

**Н. Е. Елланська, канд. біол. наук,  
Н. Я. Левчик,  
О. П. Юношева**

*Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України, м. Київ, Україна,  
e-mail: natasha\_levchik@mail.ru*

## **МІКРОБНІ УГРУПОВАННЯ ПРИКОРЕНЕВОГО ҐРУНТУ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ *VITEX* L.**

**N. E. Ellanska, Cand. Sci. (Biol.),  
N. Y. Levchuk,  
O. P. Yunosheva**

*M. M. Gryshko National Botanical Gardens, National Academy of Sciences of Ukraine,  
Kyiv, Ukraine, e-mail: natasha\_levchik@mail.ru*

## **RHIZOSPHERE MICROBIAL COMMUNITY OF GENUS *VITEX* L. REPRESENTATIVES**

This article gives results of microbiological and mycological researches of root ground of three types of *Vitex* representatives (*V. agnus-castus*, *V. cannabifolia*, *V. negundo*) (2, 5 and 30-years old). The comparative characteristic of microbial groups was investigated in dynamic according to the *Vitex* development phases. The decreasing of nitrogen-transforming microorganisms was shown at the end of vegetation in all variants. During intensive vegetation the number of ground bacteria decreased accordingly to control. At the same time secretions of 30-years old plants contributed to the development of bacterial flora. The most intensive transformation of organic substances was at the beginning of vegetation in rhizosphere of 5-years old plants and in the end of vegetation – 30-years old plants.

The decreasing of quantity and narrowing of micromycetes trivial spectrum were found in rhizosphere of all investigated variants during budding-flowering phase. The species that belongs to *Acremonium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium* and *Trichoderma* genus formed basis of micromycetes complexes. The plants' secretions allelopathy influence on soil of older plants was more effective then 2-years old. The number of soil micromycetes increased at the end of *Vitex* plants vegetation.

The variability of cellulose-destructive microorganisms' quantity and cellulose moldering on different variants were observed depending phase of plants' development. The increasing of quantity and activity of cellulolytic microorganisms were registered in spring time. During budding-flowering phase the number of cellulose-destructive microorganisms reached its maximum level, an intensity of cellulose moldering process decreased depending on plants age and reached its minimum level in soil under 30-years plants. It testifies that older plant secretions oppress fermentative abilities of this type of microorganisms. In autumn time, during decreasing of all physiological processes in plants, their number decrease as well. In spring time cellulose moldering process occurred due to bacteria activity, in summer time – with actinomycetes domination and in autumn time – bacteria and fungi.

The low level of actinomycetes activity was found in rhizosphere of all experimental plants. The lowest level, during all periods of observation, was founded in 30-years plants rhizosphere. Ground clods were 100 % fouled by *Azotobacter chroococcum* culture on Ashby medium in all variants of experiment. Microbiological researches demonstrate that functioning of different groups of microorganisms in rhizosphere as influenced by *Vitex*, depending on phase of plant development, intensity of physiological processes, age and species. The number of different ecology-trophic and taxonomic groups of microorganisms mostly determines by plants' age, but not their species belonging. The microbiota biogenic activity of 2- and 5-years old plants are higher then 30-years old

plants. The dependence between composition of microbial community and mostly plants age, than type or development phase, has been established.

*Keywords: microorganisms, micromycetes, bacteria, azotobacter, cellulolytic activity.*

**Н. Е. Елланська, канд. біол. наук,  
Н. Я. Левчик,  
О. П. Юношева**

*Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України, м. Київ, Україна,  
e-mail: natasha\_levchik@mail.ru*

### **МІКРОБНІ УГРУПОВАННЯ ПРИКОРЕНЕВОГО ҐРУНТУ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ *VITEX* L.**

Представлено результати мікробіологічних та мікологічних досліджень прикореневого ґрунту представників трьох видів вітексу (*V. agnus-castus*, *V. cannabifolia*, *V. negundo*) різного віку (30-ти, 5-ти та 2-річних рослин). Виявлено залежність складу мікробних угруповань у більшій мірі від віку рослин, ніж від їх видової належності та фаз розвитку.

*Ключові слова: мікроорганізми, мікроміцети, бактерії, азотобактер, целюлолітична активність.*

**Н. Э. Элланская, канд. биол. наук,  
Н. Я. Левчик,  
Е. П. Юношева**

*Национальный ботанический сад им. Н.Н. Гришко НАН Украины, г. Киев, Украина,  
e-mail: natasha\_levchik@mail.ru*

### **МИКРОБНЫЕ СООБЩЕСТВА ПРИКОРНЕВОЙ ПОЧВЫ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *VITEX* L.**

Представлены результаты микробиологических и микологических исследований прикорневой почвы представителей трех видов витекса (*V. agnus-castus*, *V. cannabifolia*, *V. negundo*) разного возраста (30-ти, 5-ти та 2-х – летних растений). Установлена зависимость состава микробных сообществ в большей мере от возраста растений, чем от их видовой принадлежности и фаз развития.

*Ключевые слова: микроорганизмы, микроміцети, бактерии, азотобактер, целлюлолитическая активность.*

Традиційний рослинний світ України надзвичайно прекрасний і досить різноманітний. Але великий інтерес як науковий, так і суто практичний мають рослини з інших кліматичних зон, так звані, «нетрадиційні». До переліку таких рослин можна віднести рослини роду *Vitex* L. По всій Земній кулі відомо 250 видів, головним чином – в тропіках та субтропіках обох півкуль (Вульф, 1969).

Види роду *Vitex* мають досить вагоме значення для людства завдяки своїм, перш за все, лікарським властивостям, а також високому рівню харчових, медоносних, технічних та декоративних якостей. Тому питання інтродукції, акліматизації та впровадження у виробництво цінних видів *Vitex* є актуальним на сьогоднішній момент, детально вивчається і впроваджується в межах Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка.

Знання взаємовідносин рослин з іншими організмами в природних фітоценозах і в штучних умовах інтродукції має виключно велике теоретичне і практичне значення. Рослини нерозривно зв'язані з усіма ланками єдиної і цілісної системи біоценозу і, в першу чергу, з мікроорганізмами. Останні виконують провідну роль у

кругообігу речовин у біогеоценозах завдяки своїй високій фізіологічній активності та різноманітності біохімічних функцій (Бельгард, 1971; Патька, 2002; Van der Heiden Marcel, 2008; Симочко, 2010). Мікробні угруповання – це живі системи, на які впливають зовнішні фактори, що призводить до адекватних змін в угрупованнях – як якісних так і кількісних. (Кордюм, 2008). Рослина, в свою чергу, створює відповідні умови для існування мікроорганізмів, які утворюють разом з нею міцні асоціації у середині тканини кореня, на його поверхні, а також у ґрунті, що безпосередньо оточує корінь.

Вивчення процесів взаємодії між кореневою системою нових для флори України рослин видів роду *Vitex*, ґрунтом, його мікробіотою, макро- та мікроелементами та урахування особливостей цих процесів в майбутньому для успішної інтродукції та культивування цих рослин в умовах Правобережного Лісостепу України і було метою наших досліджень і проводилось вперше.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В умовах Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка НАНУ на дослідних ділянках відділу нових культур протягом вегетаційного періоду за фазами розвитку (I – фаза відростання, II – бутонізація-цвітіння, III – кінець вегетації) у ґрунті під видами вітексу: *V. agnus-castus* L., *V. cannabifolia* L., *V. negundo* L. різного віку (30-ти, 5-ти та 2-річних рослин) вивчали динаміку мікроорганізмів основних таксономічних та еколого-трофічних груп. Контролем слугував ґрунт, який не зазнавав алелопатичного впливу цих рослин.

Вилучення мікроорганізмів із свіжо відібраних зразків ґрунту здійснювали методом посіву ґрунтових суспензій у відповідних розведеннях на селективні агаризовані живильні середовища за загальноприйнятими у ґрунтовій мікробіології методиками (Теппер, 2005).

Підраховували кількість: бактерій, які споживають переважно мінеральні (крохмаль-аміачний агар (КАА)) та органічні (м'ясо-пептонний агар (МПА)) сполуки азоту; мікроміцетів (середовище Чапека); актиноміцетів (КАА); целюлозоруйнівних мікроорганізмів (середовище Гетчинсона) та мікроорганізму *Azotobacter chroococcum* (% обростання грудочок ґрунту на середовищі Ешбі) (Рубенчик, 1960). Співвідношення окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів (коефіцієнт мінералізації – іmobilізації) розраховували за К. І. Андреюк та співавторами (Андреюк, 2001), показник трансформації органічної речовини визначали за В. Д. Мухой (Муха, 1980). Целюлолітичну активність визначали за методом О. І. Пушкінської (Звягинцев, 1984). Загальна кількість колоній, яку підраховували при посівах ґрунтових суспензій, була зумовлена кількістю колонієутворюючих одиниць (КУО).

Статистичну обробку даних проведено за допомогою пакета програм Microsoft Excel 2007.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Порівняльна характеристика мікробних угруповань в динаміці за фазами розвитку рослин вітексу показала, що кількість мікроорганізмів, які беруть участь у трансформації азоту зменшилась наприкінці вегетації в усіх варіантах (табл. 1). Виключення складала 5-річна рослина як *V. agnus-castus* так і *V. cannabifolia*. На початку вегетації чисельність бактерій, які засвоюють органічний азот, була максимальною саме у прикореневому ґрунті цих рослин. Трохи менша їх кількість відмічена у ґрунті 30-річних рослин, причому показники були однакові і у *V. agnus-castus*, і у *V. cannabifolia* – 9,2 млн КУО. Найменші значення спостерігались у 2-річних рослин (за виключенням *V. negundo*). У ґрунті під молодими рослинами в період інтенсивної вегетації чисельність бактерій зменшувалась відповідно до контролю, тоді як виділення 30-річних рослин сприяли розвитку бактеріальної флори.

Відомо, що мікробіологічний стан ґрунту характеризує його потенціальну активність. Основною функцією мікроорганізмів у ґрунті є мінералізація органічної речовини. Оцінити напруженість мінералізаційних процесів можна за допомогою коефіцієнту мінералізації. Цей показник дещо відрізнявся від контролю в усіх варіантах досліду, але максимальним був у ґрунті 2-річних рослин *V. agnus-castus* у всі строки спостережень (3,9, 3,2 та 1,9 відповідно) (табл. 1). А, як відомо, переважання мобілізаційних процесів у ґрунті над іммобілізаційними не завжди є позитивним, тому що може призвести до значних втрат гумусу, нагромадження токсинів у ґрунті та зниження його родючості (Боговін, 2009). Трансформація органічної речовини найбільш інтенсивно проходила на початку вегетації у прикореневому ґрунті 5-річних рослин (показники у 2 рази вище за контрольні), а наприкінці вегетації – у 30-річних рослин (табл. 1).

Таблиця 1

**Чисельність мікроорганізмів, що засвоюють різні форми азоту у прикореневому ґрунті різних видів *Vitex L.***

Варіанти досліду	Мікроорганізми, що засвоюють азот, млн КУО в 1 г сухого ґрунту						Показники					
	органічний			мінеральний			мінералізації			трансформації органічної речовини		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
контроль	8,6±0,6	4,0±0,3	3,0±0,8	14,7±4,8	4,7±0,5	3,4±0,2	1,7	1,2	1,1	13,3	7,3	5,8
<i>V. agnus-castus</i> (30 років)	9,2±1,9	8,9±3,7	4,3±0,8	7,0±0,3	12,3±0,6	2,5±0,3	0,9	1,4	0,6	17,9	15,1	11,3
<i>V. agnus-castus</i> (5 років)	13,1±2,9	2,0±0,1	5,1±1,1	13,8±5,0	4,2±0,1	4,0±0,1	1,1	2,1	0,8	24,5	3,0	11,4
<i>V. agnus-castus</i> (2 роки)	4,0±0,7	1,9±0,2	2,8±1,2	15,6±2,8	6,0±0,3	5,3±0,3	3,9	3,2	1,9	5,0	3,5	4,3
<i>V. cannabifolia</i> (30 років)	9,2±1,4	7,7±2,4	4,5±0,3	12,8±1,7	3,1±0,3	3,3±0,4	1,4	0,4	0,7	15,7	27,0	11,1
<i>V. cannabifolia</i> (5 років)	13,4±0,2	2,2±0,5	3,3±0,6	12,7±2,5	3,2±0,1	3,8±1,0	1,0	1,5	1,2	26,1	3,6	5,9
<i>V. cannabifolia</i> (2 роки)	7,3±1,4	3,0±0,3	3,1±0,3	9,1±0,3	4,5±1,3	2,9±0,1	1,2	1,5	0,9	13,7	5,0	6,7
<i>V. negundo</i> (30 років)	6,6±0,1	4,8±0,1	2,0±0,1	12,3±3,3	3,5±0,1	2,8±0,2	1,9	0,7	1,4	10,1	11,9	3,4
<i>V. negundo</i> (2 роки)	8,1±0,4	3,2±0,3	3,7±0,5	8,3±0,3	6,3±0,1	3,7±0,3	1,0	1,9	0,6	16,4	5,0	7,3

Примітка: строки відбору зразків – I – фаза відростання, II – бутонізація-цвітіння, III – кінець вегетації.

Біологічні властивості ґрунтів значною мірою залежать від біорізноманіття ґрунтових мікроміцетів. Як відомо, ґрунтові мікроміцети займають важливе місце серед мікродеструкторів органічної речовини рослинного походження і є важливим компонентом, і досить чутливим інтегральним показником стану біоти наземних екосистем (Жданова, 1982; Мооге, 2001; Тугай, 2012).

Наші дослідження показали, що у період бутонізації-цвітіння у прикореневому ґрунті всіх дослідних варіантів знижувалася чисельність і звужувався видовий спектр цієї групи мікроорганізмів у порівнянні з контролем (рис. 1). Основу мікроміцетних комплексів формували види, які належать до рр. *Acremonium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium*, *Trichoderma*. Найбільший вплив справили виділення рослин старших за віком, вірогідно, за рахунок ефіроолійних виділень. Прикореневий ґрунт дворічних рослин не зазнав такої алелопатичної дії. У кінці вегетації рослин вітексу кількість

грунтових мікроміцетів зростала, що закономірно пов'язано з провідним положенням деструкторів рослинних полімерів. Поряд із ростом чисельності цей період відрізнявся від попередніх і більшим видовим різноманіттям. Хоча розширення видового спектру відбулося за рахунок видів роду *Fusarium* та темнозабарвлених видів, що на думку ряду авторів (Жданова, 1982) свідчить про напруженість мікробного ценозу ґрунту. Контроль у цьому випадку виявився найбільш показовим.

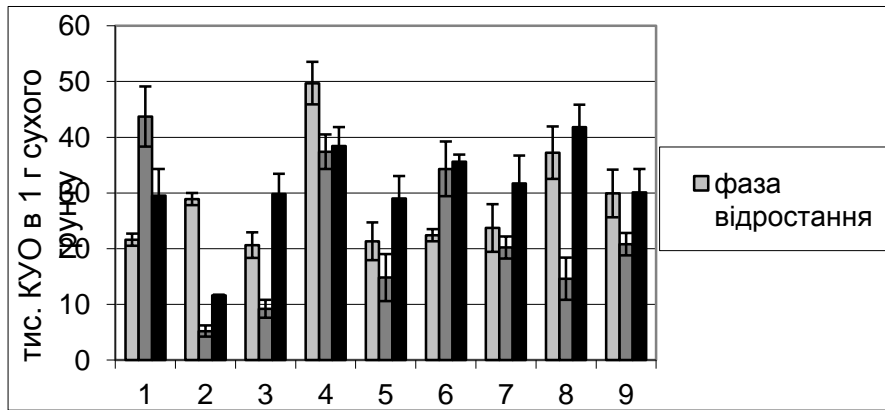


Рис. 1. Чисельність мікроміцетів у прикореневому ґрунті різних видів *Vitex L.*:  
 1 – контроль; 2 – *V. agnus-castus* (30 років); 3 – *V. agnus-castus* (5 років);  
 4 – *V. agnus-castus* (2 роки); 5 – *V. cannabifolia* (30 років); 6 – *V. cannabifolia* (5 років);  
 7 – *V. cannabifolia* (2 роки); 8 – *V. negundo* (30 років); 9 – *V. negundo* (2 роки)

Важливим показником біологічної активності ґрунту є інтенсивність розкладу клітковини мікроорганізмами. Інтенсивність мінералізації клітковини залежить від чисельності і активності целюлозолітичних мікроорганізмів. Оскільки розкладання клітковини визначається наявністю в ґрунті також доступного азоту, фосфору та інших елементів живлення, то ступінь її розкладу, на думку Е. М. Мішустіна (Мишустин, 1975) відображає загальну картину мікробіологічних процесів.

Залежно від фази розвитку рослин спостерігалась варіабельність показників розкладу клітковини за варіантами (табл. 2). 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 18 до 63 %. В період активної вегетації – фазу бутонізації-цвітіння – чисельність целюлозоруйнівних мікроорганізмів була максимальною. В той же час, інтенсивність розкладання клітковини зменшувалась залежно від віку рослин, і у 30-річних особин досягла мінімальних показників. Це свідчить про те, що виділення старших за віком рослин пригнічують ферментативну здатність цієї групи мікроорганізмів. В осінній період, при зменшенні активності усіх фізіологічних процесів у рослин, знижувалась чисельність целюлозолітичних мікроорганізмів і, відповідно, їх активність. Інтенсивність розкладу клітковини у прикореневому ґрунті виду *V. cannabifolia* відрізнялась оберненою залежністю від чисельності целюлозолітичних мікроорганізмів.

Відмічено і різницю за видовим складом останніх. Так, навесні розклад клітковини відбувався, в основному, за рахунок бактерій. У літній період домінували актиноміцети (особливо в ризосфері *V. negundo*), а восени їх місце посіли бактерії та гриби.

Підсилення целюлозоруйнивої дії мікроорганізмів є головною причиною нестачі азоту в ґрунті, яка особливо помітна у ризосфері дворічних рослин *V. cannabifolia* та *V. negundo* у всі фази онтогенезу. В даному випадку, вірогідно,

відбувається зв'язування мінеральних форм азоту і вони на деякий час є недоступними для рослин.

Особлива роль в трансформації органічної речовини в ґрунті належить актиноміцетам. Вони є активними мінералізаторами і можуть деструктувати важкорозчинні органічні речовини на більш пізніх строках їх мінералізації, які недоступні грибам і целюлозоруйнучим мікроорганізмам.

Таблиця 2

**Чисельність целюлозоруйнівних мікроорганізмів та інтенсивність розкладання клітковини в прикореневому ґрунті різних видів *Vitex L.***

Варіанти досліджу	Чисельність целюлозоруйнівних мікроорганізмів, тис. КУО в 1 г сухого ґрунту			Інтенсивність розкладання клітковини, %		
	I	II	III	I	II	III
контроль	75,4±12,9	158,1±29,1	71,5±6,8	40	30	35
<i>V. agnus-castus</i> (30 років)	84,4±5,6	113,9±17,2	98,3±6,4	63	5	18
<i>V. agnus-castus</i> (5 років)	55,7±2,9	93,9±3,8	82,7±0,6	43	8	25
<i>V. agnus-castus</i> (2 роки)	45,3±5,5	139,0±2,3	63,9±2,8	18	38	18
<i>V. cannabifolia</i> (30 років)	71,4±9,0	173,8±27,7	39,2±0,6	28	8	10
<i>V. cannabifolia</i> (5 років)	58,6±8,9	130,8±10,9	76,3±2,8	25	30	25
<i>V. cannabifolia</i> (2 роки)	44,6±2,4	131,6±0,5	79,0±1,1	55	10	20
<i>V. negundo</i> (30 років)	61,4±2,4	98,9±11,9	85,3±1,7	60	7	15
<i>V. negundo</i> (2 роки)	42,3±3,7	115,3±13,3	87,5±6,8	18	48	25

Примітка: строки відбору зразків – I – фаза відростання, II – бутонізація-цвітіння, III – кінець вегетації.

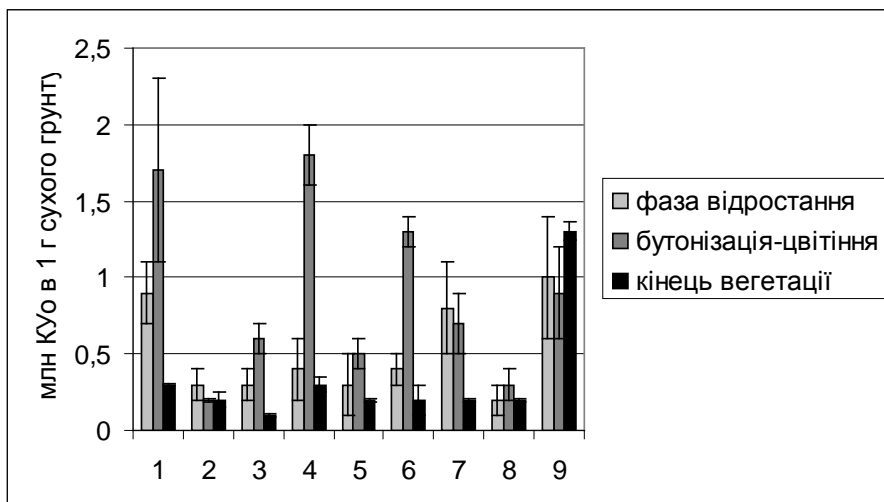
Наші дослідження виявили досить низьку чисельність актиноміцетів як у контрольному ґрунті так і у прикореневому всіх видів вітексу (від 0,2 до 1,8 млн КУО) (рис. 2). Найменша їх кількість була у ризосфері 30-річних рослин у всі строки спостережень. Ризосфера 5-річних і 2-річних рослин відрізнялась більшою їх чисельністю, особливо у період бутонізації-цвітіння.

Біологічний потенціал ґрунту в значній мірі характеризується також наявністю мікроорганізмів роду *Azotobacter*, що відносяться до групи вільноживучих азотфіксаторів. Багато авторів зазначають (Андреюк, 2001; Патица, 2003), що сприятлива дія цього мікроорганізму на рослини зумовлена двома факторами: здатністю засвоювати молекулярний азот та синтезувати різні біологічно активні речовини (фітогормони, антибіотики, вітаміни групи B, амінокислоти).

За нашими даними, для всіх варіантів досліджу характерним було 100%-не обростання грудочок ґрунту на середовищі Ешбі цими мікроорганізмами. Прикореневий ґрунт *V. agnus-castus* 30-ти та 5-річних рослин відрізнявся повільним наростанням пігментації у *Azotobacter chroococcum* (рис. 3). Слід звернути увагу на інтенсивний розвиток цього мікроорганізму у ризосфері дворічних рослин усіх видів вітексу.

Як відомо, ріст цих бактерій у великій мірі залежить від елементів мінерального живлення, особливо від фосфору та кальцію, тому азотобактер слугує біологічним

індикатором наявності цих елементів у ґрунті. Ґрунт ділянки, де зростають дворічні рослини усіх видів роду *Vitex*, не відрізнявся надмірною кількістю фосфору та кальцію, як у інших варіантах, що, вірогідно, і обумовило такі позитивні результати розвитку культури азотобактера.



Примітка: позначення як на рис. 1.

Рис. 2. Чисельність актиноміцетів у прикореновому ґрунті різних видів *Vitex L.*

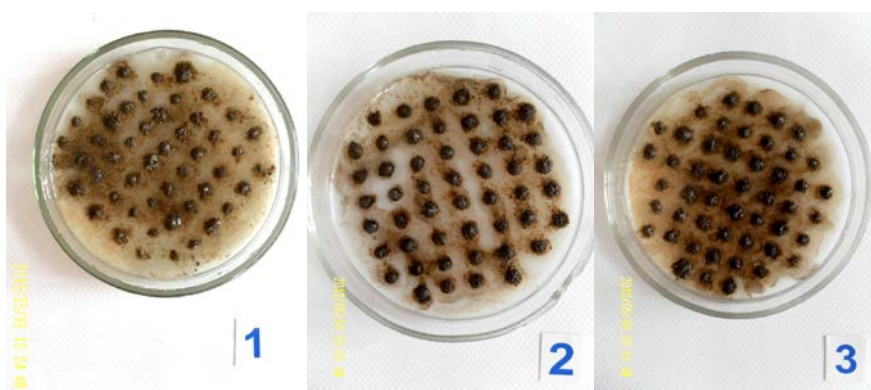


Рис. 3. Розвиток *Azotobacter chroococcum* на середовищі Ешбі у пробах прикоренового ґрунту рослин різного віку виду *V. agnus-castus*:  
1 – 30-ти; 2 – 5-ти; 3 – 2-річна

Отже, характеризуючи стан ґрунту під дослідною культурою, важливо знати не тільки показники чисельності різних груп мікроорганізмів, але і аналіз стану окремих їх видів.

### ВИСНОВКИ

Мікробіологічні та мікологічні дослідження показали, що в ґрунті під впливом вітексу функціонують різні групи мікроорганізмів, чисельність яких варіює в залежності від фази розвитку рослин, інтенсивності фізіологічних процесів, які відбуваються в них, віку та виду. Чисельність різних еколого-трофічних та таксономічних груп мікроорганізмів визначалася у більшій мірі віком рослин, а не їх видовою приналежністю. Біогенність мікробіоти дво- та п'ятирічних рослин виявилась вищою, ніж 30-ти річних.

Великий вплив на вміст мікроорганізмів у ґрунті мають їхні леткі виділення, в тому числі і ефірні олії, які регулюють не тільки кількісний, але й якісний склад мікробіоценозу: знижується чисельність актиноміцетів, целюлозоруйнівних мікроорганізмів, мікроміцетів, зужується видовий спектр останніх. Переважає бактеріальна спрямованість мікробіологічних процесів. Таким чином біологічно активні речовини, які виділяються рослиною у ризосферну зону, фактично виступають як медіатори та модулятори усіх типів мікробно-рослинних взаємодій.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

- Андреюк К. І.** Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження / К. І. Андреюк, Г. О. Іутинська, А. Ф. Антипчук та ін. – К. : Наук. думка, 2001. 240 с.
- Andreiuk, K. I., Iutynska, G. O., Antypchuk, A. F., 2001, "Ground microbial cenosis functioning in the conditions of anthropogenic burden", Kyiv, Scientific thought, 240 p.
- Бельгард А. Л.** Степное лесоведение. – М. : Лесная промышленность, 1971. – 336 с.
- Bel'gard, A. L., 1971, "Steppe dendrology", Moscow, Forrest industry, 336 p.
- Боговін А. В.** Біогеоценотична роль взаємовідносин живих організмів у становленні й функціонуванні екологічних систем // Екологія та ноосферологія. – 2009. – Т. 20, № 1-2. – С. 102-114.
- Bogovin, A. V., 2009, "Biogeocoenotic role of live organisms interrelations in standing and functioning of the ecological systems", *Ecology and noospherology*, 20, no. 1–2, pp. 102–114.
- Вульф Е. В.** Мировые ресурсы полезных растений / Е. В. Вульф, О. Ф. Малеева // Пищевые, кормовые, технические, лекарственные и др. Справочник. – Л. : Наука, 1969. – 566 с.
- Vul'f, E. V., Maleeva, O. F., 1969, "The world resources of useful plants", *Alimentary, fodder, technical, officinal etc.*, Leningrad, Science, 566 p.
- Жданова Н. Н.** Экстремальная экология грибов в природе и эксперименте / Н. Н. Жданова, А. И. Василевская. – К. : Наук. думка, 1982. – 168 с.
- Zhdanova, N. N., Vasilevskaia, A. I., 1982, "Fungus extreme ecology in nature and experiment", Kyiv, Scientific thought, 168 p.
- Звягинцев Д. Г.** Новые подходы к изучению сукцессий микроорганизмов в почве / Д. Г. Звягинцев, Г. А. Кочкина, П. А. Кожевин // Почвенные организмы как компонент биогенеза. – М. : Наука, 1984. – С. 81-103.
- Zviagintsev, D. G., Kochkina, G. A., Kozhevina, P. A., 1984, "New approaches to the research of microorganisms succession in ground", *Ground organisms as biogeocenosis component*, Moscow, Science, pp. 81–103.
- Кордюм В. А.** Микроорганизмы ризосферы – полный мониторинг / В. А. Кордюм, Е. В. Мошинец, М. В. Царенко и др. // Грунтознавство. – 2008. – Т. 9, № 1-2. – С. 53.
- Kordium, V. A., Moshinets, E. V., Tsarenko, M. V., 2008, "Rhizosphere's microorganisms – full monitoring", *Gruntoznavstvo*, 9, no. 1–2, p. 53.
- Мишустин Е. Н.** Ассоциации почвенных микроорганизмов / Е. Н. Мишустин. – М. : Наука, 1975. – 105 с.
- Mishustin, E. N., 1975, "Associations of the ground microorganisms", Moscow, Science, 105 p.
- Муха В. Д.** О показателях, отражающих интенсивность и направленность почвенных процессов / В. Д. Муха // Сб. тр. Харьков.с.-х. ин-та. – Х., 1980. – Т. 273. – С. 13-16.
- Mukha, V. D., 1980, "About characteristics, reflecting intensity and directivity of ground processes", *Edited volume of Kharkov agriculture institute*, Kharkov, 273, pp. 13–16.
- Патика В. П.** Біологічний азот. Монографія / В. П. Патика, С. Я. Коць, В. В. Волкогон та ін.; за ред. В. П. Патики. – К. : Світ, 2003. – 424 с.
- Patyka, V. P., Kots', S. Y., Volkogon, V. V., 2003, "Biological nitrogen", Kyiv, World, 424 p.
- Патыка В. Ф.** Роль микроорганизмов в формировании устойчивых агроэкоцистем / В. Ф. Патыка // Материалы межд. конферен. «Микробиология и биотехнология 21 столетия». – Минск, 2002. – С. 257-259.
- Patyka, V. F., 2002, "Microorganisms role in formation of stable agro-ecosystems", *Materials of the international conference «Microbiology and biotechnology of the 21-st century»*, Minsk, pp. 257–259.



**Симочко Л. Ю.** Спрямованість мікробіологічних процесів у ґрунті агробіоценозів при застосуванні різних агрозаходів / Л. Ю. Симочко, В. В. Симочко, І. Й. Бігарій // *Наук. вісник Ужгородського ун-ту. Серія Біологія.* – Ужгород, 2010. – № 28. – 162 с.

Symochko, L. Y., Symochko, V. V., Biharii, I. I., 2010, "Directivity of microbiological processes in agrobiocoenosis ground during different agro-activities", *Scientific newsletter of the Uzhhorod university. Biology series*, Uzhhorod, no. 28, 162 p.

**Рубенчик Л. И.** Азотобактер и его применение в сельском хозяйстве / Л. И. Рубенчик. – К. : Изд-во АН УССР, 1960. – 328 с.

Rubenchik, L. I., 1960, "Azotobacter and its application in agriculture", Kyiv, USSR Academy of Science publishers, 328 p.

**Теппер Е. З.** Практикум по микробиологии / Е. З. Теппер, В. К. Шильникова, Г. И. Переверзева. – М. : Дрофа, 2005. – 256 с.

Tepper, E. Z., Shilnikova, V. K., Pereverzeva, G. I., 2005, "Microbiology practicum", Moscow, Drofa, 256 p.

**Тугай А. В.** Адаптация микроскопических грибов к хроническому облучению низкой интенсивности / А. В. Тугай, Т. И. Тугай // 3 съезд микологов России «Современная микология в России». Тезисы докладов. – М., 2012. – С. 176-177.

Tugai, A. V., Tugai, T. I., 2012, "Microfungus adaptation to the low intensity chronic exposition", *3-ed congress of Russian mycologists „Modern mycology in Russia”*. Abstract, Moscow, pp. 176–177.

**Moore, D.**, 2001, "Metabolism and biochemistry of hyphal systems", *Fungal morphogenesis*, no. 4, pp. 26–134.

**Van der Heiden Marcel, G. A., Bargett Richard, D., van Straalen Nico, M.**, 2008, "The unseen majority. Soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems", *Ecol. Lett.*, 11, no. 3, pp. 296–310.

Рекомендує до друку  
д-р біол. наук Н. В. Заїменко

Надійшла до редколегії 17.01.13