

ВИКОРИСТАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ ПРИ ЖИВЦЮВАННІ ДЕКОРАТИВНИХ ФОРМ ХВОЙНИХ ІНТРОДУЦЕНТІВ

О. Г. Сіренко, В. С. Льодок, Н. І. Попіль

Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України
e-mail: sirenko_oksana@ukr.net

В статті подані результати впливу біопрепаратів (в тому числі таких, що містять мікоризоутворюючі гриби) при живцюванні трьох видів хвойних інтродуцентів родини Cupressaceae (Chamaecyparis lawsoniana Parl., Thuja occidentalis L., Juniperus horizontalis Moench.). Подано анатомічні особливості ендомікоризи коренів, що утворилась протягом одного вегетаційного періоду. Встановлено кореляції між життєвістю особин та ступінню мікоризації.

Ключові слова: мікориза, Chamaecyparis, Thuja, Juniperus, штучна мікоризація.

Sirenko O. G., Ledok V. S., Popil N. I. Exploitation of biologicals to cuttings of ornamental cultivars introducent conifers. *The article gives us the results of influence of biological products (including those that contain mycorrhizal formed fungi) in the process of cutting of three species introduced coniferous of Cupressaceae bloodline (Chamaecyparis lawsoniana Parl., Thuja occidentalis L., Juniperus horizontalis Moench.). There are presented anatomical peculiarities of endomycorrhiza of roots that were formed during one vegetative season. In the article was determined the correlation between the vitality of individuals and the degree of mycorrhization.*

Key words: micorrhiza, Chamaecyparis, Thuja, Juniperus, simlate mycorrhization.

Вступ

Адаптація до умов середовища шляхом симбіотичних взаємин з мікроорганізмами є однією з фундаментальних властивостей організму [10]. Питання впливу симбіонтів на рослини залишається поза увагою при проведенні ботанічних, фізіологічних, екологічних та лісівничих досліджень. Разом з тим, все більше число наукових праць з питань симбіотичних взаємин рослин з мікроорганізмами диктує необхідність методологічно іншого підходу до питань екології рослин [11,12, 28, 29, 31–33, 38, 40–42]. Неврахування цього фактору призводить до стратегічно невірних рішень, що стосуються питань збереження біорізноманіття, створення стійких фітоценозів, особливо в умовах посилення антропогенних навантажень на природні екосистеми.

Особливої ваги проблема адаптації набуває у інтродукованих рослин, що потрапляють у нові, часом стресові умови, тому перед наукою постають нові завдання: вивчення симбіотичної системи, механізмів адаптації до змінних природних та антропогенних умов середовища [15]. Результатом симбіотичних взаємин є формування у партнерів комплексу нових ознак, які були відсутні у них у вільному стані і розвиток яких призводить до розширення адаптивних можливостей одного чи обох взаємодіючих організмів. Це розширення часто проходить шляхом метаболічної інтеграції партнерів, яка відкриває їм доступ до нових джерел живлення та енергії. Механізми дії симбіотичних систем можуть суттєво відрізнятися, але вони викликають єдиний екологічний ефект – підвищення адаптивного потенціалу рослин, який може і повинен бути використаний в практичних цілях. Встановлення нових системних закономірностей симбіотичних взаємин, конструювання "штучної ризосфери", що виконує трофічні, ріст-стимулюючі, захисні функції є важливою вимогою збереження біосфери та виживання людства [23].

В час "зеленої революції", "органічного" землеробства, запровадження екологічно орієнтованих засобів ведення лісового та сільського господарства, часткової чи повної відмови від мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин, виробниче застосування біопрепаратів в нашій державі тільки розпочинається. Використання біопрепаратів у лісовому господарстві США, Росії, багатьох країн Європи забезпечує суттєвий економічний ефект. Багато позитивних результатів штучної мікоризації при лісовідновленні в США [39], Канаді [27], Австралії [30], Іспанії [35–37], Мексиці [43], Словенії [44], Франції [26], на землях, що не належать до лісових - золовідвалах, крейдових відслоненнях, забруднених територіях та при інтродукції [5, 6, 8, 9, 13, 14, 16, 18, 24, 26, 28-30, 31–33, 37, 38, 40–44]. Відсутність

мікоризних симбіонтів в ґрунті в "районі-реципієнті" при інтродукції рослин виводить силу стресорів (біотичних та абіотичних) в розряд летальних [1, 13].

Майже повна відсутність сучасних вітчизняних досліджень в цій галузі ставить експериментальні дослідження в цьому напрямі, враховуючи їх перспективність, в розряд найбільш актуальних.

В літературі зустрічаються дані з використання препаратів природного походження в дослідах з вивчення вкорінення зелених живців хвойних [3, 4, 19–22].

Декоративні форми хвойних інтродуцентів в містах зі складною екологічною ситуацією виконують функцію не лише естетично-декоративну, але й вуглецеводепонуючу, фітонцидну, ґрунтозахисну [2, 25].

Під час інтродукційного випробування деякі інтродуценти не дають насіння, або ж воно має низьку схожість [25] та й ознаки форми при насінневому розмноженні зберігають не всі особини другого покоління. Тому вегетативне розмноження для цих видів та форм є найбільш ефективним, і в деяких випадках єдино можливим.

Тому метою нашого дослідження було:

- вивчення можливостей підвищення регенераційної здатності декоративних форм хвойних інтродуцентів шляхом застосування біопрепаратів;
- з'ясування впливу біопрепаратів на обкорінюваність живців, розвиток кореневої системи, приріст надземної частини;
- вивчення впливу біопрепаратів, що містять мікоризоутворюючі гриби на ступінь мікоризації живців, з метою підвищення стійкості та адаптаційної здатності;
- дослідити анатомо-морфологічні особливості мікоризи живців;
- встановити залежність між життєвістю та параметрами мікоризації живців.

Успішне мікоризоутворення у живців сприяє підвищенню стійкості до хвороб та шкідників та їх адаптаційної здатності та життєвості. Особливо це стосується особин, що знаходяться в межах міста для яких актуальним є перехід на екологічно безпечні технології [2].

Матеріали і методи

В лютому проводилось живцювання наступних культиварів:

- кипарисовика Лавсона форма 'Колоноподібна' (*Chamaecyparis lawsoniana* 'Columnaris');
 - туї західної форма 'Олендорфа' (*Thuja occidentalis* 'Ohlendorffi');
 - ялівця горизонтального форма 'Блакитий місяць' (*Juniperus horizontalis* 'Blue moon')
- з використання біопрепаратів:
1. "Мікофлор" для рододендронів, що містить мікоризоутворюючі гриби роду *Oidiodendron* та *Hymenoscyphus*.
 2. "Мікоплант", що містить мікоризоутворюючі гриби роду *Glomus*.
 3. "Рибав-Екстра" (L-аланін, L-глутамінова кислота), що містить продукти метаболізму мікоризних грибів, виділених з коренів женьшеня (амінокислоти, фітогормони, вітаміни).
 4. "Радіфарм" (біостимулятор розвитку кореневої системи, отриманий з витяжки рослинного походження), що містить полісахариди, глюкозиди, амінокислоти, бетаїни, вітаміни і мікроелементи в хелатній формі.
 5. "Віва" (біостимулятор розвитку кореневої системи, подолання стресових факторів) – створює сприятливе середовище для розвитку кореневої системи та мікрофлори.
 6. "Клепс" – природні ізоляти *Klebsiella oxytoca* ВН-13 – 10×10^9 , *Bacillus mucilaginosus* В-4901 – 10×10^8 кл/г.
 7. "ЕМ", "ЕМ – бокаші", "ЕМ – порошок", що містять фотосинтетичні бактерії (синтезують амінокислоти, нуклеїнові кислоти, біологічно активні речовини, цукри), бактерії молочної кислоти (синтезують молочну кислоту), дріжджі (синтезують гормони, ферменти, антибіотики), актиноміцети (синтезують антибіотики), ферментуючі гриби (*Aspergillus* і *Penicillium* синтезують етиловий спирт, складні ефіри, антибіотики).

Нами був використаний препарат "Мікофлор" для рододендронів, а не "Мікофлор" для хвойних, тому що досліджувані види утворюють ендомікоризу, а аборигенні хвойні та хвойні Польщі (батьківщина виробництва біопрепарату) утворюють ектомікоризу.

У дослідах біопрепарати використовувались у наступних варіантах їх поєднання:

Для *Chamaecyparis lawsoniana*:

- контроль – живці лише на добу замочувались у розчині "Корневіна";
- живці на добу замочувались у розчині "Корневіна" та "Рибав-Екстра", у субстрат додавались – "Мікоплант"+ "Радіфарм"+ "Клепс";
- живці на добу замочувались у розчині "Корневіна" та "Рибав-Екстра", у субстрат додавались – "Мікофлор"+ "Віва"+ "ЕМ".

Для *Thuja occidentalis*:

- контроль – живці лише на добу замочувались у розчині "Корневіна";

- живці на добу замочувались у розчині "Корневіна" та "Рибав-Екстра", у субстрат додавались – "Мікоплант"+ "Віва"+ "Клепс";
- живці на добу замочувались у розчині "Корневіна" та "Рибав-Екстра", у субстрат додавались – "Мікофлор"+ "Радіфарм"+ "ЕМ".

Для *Juniperus horisontalis*:

- контроль – живці лише на добу замочувались у розчині "Корневіна";
- живці на добу замочувались у розчині "Корневіна" та "Рибав-Екстра", у субстрат додавались – "Мікофлор"+ "Радіфарм"+ "ЕМ-порошок";
- живці на добу замочувались у розчині "Корневіна" та "Рибав-Екстра", у субстрат додавались – "Мікоплант"+ "Віва".

Температура повітря в теплиці становила, в середньому, 24°C при відносній вологості повітря 60–75%. Як субстрат використовувався крупнозернистий пісок та торф (1:1).

Зразки коренів піддавались мацерації за методикою [17] на протязі 3-х годин з наступним фарбуванням їх аніліновим синім та диференціацією в молочний кислоти. Для дослідження зразків використовувались світлові мікроскопи Primo Star (Carl Zeiss, Jena, Німеччина) обладнані цифровим фотоапаратом Canon PowerShot A640.

Результати та обговорення

Масове укорінення живців у варіантах з використанням біопрепаратів починалось на 5–10 днів раніше ніж у контролі.

Таблиця 1. Результати впливу біопрепаратів при живцюванні *Chamaecyparis lawsoniana* 'Columnaris'.

Препарати, що додавались у субстрат	Кількість живців, що укорінилось, %	Довжина коренів 1-го порядку, см	Приріст надземної частини, см	Інтенсивність мікоризної інфекції, %	Щільність мікоризної інфекції, балів
Контроль	24	28±1,4	2,7±0,1	5,3±0,3	1,1±0,1
"Мікоплант"+ "Радіфарм"+ "Клепс"	26	36±1,8	2,9±0,1	22,5±1,1	1,1±0,1
"Мікофлор"+ "Віва"+ "ЕМ"	46	32±1,6	5,1±0,3	64,1±3,2	4,1±0,2

Початок укорінення у контролі: кипарисовик Лавсона – 100 днів, туя західна – 95, ялівець горизонтальний – 52.

Як видно з табл. 1 кількість живців *Chamaecyparis lawsoniana*, що укорінилось зросла з використанням суміші препаратів "Мікофлор", "Віва" та "ЕМ" порівняно з контролем на 22%. Дані препарати вплинули на розвиток кореневої системи, довжина коренів зросла на 14%, приріст наземної частини збільшився на 89%, при цьому інтенсивність мікоризації коренів зросла на 59%, щільність мікоризної інфекції – на 3 бали.

Поєднання препаратів "Мікоплант", "Радіфарм", "Клепс" не вплинуло на кількість живців, що укорінились, суттєво збільшивши довжину коренів, не вплинуло на приріст надземної частини, та збільшило інтенсивність мікоризації живців на 17% і не вплинуло на щільність мікоризної інфекції.

Слід зазначити, як видно з табл. 1, що для даного виду спостерігалась спонтанна мікоризація (у контролі), через те, що субстрат не піддавався стерилізації. Внаслідок спонтанної мікоризації (у контролі), як видно з рис.1 утворились ендомікоризні структури – склероціе- та діктіоспороподібні інтрацелюлярні структури кореня та спори, на поверхні кореня спостерігались поодинокі гіфи.

При внесенні у субстрат препарату "Мікоплант" спостерігались гіфи вздовж усієї поверхні кореня та ендомікоризні структури, що і в контролі (рис. 2).

Таблиця 2. Результати впливу біопрепаратів при живцюванні *Thuja occidentalis* 'Ohlendorffii'.

Препарати, що додавались у субстрат	Кількість живців, що укорінилось, %	Довжина коренів 1-го порядку, см	Приріст надземної частини, см	Інтенсивність мікоризної інфекції, %	Щільність мікоризної інфекції, балів
Контроль	78	31±1,6	2,0±0,1	5,1±0,3	1,2±0,1
"Мікоплант"+ "Віва"+ "Клепс"	67	26±1,3	2,3±0,1	49,9±2,5	4,2±0,2
"Мікофлор"+ "Радіфарм"+ "ЕМ"	60	19±1,0	1,9±0,1	57,3±2,9	4,4±0,2

При внесенні препарату “Мікофлор” на поверхні кореня спостерігалась гіфи по всій поверхні кореня (рис.3) та ендомікоризні структури (діктіоспороподібні та склероцієподібні інтрацелюлярні структури кореня, гіфи та спори), але інтенсивність інокуляції та їх щільність була значно більша, порівняно з контролем та з застосуванням “Мікоплант”. Для туї західної внесення біопрепаратів не вплинуло на кількість укорінених живців, довжину коренів, навіть знизило дані показники, хоча інтенсивність мікоризації та щільність мікоризної інфекції зросла на 50% і 3 бали відповідно (табл.2). Спостерігалась також спонтанна мікоризації живців (в контролі) на рівні 5% інтенсивності мікоризації і 1 бала щільності мікоризної інфекції. Як видно з рис. 4 ендомікоризні структури представлені склероціє- та діктіоспороподібними інтрацелюлярними структурами кореня і гіфами.

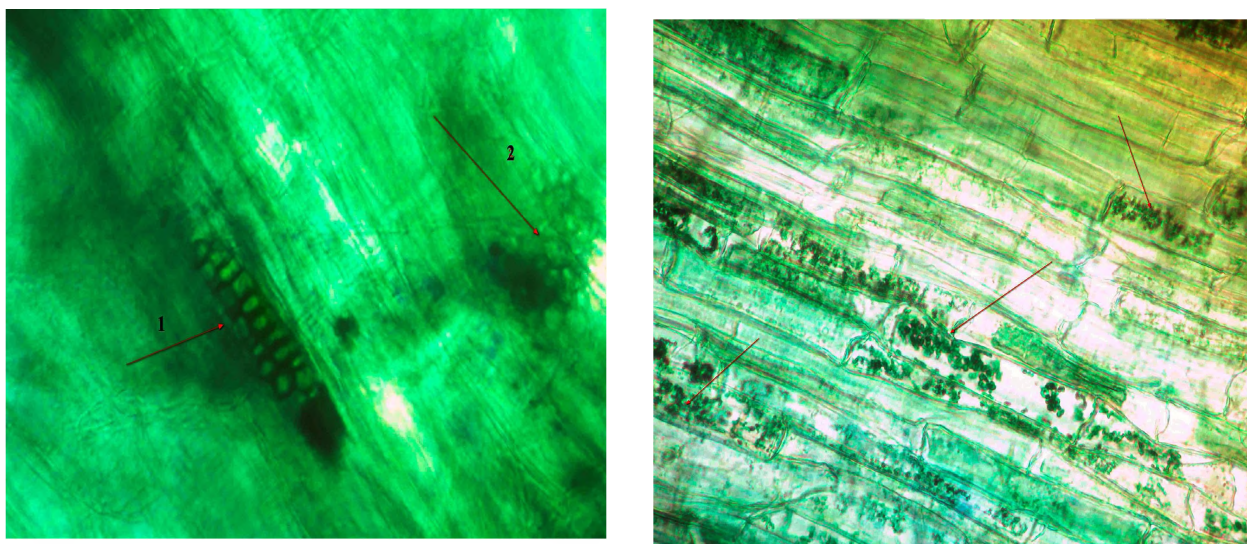


Рис. 1. Мікоризні структури *Chamaecyparis lawsoniana* (контроль): а (1) – діктіоспороподібні інтрацелюлярні структури кореня; а (2) – спори; б – склероцієподібні інтрацелюлярні структури.

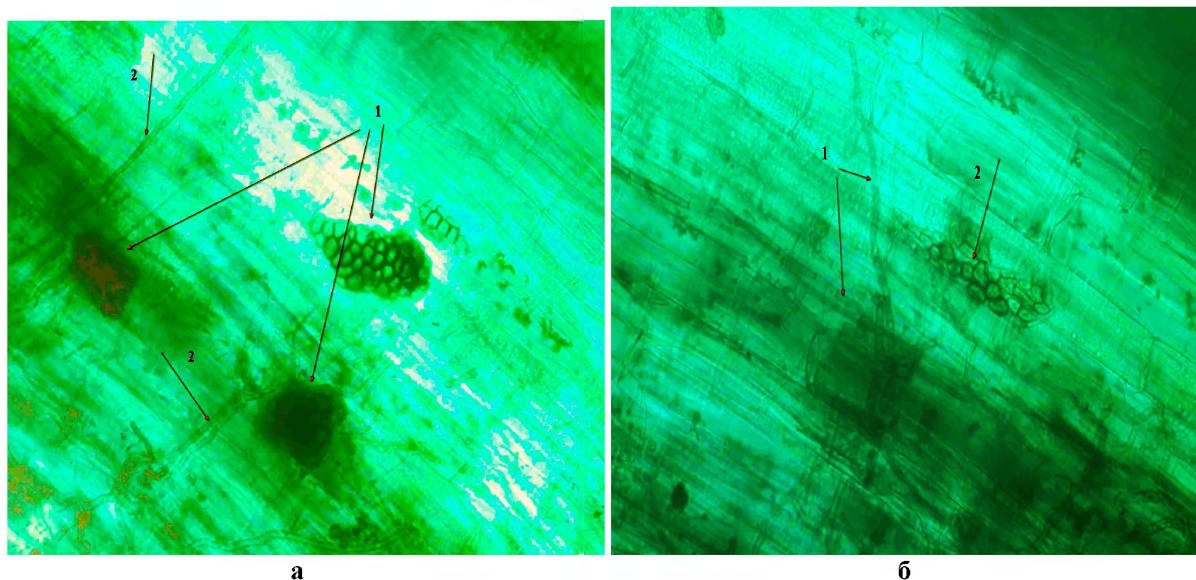


Рис. 2. Мікоризні структури *Chamaecyparis lawsoniana* (при інокуляції субстрату “Мікоплант”+“Віва”+“Клепс”): а (1) – діктіоспороподібні інтрацелюлярні структури кореня; а (2) – гіфи; б (1) – гіфи; б (2) – склероцієподібні інтрацелюлярні структури.

При інокуляції препаратом “Мікоплант” корені останнього порядку всі обплутані гіфами, а “Мікофлор” – корені вкриті товстим ватоподібним міцелієм. На рис. 4 і 5 видно, що при внесенні біопрепаратів ендомікоризні структури представлені склероціє- та діктіоспороподібними інтрацелюлярними структурами, гіфами та спорами, але їх чисельність (табл. 2) значно вище, ніж у контролі.

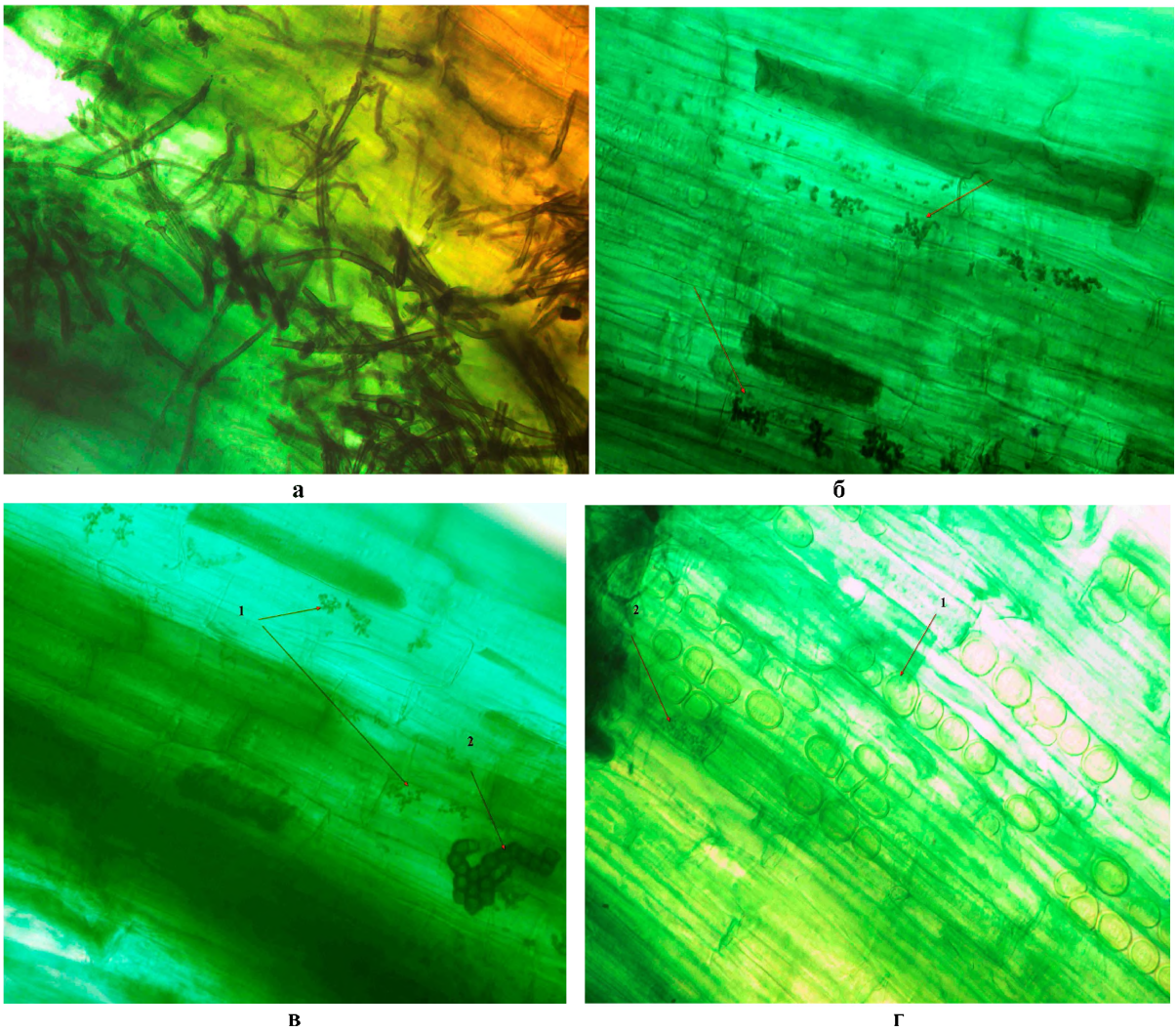


Рис. 3. Мікоризні структури *Chamaecyparis lawsoniana* (при інокуляції субстрату "Мікофлор"+"Радіфарм"+"ЕМ"): а – гіфи; б - склероцієподібні інтрацелюлярні структури; в (1) – склероцієподібні інтрацелюлярні структури; в (2) - діктіоспороподібні інтрацелюлярні структури кореня; г (1) - спори; г (2) – склероцієподібні інтрацелюлярні структури.

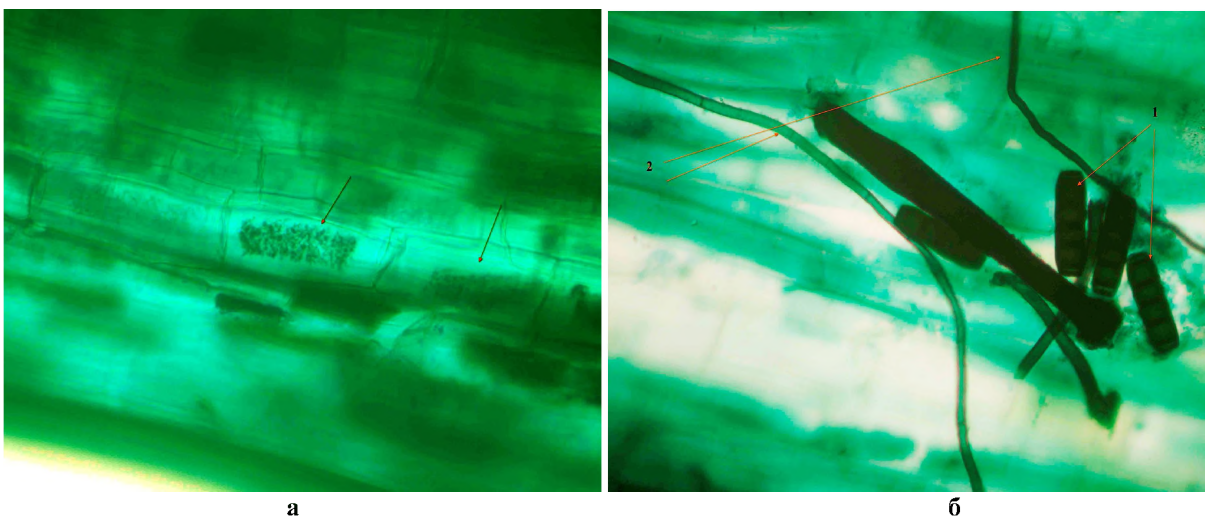


Рис. 4. Мікоризні структури *Thuja occidentalis* (контроль): а – склероцієподібні інтрацелюлярні структури кореня; б (1) – діктіоспороподібні інтрацелюлярні структури; б (2) - гіфи.

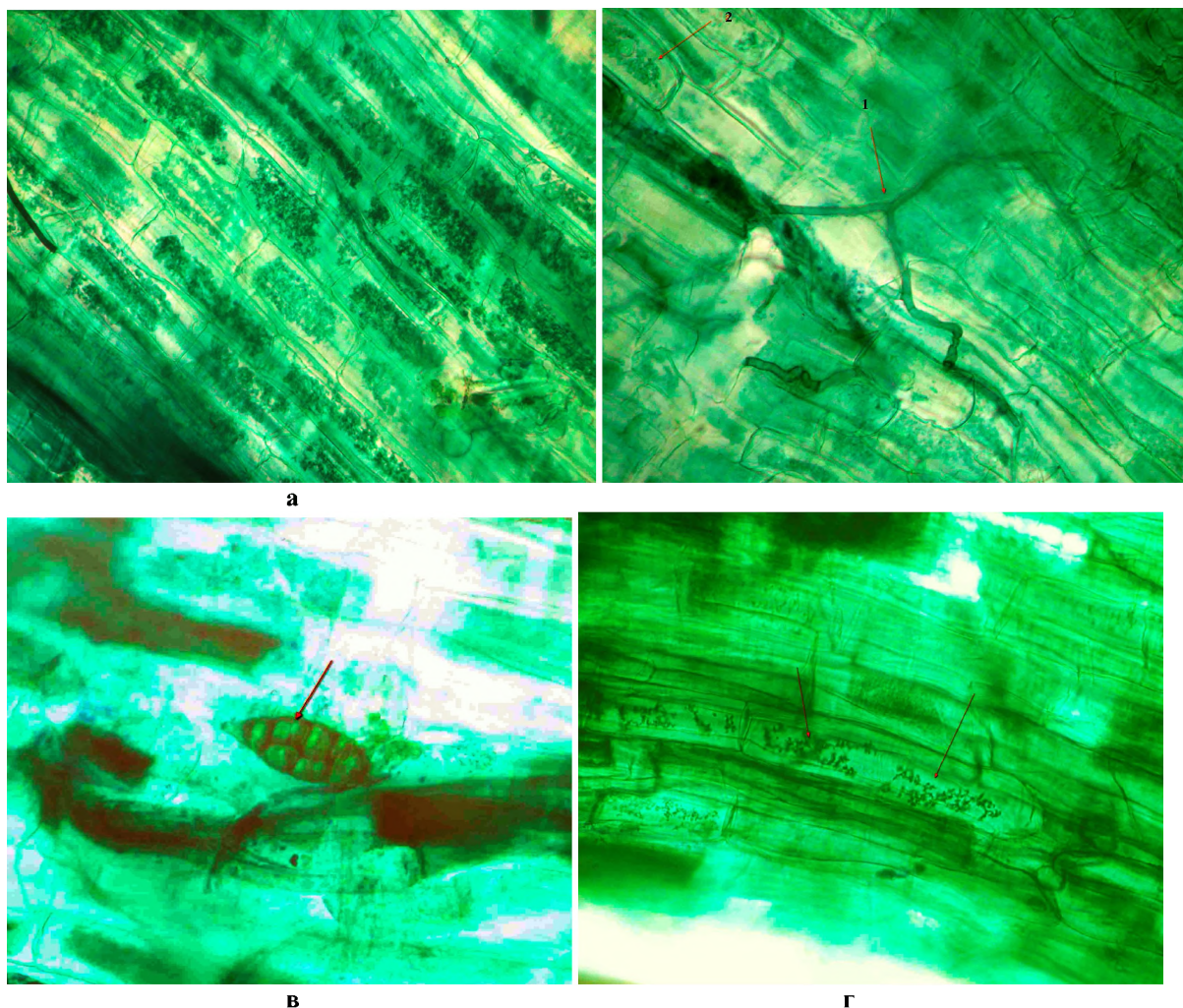


Рис. 5. Мікоризні структури *Thuja occidentalis* при інокуляції субстрату "Мікоплант"+"Віва"+"Клепс"): а – склероцієподібні інтрацелюлярні структури; б (1) – гіфи; б (2) - склероцієподібні структури; в – діктіоспороподібні інтрацелюлярні структури; г – склероцієподібні структури.

Для *Juniperus horisontalis* несення препаратів "Мікофлор", "Радіфарм", "ЕМ" не вплинуло (табл. 3) на кількість вкоріненних живців, в з внесенням "Мікопланту", "Віва" – знизило їх. Хоча у випадку використання "Мікофлор", "Радіфарм", "ЕМ" суттєво покращився розвиток кореневої системи – у 2 рази та приріст надземної частини збільшився у 2,6 рази.

Таблиця 3. Результати впливу біопрепаратів при живцюванні *Juniperus horisontalis* 'Blue moon'.

Препарати, що додавались у субстрат	Кількість живців, що укорінилось, %	Довжина коренів 1-го порядку, см	Приріст надземної частини, см	Інтенсивність мікоризної інфекції, %	Щільність мікоризної інфекції, балів
Контроль	43	15±0,8	1,5±0,1	15,7±0,8	1,6±0,1
"Мікофлор"+"Радіфарм"+"ЕМ"	43	47±2,4	4,0±0,2	80,4±4,0	4,8±0,2
"Мікоплант"+"Віва"	26	16±0,8	3,9±0,2	11,2±0,6	1,1±0,1

При використанні "Мікопланту" інтенсивність та щільність мікоризної інфекції суттєво не змінилась, порівняно з контролем. У випадку використання "Мікофлор" інтенсивність і щільність мікоризної інфекції зростає на 64% і 3 бали відповідно.

Для ялівця горизонтального також як і для попередніх видів характерна спонтанна мікоризація, при цьому зовнішня поверхня коренів останнього порядку вкрита товстим міцелієм, ендомікориза представлена гіфами, діктіоспороподібними інтрацелюлярними структурами, спорами (Рис. 7).

У випадку інокуляції виду "Мікофлором" на поверхні кореня спостерігаються довгі гіфи. Ендомікориза представлена склероціє- та діктіоспороподібними інтрацелюлярними структурами, спорами, гіфами, їх щільність (рис. 8) значно вища, ніж в контролі.

У випадку інокуляції "Мікоплантом" зрідка на поверхні кореня спостерігаються тонкі довгі гіфи, у анатомічній будові кореня – лише склероцієподібні інтрацелюлярні структури (Рис. 9).

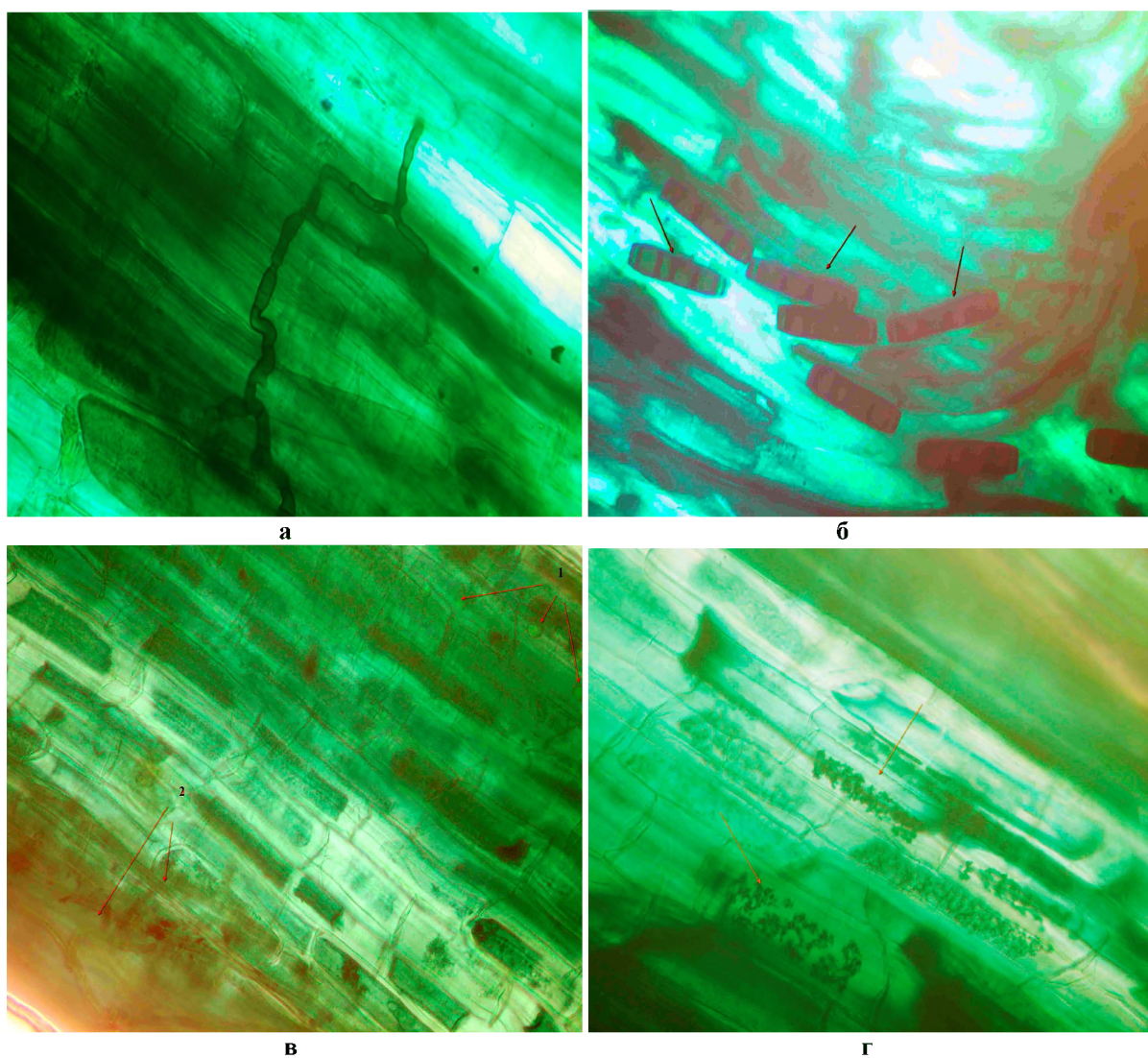


Рис. 6. Мікоризні структури *Thuja occidentalis* при інокуляції субстрату "Мікофлор"+ "Радіфарм"+"ЕМ": а – гіфи; б – діктіоспороподібні інтрацелюлярні структури; в (1) – спори; в (2) – гіфи; г – склероцієподібні інтрацелюлярні структури.

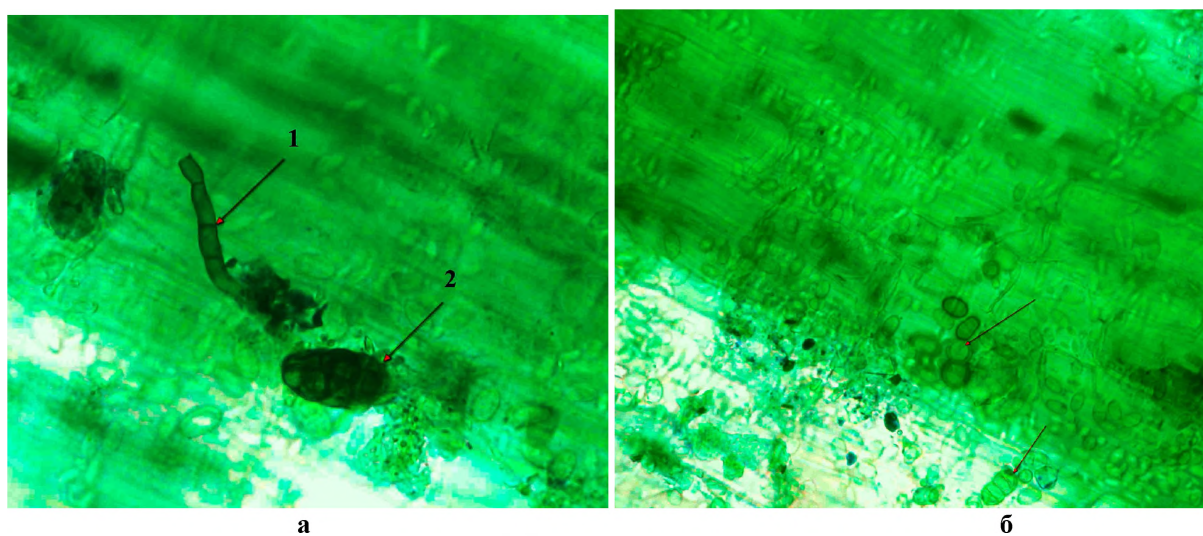


Рис. 7. Мікоризні структури *Juniperus horisontalis* контроль): а (1) – гіфи; а (2) - діктіоспороподібні інтрацелюлярні структури; а – спори.

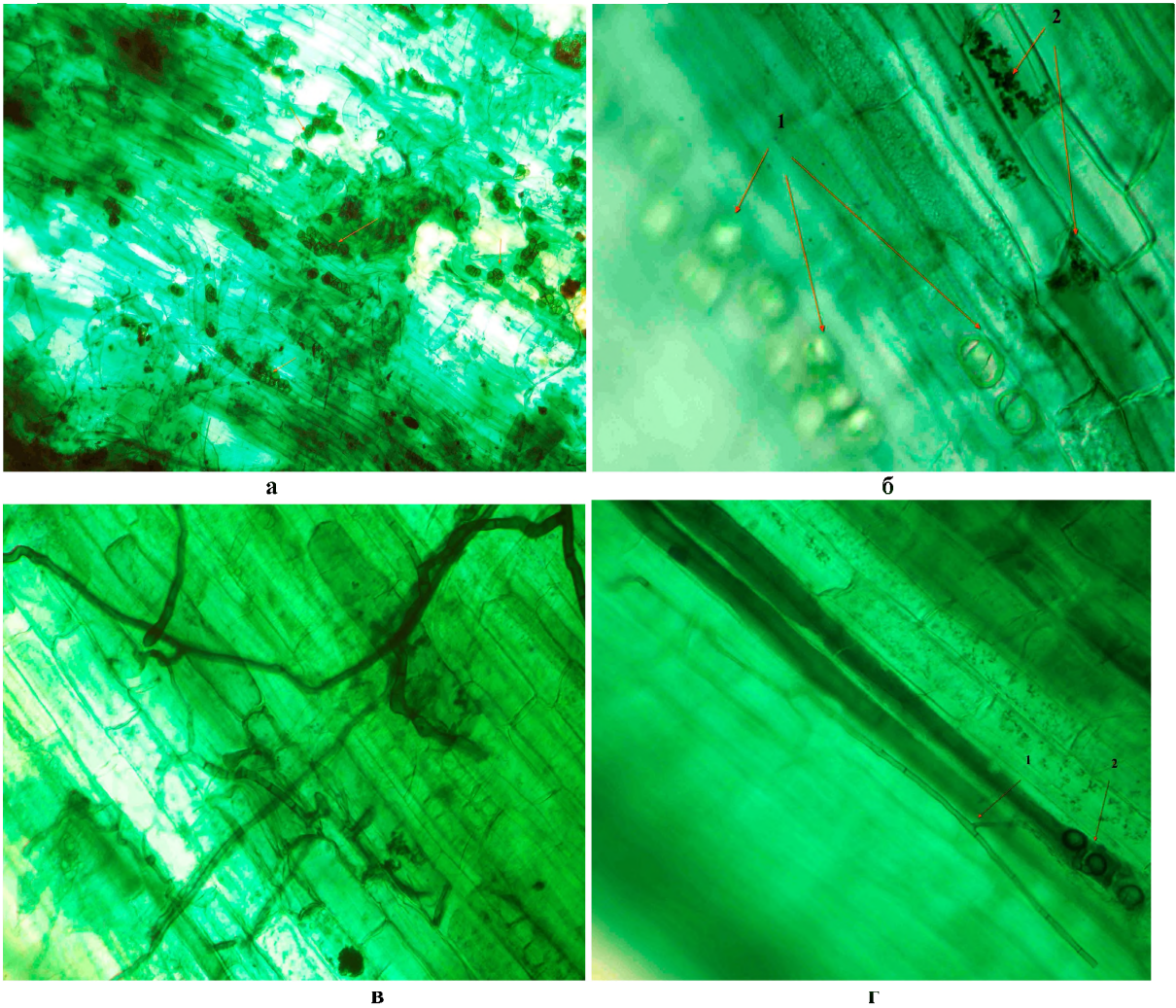


Рис. 8. Мікоризні структури *Juniperus horizontalis* при інокуляції субстрату "Мікофлор"+"Радіфарм"+"ЕМ": а – діктіоспороподібні інтрацелюлярні структури; б (1) – спори; б (2) – склероцієподібні інтрацелюлярні структури; в, г (1) – гіфи; г (2) - діктіоспороподібні інтрацелюлярні структури.

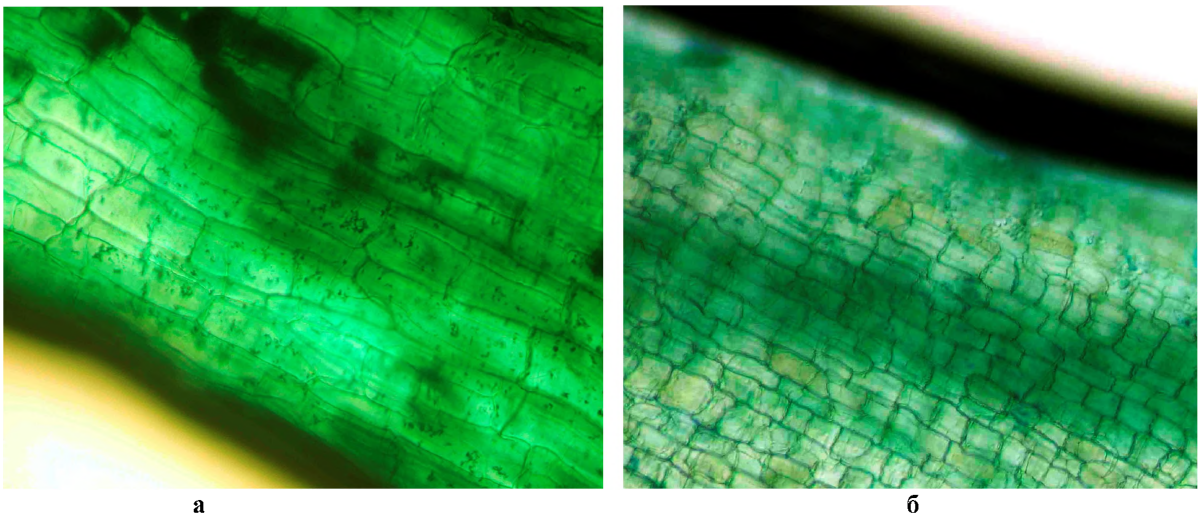


Рис. 9. Мікоризні структури *Juniperus horizontalis* при інокуляції субстрату "Мікоплант"+"Віва": а – склероцієподібні інтрацелюлярні структури; б – корінь без мікоризи.

Для всіх трьох видів (кипарисовика Лавсона, туї західної та ялівця горизонтального) спостерігається лінійна залежність між показниками довжини коренів та приросту надземної частини, інтенсивністю та щільністю мікоризної інфекції (табл. 4).

Для туї західної та ялівця горизонтального спостерігається лінійна кореляція (табл. 4) між розвитком кореневої системи і інтенсивністю мікоризної інфекції. При зростанні інтенсивності мікоризної інфекції збільшується потужність кореневої системи. Для цих двох видів також спостерігається лінійний кореляційний зв'язок між розвитком кореневої системи і щільністю мікоризної інфекції. При зростанні щільності мікоризної інфекції покращується розвиток кореневої системи. За показниками кореляції для двох видів характерний більш щільніший зв'язок між інтенсивністю мікоризної інфекції і потужністю кореневої системи, ніж між показниками щільності мікоризної інфекції і розвитком кореневої системи.

Для кипарисовика Лавсона вищенаведені залежності не прослідковуються, але існує лінійна кореляція між параметрами приросту надземної частини і інтенсивністю і щільністю мікоризної інфекції. При збільшенні показників інтенсивності і щільності мікоризної інфекції зростає приріст надземної частини. За розрахунковим показником кореляції можна стверджувати, що більший вплив на приріст справляє щільність мікоризної інфекції.

Таблиця 4. Коефіцієнти кореляції між параметрами життєвості та ступінню мікоризації.

Види	Досліджувані параметри	Розрахунковий коефіцієнт кореляції	Критичний коефіцієнт кореляції Стьюдента (ймовірність 95%)	Наявність/ відсутність лінійного кореляційного зв'язку
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	довжина коренів 1-го порядку/ приріст надземної частини	0,2966	0,1946	+
	довжина коренів 1-го порядку/ інтенсивність мікоризної інфекції	0,1704		-
	довжина коренів 1-го порядку/ щільність мікоризної інфекції	0,1738		-
	приріст надземної частини/ інтенсивність мікоризної інфекції	0,3561		+
	приріст надземної частини/ щільність мікоризної інфекції	0,4474		+
	інтенсивність мікоризної інфекції/ щільність мікоризної інфекції	0,8835		+
<i>Thuja occidentalis</i>	довжина коренів 1-го порядку/ приріст надземної частини	0,2080	0,1795	+
	довжина коренів 1-го порядку/ інтенсивність мікоризної інфекції	0,2856		+
	довжина коренів 1-го порядку/ щільність мікоризної інфекції	0,2293		+
	приріст надземної частини/ інтенсивність мікоризної інфекції	0,0204		-
	приріст надземної частини/ щільність мікоризної інфекції	0,0435		-
	інтенсивність мікоризної інфекції/ щільність мікоризної інфекції	0,8540		+
<i>Juniperus horisontalis</i>	довжина коренів 1-го порядку/ приріст надземної частини	0,6751	0,2186	+
	довжина коренів 1-го порядку/ інтенсивність мікоризної інфекції	0,4482		+
	довжина коренів 1-го порядку/ щільність мікоризної інфекції	0,4364		+
	приріст надземної частини/ інтенсивність мікоризної інфекції	0,2009		-
	приріст надземної частини/ щільність мікоризної інфекції	0,1805		-
	інтенсивність мікоризної інфекції/ щільність мікоризної інфекції	0,9639		+

Висновки

Аналіз даних наших досліджень показав, що біопрепарати чинять неоднозначний вплив на живці хвойних рослин різних видів.

Використання суміші препаратів “Мікофлор”, “Віва” та “ЕМ” збільшило кількість обкорінених живців кипарисовика Лавсона, порівняно з контролем, на 22%. Для туї західної та ялівця горизонтального використання суміші біопрепаратів “Мікофлор”, “Радіфарм”, “ЕМ” не вплинуло на кількість укорінених живців.

З використанням препаратів “Мікофлор”, “Віва” та “ЕМ” для кипарисовика Лавсона довжина коренів зростає на 14%, для ялівця горизонтального при використанні “Мікофлор”, “Радіфарм”, “ЕМ” – у 2 рази. В подальшому потужніша коренева система забезпечить їм кращу приживлюваність та ріст. Приріст наземної частини для кипарисовика Лавсона (при використанні “Мікофлор”) збільшився на 89%, для ялівця горизонтального – у 2,6 рази.

Для всіх трьох видів (*Chamaecyparis lawsoniana*, *Thuja occidentalis*, *Juniperus horizontalis*) при використанні “Мікофлор” зростає інтенсивність мікоризації коренів на 50–64% і щільність мікоризної інфекції – на 3 бали. Для всіх трьох видів спостерігалась спонтанна мікоризація (у контролі), її інтенсивність була на рівні 5–15%, щільність мікоризної інфекції – на рівні 1,1–1,6 бали.

Ендомікоризні структури досліджуваних видів представлені склероціє- та діктіоспороподібними інтрацелюлярними структурами кореня, гіфами та спорами.

Використання “Мікоплант”, “Радіфарм”, “Клепс” вплинуло лише на приріст живців кипарисовика Лавсона, а на живці ялівця горизонтального та туї західної – не вплинуло, або навіть понизило показники, порівняно з контролем. Гриби роду *Glomus* напевно не утворюють мікоризу з досліджуваними видами.

Для всіх трьох видів спостерігається лінійна залежність між показниками довжини коренів та приросту надземної частини, інтенсивністю та щільністю мікоризної інфекції.

Для туї західної та ялівця горизонтального спостерігається лінійна кореляція між розвитком кореневої системи і інтенсивністю та щільністю мікоризної інфекції. При зростанні інтенсивності та щільності мікоризної інфекції збільшується потужність кореневої системи.

Для кипарисовика Лавсона вищенаведені залежності не прослідковуються, але існує позитивна лінійна кореляція між параметрами приросту надземної частини і інтенсивністю і щільністю мікоризної інфекції.

Література

1. *Базилевская Н. А.* Интродукция растений, теоретические и практические приемы / *Н. А. Базилевская, А. М. Мауринь.* – Рига, 1984. – 91 с.
2. *Барайщук Г. В.* Экологические аспекты повышения устойчивости древесных насаждений Омского Прииртышья / *Г. В. Барайщук* // Автореф. дис. на соискание ученой степени д.б.н., 06.01.11 – защита растений – Омск. – 2009. – 32 с.
3. *Барайщук Г. В.* Влияние экологически безопасных биологически активных препаратов на биологическую активность почвы при выращивании черенковых саженцев / *Г. В. Барайщук, О. Ф. Хамова* // *Агрехимия.* – 2008, № 10. – С.40–47.
4. *Барайщук Г. В.* Экологически безопасная защита при выращивании черенковых саженцев хвойных пород / *Г. В. Барайщук* // *Современные проблемы теории и практики лесного хозяйства: Материалы Всеросс. науч.–практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения М. Д. Данилова.* – Йошкар-Ола, 2008. – С.126–129.
5. *Беденко Э. П.* Результаты опытов применения агротехники и искусственной микоризации при облесении меловых склонов Среднерусской возвышенности сосной меловой / *Э. П. Беденко* // *Микориза и другие формы консортивных связей в природе.* – Пермь, 1989. – С. 3-8.
6. *Веселкин Д. В.* Возможность использования эктомикоризного симбиоза в биологической рекультивации / *Д. В. Веселкин* // *Материалы Международного совещания 3–7 июня 2002 г. Биологическая рекультивация нарушенных земель.* – Екатеринбург, 2003. – С. 31 – 39.
7. *Веселкин Д. В.* Структура эктомикориз сосны обыкновенной в связи с корневой конкуренцией древостоя / *Д. В. Веселкин* // *Генетические и экологические исследования в лесных экосистемах.* – Екатеринбург, 2001. – С. 113 – 126.
8. *Вилесов Г. И.* Эффективность применения новых регуляторов роста растений в сельском хозяйстве и лесоразведении / *Г. И. Вилесов, П. Г. Дульнев, О. Е. Давыдова* // *Регуляторы роста и развития растений. Пятая Международная конференция. Тезисы докладов, часть 1.* – М.: Российская академия сельскохозяйственных наук, 1999. – С. 163–164.
9. *Власов А. А.* Значение микориз древесных пород и приемов по их стимулированию / *А. А. Власов* // *Труды конференции по микотрофии растений.* М.: Изд-во Академии наук СССР, 1955. – С. 102 – 117.
10. *Возняковская Ю. М.* Микрофлора растений и урожай. - Л.: Колос, 1969. – 240 с.
11. *Голубець М. А.* Екосистемологічні принципи інтродукції / *М. А. Голубець* // *Науковий вісник УДЛУ. Дослідження, охорона та збагачення біорізноманіття.* – Львів, 1999. – Вип. 9(9). – С. 11–14.
12. *Каратыгин И. В.* Коэволюция грибов и растений / *И. В. Каратыгин.* – СПб: Гидрометеиздат, 1993. – 115 с.
13. *Келли А.* Микотрофия растений. – М.: Издательство иностранной литературы, 1952. – 238 с.

14. Лобанов Н. В. Микоторфность древесных растений / Н. В. Лобанов. – М.: Лесн. пром-сть, 1971. – 216 с.
15. Ляпкина Е. В. Экологизация современной науки / Е. В. Ляпкина // Сборник научных трудов "Научные дни–2008": Материали IV международна науч. практ. конференции 1–15 апреля 2008 – Т. 15. Химия и химически технологии. Экология. География и геология / ред. М. Т. Петков. – София : Бял ГРАД-БГ ООД, 2008. – С. 36.
16. Работнов Т. А. О значении сопряженной эволюции организмов для формирования фитоценозов / Т. А. Работнов // Бюлетень МОИП. Отделение биологии. – 1977. – Т. 28, № 2. – С. 91 – 102.
17. Селиванов И. А. Методы количественной характеристики микосимбиотрофизма растений / И. А. Селиванов // Микориза и другие формы консортивных связей в природе. – Пермь, 1987. – С. 18–24.
18. Сиренко О. Г. Микориза сосни кедрової європейської / Сиренко О. Г. // Інтродукція рослин. – 2008. – № 3. – С. 73 – 81.
19. Сухоцкая С. Г. Использование биологических препаратов при зеленом черенковании вишни сорта Любская / С. Г. Сухоцкая, Г. В. Барайщук, О. В. Швецова, А. В. Солодовников // Биология, селекция и технология возделывания сельскохозяйственных культур в Западной Сибири. – Омск: ОмГАУ, 1998. – Т. 2. – С. 62 – 67.
20. Сухоцкая С. Г. Технология размножения вишни зелёными черенками в условиях Омской области / С. Г. Сухоцкая // Биология и агротехника плодовых, ягодных и овощных культур в Западной Сибири: Сб. науч. тр. ОмСХИ. – Омск, 1991. – С. 29 – 36.
21. Тарасенко М. Т. Зелёное черенкование садовых и лесных культур / М. Т. Тарасенко. – М.: Колос, 1991. – 269 с.
22. Тарасенко М. Т. Размножение растений зелёными черенками / М. Т. Тарасенко. – М.: Колос, 1967. – 352 с.
23. Тихонович И. А. Принципы селекции растений на взаимодействие с симбиотическими микроорганизмами / И. А. Тихонович, Н. А. Проворов // Вестник ВОГиС. – С.–П., 2005. – Т. 9, № 3. – С. 295 – 305.
24. Шемаханова Н. М. Микотрофия древесных пород / Н. М. Шемаханова. – Москва: Из-во Академии наук СССР – 1962. – 375 с.
25. Шпакова О. Г. Біологічні особливості вегетативного розмноження інтродукованих хвойних на південному сході України / О. Г. Шпакова // Автореферат дис. на здобуття наукового ступеня к.б.н. 03.00.05. – ботаніка. – К., 2002. – 23 с.
26. Argillier C. Essais d'in- troduction dans un arenosol calcaire de Petite-Camargue de pins pignons (*Pinus pinaster* L.) mycorrhizes par *Suillus collinitus* / C. Argillier, G. Falconnet, P. Tillard, D. Mousain // Rev. Forest. Fr. – 1997. – Vol. 49, № 2. – P. 131–140.
27. Bradley K. R. Ectomycorrhizae in reforestation / K. R. Bradley, C.–G. Langlois // Can. J. For. Res. – 1990. – Vol. 20, № 4. – P. 438 – 451.
28. Brundrett M. C. Coevolution of roots and mycorrhizas of land plants / M. C. Brundrett // New Phytology. – 2002. – Vol. 154. – P. 275 – 304.
29. Cairney J. W. G. Basidiomycete mycelia in forest soils: dimensions, dynamics and roles in nutrient distribution / J. W. G. Cairney // Mycology Research. – 2005. – Vol. 109, № 1. – P. 7 – 20.
30. Dell B., Malajczuk N. L'inoculation des Eucalyptus introduits en Asie avec des champignons ectomycorhiziens australiens en vue d'augmenter la productivite des plantations / B. Dell, N. Malajczuk // Rev. Forest. Fr. – 1997. – Vol. 49. – P. 174–184.
31. Finlay R. D. Mycorrhizal symbiosis: myths, misconceptions, new perspectives and future research priorities / R. D. Finlay // Mycologist. – 2005. – Vol. 19, № 3. – P. 90 – 95.
32. Johansson J. F. Microbial interactions in the mycorrhizosphere and their significance for sustainable agriculture / J. F. Johansson, L. R. Paul, R. D. Finlay // FEMS Microbiology Ecology. – 2004. – Vol. 48. – P. 1 – 13.
33. Jones M. D. Exploring functional definitions of mycorrhizas: are mycorrhizas always mutualisms? / M. D. Jones, S. E. Smith // Canadian Journal of Botany. – 2004. – Vol. 82. – P. 1089 – 1109.
34. Le Tacon F. Mycorrhizes, pepinieres et plantations forestieres en France / F. Le Tacon, D. Mousain, J. Garbaye // Rev. Forest. Fr. – 1997. – Vol. 49. – P. 131 – 154.
35. Parlade J. La mycorrhization controlee du Douglas dans le Nord de l'Espagne: Premiers Resultats en plantation / J. Parlade, J. Pera, I. Alvarez // Rev. Forest. Fr. – 1997. – Vol. 49. – P. 163–173.
36. Pera J. Field performance in northern Spain of Douglas-fir seedlings inoculated with ectomycorrhizal fungi / J. Pera, I. F. Alvarez, A. Rincon, J. Parlade // Mycorrhiza. – 1999. - Vol. 9. – P. 77 – 84.
37. Querejeta J. I. The role of mycorrhize, site preparation, and organic amendment in the afforestation of a semi-arid mediterranean site with *Pinus halepensis* II / J. I. Querejeta, A. Roldan, J. Albaladejo // Forest Sci. – 1998. – Vol. 44, № 2. – P. 203 – 211.
38. Read D. J. Mycorrhizal fungi as drivers of ecosystem processes in heathland and boreal forest biomes / D. J. Read, J. R. Leake, J. Perez-Moreno // Canadian Journal of Botany. – 2004. – Vol. 82. – P. 1243–1263.

39. *Riffle J.* Ectomycorrhizal characteristics, growth, and survival of artificially inoculated *Pondrosa* and Scots pine in a greenhouse and plantation / *J. Riffle, R. Tinus* // *For. Sci.* – 1982. – Vol. 28, № 3. – P. 646 – 660.
40. *Smith S. E.* Mycorrhizal symbiosis / *S. E. Smith, D. J. Read.* – London: Academic Press, 2008. – 678 p.
41. *Tedersoo L.* Ectomycorrhizal fungi: diversity and community structure in Estonia, Sey-shelles and Australia / *Leho Tedersoo* // *Dissertationes Biologicae Universitatis Tartuensis.* – Tartu Ulikooli Kirjastus, 2007. – 54 p.
42. *Timonen S.* Mycorrhizosphere concept / *S. Timonen, P. Marschner* // *Microbial activity in the rhizosphere* / Eds. by *K.G. Mukerji, C. Manoharachary, J. Singh.* - Berlin: Springer Verlag, 2005. – 349 p.
43. *Valdes M.* Survival and growth of pines with specific ectomycorrhizae after 3 years on a highly eroded site / *M. Valdes* // *Can. J. Bot.* – 1986. – Vol. 64, № 4. – P. 885 – 888.
44. *Vodnik D.* Growth response of ectomycorrhizal Norway spruce seedlings transplanted on lead-polluted soil / *D. Vodnik, M. Bozic, N. Gogala, K. Gabrovsek* // *Phyton.* – 1996. – Vol. 36, № 3. – P. 77 – 80.

Стаття поступила до редакції 13.02.2012 р.; прийнята до друку 01.03.2012

Сіренко О. Г. – кандидат біологічної наук, науковий співробітник відділу ландшафтного будівництва Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України.

Льодок В. С. – технік I категорії відділу ландшафтного будівництва Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України.

Попіль Н. І. – кандидат біологічної наук, науковий співробітник відділу ландшафтного будівництва Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України.

Рецензент: доктор біологічних наук, старший науковий співробітник відділу ландшафтного будівництва НБС ім. М.М. Гришка **Булах П.Є.**