
SOIL BIOLOGY



O. P. Yunosheva ✉

N. E. Ellanska

Cand. Sci. (Biol.), Sen. Res. Sci.

UDK 631.461+582.929.3

*M. M. Gryshko National Botanical Gardens,
National Academy of Sciences of Ukraine,
Timiryazevska st., 1, Kyiv, Ukraine, 01014*

SPECIFIC FEATURES OF SOIL MICROBIAL COMMUNITIES UNDER *LAVANDULA ANGUSTIFOLIA* MILL. INTRODUCED PLANTS

Abstract. In article the results of microbiological studies of *Lavandula angustifolia* Mill introductive plants soil are presented. The purpose of this study was to investigate the influence of hydrothermal and soil conditions of forest steppe zone on the microbial cenosis formation and dynamics of taxonomic and ecology-trophic groups of microorganisms. 9–10 years age plants *L. angustifolia* (Yuzhnoberezhnaja and Record varieties) have been studied during two years on the experimental fields of the National Botanical Garden. Rhizosphere and rows-space soil were taken for experimental researches. Investigations were carried out by conventional microbiology methods – seeding of certain dilutions of soil suspension on selective culture medium. The comparative characteristic of microbial groups was investigated in dynamic according to the lavenders development phases.

The decreasing of quantity of soil micromycetes were found during flowering phase in parallel with increasing of their species diversity. It should be noted that compared to control, the lavenders' rhizosphere differ wider range of micromycetes species that belongs to *Trichoderma*, *Penicillium* and, especially, *Aspergillus* genus.

The largest quantity of actinomycetes was observed at the beginning of vegetation. The development of actinomycetes and nitrogen transforming microorganisms depended on soil hydrothermal conditions. We observe decreasing of their quantity during deficiency of soil moisture. The numbers of spore-forming bacteria were significantly increased during the flowering period. Compared to control, the number of cellulolytic microorganisms increased during intensive vegetation, whereas its highest activity was observed at the end of vegetation.

Lavandula angustifolia exometabolites positively influenced to the development of heterotrophic bacteria in the beginning of vegetation, as well as during the flowering, whereas at the end of vegetation we observe the decreasing of its quantity. In opposite, the number of oligonitrophylus microorganisms decreased during the active vegetation, especially during dry period. The correlation between organic nitrogen and non-organic nitrogen consumption microorganisms define process of humus formation. We observed that the processes of organic matter development were fairly balanced. The accumulation of soil organic matter dominated during active vegetation, whereas activation of mineralization processes occurred at the end of vegetation period.

Microorganisms' content was higher in rows-spacing of plants, where concentration of exometabolites was lower. The dynamic of microbial cenosis and direction of microbiological processes have been similar in soil of two researched varieties, but the total number of microorganisms was higher in near-root soil of Yuzhnoberezhnaya variety.

✉ Tel.: +38093-452-74-60. E-mail: vandae@ukr.net

DOI: 10.15421/041507

The *Lavandula angustifolia* soil microbial cenosis forms under influence of its plants excretions, in particular essential oils, that have a specific effect on the microflora and cause a quantity decrease of basic groups of microorganisms. The concentration of lavender exometabolites decrease in parallel with increasing of soil moisture and accordingly inhibitory effect of essential oil changes on stimulation.

The understanding of soil microbial coenosis formation features will promote prognostication of interrelations between microbiota and plants. It will help to create sustainable landscape compositions and rational use them in making healthy ecosystems and other practical aspects.

Keywords: *micromycetes, bacteria, cellulolytic activity, organic matter development.*

УДК 631.461+582.929.3

Е. П. Юношева

Н. Э. Элланская

канд. биол. наук, стар. науч. сотр.

*Национальный ботанический сад им. Н. Н. Гришка НАН Украины,
ул. Тимирязевская, 1, г. Киев, Украина, 01014,
тел.: +38093-452-74-60, e-mail: vandae@ukr.net*

СПЕЦИФИКА МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ ПОЧВЫ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ РАСТЕНИЙ *LAVANDULA ANGUSTIFOLIA* MILL.

Аннотация. Представлены результаты исследований микробного ценоза почвы интродуцированных растений *Lavandula angustifolia* Mill. Изучали численность основных таксономических и эколого-трофических групп микроорганизмов почвы двух сортов лаванды узколистной и направленность микробиологических процессов. Динамика развития микробиоты зависела от гидротермических условий, фазы развития и сорта растений.

Ключевые слова: *микромикеты, бактерии, азотобактер, целлюлолитическая активность, трансформация органического вещества.*

УДК 631.461+582.929.3

О. П. Юношева

Н. Е. Елланська

канд. біол. наук, стар. наук. співр.

*Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України,
вул. Тимірязєвська, 1, м. Київ, Україна, 01014,
тел.: +38093-452-74-60, e-mail: vandae@ukr.net*

СПЕЦИФИКА МІКРОБНИХ УГРУПОВАНЬ ҐРУНТУ ІНТРОДУКОВАНИХ РОСЛИН *LAVANDULA ANGUSTIFOLIA* MILL.

Анотація. Представлено результати досліджень микробного ценозу ґрунту інтродукованих рослин *Lavandula angustifolia* Mill. Вивчали чисельність основних таксономічних і еколого-трофічних груп мікроорганізмів двох сортів лаванди вузьколистої та направленість микробиологічних процесів. Динаміка розвитку микробиоти залежала від гідротермічних умов, фази розвитку та сорту рослин.

Ключові слова: *мікроміцети, бактерії, азотобактер, целюлолітична активність, трансформація органічної речовини.*

ВСТУП

Лаванда вузьколиста (*Lavandula angustifolia* Mill.) походить з країн Середземноморського басейну, вона традиційно вирощується у південних регіонах України, хоча останнім часом все далі просувається на північ та схід. Рослини роду *Lavandula* L. мають цінність як ефіроолійні та декоративні, лікарські та медоносні, вони успішно ростуть та репродукують у Ботанічному саду ім. Гришка НАНУ протягом багатьох років. Оцінка успішності інтродукції цих корисних поліфункціональних рослин неповна без характеристики микробиологічних процесів

грунту. Рослини – активні едифікатори, вони формують умови едафотопу – середовища існування ґрунтових мікроорганізмів, це відбувається за рахунок виділення специфічних метаболітів рослинами, які інгібують, або ж, навпаки, стимулюють ріст та розвиток вищих рослин. В екосистемах мікробіота ґрунту бере участь у багатьох важливих процесах, а саме у біологічному колообігу важливих макро- та мікроелементів, утворенні гумусу, мінералізації органічних речовин за допомогою різних ферментів (Yurchak, 2005; Symochko, 2012). Розуміння впливу ґрунтово-кліматичних умов, виду та сорту рослин на формування мікробного ценозу було метою досліджень.

Виходячи з цього, ми вивчали зміну чисельності та співвідношення основних груп мікроорганізмів у ризосфері та міжряддях дослідних рослин.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В умовах Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка НАНУ (НБС НАНУ) на дослідних ділянках за фазами розвитку (I – фаза відростання, II – цвітіння, III – післяжнивна) вивчали динаміку чисельності основних таксономічних та еколого-трофічних груп мікроорганізмів під інтродукованими сортами лаванди вузьколистої. Протягом двох років досліджувався ґрунт ризосфери та міжрядь лаванди 9–10-ти річного віку сортів «Рекорд» та «Южнобережная». Ці сорти є одними з базових сортів кримської селекції, завезені під час експедиційних досліджень, впродовж більш ніж 30 років вегетують в НБС НАНУ. Контролем слугував ґрунт, який не зазнавав фізіологічного впливу дослідних рослин.

Вилучення мікроорганізмів із свіжо відібраних зразків ґрунту здійснювали методом посіву ґрунтових суспензій у відповідних розведеннях на елективні агаризовані живильні середовища за загальноприйнятими у ґрунтовій мікробіології методиками (Terreg et al., 2004).

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) (Zviagintsev et al., 1991). Співвідношення окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів (коефіцієнт мінералізації-іммобілізації) розраховували за К. І. Андреюк та співавт. (Andreiuk et al., 2001), показник трансформації органічної речовини визначали за В. Д. Муха (Mukha, 1980). Целюлолітичну активність визначали за методом О. І. Пушкінської (Zviagintsev et al., 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

Мікроміцети відіграють суттєву роль у трансформації органічних сполук, це, в першу чергу, розклад целюлози, лігніну і пектинових речовин. Важливу роль відіграють гриби у колообігу азоту, зокрема у процесах амоніфікації, створюючи умови для розвитку інших мікроорганізмів. Крім того, ґрунтові гриби здатні продукувати різноманітні біологічно активні речовини: амінокислоти, ферменти, ліпіди, полісахариди, антибіотики, стимулятори росту рослин (Korilov, 2012).

Дослідження показали, що найвища кількість мікроміцетів спостерігалася у фазу відростання-бутонізації (49,1–50,0 тис. КУО), а в період цвітіння знижувалася (26,1–30,3 тис. КУО) порівняно з контролем (рис. 1). Особливо це помітно на першому, більш посушливому, році досліджень. У ризосфері обох сортів було у 1,5–2 рази менше цих мікроорганізмів, ніж у ґрунті міжрядь.

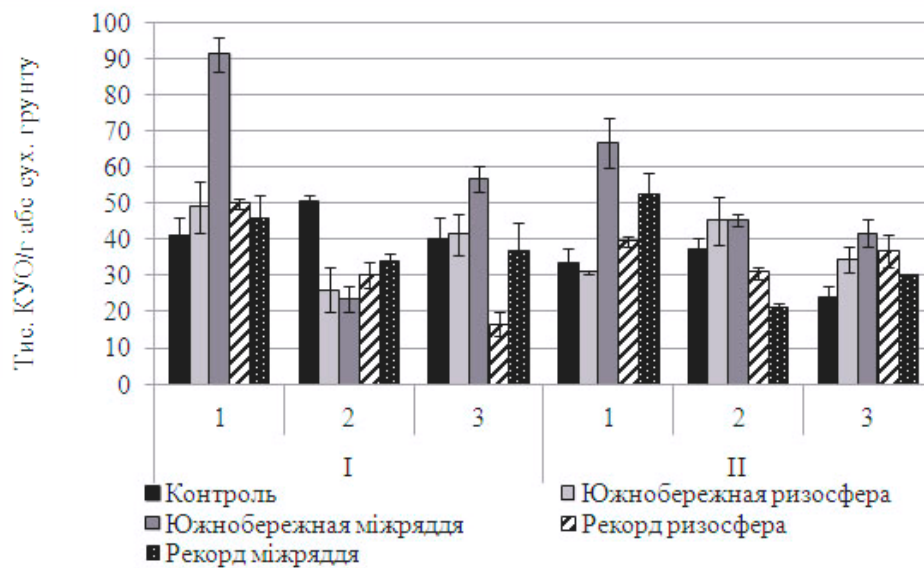


Рис. 1. Чисельність мікроміцетів у ґрунті під *Lavandula angustifolia* Mill.

1 – фаза відростання, 2 – цвітіння, 3 – післязливна; I – перший рік досліджень, II – другий рік

Слід відзначити, що ризосфера лаванди відрізнялась більш широким видовим спектром мікроміцетів родів *Penicillium* та *Trichoderma*, порівняно з контролем, де переважали мукоральні форми. Заслугує на увагу той факт, що в дослідних зразках зустрічались мікроміцети роду *Aspergillus*, можливо, видоспецифічність виділень лаванди стимулює розвиток цих мікроорганізмів. Порівнюючи видовий склад мікроміцетів, виділених з ризосфери рослин кримських господарств (Ellanskaya et al., 1986), можна відмітити значну частоту трапляння мікроміцетів роду *Aspergillus* в цих зразках. Розподіл чисельності мікроміцетів подібний до такого у кримських зразках, а саме зменшення цієї групи мікроорганізмів у фазу цвітіння у ризосфері та більша їх кількість у міжряддях доводять, що екзометаболіти рослин (ефірні олії) здійснюють вплив на цю групу мікроорганізмів.

Важливою для розгляду, біологічно індикаторною, є група спороутворюючих бактерій. Незважаючи на те, що більша частина їх перебуває у ґрунті у вигляді спор, багаточисельні вегетаційні та польові дослідження показали, що при надходженні свіжої органічної речовини у ґрунт основна частина бактеріальних спор проростає, насичуючи прикореневу зону рослин фізіологічно активними сполуками (Golovko, 1984).

Кількість спороутворюючих бактерій у ґрунті під лавандою у фазу цвітіння зростає порівняно з контролем (рис. 2). В той же час у ризосфері цих мікроорганізмів було менше у 1,5–2 рази, ніж у міжрядді. У більшості варіантів загальна кількість бацил менша у контрольному ґрунті (152,2–163,4 тис. КУО), ніж у ґрунті з-під лаванди (203,5–404,4 тис. КУО).

Між групою мікроміцетів та спороутворюючих бактерій спостерігається обернена залежність розвитку, що може свідчити про конкурентні трофічні взаємовідносини.

Актиноміцети – зимогенна група мікроорганізмів, яка бере 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 целюлозоруйнівим мікроорганізмам, а також продукувати антибіотичні та фітотоксичні сполуки (Andreiu et al., 2001). Більший вміст мікроорганізмів групи актиноміцетів був відмічений у ґрунті міжрядь (рис. 3). Найбільша їх чисельність виявлена у фазу відростання-бутонізації, під час

цвітіння – зменшувалась у зразках першого року досліджень, та, навпаки, зростала у другому році, який відрізнявся більшою кількістю опадів.

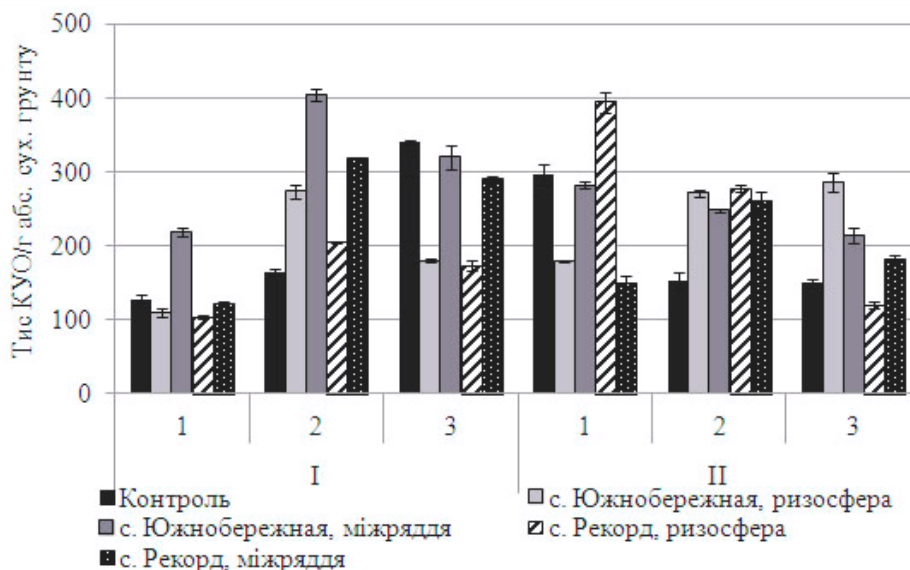


Рис. 2. Чисельність спороутворюючих бактерій у ґрунті під *Lavandula angustifolia* Mill. Примітка: позначення як на рис. 1.

Клітковина є одним із основних компонентів рослинних залишків, інтенсивність її мінералізації залежить від чисельності та активності целюлозолітичних мікроорганізмів і має суттєвий вплив на біологічну активність ґрунту. Розклад клітковини відображає загальну картину мікробіологічних процесів, оскільки залежить також від наявності у ґрунті доступного азоту, фосфору та інших елементів живлення (Mishustin, 1975).

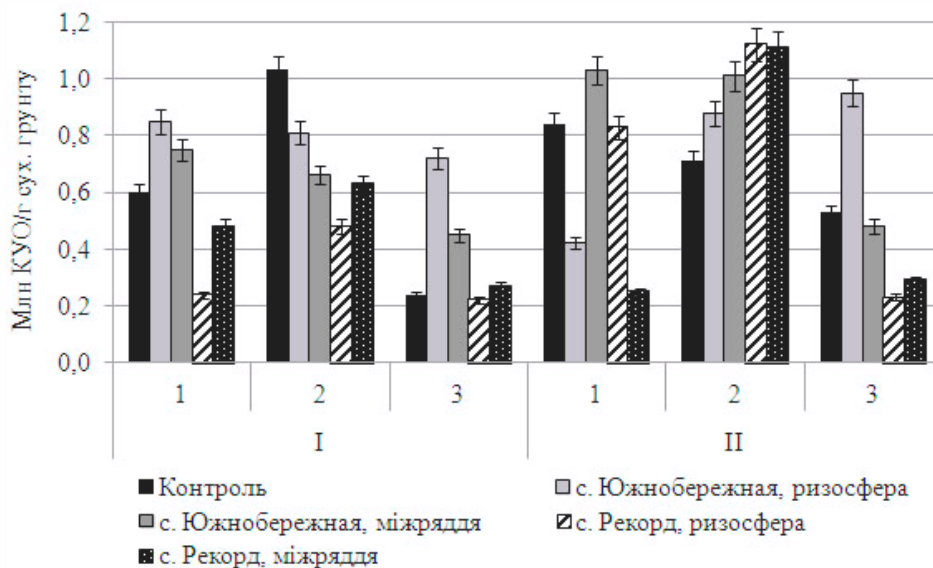


Рис. 3. Чисельність актиноміцетів у ґрунті під *Lavandula angustifolia* Mill. Примітка: позначення як на рис. 1.

Найбільша кількість мікроорганізмів цієї трофічної групи відзначалась у період цвітіння (табл. 1). На початку вегетації їх чисельність була меншою за контрольні зразки на першому та більшою – на другому році досліджень. Нами відмічена більша кількість та активність целюлозоруйнівних мікроорганізмів у ґрунті з-під сорту «Рекорд» впродовж обох років. Наприкінці вегетації чисельність помітно зменшувалась в усіх варіантах, крім того у дослідних зразках мікроорганізмів було менше за контрольні. В той же час показники розкладу целюлози, навпаки, збільшувались протягом вегетаційного періоду. Взагалі, активність не завжди корелювала з кількістю целюлозолітиків, наприклад, восени активність помітно зростала, тоді як чисельність була невисокою.

Таблиця 1

Чисельність целюлозоруйнівних мікроорганізмів у ґрунті під *Lavandula angustifolia* Mill. та інтенсивність розкладу клітковини

Варіант досліджу	Тис. КУО/г абс. сухого ґрунту			Розклад целюлози, %		
	1	2	3	1	2	3
Контроль	309,5±6,5	312,5±4,3	179,2±15,1	45	45	60
	102,0±7,6	102,7±6,0	101,9±8,9	30	40	55
Ризосфера, «Южнобережная»	137,0±5,5	178,9±8,6	61,9±4,9	33	55	50
	132,4±6,8	134,7±2,2	86,1±5,2	35	20	33
Міжряддя, «Южнобережная»	175,0±9,9	222,0±10,3	115,7±3,9	40	28	58
	144,3±6,5	124,2±1,7	83,6±7,8	35	30	55
Ризосфера, «Рекорд»	199,9±4,8	331,5±6,5	92,4±7,8	15	35	80
	174,6±10,4	149,3±3,9	83,6±2,9	55	60	30
Міжряддя, «Рекорд»	204,5±9,2	394,2±18,6	92,3±12,4	37	17	70
	174,3±12,2	119,9±8,3	46,8±6,7	45	55	45

Примітка: строки відбору зразків: 1 – фаза відростання, 2 – цвітіння, 3 – післязнівня; чисельник – перший рік досліджень, знаменник – другий рік.

Бактерії роду *Azotobacter* є не тільки високоактивними азотфіксаторами, вони також продукують речовини фітогормональної дії, органічні кислоти, вітаміни і, таким чином, можуть впливати прямо чи опосередковано на розвиток рослин (Sherstoboeva, Fedak, 2009; Patyka et al., 2003; Andreiuk et al., 2001). Для азотобактеру була характерна чітка тенденція розвитку (рис. 4). На першому році досліджень, який відрізнявся більш посушливими умовами, пригнічення цих мікроорганізмів було відмічено для сорту «Южнобережная» протягом всього періоду вегетації, найбільше у фазу відростання у ризосфері – на 80 %. У наступному вегетаційному сезоні, з більшою кількістю опадів, азотобактер розвивався добре – гальмування не перевищувало 16–19 % у ризосфері обох сортів.

Мікроорганізми-амоніфікатори здійснюють деструкцію органічних сполук, які надходять у ґрунт з кореневими виділеннями або рослинними рештками. Ця група мікроорганізмів розвивалась як на початку вегетації, так і в період бутонізації-цвітіння в дослідних зразках ґрунту краще, ніж у контрольному (табл. 2). Наприкінці вегетації ми спостерігали зменшення чисельності цієї групи мікроорганізмів. Ймовірно, що виділення рослин лаванди впливають на розвиток гетеротрофних бактерій, не пригнічують мікроорганізми на початку вегетаційного періоду та в період цвітіння, тоді як в кінці вегетації їх можуть конкурентно витіснити мікроорганізми з більш розвиненим ферментативним апаратом, зокрема мікроміцети.

Важливе значення в азотному балансі досліджуваного ґрунту відіграють олігонітрофіли, яким достатньо використовувати азот у малих кількостях. Загальна чисельність мікроорганізмів цієї трофічної групи зменшувалась протягом онтогенезу у більшості дослідних зразків, особливо ризосферного ґрунту (табл. 3). На другому році досліджень чисельність мікроорганізмів була досить високою, пригнічення спостерігалось тільки в зразках ризосфери обох сортів у фазу цвітіння.

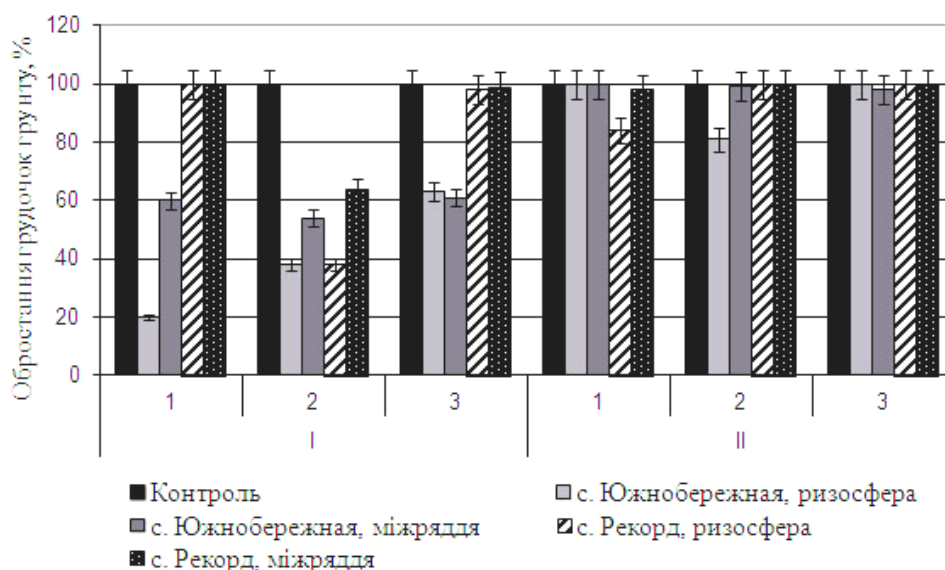


Рис. 4. Динаміка розвитку бактерій роду *Azotobacter* у ґрунті під *Lavandula angustifolia* (обробтання грудочок ґрунту на середовищі Ешбі)
Примітка: позначення як на рис.1.

Таблиця 2

Чисельність мікроорганізмів, що засвоюють різні форми азоту, у ґрунті під лавандою вузьколистою *Lavandula angustifolia* Mill. та показники інтенсивності мінералізаційних процесів

Варіанти досліджу	Амоніфікатори			Олігонітрофіли			Індекс мінералізації-імобілізації			Показник трансформації органічної речовини		
	млн КУО/г сух.гр.			млн КУО/г сух.гр.								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Контроль	2,9±0,1	5,0±0,3	8,6±0,9	6,7±0,7	11,0±1,6	15,2±0,8	2,3	2,2	1,8	4,3	7,3	13,2
	6,0±0,1	2,8±0,3	9,6±1,1	7,9±0,8	9,3±0,6	4,7±0,7	1,3	3,3	0,5	0,7	3,7	28,6
Ризосфера, «Южнобережная»	6,0±0,7	13,4±0,4	4,2±0,1	3,5±0,6	14,2±1,5	12,6±1,6	0,6	1,1	3,0	15,8	25,1	5,6
	8,8±0,5	5,9±0,7	4,3±0,8	11,3±0,6	6,2±0,2	9,6±0,7	1,3	1,1	2,2	15,5	11,0	6,2
Міжряддя, «Южнобережная»	6,5±0,7	7,2±0,8	3,4±0,2	3,9±0,6	11,7±0,2	10,7±0,6	0,6	1,6	3,1	17,3	11,8	4,6
	12,1±0,5	4,4±0,3	3,7±0,9	9,8±1,4	9,3±0,4	4,7±0,6	0,4	1,6	1,3	54,8	8,6	6,5
Ризосфера, «Рекорд»	2,9±0,4	6,5±0,9	4,0±0,8	3,4±0,4	6,6±1,8	8,0±0,1	1,2	1,0	2,0	5,3	13,1	6,0
	6,1±0,3	4,6±0,4	3,2±0,9	14,7±0,6	6,9±0,6	3,9±0,5	2,4	1,5	1,2	8,7	7,7	5,9
Міжряддя, «Рекорд»	4,2±0,6	6,1±0,3	4,9±0,5	4,5±0,5	8,1±1,7	10,9±1,3	1,1	1,3	2,2	8,0	10,9	7,2
	5,7±0,5	5,6±0,6	2,0±0,4	7,7±0,7	9,6±0,1	6,7±0,5	1,3	1,7	3,4	10,3	8,9	2,6

Примітка: строки відбору зразків: 1 – фаза відростання, 2 – цвітіння, 3 – післязнівна; чисельник – перший рік досліджень, знаменник – другий рік.

З двох сортів кращим був розвиток як амоніфікаторів, так і олігонітрофілів у прикореневому ґрунті с. «Южнобережная».

Відомо, що співвідношення між трофічними групами мікроорганізмів визначає направленість процесів мінералізації органічної речовини ґрунту. Індекс мінералізації був нижчим за контроль в періоди відростання та цвітіння, що свідчить про направленість процесів у бік накопичення органічних сполук. Восени, навпаки, переважали процеси мінералізації гумусу. В контрольних варіантах мікробіологічні процеси мали протилежний напрямок.

Трансформація органічної речовини найбільш інтенсивно проходила впродовж вегетації у дослідних зразках. Вищими були показники у ґрунті сорту «Южнобережная». Наприкінці вегетації направленість мікробіологічних процесів змінилась, значення показників трансформації органічної речовини ґрунту знизились, що підтверджує зменшення пулу органічної речовини в кінці вегетаційного періоду.

ВИСНОВКИ

Мікробний ценоз ґрунту з-під лаванди вузьколистої формується під впливом її рослинних виділень, зокрема ефірних олій. Динаміка розвитку мікробіоти залежала від гідротермічних умов, фази розвитку, віку та сорту рослин. Специфіка корневих виділень визначає склад мікроорганізмів у ризосфері. Виділення дослідних рослин селектують окремі групи мікроорганізмів, під їх дією зменшувалась чисельність мікроміцетів у ризосфері, в той же час розширювався їх видовий спектр. Загалом, відбувалось зменшення чисельності всіх досліджуваних груп мікроорганізмів у період цвітіння, тоді як кількість спороутворюючих бактерій зростала. Активізувалась також діяльність амоніфікаторів та целюлозоруйнівних мікроорганізмів. Відмічено, що чисельність мікроміцетів, актиноміцетів, та спороутворюючих бактерій переважала у ґрунті міжрядь, де, ймовірно, менша кількість екзометаболітів лаванди. Підвищення вологості ґрунту зменшує градієнт концентрації рослинних метаболітів, зокрема, ефірних олій, змінюючи гальмувальну дію на стимулювальну. Динаміка розвитку та направленість мікробіологічних процесів була подібною у зразках досліджуваних сортів, разом з тим більшим вмістом мікроорганізмів відрізнявся ґрунт з-під сорту «Южнобережная». Процеси мінералізації органічної речовини ґрунту були досить збалансовані. В період активної вегетації рослин у ґрунті відбувалось накопичення органічних сполук, тоді як в кінці вегетаційного періоду активізувались мінералізаційні процеси.

Врахування особливостей формування мікробного ценозу ґрунту, а також фізіологічних властивостей рослин будуть сприяти передбаченню їх взаємовідносин з іншими рослинами для створення стійких ландшафтних композицій, раціональному використанню їх в оздоровленні екосистем та інших практичних аспектах.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Andreiuk, K. I., Iutynska, G. O., Antypchuk, A. F. et. al., 2001.** Funktsionuvannya mikrobynykh tsenoziv ґruntu v umovakh antropohennoho navantazhennia [Soil microbial cenosis functioning under conditions of anthropogenic load], Naukova dumka, Kyiv (in Ukrainian).
- Ellanskaya, I. A., Yurchak, L. D., Pobirchenko, G. A., Gordeeva, A. K., Sokolova, E. V., 1986.** Mikromitsety rizosfery i mezhduriadij lavandy nastoiachshej v usloviiakh promyshlennogo vzdelyvaniia [Micromycetes of rhizosphere and rows-space of lavender under conditions intensive cultivation], Mikrobiol. Journal, 48, 6, 43–48 (in Russian).
- Golovko, E. A., 1984.** Mikroorganizmy v allelopatii vyshshikh rastenij [Microorganisms in allelopathy of higher plants], Naukova dumka, Kyiv (in Russian).
- Kopilov, E. P., 2012.** Gruntovi hryby iak biotychnyy chynnyk vplyvu na roslyny [Soil fungi as biotic factor of influence on plants], Agricultural microbiology: collected papers, 15–16, 7–28 (in Ukrainian).
- Metody pochvennoj mikrobiologii i biochimii, 1991** [Methods of Soil Microbiology and Biochemistry], ed. D. G. Zvyagintsev, Publishing house MGU, Moscow (in Russian).
- Mishustin, E. N., 1975.** Assotsiatsii pochvennykh mikroorganizmov [Associations of the soil microorganisms], Science, Moscow (in Russian).
- Mukha, V. D., 1980.** O pokazateliakh, otrazhayuchshikh intensivnost i napravlennost pochvennykh protsessov [About characteristics, reflecting intensity and directivity of soil processes], edited volume of Kharkov agriculture institute, Kharkov, 273, 13–16 (in Russian).
- Patyka, V. P., Kots, S. Y., Volkogon, V. V. et. al., 2003.** Biologichnyy azot [Biological nitrogen], Kyiv, Svit (in Ukrainian).
- Sherstoboeva, O. V., Fedak, L. I., 2009.** Polifunktsionakna aktyvnist azotobakteru v gruntakh Lisostepu Ukrainy [Multifunctional

activity of Azotobacter in soils of forest-steppe of Ukraine], Agroekologichny Journal, June, 351–354 (in Ukrainian).

Symochko, L. Y., 2012. Vplyv likarskykh roslyn na funktsionuvannia mikrobnoho tsenozu gruntu [Influence of medicinal plants on functioning of soil microbial coenosis], Sci. Bull. Uzhgorod Univ. (Ser. Biol.), 32, 40–44 (in Ukrainian).

Symochko, L. Y., Symochko, V. V., Bihariii, I. I., 2010. Spriamovanist mikrobiolohichnykh protsesiv u grunti ahrobiotsenoziv pry zastisuvanni riznykh agrozakhodiv [Directivity of microbiological processes in agrobiocoenosis soil under different agro- techniques], Sci. Bull. Uzhgorod Univ. (Ser. Biol.), Uzhhorod, 28 (in Ukrainian).

Tepper, E. Z., Shilnikova, V. K., Pereverzeva, G. I., 2004. Praktikum po mikrobiologii [Microbiology practicum], Drofa, Moscow (in Russian).

Yurchak, L. D., 2005. Alelopatiiia v ahrobiotsenozakh aromatychnykh roslyn [Allelopathy in agrobiogeocenoses of aromatic plants], Phitosociotcentr, Kyiv (in Ukrainian).

Zviagintsev, D. G., Kochkina, G. A., Kozhevina, P. A., 1984. Novye podkhody k izucheniyu suksessij mikroorganizmov v pochve [New approaches to the research of microorganisms succession in soil], Soil organisms as biogeocenosis component, Science, Moscow, 81–103 (in Russian).

Стаття надійшла в редакцію: 25.02.2015

Рекомендує до друку: д-р біол. наук, проф. І. Х. Узбек