. – Vol. 205, 4. – P. 1406–1423.
2. Gange A.C. Multitrophic links between arbuscular mycorrhizal fungi and insect parasitoids / Gange A.C., Brown V.K., Alpin D.M. // *Ecology Letters*. – 2003. – Vol. 6. – P. 1051–1055.
3. Turrini A. Arbuscular mycorrhizal fungi in national parks, nature reserves and protected areas

worldwide: a strategic perspective for their *in situ* conservation / Turrini A., Giovannetti M. // *Mycorrhiza*. – 2012. – Vol. 22, 2. – P. 81–97.

4. Giovannetti M. Biotechnology of arbuscular mycorrhizas / Giovannetti M., Avio L. // *Applied Mycology and Biotechnology*. – 2002. – Vol. 2. – P. 275–310.

5. Błaszowski J. Glomeromycota / Janusz Błaszowski. – Krakow: W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, 2012. – 304 p.

6. Declerck S. The Monoxenic Culture of Arbuscular Mycorrhizal Fungi as a Tool for Germplasm Collections / Declerck S., Séguin S., Dalpé Y. // *In vitro* culture of mycorrhizas / [Ed. by Declerck S., Strullu D.G., Fortin A.]. – Heidelberg: Springer-Verlag, 2005. – P. 17–30.

7. Development of an autotrophic culture system for the *in vitro* mycorrhization of potato plantlets / [Voets L., Dupré de Boulois H., Renard L. et al.] // *FEMS Microbiology Letters*. – 2005. – Vol. 248, 1. – P. 111–118.

8. Biobank for Conservation of Arbuscular Mycorrhizal (AM) Fungi / [Agnihotri R., Maheshwari H.S., Sharma A.K., Sharma M.P.] // *In Microbial Resource Conservation: Conventional to Modern Approaches* / Ed. by Sharma S.K., Varma A. – Cham: Springer, 2018. – P. 199–221.

Капелюх Я.І., завідувач відділу науково-дослідної роботи та екологічної освіти,
Природний заповідник «Медобори»

ОСТАННІ ЗНАХІДКИ ЧЕРВОНОКНИЖНИХ ВИДІВ ТВАРИН У ПРИРОДНОМУ ЗАПОВІДНИКУ «МЕДОБОРИ»

Анотація. у статті наведено дані про чисельність на території природного заповідника «Медобори» та в найближчих його околицях фауни і в тому числі рідкісних видів. Встановлено значення заповідної території для збереження регіональної фауни. Висвітлено результати по виявленню рідкісних червонокнижних видів на території заповідника.

Ключові слова: природний заповідник, фауна, раритетні види.

Товтрове пасмо – надзвичайно цікаве геолого-морфологічне утворення в рельєфі Волино-Поділля. Історично – це підводний риф, сформований у прибережній зоні давнього Сарматського моря 15-18 млн. років тому. Орографічно, у сучасному рельєфі, воно чітко виражене на поверхні у вигляді вузького (шириною 3-5 км) дугоподібного ланцюга невисоких горбів загальною довжиною 280 км.

Найкраще Товтрове пасмо виражене в серединній його частині (від м. Скалат Тернопільської області до м. Кам'янець-Подільського на Хмельниччині, де абсолютні висоти досягають до 413 м н.р.м. (г.Бохіт) і більше. Із західної сторони воно має вигляд невисоких гір.

Саме тут, на відтинку приблизно 40 км (від с. Городниця Підволочиського району до с. Личківці Гусятинського району на Тернопільщині), заходиться територія природного заповідника «Медобори», утвореного 8 лютого 1990 року[8].

Товтрове пасмо вкрите мозаїкою лісових, степових, лучно-степових та лучних угруповань, які чергуються у залежності від умов їх формування, часто утворюючи складні формації. Знаходячись у басейні р. Збруч, воно історично відіграє роль одного з головних шляхів міграції понтійських видів фауни з басейну Дністра в північному напрямку до Центральної, Східної та Західної Європи[8].

Для багатьох видів тварин старовікові природні лісові угруповання на найбільш збереженій території Товтровою пасма – Медоборах є рефугіумом, де реліктові види локально збереглися під час останнього зледеніння.

Велике біорізноманіття цієї території пов'язане з гетерогенністю природних умов, яка обумовлена тривалим історичним періодом господарського освоєння придатних для сільськогосподарського використання пологих схилів. Це призвело до майже повного знищення лісів, степових, лучно-степових, лучних та болотних біоценозів по обидва боки Товтровою пасма. Не розораними залишилися лише непридатні для ріллі круті схили, але й вони зазнали значного антропогенного впливу внаслідок викошування трави та випасання тварин. Незважаючи на це, нерозорані, хоч і трансформовані ділянки, стали прихистком для великої кількості аборигенних видів флори й фауни, залишаючись єдиним місцем їх виживання.

Зважаючи на велике різноманіття та високу чисельність рідкісних, ендемічних і