

## ГРУНТОВА МІКРОБІОТА ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ ВІЛЬХА (*ALNUS* MILL.)

**Н. Е. Елланська, О. О. Горєлов**

Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАНУ, e-mail: ellanskaya@bk.ru

*Представлено результати досліджень чисельності мікроорганізмів основних таксономічних та еколого-трофічних груп у ризосфері інтродукованих та аборигенного видів роду *Alnus*. Виявлено залежність складу мікробних угруповань від виду рослин, їх корневих виділень та фаз розвитку.*

**Ключові слова:** еколого-трофічні групи, мікроорганізми, мікроміцети, бактерії, азотобактер.

*Ellanska N.E., Gorelov A.A. Soil microbiota of the *Alnus* Mill. genus. The results of microorganism basis taxonomic and ecological-trophic groups quantity in rhizosphere of introduced and aboriginal *Alnus* genus species study are presented. The dependence of microbial community quantity from plant species, roots secrets, phases of development is shown.*

**Key words:** ecological-trophic groups, microorganisms, micromycetes, bacteria, azotobacter.

### Вступ

Проблема розширення асортименту деревних рослин, перспективних для використання як у лісовому господарстві, фітомеліорації, садово-парковому будівництві та озелененні для підвищення біологічної стійкості, продуктивності та посилення рекреаційно-оздоровчих функцій має важливе народногосподарське та соціальне значення. Вирішення цих завдань можливе за рахунок як більш ефективного використання місцевих видів деревних рослин, так і залученням інтродуцентів. Аналіз видового складу колекцій ботанічних садів та дендропарків показав, що окремі роди представлені в них досить обмежено. У повній мірі це відноситься до роду Вільха (*Alnus* Mill).

Важливим консортом фітоценозів є мікроорганізми, які знаходяться у тісних взаємовідносинах з ґрунтом та рослинами і виконують провідну роль у кругообігу речовин у біогеоценозах, завдяки своїй високій фізіологічній активності та різноманітності біохімічних функцій [17]. Тому гетеротрофна частина будь-якого угруповання вищих рослин дуже важлива для їх аделопатичної взаємодії [9].

Але, насамперед, взаємодія вищих рослин із мікроорганізмами здійснюється в зоні ризосфери, де відбувається виділення й поглинання речовин та обмін метаболітами. У ризосферу потрапляють розчинні органічні сполуки, які виділяються коренями рослин. Ці сполуки слугують джерелом живлення для мікробіологічного угруповання ризосфери, вони досить специфічні і залежать від виду рослини. [14]. Наявність у корневих виділеннях специфічних сполук є причиною різноманітного видового та кількісного складу ризосферної мікрофлори [6]. Мікроорганізми ризосфери через виділення біологічно активних речовин можуть безпосередньо впливати на мікробоценоз, а також на ріст, розвиток і продуктивність рослин. Тому для розуміння біоценотичних процесів та управління складом та продуктивністю фітоценозів необхідно враховувати роль мікроорганізмів у загальній хімічній взаємодії вищих рослин між собою та іншими рослинами.

Метою даної роботи було вивчення мікробного ценозу ризосфери різних видів вільхи, оскільки подібні дослідження раніше не проводились.

### Матеріали і методи

Протягом двох років по фазах розвитку рослин вільхи (1 – завершення росту листків, їх визрівання; 2 – закінчення вегетаційного періоду рослин; 3 – початок лінійного росту пагонів) в умовах НБС НАНУ у вегетаційному досліді вивчали динаміку мікроорганізмів основних таксономічних та еколого-трофічних груп у ґрунті під видами: *A. barbata* С.А. Меу., *A. incana* (L.) Moench й її формою *A. incana* f. *pendula* Call., – інтродуцентами та аборигеним видом *A. glutinosa* (L.) Gaertn і в ґрунті контрольного варіанту, який не зазнавав аделопатичного впливу цих рослин.

Вилучення мікроорганізмів із свіже відібраних зразків ґрунту здійснювали методом посіву ґрунтових суспензій у відповідних розведеннях на агаризовані живильні середовища за загальноприйнятими у ґрунтовій мікробіології методиками [1, 15].

Враховано число: бактерій, що споживають переважно мінеральні (КАА) та органічні (МПА) сполуки азоту; мікроміцетів (середовище Чапека); спорутоворювальних бактерій (середовище Мішустіна), стретоміцетів (КАА); целюлозолітичних мікроорганізмів (середовище Гетчінсона) та мікроорганізму *Azotobacter chroococcum* (% обростання грудочок ґрунту на середовищі Ешбі) [13]. Загальна кількість колоній, яку підраховували при посівах ґрунтових суспензій, була обумовлена кількістю КУО (колонієутворюючих одиниць). Коефіцієнт мінералізації розраховували за К.І. Андрюк та співав. [16].

Целюлозолітичну активність визначали за методом Пушкінської [8]. Статистичну обробку даних зроблено за допомогою пакету програм *Microsoft Excel 2007*.

### Результати і обговорення

Як відомо, рослини вільхи утворюють на коренях симбіотичні комплекси із бульбочковими бактеріями, що допомагає їм засвоювати атмосферний азот і збагачує ґрунт цим агрономічно корисним елементом. Тому у першу чергу нас цікавила група мікроорганізмів, що використовують переважно сполуки азоту.

У наших дослідах від завершення дозрівання листків і до закінчення вегетаційного періоду рослин вільхи чисельність мікроорганізмів, які засвоюють органічний азот зростала у всіх варіантах. Найбільших значень вона досягла у ризосфері *A. incana f. pendula* і складала 10,7 млн КУО. Ненабагато відрізнялась від неї і *A. glutinosa* (10,2 млн КУО). Інші два види не перевищували контрольні показники. До початку лінійного росту пагонів (у весняний період) чисельність амоніфікаторів дещо знизилась, за винятком *A. barbata*, але залишалась досить високою у порівнянні з контролем. До кінця експерименту всі види і форми вільхи, які досліджувались, за чисельними показниками суттєво не відрізнялись. Закономірно, що кількість мікроорганізмів, які засвоюють мінеральні форми азоту знижувалась по мірі росту і розвитку рослин вільхи і виділення ними колінів.

Таблиця 1. Чисельність мікроорганізмів деяких еколого-трофічних груп ризосфери різних видів вільхи та коефіцієнт, що характеризує їх співвідношення.

Варіанти досліджу	Бактерії, що засвоюють органічний азот, млн			Бактерії, що засвоюють мінеральний азот, млн			Коефіцієнт мінералізації		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
<i>A. incana</i>	2,2 ±0,2	5,9 ±0,3	4,6 ±0,04	24,7 ±2,1	6,7 ±0,5	14,5 ±1,6	11,2	1,1	3,2
<i>A. barbata</i>	1,0 ±0,3	5,1 ±0,4	6,1 ±0,1	9,4 ±0,3	3,8 ±0,4	14,0 ±2,4	9,4	0,7	2,3
<i>A. incana f. pendula</i>	2,8 ±0,5	10,7 ±0,1	4,7 ±0,1	23,9 ±3,5	7,7 ±0,6	4,5 ±0,2	8,5	0,7	1,8
<i>A. glutinosa</i>	1,6 ±0,3	10,2 ±0,4	5,3 ±0,9	17,0 ±3,8	5,7 ±0,7	7,0 ±0,1	10,6	0,6	1,3
Контроль	1,5 ±0,4	8,2 ±1,4	2,3 ±0,4	33,6 ±6,9	3,5 ±0,7	9,9 ±0,6	22,4	1,4	4,3

Примітка: строки відбору зразків – I – завершення росту листків, їх дозрівання (16.06.09);

II – закінчення вегетаційного періоду (12.10.09);

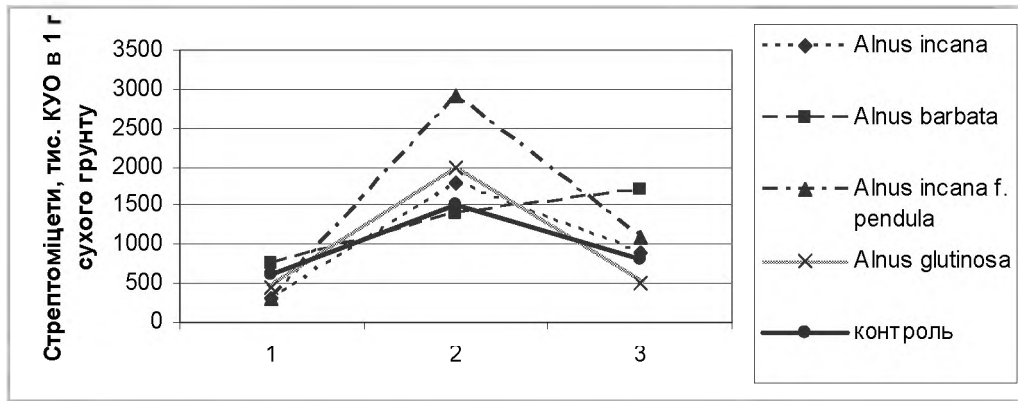
III – початок лінійного росту пагонів (19.04.10).

Відомо, що мікробіологічний стан ґрунту характеризує його потенціальну активність. Основною функцією мікроорганізмів в ґрунті є мінералізація органічної речовини. Характеризувати напруженість мінералізаційних процесів можна за допомогою коефіцієнту мінералізації. На початку дослідження у всіх варіантах мобілізаційні процеси в ґрунті переважали над іммобілізаційними (таблиця). Проте необхідно відмітити, що переважання мобілізаційних процесів у ґрунті над іммобілізаційними не завжди є позитивним. Так, на думку М. Я. Бомба [3] розширення співвідношення загальної кількості мікроорганізмів, які споживають азот із кількістю, що асимілюють азот органічних сполук (КАА : МПА) свідчить про зміщення процесів трансформації органічної речовини в бік розкладу гумусу.

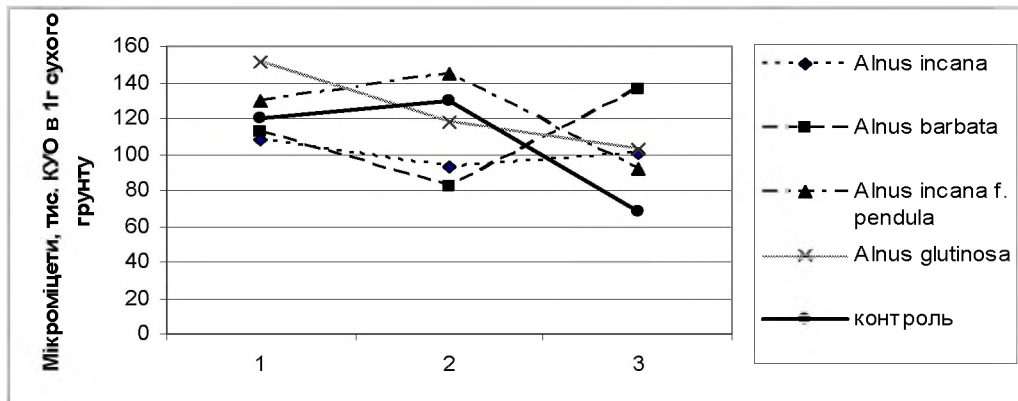
В подальшому коефіцієнт мінералізації показав, що дослідні рослини вільхи своїми кореневими виділеннями знижують мінералізаційну активність мікробних угруповань. Найнижчий показник напруженості мінералізаційних процесів спостерігався у ризосфері *A. glutinosa*, де коефіцієнт мінералізації склав 0,6-1,3. Спостерігається збільшення чисельності бактерій, які асимілюють азот органічних сполук і зменшення тих, які споживають мінеральні форми. В даному випадку іммобілізаційні процеси в ґрунті переважають над мобілізаційними, що в свою чергу не призводить до значних втрат гумусу та зниження родючості ґрунту.

Стрептоміцети – це ще одна зимогенна група мікроорганізмів, яка приймає участь у процесі амоніфікації. Їм притаманна висока фізіологічна активність, тому вони можуть розвиватись на різноманітних субстратах, деструктувати важкорозчинні органічні речовини на більш пізніх строках їх мінералізації, які недоступні грибам і целюлозоруйним мікроорганізмам, а також продукувати антибіотичні та фітотоксичні сполуки [2]. Отримані нами дані підтверджують висновки ряду авторів [2, 12] про збільшення кількості стрептоміцетів восени, коли ґрунт збагачується органічними речовинами,

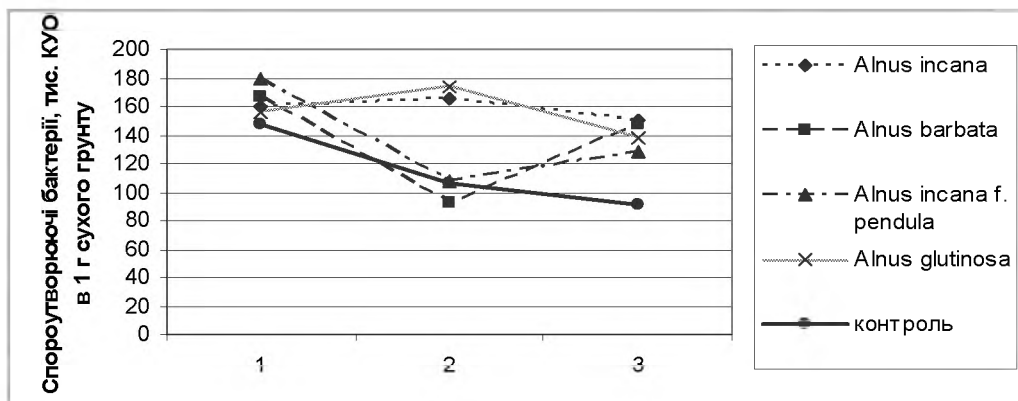
A



B



C



D

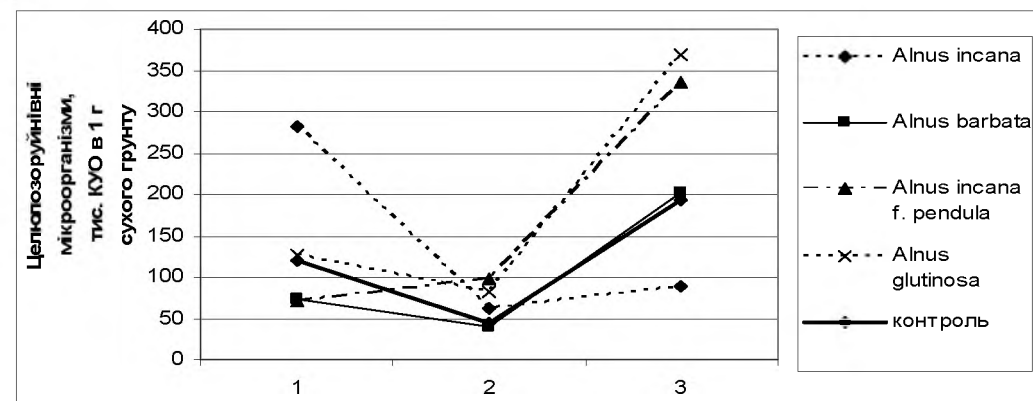


Рис. 1. Чисельність мікроорганізмів різних таксономічних груп у ґрунті під дослідними видами вільхи: А – стрептоміцети; В – мікроміцети; С - спороутворюючі бактерії, D - целюлозоруйнівні.

Строки відбору зразків: 1 – завершення росту листків, їх визрівання (16.06.09); 2 – закінчення вегетаційного періоду рослин (12.10.09); 3 – початок лінійного росту пагонів (19.04.10).

розмноження бактерій уповільнюється, а абсолютна та відносна чисельність стрептоміцетів зростає. Треба відзначити вид *A. incana f. pendula*, у ризосфері якого кількість стрептоміцетів була найбільшою і складала 2900 тис. КУО (рис.1.). Аборигенний вид *A. glutinosa* також відрізнявся значною чисельністю цієї групи мікроорганізмів. Виняток складала ризосфера *A. barbata*, де кількість стрептоміцетів продовжувала зростати протягом всього досліджу.

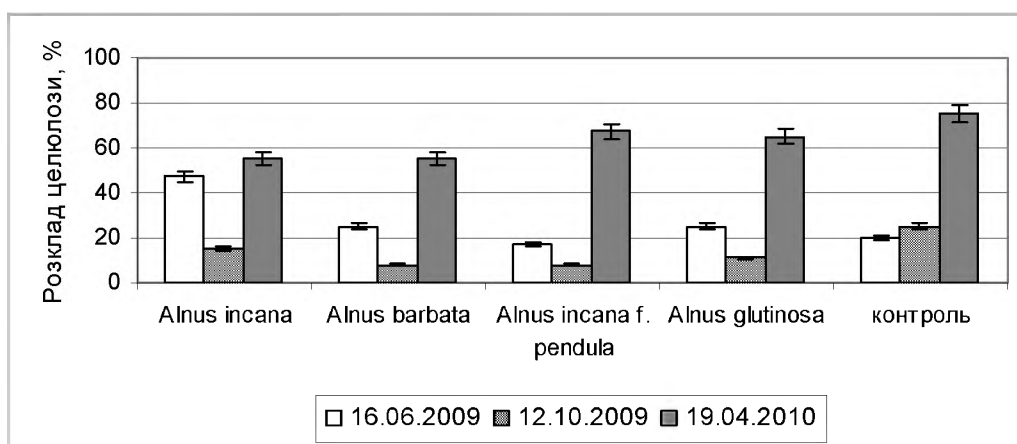


Рис. 2. Розклад целюлози у ґрунті під дослідними видами вільхи.

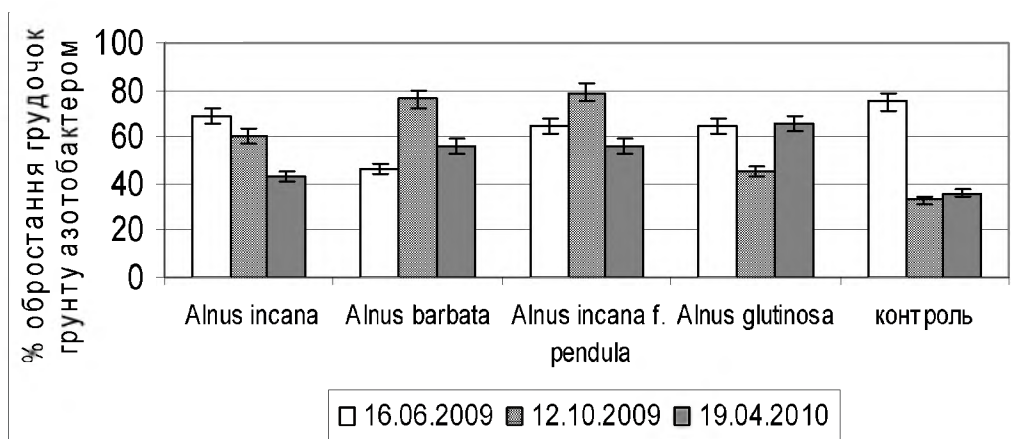


Рис. 3. Розвиток азотобактера у ґрунті під рослинами видів роду *Alnus*.

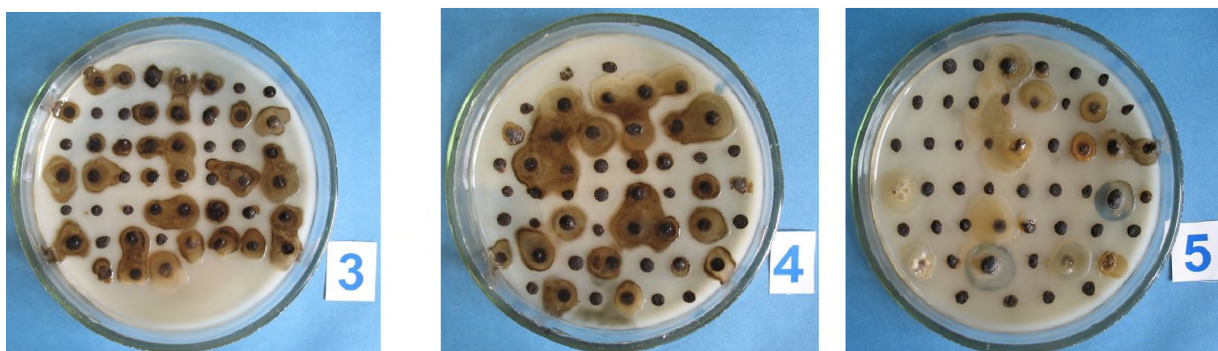


Рис. 4. Обростання грудочок ґрунту культурою *Azotobacter chroococcum*: 3 – *A. incana f. pendula*, 4 – *A. glutinosa*, 5 – контроль.

Аналогічна картина спостерігалась щодо динаміки чисельності мікроміцетів (рис.1.). Як компоненти гетеротрофного блоку вони беруть активну участь у первинних процесах, пов'язаних з перетворенням і новоутворенням проміжних органічних речовин, розкладу органічних решток, особливо тих, які важко гідролізуються (клітковини та лігніну), а також у синтезі специфічних метаболітів,

антибіотиків та токсинів [4, 10]. Посиленню розвитку цієї групи мікроорганізмів також можуть сприяти і елементи відчуження рослин: кореневі волоски, відмерле листя, поверхневі тканини епідермісу тощо.

Спороутворювальні бактерії є важливою складовою частиною будь-якого мікробоценозу [11]. Їх чисельність у ризосфері дослідних видів вільхи перевищувала контрольні цифри (рис.1.). А за кількісними показниками відзначилась ризосфера *A. glutinosa* та *A. incana*. Динаміка чисельності спороутворювальних бактерій у ризосфері *A. barbata* була подібною до такої у мікроміцетів.

На особливу увагу заслуговує збільшення кількості не тільки амоніфікаторів, а і целюлозолітичних мікроорганізмів, які є показником окультуреності ґрунту [12]. Динаміка чисельності цієї групи мікроорганізмів зростала за період проведення експерименту у ризосфері всіх дослідних видів вільхи і максимального значення досягала у *A. glutinosa* (377,0 тис. КУО) на початку лінійного росту пагонів. Виключення становила ризосфера *A. incana*, де ми спостерігали обернену динаміку кількісного розподілу целюлозолітичних мікроорганізмів (рис.1.).

Оскільки целюлоза є одним із основних компонентів рослинних залишків інтенсивність розкладу клітковини мікроорганізмами слугує важливим показником біологічної активності ґрунту. Інтенсивність мінералізації клітковини залежить від чисельності і активності целюлозолітичних мікроорганізмів [7]. У залежності від фази розвитку рослин спостерігалась варіабельність показників розкладу клітковини за варіантами (рис.2.). В осінній період, коли зменшувалась активність усіх фізіологічних процесів у рослин, знижувалась чисельність целюлозолітичних мікроорганізмів і, відповідно, їх активність. Навесні, з ростом та розвитком рослин активізуються і їх видільні функції, що призводить до зростання чисельності целюлозолітичних мікроорганізмів та їх активності, коли показники розкладу клітковини становили від 55 до 67,5%.

Біологічний потенціал ґрунту в значній мірі характеризується також наявністю вільноживучого азотфіксатора *Azotobacter chroococcum*. Багато авторів зазначають, що сприятлива дія цього мікроорганізму на рослини зумовлена двома факторами: здатністю засвоювати молекулярний азот та синтезувати різні біологічно активні речовини (фітогормони, антибіотики, вітаміни групи В, амінокислоти), виділяючи в навколишнє середовище [5, 16].

Наші експериментальні дані показали, що у порівнянні з початковою кількістю азотобактера у ґрунтосуміші перед закладанням досліду, коли процент обростання грудочок ґрунту культурою *Azotobacter chroococcum* складав усього 25%, розвиток його у ризосфері всіх видів вільхи був досить значним (рис.3.). Хоча, вірогідно, висока кислотність ґрунту під вільхою, а також конкуренція з боку симбіотичних бульбочкових бактерій не дала змоги підняти показник розвитку азотобактера вище 80% (рис.4.). Особливої різниці за цим індикатором родючості ґрунту між варіантами ми не спостерігали, але все ж треба відмітити вид *A. incana f. pendula*, у ризосфері якої його чисельність була найбільшою (% обростання грудочок ґрунту культурою *Azotobacter chroococcum* складав від 56 до 76).

### Висновки

Таким чином, мікробіологічний аналіз ґрунту під різними видами вільхи у вегетаційному досліді свідчить про те, що кореневі виділення рослин створюють сприятливі умови для життєдіяльності мікроорганізмів. Протягом проведення експерименту нормалізувався рН ґрунту (від 5,9 - при закладанні досліду до 6,5 – в кінці). Інтенсивність мікробіологічних процесів залежала від складу корневих ексудатів, видових особливостей рослин та едафічного фактора. Найбільшою чисельністю всіх еколого-трофічних груп мікроорганізмів відрізнялась ризосфера *A. incana f. pendula* та *A. glutinosa*. Своєрідний мікробоценоз був характерним для *A. barbata*: наявність найменшої кількості мікроорганізмів усіх досліджуваних груп, але при цьому зміна їх динаміка мала тенденцію до зростання у період початку лінійного росту пагонів, що радикально відрізнялась від мікробоценозу інших видів вільхи.

### Література

1. Андреев Е. И. Инструментальные методы в почвенной микробиологии / Е. И. Андреев, Е. В. Валагурова, Н. Н. Мальцева. – К.: Наукова думка, 1982. – 220 с.
2. Андреев Е. И. Основы экологии почвенных микроорганизмов / Е. И. Андреев, Е. В. Валагурова. – К.: Наукова думка, 1992. – 220 с.
3. Бомба М. Я. Біологічна активність сірих лісових ґрунтів під дією антропогенних чинників / М. Я. Бомба. – Вісник аграрної науки, 2003. – № 12. – С.13 - 16.
4. Билай В. Й. Основы общей микробиологии / В. Билай. – К.: Вища школа, 1989. – 391 с. – Предмет. указ.: с. 381-384. - ISBN 5-11-001357-8.
5. Біологічний азот: Монографія / [ В. П. Патики, С. Я. Коць, В. В. Волкогон та ін.] / За ред. В. П.Патики – К.: Світ, 2003. – 424 с. – ISBN 966-7683-35-4.
6. Головкин Э. А. Аллелопатия растений в аспекте проблем агрофитоценологии / Э. А. Головкин, Т. М. Биляновская, И. И. Воробей и др. - Физиология и биохимия культ. Растений, 1999.— 31, № 2.— С. 103 - 114.
7. Головкин Э. А. Аллелопатическое почвоутомление и фитотоксические свойства почвенных микроскопических грибов // Аллелопатия в естественных и искусственных фитоценозах. Сборник

- науч. Трудов / Э. А. Головки, И. А. Элланская, Е. Ю. Кострома - К.: Наукова думка, 1982. – С. 86 - 95.
8. Звягинцев Д. Г., Кочкина Г. А., Кожевин П. А. Новые подходы к изучению сукцессий микроорганизмов в почве / Д. Г. Звягинцев, Г. А. Кочкина, П. А. Кожевин. - Почвенные организмы как компонент биогеоценоза. – М.: Наука, 1984. – С. 81 - 103.
  9. Іутинська Г. О. Грунтова мікробіологія: Навчальний посібник [для студ. біолог. спеціальн. вищ. навч. закл.] / Галина Іутинська; [М-во освіти і науки України; лист №14/18.2 – 1228 від 31.05.2005 р.]. – К.: Арістей, 2006. – 284 с. - ISBN 966-8458-95-8.
  10. Мирчинк Т. Г. Почвенная микология: Учебник / Татьяна Мирчинк – М.: МГУ, 1988. – 220 с. – Предмет. указ.: С. 210-212. - ISBN 5-211-00157-5.
  11. Мороз П. А. Аллелопатия в плодовых садах / Павел Мороз. - К.: Наукова думка, 1990. – 208 с.
  12. Мишустин Е. Н. Ассоциации почвенных микроорганизмов [для микробиол., почвовед., агроном., и студ.] / Евгений Мишустин. – М.: Наука, 1975. – 105 с.: ил., табл. - Библиогр. 144 наим.
  13. Рубенчик Л. И. Азотобактер и его применение в сельском хозяйстве. – К.: Изд-во АН УССР, 1960. – 328 с.
  14. Современная микробиология. Прокариоты / [под ред. Й. Лейгелера, Г. Дрекса, Г. Шлегеля]. – М.: Мир, 2005. – 493 с.
  15. Теннер Е. З. Практикум по микробиологии / Е. З. Теннер, В. К. Шильникова, Г. И. Переверзева. - М.: Дрофа, 2005. – 256 с.
  16. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження / [К.І. Андреюк, Г.О. Іутинська, А.Ф. Антінчук та ін.]; [Б-ка Держ. фонду фундамент. досліджень]. – К.: Обереги, 2001. – 240 с.: іл., табл. – Бібліогр. 535 назв. – ISBN 966-513-210-5.
  17. Van der Heiden Marcel G. A. The unseen majority. Soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems / G. A. Van der Heiden Marcel, D. Bargett Richard, M. van Straalen Nico. - Ecol. Lett., 2008. – V. 11, №3. – С. 296 - 310.

Стаття поступила до редакції 01.03.2012 р.; прийнята до друку 11.03.2012

**Елланська Наталія Едуардівна** – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник відділу аллелопатії Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка НАНУ. e-mail: ellanskaya@bk.ru.

**Горелов Олексій Олександрович** - кандидат біологічних наук, молодший науковий співробітник відділу дендрології та паркознавства Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАНУ. e-mail: doramin@bk.ru

**Рецензент:** заступник директора з наукової роботи Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка к.б.н. Гапоненко М. Б.

УДК 58.072

## ФІТОГЕННЕ ПОЛЕ, ЙОГО КОМПОНЕНТНА ТА ПРОСТОРОВА СТРУКТУРА

**О. М. Горелов**

Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України,  
e-mail: alexgorelov@rambler.ru

*Представлено матеріали огляду наукової літератури та власних досліджень щодо компонентної та просторової структури фітогенного поля.*

**Ключові слова:** *фітогенне поле, структура.*

**Gorelov A. M. The phytogenic field, its component and space structure.** *The scientific literature review and own researches about component and space structure of phytogenic field are shown in the article.*

**Key words:** *phytogenic field, structure.*

Практично всі сторони життєдіяльності рослини як відкритої динамічної системи (ріст, онтогенетичний та сезонний розвиток, живлення, розмноження, реалізація тієї або іншої життєвої стратегії виживання, адаптація до змін зовнішнього середовища, взаємовідносини з іншими живими організмами і т.д.) тим чи іншим чином пов'язані з прилеглим простором. Утвердження в науці системного підходу зробило актуальним дослідження структурної та функціональної організації