

МІКОРИЗА У *CAREX HIRTA* L. ЯК ОДНА ІЗ УМОВ ВИЖИВАННЯ В НАФТОЗАБРУДНЕНОМУ ҐРУНТІ

О. Цвілінюк, Л. Буньо, О. Карпин, О. Терек

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна
e-mail: tsvilya@gmail.com

Родина Сурегасеае (осокові) – велика група рослин, представники якої займають різноманітні екологічні ніші. У виду *Carex hirta* L., **стійкого до нафтового забруднення ґрунту, виявлена арбускулярна мікориза на коренях і на кореневищах. Очевидно, це важливий чинник, який дає змогу рослинам осоки шорстковолосистої виживати в складних умовах росту на нафтозабруднених ґрунтах.**

Ключові слова: мікориза, *Carex hirta*, корінь, кореневище, нафтове забруднення.

Осока шорстковолосиста (*Carex hirta* L.) належить до довгокореневищних багаторічних трав'яників. Це одна з піонерних рослин, яка заселяє забруднені ґрунти, що з'являються внаслідок видобутку нафти у м. Борислав [5]. Відомо, що при розливах нафти у ґрунті збільшується кількість фітопатогенних грибів, які, поряд зі зміною фізико-хімічних властивостей ґрунтів, погіршують умови росту і розвитку рослин. Однак рослини, які утворюють мікоризу, мають більший шанс вижити при інфікуванні хвороботворними мікроорганізмами порівняно з безмікоризними рослинами [3, 19]. Можливо, однією із адаптаційних складових *C. hirta* до життя у складних екологічних умовах є здатність до утворення арбускулярної мікоризи АМ.

Багатьма дослідниками тривалий час вивчалася мікориза у рослин із родини Сурегасеае. Деякими авторами виявлено, що частина досліджуваних видів осок колонізована ендоефітними грибами *Glomeromycota* (GFC), проте арбускули не були знайдені [12, 18]. Колонізація коренів рослин грибами GFC сезонно змінювалась [10, 14, 17].

Зустрічаються публікації з описом арбускулярної мікоризи в окремих вивчених видів осок, корені яких були колонізовані GFC грибами. Так, Miller et al. [13] повідомили про присутність GFC-грибів у 16 із 23 видів осок і тільки 9 із них мали мікоризу арбускулярного типу. Muthukumar et al. [15] розглянули 221 вид осок, із яких у 40% виявили АМ, і відзначили низьку здатність осокових до мікоризи. Weishanpel and Bedford [22] у 17 видів осок знайшли GFC і невеликі ділянки з арбускулярною мікоризою.

Вивчення рослин, які ростуть у природних критичних умовах, показує, що із 28 видів осокових лише 2 види не утворювали мікоризи упродовж року [6]. Gai et al. [11] виявили, що у 9 видів осок із Тибету була GFC і у 10 із 22 зразків були арбускули.

Метою нашої роботи було з'ясувати, чи є мікориза і якого вона типу в рослин довгокореневищного виду *C. hirta*, які утворюють первинне заростання нафтозабруднених ґрунтів у м. Борислав.

Матеріали та методи

Рослини осоки шорстковолосистої, що 30 діб росли на чистому ґрунті (контроль) та ґрунті, забрудненому нафтою (50 г/кг) в модельних польових дослідах, викопували та промивали під проточною водою.

Корені розділяли на сегменти, що містили зону кореневих волосків, зону утворення бічних корінців, кореневища – на сегменти довжиною 1 см, вирізані з апікальної, серединної та базальної їхніх частин. Ці сегменти в нативному стані та фарбованому за допомогою метиленового синього розглядали в 15 полях зору й у 7 повторностях за допомогою бінокулярного мікроскопа, світлового мікроскопа «Jenaval» і скануючого електронного мікроскопа JEOL JSM-T220A.

Для аналізу мікоризи з коренів знімали первинну кору і з внутрішнього боку розглядали її за допомогою світлового мікроскопа «Jenaval» у наведених вище повторностях.

Анатомічну будову кореневищ вивчали під мікроскопом «Jenaval» на живих поперечних зрізах, зроблених від руки безпечною бритвою.

Результати і їхнє обговорення

У природних умовах *Carex hirta* заселяє нафтозабруднені ґрунти шляхом вегетативного розмноження материнських рослин, що ростуть на чистій території. Материнська рослина утворює довгий симподіальний пагін, який росте під землею плагіотропно. Наявність у підземному пагоні (кореневищі) добре розвиненої аеренхіми (рис. 1) дає змогу вижити в токсичному середовищі, бо постійна внутрішня аерація клітин запобігає пошкодженню рослини [5, 20].

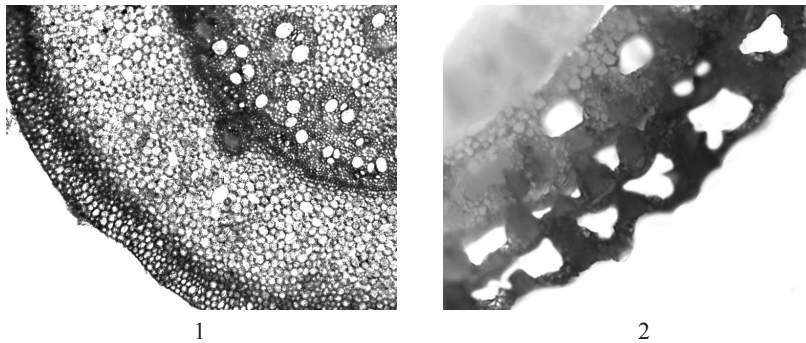


Рис. 1. Аеренхіма у кореневищі рослин *C. hirta* (світлова мікроскопія, збільшення 1 – $\times 200$; 2 – $\times 400$).

Потім пагін поступово набуває ортотропного положення, пробиває стійку гідрофобну кірку з нафтових вуглеводнів на поверхні ґрунту (рис. 2) і виходить із землі, утворюючи дочірню особину, у якій формується головний і декілька додаткових коренів [5, 8].



Рис. 2. Дочірні особини клону рослин *C. hirta*, що пробилися крізь кірку нафтозабрудненого ґрунту.

Оптичне вивчення поверхні коренів осоки щорстковолосистої в зоні корневих волосків за допомогою бінокюляра виявило міцелій грибів на тих коренях, що росли на нафтозабрудненому ґрунті (рис. 3).

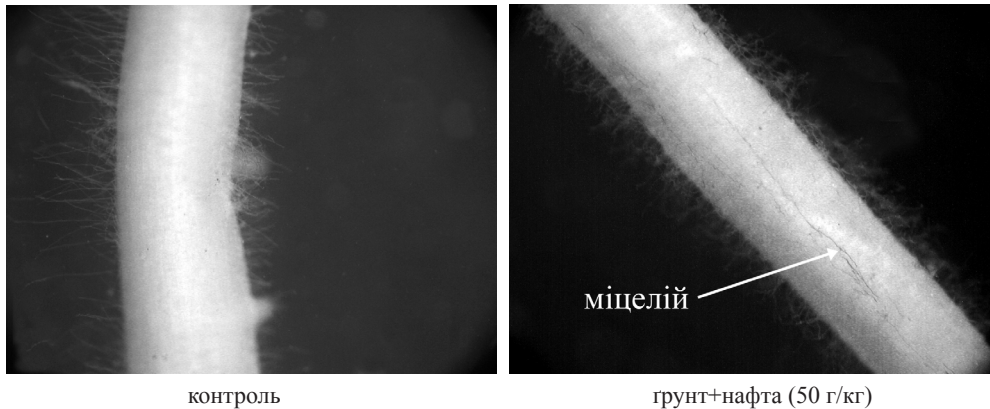


Рис. 3. Корінь *C. hirta* в зоні корневих волосків (світлова мікроскопія – $\times 400$).

У наступній за розташуванням зоні навколо кореня і бічних корінців формується сітка з міцелію гриба як у контрольному, так і в дослідному варіантах (рис. 4).

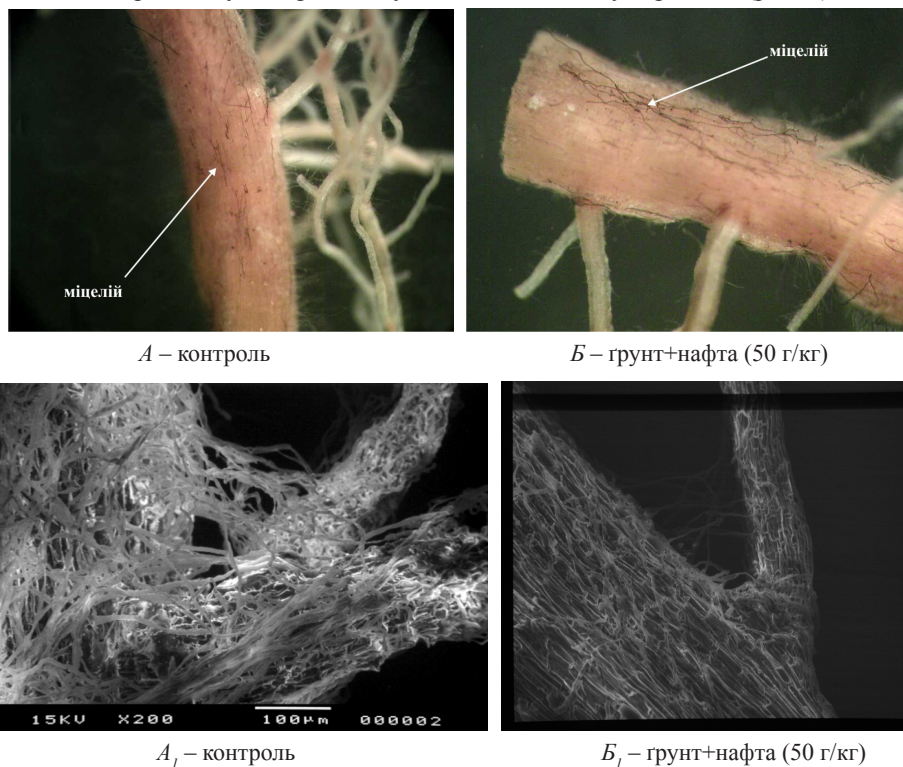


Рис. 4. Мікоризні корені *Carex hirta* в зоні росту бічних корінців. *A, B* – бінокюлярний мікроскоп – $\times 300$; *A₁, B₁* – електронна скануюча мікроскопія – $\times 500$.

Отже, нафтове забруднення ґрунту пришвидшує колонізацію коренів рослин *C. hirta* мікоризними грибами у зоні корневих волосків.

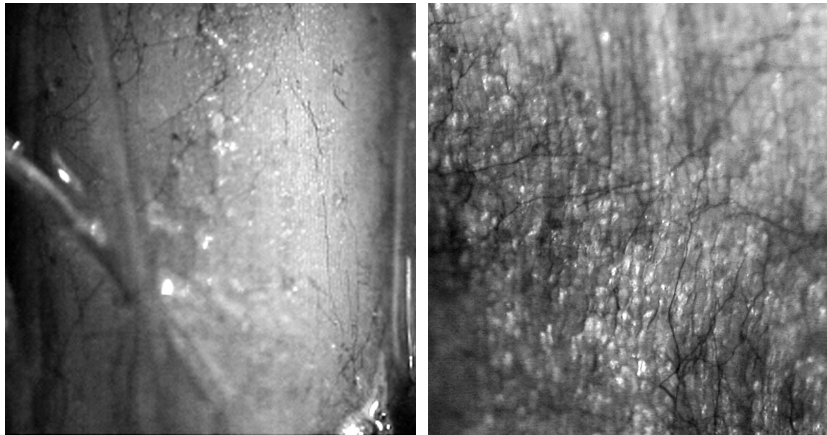
Більший відсоток підземної частини осоки шорстковолосистої припадає на кореневище. Як вже було зазначено, саме кореневище першим востає у нафтозабруднений ґрунт.

Морфометричні показники свідчать про сильніший розвиток підземної частини у рослин осоки шорстковолосистої за впливу нафти порівняно із контролем [7]. Очевидно, це пов'язано з їхньою потребою, бо відомо, що рослини утворюють підземну частину такого об'єму і будови, яка здатна забезпечити їх елементами живлення [4].

Дослідження кореневищ осоки показало, що дана рослина має мікоризу і на підземному пагоні (рис. 5). Причому на нафтозабруднених ґрунтах сітка екстраматричного міцелію навколо кореневища є значно густішою порівняно з контролем, формуючи поглинальний «пристрій» для підземного органа, який не має кореневих волосків.

Щільна сітка міцелію може поширюватися з колонізованого кореня чи кореневища у ґрунт, збільшуючи адсорбційну поверхню і, відповідно, рівень кореневого живлення рослин.

Особливо це важливо для рослин, які ростуть на нафтозабруднених ґрунтах із порушеним балансом поживних речовин [1].



Контроль

Ґрунт + нафта (50 г/кг)

Рис. 5. Мікориза кореневища *C. hirta* (бінокулярний мікроскоп – $\times 300$).

Незважаючи на важливе значення мікоризного симбіозу для функціонування екосистем і біосфери в цілому, на сьогодні немає загальноприйнятої класифікації мікориз. Аналіз джерел літератури показав, що мікоризи підрозділяють на найрізноманітніші групи [2, 16, 21]. Насамперед розрізняють справжні мікоризи і псевдомікоризи.

Мікроскопування внутрішнього боку кори коренів осоки шорстковолосистої свідчить про те, що гіфи гриба проникають у кортекс, формуючи міжклітинний міцелій як у контролі, так і за дії нафти (рис. 6).

Проте при псевдоендомікоризах теж інфікується кора кореня. Псевдоендомікоризи описані у представників осокових і є прикладом помірному паразитизму гриба на вищій рослині [2].

На фотографії, зробленій за допомогою електронного скануючого мікроскопа, добре видно апресорії – місця закріплення гіфів гриба на поверхні епідермальних клітин кореневища, які є попередніми етапами формування арбускули (рис. 7, В₁). Це опосередкований доказ того, що біотична взаємодія між грибом і підземною частиною рослини осоки шорстковолосистої належить до типу арбускулярної мікоризи [6].

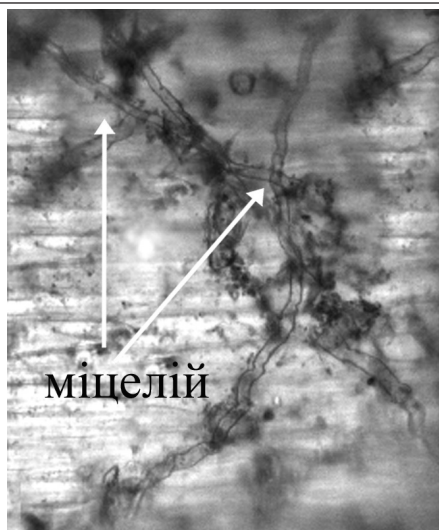


Рис. 6. Міцелій гриба на внутрішньому боці первинної кори кореня *S. hirta*, вирощеної на нафтозабрудненому ґрунті (світлова мікроскопія – $\times 400$).

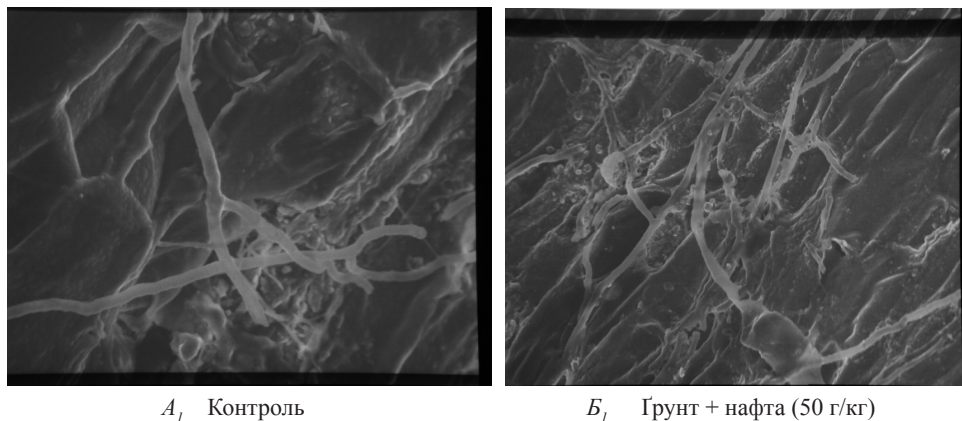


Рис. 7. Міцелій на поверхні епідермальних клітин кореневища *S. hirta* (скануюча електронна мікроскопія, $\times 500$, зони апресорій позначено).

При арбускулярній мікоризі гіфи гриба формують у кортексі рослини-хозяїна арбускули і везикули [16]. Саме в арбускулах відбувається найбільш інтенсивний обмін метаболітами між компонентами мікоризи, хоч вони існують лише кілька днів, а потім атрофуються. Крім того, відомо, що у багатьох видів осок, які здатні утворювати арбускулярну мікоризу, спостерігається невелика кількість арбускул [9, 15]. Очевидно, мікориза – це важливий чинник, який допомагає рослинам осок шорстковолосистої виживати у складних умовах росту на нафтозабруднених ґрунтах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Казенов С. М., Арбузов А. И., Ковалевский Ю. В. Воздействие объектов нефтепродуктообеспечения на геоэкологическую среду // Геоэкология. 1998. № 4. С. 54–74.

2. Селиванов И. А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза. М.: Наука, 1981. 231 с.
3. Соколова Н. А. Использование ВАМ-грибов в агроценозе для регулирования фосфорного питания растений на обычных и эродированных черноземах: автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 06.01.09. М., 1995. 15 с.
4. Узбек И. Х. Розвиток корневих систем рослин як показник внутрішньотканинної транслокації речовини й енергії // Вісн. аграрної науки. 2004. № 9. С. 45–47.
5. Цайтлер М. Й. Відновлення рослинного покриву і зміни структури ценопопуляцій трав'яних рослин на нафтозабруднених територіях Бориславського нафтового родовища: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.16. Дніпропетровськ, 2001. 16 с.
6. Brundrett M. C. & Kendrick B. The mycorrhizal status, root anatomy, and phenology of plants in a sugar maple forest // Canadian J. Bot. 1988. Vol. 66. P. 1153–1173.
7. Buno L., Tsvilinjuk O., Terek O. Some aspects of morphogenesis under soil spear *Carex hirta* L. in various conditions of growth (oil pollution) // Młodzi naukowcy – practice rolniczej: Jubileuszowej V Ogólnopolskiej Młodzieżowej Konferencji Naukowej. Rzeszów, 21–23 kwietnia. 2009. С. 102–105.
8. Campbell M. H., Nicol H. I. Germination, emergence, growth, ecotypes and control of *Carex appressa* R. Br. (tussock sedge) // Aust. J. Experimental Agriculture. 2002. Vol. 42. P. 27–36.
9. Cooke J. C., Lefor M. W. The mycorrhizal status of selected plant species from Connecticut wetlands and transition zones // Restoration Ecology. 1998. Vol. 6. P. 213–222.
10. Fuchs B., Hasehwandter K. Red list plants: colonisation by arbuscular mycorrhizal fungi and dark septate endophytes // Mycorrhiza. 2004. Vol. 14. P. 277–281.
11. Gai J. P., Cai X. B., Feng G. et al. Arbuscular mycorrhizal fungi associated with sedges on the Tibetan plateau // Mycorrhiza. 2006. Vol. 16. P. 151–157.
12. Meney K. A., Dixon K. W., Scheltema M., Pate J. S. Occurrence of vesicular mycorrhizal fungi in dryland species of Restionaceae and Cyperaceae from south-west Western Australia // Aust. J. Bot. 1993. Vol. 41. P. 733–737.
13. Miller R. M., Smith C. R., Jastrow J. D., Bever J. D. Mycorrhizal status of the genus *Carex* (Cyperaceae) // Am. J. Bot. 1999. Vol. 86. P. 547–553.
14. Muthukumar T., Udaiyan K. Seasonality of vesicular-arbuscular mycorrhizae in sedges in a semi-arid tropical grassland // Acta Oecol. 2002. Vol. 23. P. 337–347.
15. Muthukumar T., Udaiyan K., Shanmughavel P. Mycorrhiza in sedges – an overview // Mycorrhiza. 2004. Vol. 14. P. 65–77.
16. Peterson R. Larry, Hughes B. Massicotte and Lewis H. Melville. *Mycorrhizas: Anatomy and Cell Biology*. NRC Research Press. 2004. 181 p.
17. Perriell N. Amier, Colin F. Occurrence of mycorrhizal symbioses in the metal-rich lateritic soils of the Koniambo Massif, New Caledonia // Mycorrhiza. 2006. Vol. 16. P. 449–458.
18. Powell C. L. Rushes and sedges are non-mycotrophic // Plant Soil. 1975. Vol. 42. P. 481–484.
19. Sieverding E. Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems. GTZ, Eschborn. and Hartmut Bremer Verlag. Friedland. 1991. 365 p.
20. Visser E. J. W., Bögemann J. M., Van De Steeg H. M. et al. Flooding tolerance of *Carex* species in relation to field distribution and aerenchyma formation // New Phytologist. 2000. Vol. 148. P. 93–103.
21. Vohnik M., Albrechtová J., Vosátka M. **The application of inocula based on ericoid mycorrhizal, DSE and saprotrophic fungi in conventional, semi-conventional, semi-organic and organic cultivation of highbush blueberries.** In: Mycorrhiza Works. 1. Braunschweig: Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft. 2008. P. 100–111.

22. *Weishampel P. A., Bedford B. L.* Wetland dicots and monocots differ in colonization by arbuscular mycorrhizal fungi and dark septate endophytes // *Mycorrhiza*. 2006. Vol.16. P. 495–502.

Стаття: надійшла до редакції 20.06.12

доопрацьована 09.11.12

прийнята до друку 09.11.12

MYCORRHIZAE AS PART OF THE SURVIVAL STRATEGY OF *CAREX HIRTA* L. ON A CRUDE OIL CONTAMINATED SOIL

O. Tsvilynyuk, L. Bunio, A. Karpyn, O. Terek

*Ivan Franko National University of Lviv
4, Hrushevskiy St., Lviv 79005, Ukraine
e-mail: tsvilya@gmail.com*

Family Cyperaceae (*Carex*) - a large group of plants which occupy diverse environments. In *Carex hirta* L. species, resistant to oil pollution of soil, arbuskular mycorrhiza on the roots and rhizomes was detected. Obviously, this is an important factor that allows *C. hirta* plants to survive in adverse growth conditions on the oil contaminated soils.

Keywords: mycorrhizae, *Carex hirta*, root, rhizome, crude oil contamination.

МИКОРИЗА В *CAREX HIRTA* L. КАК ОДНО ИЗ УСЛОВИЙ ВЫЖИВАНИЯ В НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОЙ ПОЧВЕ

О. Цвилынюк, Л. Буньо, О. Карпин, О. Терек

*Львовский национальный университет имени Ивана Франко
ул. Грушевского, 4, Львов 79005, Украина
e-mail: tsvilya@gmail.com*

Семейство Сурегасеae (осоковые) – очень большая группа растений, которая занимает разнообразнейшие среды жизни. У стойкого к нефтяному загрязнению вида *Carex hirta* L. выявлена арбускулярная микориза на корнях и корневищах. Вероятно, этот фактор помогает растениям осоки шершавой выживать в сложных условиях роста на нефтезагрязненной почве.

Ключевые слова: микориза, *Carex hirta*, корень, корневище, нефтяное загрязнение.