

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

БОЙКО ГАННА ОЛЕКСІЇВНА

УДК 630*232:582.475.4:582.28 (477.42)

**МІКОБІОТА НАСІННЯ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ
ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА РОСТОВІ ПРОЦЕСИ
САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ**

06.03.01 «Лісові культури та фітомеліорація»

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Київ – 2018

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано в Національному університеті біоресурсів і природокористування України Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Пузріна Наталія Василівна,
Національний університет біоресурсів
і природокористування України,
завідувач кафедри біології лісу
та мисливствознавства

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор
Шлапак Володимир Петрович,
Уманський національний університет садівництва,
завідувач кафедри лісового господарства

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Кичилюк Олександр Володимирович,
Східноєвропейський національний
університет імені Лесі Українки,
доцент кафедри лісового
та садово-паркового господарства

Захист відбудеться «07» червня 2018 року о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.004.09 у Національному університеті біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15, навчальний корпус № 3, кімната 301

З дисертацією можна ознайомитися у науковій бібліотеці Національного університету біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 13, навчальний корпус № 4, кімната 41а

Автореферат розіслано «04» травня 2018 року

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

А. Г. Лащенко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Серед основних завдань щодо ефективного ведення лісового господарства України слід виділити підвищення біологічної стійкості і продуктивності лісів на засадах, наближених до природних, які базуються на видовому й формовому біорізноманітті у системі єдності його складників (автотрофів і гетеротрофів).

Важливим аспектом у вирішенні цього завдання є вирощування якісного садивного матеріалу з урахуванням процесів лісовідновлення і лісорозведення та складного комплексу заходів, зокрема використання потенційних продуцентів біологічно активних речовин мікробної етіології, у тому числі й у частині захисті лісових насаджень від шкідливих організмів.

Сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.), як і переважна більшість інших хвойних лісових деревних рослин, у природних умовах відновлюється тільки насіннєвим шляхом. Поліпшення посівних якостей насіння з використанням мікробних біотехнологій є одним із ключових елементів за умов її вирощування. Міко- і мікробіота виступають визначальним стимулюючим й інгібуючим чинником, який впливає на схожість і енергію проростання насіння та біометричні показники сіянців, зокрема і сосни звичайної. Певна кількість видового різноманіття мікобіоти використовується для виробництва стимуляторів росту рослин, серед яких і пробіотики. Наразі у лісовому господарстві ці аспекти залишилися практично поза увагою як лісівничої науки, так і практики лісогосподарського виробництва. Разом із тим, міко- й мікробіота насіння, як і рослин на різних етапах їх росту та розвитку, особливо в ювенільний період їх розвитку, суттєво впливає не лише на метаболітичні процеси, а й на характер росту, розвитку рослин. Це тим більше важливо, тому що лише в останні два десятиріччя експериментально доведено нестерильність насіння щодо патогенних організмів, у тому числі облигатних.

З'ясування лісівничих чинників у контексті регуляції міко- та мікробіоти і тепер залишається досить актуальним, оскільки дозволяє певною мірою стимулювати не лише сапротрофний складник мікробного комплексу рослин, а й підсилювати на цій основі стимуляцію регуляторних чинників. На особливу увагу заслуговують дослідження видового складу і властивостей міко- та мікробіоти насіння сосни звичайної. Це дозволяє відібрати штами мікроорганізмів з високою біологічною активністю, що можуть бути використані не лише як потенційні мікробні препарати, а й продуценти біологічно активних речовин у процесі вирощування якісного садивного матеріалу сосни звичайної.

Дослідження мікобіоти лісових деревних рослин проводили на Північному Кавказі А. Л. Щербин-Парфаненко (1963), Л. П. Черпаков (1979); у Сибіру – Т. М. Рибалко, А. Б. Гукасян (1986), Т. Н. Громових (1997); в Європі – D. Hildebrand (1990). В Україні над вивченням патогенної мікрофлори листяних порід, зокрема тополі, бука, граба працювали Р. І. Гвоздяк, Л. М. Яковлева (1979), дуба звичайного А. Ф. Гойчук, М. І. Гордієнко (1993), В. М. Білоус (2013), ясена звичайного І. М. Кульбанська (2015). Щодо здорових органів

деревних рослин, зокрема насіння, у т.ч. й сосни звичайної, мікробні угруповання та їх взаємодію між собою та з рослинами досліджували В. В. Розенфельд та ін. (2011). Передпосівну обробку насіння сосни звичайної регуляторами росту вивчали С. К. Пентелькін (1995), Г. Я. Маттис (1999), П. П. Яворовський (2002); біостимуляторами росту займався Ю. М. Савченко (2014, 2015). У різних регіонах України ґрунтовні дослідження з питань вирощування садивного матеріалу сосни звичайної виконано І. П. Бондар, Т. Р. Сандул (2006); О. Ф. Поповим (2008), Ю. М. Тараненко (2011).

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано на кафедрі біології лісу та мисливствознавства Національного університету біоресурсів і природокористування України в межах досліджень за науковою тематикою: «Фітопатологічний моніторинг та мікологічні засади оптимізації генетичного потенціалу насіння сосни звичайної».

Мета та завдання дослідження. Мета дисертаційного дослідження – аналіз видового складу міко-, мікробіоти насіння, відбір штамів активних продуцентів біологічно активних речовин зі стимулюючим впливом на схожість та енергію проростання насіння за умов вирощування садивного матеріалу.

Для досягнення мети дослідження було поставлено наступні завдання:

– визначити видовий склад аутомікобіоти партій насіння сосни звичайної різного забарвленням (чорне, буре, світло-буре), відібраного з дерев різних вікових груп (молодняки, середньовікові, пристигаючі, стиглі) з різних лісорослинних умов (свіжий бір – А₂, вологий бір – А₃, свіжий субір – В₂, вологий субір – В₃);

– оцінити вплив водної витяжки мортмаси листків деревних рослин на видовий склад і співвідношення компонентів мікобіоти за передпосівної обробки насіння сосни звичайної;

– виявити антагоністичну активність міко- та мікроорганізмів, виділених із насіння сосни звичайної;

– оцінити фітотоксичний та стимулюючий вплив виділених із насіння сосни звичайної штамів грибів, водної витяжки мортмаси листків різних деревних рослин та біопрепаратів (на основі грибів, бактерій) на якісні показники насіння та біометричні показники сіянців сосни звичайної.

Об'єкт дослідження – міко- та мікробіота насіння сосни звичайної.

Предмет дослідження – антагоністична і стимулююча роль міко- та мікробіоти насіння у процесі вирощування садивного матеріалу сосни звичайної.

Методи дослідження. Під час проведення дисертаційного дослідження було використано загальнонаукові (гіпотеза, спостереження, експеримент) та спеціальні методи наукових досліджень: методи лісопатологічних обстежень – для з'ясування симптоматики, поширеності та шкодочинності фітопатогенів сіянців сосни звичайної; лісокультурні, мікологічні і фітопатологічні – для ізолювання міко- та мікроорганізмів з насіння з подальшим вивченням

патогенних, культуральних, антагоністичних властивостей; статистичні – для обробки отриманих результатів досліджень та встановлення закономірностей.

Наукова новизна одержаних результатів. Основні положення дисертаційної роботи, які визначають наукову новизну, полягають у наступному:

уперше:

– визначено 91 вид та ідентифіковано 1082 ізоляти мікобіоти насіння сосни звичайної різного: за забарвленням (чорне, буре, світло-буре), відібраного з дерев різних вікових груп (молодняки, середньовікові, пристигаючі, стиглі), в різних типах лісорослинних умов (А₂, А₃, В₂, В₃);

– виявлено суттєву різниця зміни видового різноманіття мікобіоти насіння сосни звичайної за обробки водними витяжками мортмаси листків;

– визначено антагоністичну активність 54 штамів мікроміцетів – потенційних продуцентів біологічно активних речовин для стимуляції ростових процесів насіння;

– встановлено стимулюючий вплив штамів *Trichoderma viride* 2016, *Trichoderma viride* 16, *Trichoderma lignorum* 201, *Alternaria alternata* 2016, водної витяжки мортмаси листків берези, ліщини, липи, біопрепаратів «Триходермін», «Гаупсин», «Планриз» на проростання насіння та поліпшення біометричних показників сіянців;

– визначено фітотоксичний вплив *Fusarium sambucinum* 2016, *Penicillium variable* 16, *Penicillium lanosum* 201, *Aspergillus fumigatus* 20, *Aspergillus fumigatus* 2016, водної витяжки мортмаси листків вільхи, дуба на якісні показники насіння та біометричні показники сіянців;

удосконалено методичні підходи досліджень міко- та мікроорганізмів насіння сосни звичайної;

отримало подальший розвиток використання штамів *Trichoderma viride* 16, *Bacillus subtilis* 261, *Bacillus subtilis* 216 як біологічного чинника за умов одержання якісного садивного матеріалу.

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновано науково-методичні підходи для отримання високоякісного садивного матеріалу, які включають передпосівну обробку насіння біопрепаратами та продуцентами біологічно активних речовин. Основні положення, висновки і рекомендації дисертаційної роботи впроваджено у виробничу діяльність державних підприємств ДП «Ємільчинське лісове господарство», ДП «Городницьке лісове господарство», ДП «Коростишівський лісгосп АПК».

Особистий внесок здобувача. Здобувачем самостійно здійснено аналіз літературних джерел за напрямом дослідження, проведено польові та лабораторні дослідження і виконано статистичну обробку отриманих результатів. Сформульовані в дисертації наукові положення, висновки та рекомендації належать особисто здобувачеві та є її науковим доробком. З наукових праць, опублікованих у співавторстві, в дисертації використано лише ті ідеї та положення, які є результатом особистої роботи здобувача.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи висвітлювались і обговорювались на: Міжнародній науково-практичній

конференції «Виклики XXI століття та їхнє вирішення у лісовому комплексі й довкіллі» (м. Київ, 2015 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні проблеми агроєкології» (м. Миколаїв, 2015 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Біоресурси лісових та урбанізованих екосистем: відтворення, збереження та раціональне використання» (м. Київ, 2015 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми лісового сектору та садово-паркового господарства» (м. Київ, 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Лісове і садово-паркове господарство XXI сторіччя: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення» (м. Київ, 2016 р.); IV Всеукраїнській науково-практичній конференції «Ліс, наука, молодь» (м. Житомир, 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Contribution of young scientists on forestry, wood processing technologies and horticulture» (м. Київ, 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми екології та еволюції екосистем в умовах трансформованого середовища» (м. Київ, 2017 р.).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 15 наукових праць, із яких 7 статей у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних, 8 тез наукових доповідей.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з анотацій, переліку умовних позначень, вступу, п'яти розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел (317 найменувань, у тому числі 60 латиницею), додатків. Загальний обсяг дисертації становить 204 сторінки комп'ютерного тексту. Фактичний матеріал систематизовано у 29 таблицях, ілюстровано 43 рисунками.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Розділ 1 «Теоретичні та практичні основи вирощування садивного матеріалу сосни звичайної». Сосна звичайна є цінною лісовою лісотвірною рослиною, насадження за участю якої зростають на понад 30 % площі лісових ділянок, вкритих лісовою рослинністю. Як і переважна більшість інших хвойних, сосна звичайна у природних умовах відновлюється тільки насіннєвим шляхом, тобто для забезпечення лісокультурного виробництва сіянцями та саджанцями необхідна значна кількість якісного насіння. На якість насіння впливають абіотичні та біотичні чинники, серед яких особлива роль належить епіфітній та ендоефітній мікобіоті, над вивченням якої працювали в Україні Р. І. Гвоздяк, А. Ф. Гойчук (2011), В. М. Білоус (2011), І. М. Кульбанська (2015), у Росії – А. Л. Щербин-Парфененко (1963), І. В. Черпаков (1975), у країнах Європейського Союзу – С. Р. Howell (1987). Мікрофлора насіння здатна акумулюватись у сіянцях, а надалі – і в дорослих рослинах на різних етапах їх росту і розвитку. Тому, вкрай важливо регулювати мікрофлору насіння на основі її вивчення, взаємовідносин між нею та рослинами. Значним є вклад у вивчення мікроміцетів сіянців лісових розсадників Т. М. Рибалко, А. Б. Гукасян (1986), Т. І. Громових (2005).

Серед науковців, які детально досліджували фітопатогенні гриби у Російській Федерації слід вказати С. І. Ваніна (1955), В. Н. Шафранську (1968), І. С. Коссінську (1971), А. М. Жукова (1978, 1982), О. Є. Якименка (1986, 1996) і Т. І. Громових (2005), у країнах Європейського Союзу, США та Канади – S. G. Jones (1985), J. Kohl, E. Schlosser (1989), у лісостанах України – А. В. Цилюрка, С. В. Шевченка (1986) та ін.

Огляд вітчизняної та зарубіжної літератури із застосування біологічно активних речовин, зокрема регуляторів росту і розвитку рослин, свідчить про актуальність і перспективність використання нових препаратів для отримання якісного садивного матеріалу видів деревних рослин, що зазначено в наукових працях С. К. Пентелькіна (1995), П. П. Яворовського (2001, 2002), О. Ф. Попова (2008), С. В. Яценка (2010), Ю. М. Тараненка (2011). Питанням інтенсифікації вирощування сіянців сосни звичайної приділено увагу у працях зарубіжних вчених А. М. Гроздінського (1973), А. Р. Родіна (1991), А. Р. Родіна, Н. Я. Попової (1997), Г. Я. Маттиса (1999) та українських дослідників Р. Т. Гута (1996), Н. В. Максимчук (2005), М. М. Гузя (2008), В. В. Борисової (2008), Ю. М. Савченка, І. П. Григорюка (2016).

Незважаючи на тенденцію зростання частки природного лісовідновлення, питома маса його ще не сягнула реально можливих обсягів і наразі залишається актуальним щорічне збільшення обсягів вирощування садивного матеріалу. Інтенсифікація вирощування лісового садивного матеріалу в Україні має значні не використані резерви практично в усіх напрямках розвитку лісорозсадницької справи.

Розділ 2 «Умови та методика проведення дослідження». Ідентифікацію вилучених видів мікроміцетів проводили за морфологічними мікроструктурами грибів (спорами, конідіями та ін.). Для виявлення поверхневої (епіфітної) мікобіоти насіння сосни звичайної застосовували загальноприйняті в мікології та мікробіології методи: накопичення культур грибів у вологих камерах. Для експериментальних досліджень і теоретичного обґрунтування проблеми було виконано рекогносцирувальні та лісопатологічні обстеження у лісогосподарських підприємствах Житомирського Полісся. Відібрано 273 зразки для фітопатологічних та мікологічних досліджень. Виділено 630 ізолятів мікроміцетів, які характеризують мікобіоту насіння сосни звичайної різних екологічних груп.

Кількість мікроорганізмів залежно від функціональних та інших ознак тестували за їхнім ростом на спеціальних живильних середовищах (картопляний, м'ясо-пептонний агар, Чапека тощо). Для визначення фітотоксичності ізолятів мікроміцетів їх вирощували поверхневим методом на рідкому живильному середовищі Чапека. Для з'ясування системної взаємодії міко- та мікроорганізмів на тверде живильне середовище наносили штрих-посів культури антагоніста, а через 5–7 діб перпендикулярно до останньої підсівалася тест-культура. Антагонізм визначається за зоною стерильності – відсутності росту тест-культури. Антагоністів вирощували газоном 5–7 діб, вирізали блоки 7×7 мм, які розкладали на поверхню свіжозасіяного газону тест-культури

(титр – 106). Для дифузії біологічно активних речовин із блоку антагоніста в агар і затримання росту тест-культури чашки Петрі на 12–24 год залишали в холодильнику за температури +2–30 °С. Інкубували тест-культуру 3–5 діб при 26–28° С. Облік дослідів проводили через 3–5 діб по зоні діаметра посиленого росту або відсутності росту тест-культури навколо блоків антагоніста.

Назви видів бактеріальних та грибних ізолятів наведено за визначниками «Bergey's manual» (1974); «Визначник грибів України» (1969, 1971); «Каталог мікромицетов-биодеструкторів полимерних матеріалів» (1987) та іншою спеціальною літературою – Н. Н. Підопличко (1977), Р. І. Гвоздяк, Л. М. Яковлева (1979).

Для визначення морфологічних та біометричних показників насіння з плюсових і модельних дерев у насадженнях ДП «Смільчинське ЛГ» було заготовлено по 30 шишок. Після вилучення насіння із шишок визначали масу 1000 насінин, енергію проростання та лабораторну схожість згідно із загальноприйнятими в насінництві методиками ДСТУ 5036–2008, ДСТУ 8558:2015.

Із метою оцінювання впливу біопрепаратів, витяжок мортмаси листків різних видів деревних рослин, культуральних рідин на якісні показники насіння в умовах *in vitro* відбирали насіння, яке після замочування розміщували на фільтрувальному папері в чашках Петрі і пророщували за температури 20–24 °С.

Енергію проростання насіння визначали на 7 день, схожість насіння та довжину корінців проростків – на 15 день згідно ДСТУ 8558:2015. Оброблене насіння висівали в розсаднику з метою оцінювання впливу на біометричні показники садивного матеріалу сосни звичайної. Перед сівбою насіння намочували протягом 18 год у відповідних розчинах і висівали по 200 насінин на 1 погонний метр борозенки.

Після закінчення вегетації було проведено облік виходу сіянців, виміряно біометричні показники (висоту, довжину корінців, діаметр кореневої шийки). Також визначали повітряно-суху масу 100 однорічних сіянців (окремо коренів і надземної частини) та розраховували відношення маси коренів до маси надземної частини. Одержані дані обробляли методами варіаційної статистики, визначаючи достовірність за t-критерієм Стьюдента.

Розділ 3 «Видовий склад аутомікобіоти насіння сосни звичайної». Наразі відомо, що на органах рослин аутоміко- та мікробіоти знаходяться різні систематичні та функціональні групи бактерій і грибів, у т. ч. патогенні, які виконують тут широкий спектр функцій та забезпечують метаболічні процеси. Тому дослідження мікобіоти насіння сосни звичайної є наразі актуальним.

Встановлено, що маса насіння з чорним забарвленням становила 7,4±1,2 г, із бурим – 7,1±0,9 г, і світло-бурим – 6,3±1,1 г. Насіння із світло-бурим і бурим забарвленням виявляли найнижчу енергію проростання – 75,2±1,2 та 75,5±1,1 %, та найнижчу схожість – 77±2,0 та 81,3±1,5 % відповідно. Дещо вищими ці показники спостерігали у насіння з чорним забарвленням (енергія проростання – 76,3±2,4 %, схожість – 83,0±1,8 %) (табл. 1).

Енергія проростання та схожість насіння сосни звичайної, %

Показник якості	Забарвлення			Вікова група			Тип лісорослинних умов			
	чорне	буре	світло-буре	молодняки	середньовікові	стигли	свіжий бір – А ₂	вологий бір – А ₃	свіжий субір – В ₂	вологий субір – В ₃
Енергія проростання	76,3±2,4	75,2±1,1	75,5±1,2	76,5±2,1	76,0±1,3	79,3±2,1	78,0±1,7	76,0±2,1	81,3±1,5	83,1±1,1
Схожість	83,0±1,8	81,3±1,5	77,0±2,0	85,0±1,8	85,0±1,5	87,5±1,8	85,0±1,8	78,4±1,1	91,0±2,1	89,2±1,5

Зважаючи на кращі посівні властивості насіння з чорним забарвленням, його відібрали для подальших експериментів. При цьому не виявлено суттєвої різниці при пророщуванні насіння з дерев різних вікових груп. Так, енергія проростання насіння, відбраного з молодих насаджень, знаходилась на рівні – 76,5±2,1 %, середньовікових – 76,0±1,3 % та стиглих – 79,3±2,1 %, його схожість – 85,0±1,8 %, 85,0±1,5, 87,5±1,8 % відповідно. Найбільшою схожістю (91,0±2,1 %) виокремлювалося насіння, відібране в насадженнях свіжого субору В₂. За умов обробки енергія проростання (81,3±1,5 %) була нижчою. Насіння, відібране в свіжому та вологому борах А₂–А₃, мало показники енергії проростання та схожості в середньому на 4–15 % нижче, порівняно із свіжим та вологим субором. Насіння, відібране з насаджень вологого субору (В₃) характеризувалося високою енергією проростання (83,1±1,1 %) та схожістю (89,2±1,5 %). Насіння, відібране з дерев, що зростали в умовах вологого бору А₃ досягало схожості (85,0±1,8 %) за енергії проростання 78,4±1,7 %.

Із насіння сосни звичайної, відбраного в умовах Житомирського Полісся ізольовані мікроміцети, які належали до відділів *Zygomycota*, *Ascomycota* та *Deuteromycota*, 4 класів *Zygomycetes*, *Euascomycetes*, *Hyphomycetes*, *Agonomycetes* та 7 родин *Mortierellaceae*, *Mucoraceae*, *Chaetomiaceae*, *Moniliaceae*, *Dematiaceae*, *Tuberculariaceae*, *Agonomycetaceae*. Найбільше видове різноманіття мікоміцетів притаманне родині *Moniliaceae*, де виявлено види родів *Aspergillus* (*A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. nidulans*, *A. niger*, *A. oryzae*, *A. terreus*); *Paecilomyces* (*P. varioti*); *Penicillium* (*P. canescens*, *P. cyclopium*, *P. expansum*, *P. chrysogenum*, *P. funiculosum*, *P. lanosum*, *P. variabile*, *P. wortmannii* та *Trichoderma* (*T. lignorum*).

За видовим складом мікроміцетів насіння з чорним забарвленням відрізнялося від світло-бурого забарвлення на 5,7 %, для такого із бурим і світло-бурим забарвленням відмінності за компонентами мікобіоти практично відсутні (показник подібності – 99,2 %).

Відзначено подібність видового складу мікобіоти насіння, відбраного з молодих та середньовікових насаджень (показник подібності – 84,2 %) та середньовікових і стиглих (показник подібності – 89,4 %). Найбільш подібним було насіння середньовікових та стиглих насаджень, найменш подібним – молодняків та стиглих (рис. 1).

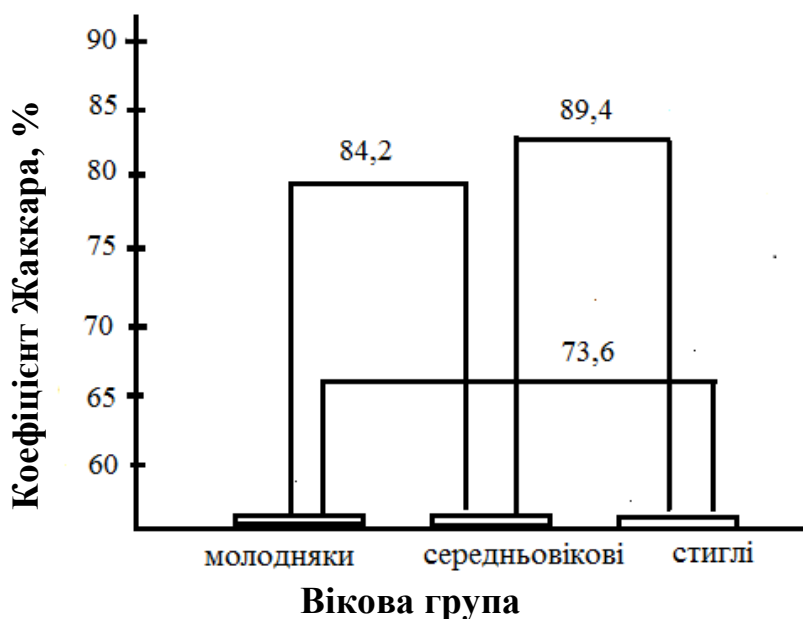


Рис. 1. Подібність видового складу мікроміцетів, вилучених із насіння сосни звичайної різних вікових груп, %

За домінуванням видів серед компонентів мікобіоти віднесено види грибів, які відзначалися показниками коефіцієнта заселення вище 50 % і були домінуючими. Серед них представники родів *Trichoderma* (63,3–80,0 %), *Alternaria* (60,0–73,3 %) – потенційні патогени рослин та антагоністи шкідливих мікроорганізмів. До типових компонентів мікобіоти також належать представники родів *Penicillium* (12,5–26,7 %) і *Aspergillus* (1,6–26,7 %), які є потенційними продуцентами мікотоксинів, продукування яких небезпечно для росту та розвитку рослин.

Аналіз подібності мікроміцетів насіння сосни звичайної, відібраного в насадженнях, які зростали в різних типах лісорослинних умов, засвідчив найбільшу відмінність для видового складу насіння, відібраного в умовах свіжого бору (A_2) та сирого субору (B_3), де коефіцієнт Жаккара становив 0,28 %. Мікобіота насіння сосни звичайної, зібраного в умовах свіжого субору (B_2) та сирого субору (B_3) найбільш подібна (1,6 %). Мікобіота насіння зі свіжого бору (A_2) та вологого бору (A_3) за видовим складом була подібною із коефіцієнтом Жаккара 1,4 %. Таким чином, лісорослинні умови певною мірою впливають на видове різноманіття складників мікобіоти насіння сосни звичайної.

Досліджено видовий склад та коефіцієнт подібності мікобіоти насіння сосни звичайної зі свіжозібраних шишок різних типів лісорослинних умов та за умов обробки водними витяжками мортмаси різних видів деревних рослин (рис. 2).

За коефіцієнтами Жаккара найбільшу подібність спостерігали у мікобіоти насіння після обробки його водними витяжками мортмаси листків ліщини і липи (0,43 %), а також берези і вільхи (0,38 %), липи – берези (0,36 %) і ліщини – берези (0,35 %). Практично відсутня подібність видів мікобіоти насіння після обробки витяжками мортмаси листків липи та дуба (0,04 %) та дуба і осики (0,09 %).

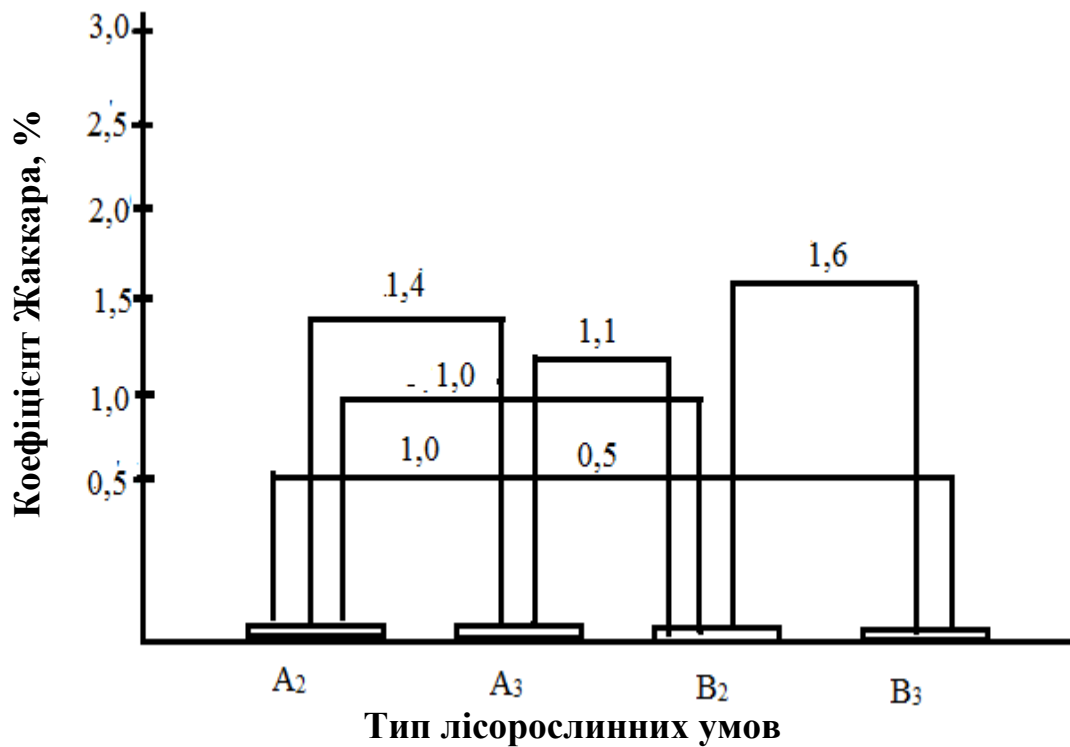


Рис. 2. Подібність видового складу мікроміцетів, вилучених із насіння сосни звичайної з різних типів лісорослинних умов, %

Із порівняння видів без обробки насіння сосни звичайної і після обробки водними витяжками мортмаси виявлено зміну видового складу мікроміцетів. За попередніми даними з насіння різного забарвленням було ізольовано 30 видів мікроміцетів: *Mortierella alpina*, *Absidia glauca*, *Mucor globosus*, *M. hiemalis*, *Rhizopus nigricans*, *Chaetomium globosum*, *Aspergillus flavus*, *A. fumigatus*, *A. nidulans*, *A. niger*, *A. oryzae*, *A. terreus*, *Paecilomyces varioti*, *Penicillium canescens*, *P. chrysogenum*, *P. cyclopium*, *P. expansum*, *P. funiculosum*, *P. lanosum*, *P. variabile*, *P. wortmannii*, *Trichoderma viride*, *Alternaria alternata*, *A. tenuissima*.

Після обробки витяжками мортмаси різних деревних рослин ізольовано 37 видів мікроміцетів: *Mortierella alpina*, *Mortierella lignicola*, *Absidia glauca*, *Mucor globosus*, *M. hiemalis*, *Rhizopus nigricans*, *Chaetomium botrychodes*, *Aspergillus flavus*, *A. oryzae*, *A. fumigatus*, *A. terreus*, *Paecilomyces varioti*, *Penicillium canescens*, *P. chrysogenum*, *P. variabile*, *P. wortmannii*, *P. expansum*, *P. cyclopium*, *P. funiculosum*, *P. lanosum*, *Trichoderma lignorum*, *T. viride*, *Alternaria alternata*, *A. tenuissima*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. herbarum*, *Fusarium graminearum*, *F. moniliforme*, *F. oxysporum*, *F. sambucinum*, *F. sporotrichioides*, *Gliocladium roseum*, *Acremonium strictum*, *Rhodotorula glutinis*, *Epicoccum nigrum*, *Sclerotinia graminearum*, *Mycelia sterilia*, з яких види: *Mortierella lignicola*, *Chaetomium botrychodes*, *Trichoderma viride*, *Fusarium graminearum*, *F. moniliforme*, *Gliocladium roseum*, *Acremonium strictum*, *Rhodotorula glutinis*, *Epicoccum nigrum*, *Sclerotinia graminearum* було відзначено вперше, тоді як *Chaetomium globosum*, *Aspergillus nidulans*, *A. niger*, *Fusarium verticillioides* виявляли лише до обробки.

Розділ 4 «Методи стимулювання проростання насіння сосни звичайної та взаємовідносини складників її аутомікобіоти *in vitro*». Виділені штами виступають потенційними продуцентами біологічно активних речовин і можуть бути використані в лісовому господарстві при формуванні мікробного ценозу насіння для підсилення конкурентоспроможності корисних мікроорганізмів.

Так, найвищий показник ростових процесів насіння сосни звичайної виявився за впливу штаму *Trichoderma viride* 2016, *Trichoderma lignorum* 201. Штами *Fusarium oxysporum* 206, *Fusarium sambucinum* 16, *Penicillium lanosum* 201, *Trichothecium roseum* 2016 значно сповільнювали ростові процеси.

Відзначено підвищення лабораторної схожості насіння сосни звичайної під дією препарату «Триходермін» до 15 %, порівняно з контролем. Подібною активністю характеризувався препарат «Планриз» (схожість насіння – 92,1±1,2 %, в контролі – 75,6±2,8 %) (табл. 2).

Таблиця 2

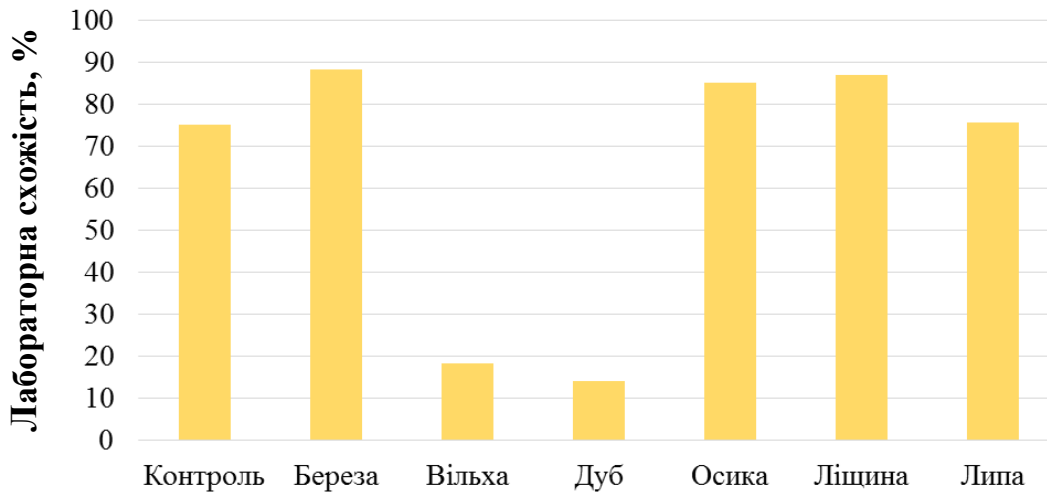
Вплив водних розчинів біопрепаратів на лабораторну схожість та якісні показники насіння, %

Варіант дослідження	Лабораторна схожість (14 доба), %	Довжина проростків, см	Маса проростків, г	
			у сирому стані	у повітряно-сухому стані
Контроль	75,6±2,8	3,2±0,11	0,34±0,08	0,15±0,06
«Триходермін»	91,0±1,8	4,1±0,15	0,37±0,01	0,16±0,03
«Гаупсин»	87,3±1,9	4,0±0,11	0,36±0,04	0,16±0,02
«Планриз»	92,1±1,2	4,0±0,52	0,33±0,09	0,15±0,07
«Мікосан – Н»	82,4±2,1	3,4±0,17	0,26±0,06	0,11±0,05
«Фітоспорин»	81,3±1,8	3,5±0,11	0,26±0,06	0,12±0,03

Лабораторна схожість насіння, обробленого препаратами «Фітоспорин» (81,3±1,8 %) та «Мікосан-Н» (82,4±2,1 %), знаходилася, з урахуванням похибки дослідження, на рівні контролю. «Гаупсин» певною мірою стимулював ростові процеси (лабораторна схожість досягала 87,3±1,9 %, що на 12,0±1,3 % більше, порівняно з контролем. Показники росту також мали тенденцію змін під впливом препаратів «Триходермін» та «Планриз», у напрямі збільшення довжини ростків та їх маси, що свідчить про ефективність використання вищезгаданих препаратів для передпосівної обробки насіння сосни звичайної. Крім цього, енергія проростання та лабораторна схожість істотно збільшилась за обробки насіння сосни звичайної мортмасою листків берези на 20 та 22 %, липи на – 3 та 1 %, ліщини на – 5 та 17 %, порівняно з контрольним варіантом. У лісовому розсаднику передпосівна обробка насіння витяжкою мортмаси листків осики, берези, ліщини, липи сприяла також збільшенню висоти сіянців на 9–13 %, діаметра кореневої шийки – на 11–15 %, маси корінців – на 21–30 %. Обробка водною витяжкою мортмаси дуба та вільхи пригнічувала ріст сіянців.

Дослідженнями встановлено, що витяжки мортмаси листків по-різному впливають не лише на енергію проростання. Енергія проростання та схожість істотно збільшувалася за обробки насіння сосни звичайної мортмасою листків

берези, ліщини, осики, липи – на 3–13 %, висота ростка – на 0,2–1,1 см, маса ростка на – 0,05–0,08 г, порівняно з контрольним варіантом. Це свідчить про ефективність досліджуваних водних витяжок мортмаси листків та перспективність їх використання в лісовому господарстві (рис. 3).



Водна витяжка мортмаси листків різних деревних рослин

Рис. 3. Вплив водної витяжки мортмаси листків різних деревних рослин на лабораторну схожість насіння сосни звичайної, %

Витяжки мортмаси вільхи та дуба пригнічували проростання насіння на 57,0–61,3 %, висоту проростка – на 0,2–0,7 см, масу проростка на – 0,20–0,22 г.

Виявлено фітотоксичний вплив штамів грибів родів *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichothecium*, які за літературними джерелами є потенційними збудниками захворювань насіння та сіянців сосни звичайної, а також стимулювання проростання насіння під впливом культуральних рідин *Trichoderma viride* 2016, *Trichoderma lignorum* 201 (табл. 3).

Таблиця 3

Фітотоксичний вплив штамів мікроміцетів на якісні показники насіння

Штам мікроміцета	Лабораторна схожість, %		Довжина проростків, см (14 доба)	Маса проростків, г (14 доба)
	доба культивування			
	7	14		
Контроль (Чапека)	73,3±1,6	73,5±1,2	3,2±0,11	0,34±0,08
<i>Trichoderma viride</i> 2016	87,0±2,3	90,0±1,8	4,4±0,17	0,41±0,06
<i>Trichoderma lignorum</i> 201	80,0±1,1	92,1±2,2	5,1±0,28	0,38±0,04
<i>Alternaria alternata</i> 2016	73,0±3,2	80,0±1,3	3,5±0,20	0,32±0,02
<i>Trichoderma viride</i> 16	95,0±2,7	93,0±3,0	4,7±0,37	0,47±0,02

Найвищими показниками ростових процесів насіння сосни звичайної відзначався штам *Trichoderma viride* 2016 (лабораторна схожість перевищувала на 14–17 %), при цьому спостерігалось збільшення довжини проростків на 1,2 см та маси ростків на 0,07 г. Штам *Trichoderma lignorum* 201 також мав високі стимулюючі властивості, за його впливу відбулося значне збільшення довжини проростків та маси, схожість зросла на 7–19 %, *Trichoderma viride* 16

характеризувався стимулюючим впливом на проростання насіння (схожість 18–22 %), збільшуючи довжину проростків та їх масу. Досить ефективними в лабораторних дослідженнях виявилися штами *Trichoderma*, тому їх стимулюючу дію на ріст сіянців перевірили у розсаднику. За умов обробки штамом *Alternaria alternata* 2016 відмічалось збільшення схожості за культивування (14 доба) на 7 %, довжини проростків на 0,3 мм. За обробки згаданим штамом маса проростків зменшувалася на 0,2 г. Штами *Trichoderma viride* 2016, *Trichoderma lignorum* 201, *Alternaria alternata* 2016, *Trichoderma viride* 16 стимулювали ріст проростків сосни звичайної в середньому на 7–22 %, порівняно з контролем (середовище Чапека).

Вивчено антагоністичну взаємодію між компонентами мікобіоти насіння сосни звичайної відібраними різного забарвлення шкірки, з рослин різних вікових груп, які зростали в різних типах лісорослинних умов та впливу водних витяжок мортмаси листкового опаду деревних рослин. Найчутливішою тест-культурою виявився вид *Trichothecium roseum* 2016, *Fusarium sporotrichioides* 23, *Epicoccum nigrum* 2013, *Rhodotorula glutinis* 17, *Cladosporium cladosporioides* 27, які в середньому мали чутливість до 12–15 штамів мікобіоти (рис. 4).

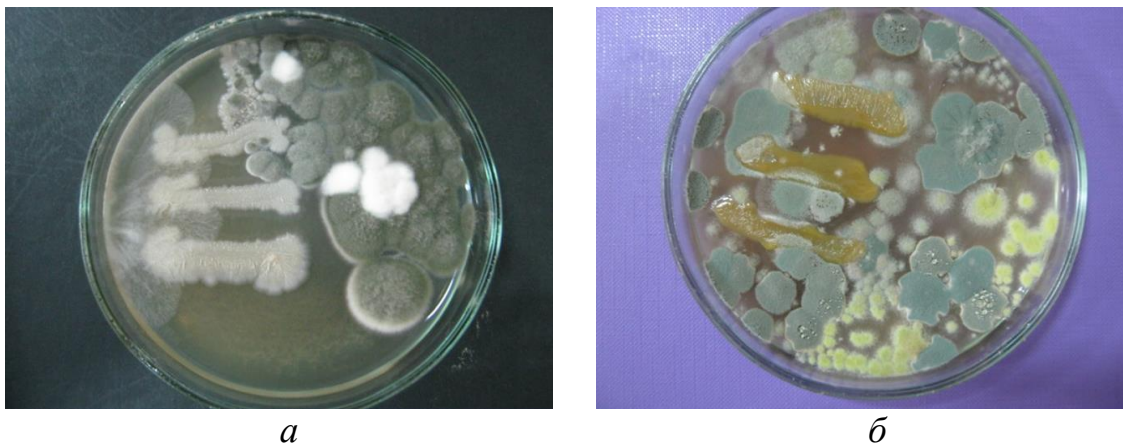


Рис. 4. Антагоністична взаємодія в системі «гриб – гриб»: а – *Alternaria alternata* 2016 – *Fusarium sambucinum* 16; б – *Trichoderma viride* 2016 – *Alternaria alternata*

Серед 26 штамів мікобіоти найбільшою антагоністичною активністю характеризувалися *Alternaria alternata* 2016, *Fusarium sambucinum* 16, які проявляли активність щодо 14 ізолятів, зокрема *Trichoderma viride* 2016, *Alternaria alternata* до 13 штамів. Середню активність мали штами *Aspergillus nidulans* 2525, *Alternaria tenuissima* 35, *Trichoderma viride* 16, *Aspergillus fumigatus* 20, *Fusarium sambucinum* 16, *Trichothecium roseum* 2016 (кількість чутливих тест-культур становила 7–10 штамів). Незначною активністю відзначалися види *Mucor hiemalis* 2015, *Aspergillus flavus* 25, *Paecilomyces varioti* 16, *Cladosporium cladosporioides* 27, *Acremonium strictum* 2019 (3–4 тест-культури).

Бактерія *Bacillus subtilis* також проявила високу антагоністичну активність на мікобіоту насіння сосни звичайної. До дії бактерій штаму *Bacillus*

subtilis 216 виявилися чутливими 12 тест-культур, до штаму *Bacillus subtilis* 261 – 16 тест-культур, але їхня активність була значно нижчою.

Розділ 5 «Інтенсифікація вирощування сіянців сосни звичайної». Для одержання якісного садивного матеріалу сосни звичайної цікавим і актуальним видається використання високоефективних та екологічно безпечних препаратів, в основі яких знаходяться живі культури мікроорганізмів.

Відібрана мікобіота насіння сосни звичайної з різних екологічних умов характеризується широким спектром продукування біологічно активних речовин, оскільки гриби та бактерії здатні продукувати біологічно активні речовини зі стимулюючим ефектом ростових процесів, що дало змогу дослідити їх вплив на проростання насіння та вирощування сіянців сосни звичайної.

Для проведення досліджень в польових умовах було відібрано найбільш активні штами *Trichoderma viride* 2016, *Trichoderma lignorum* 201, *Alternaria alternata* 2016, *Trichoderma viride* 16 (табл. 4).

Таблиця 4

Вплив активних штамів мікроміцетів на біометричні показники сіянців

Вид, штама	Біометричний показник				Повітряно-суха маса 100 сіянців, г/%	
	висота		діаметр кореневої шийки		коріння	усього
	H±m, см/%	tф	D±m, мм/%	tф		
Контроль (вода)	10,7±0,27/100	–	1,9±0,04/100	–	11,9/100	45,6/100
<i>Trichoderma viride</i> 2016	12,3±0,33/115	3,80	2,4±0,05/121	6,16	16,8/139	58,6/128
<i>Trichoderma lignorum</i> 201	12,3±0,34/114	1,19	2,1±0,04/110	4,67	18,1/147	58,5/128
<i>Alternaria alternata</i> 2016	10,2±0,26/105	4,17	1,9±0,05/105	–	15,3/134	53,0/126
<i>Trichoderma viride</i> 16	12,8±0,26/119	5,56	2,1±0,06/110	1,43	18,5/140	60,4/132

Примітка: tф=1,98 (P=0,95); tф=2,62 (P=0,99); H – висота; D – діаметр

Найменшу схожість спостерігали за умов обробки штамами *Fusarium sambucinum* 2016 (лабораторна схожість 15,0±2,3 %), *Aspergillus fumigatus* 2016 (10,4±1,7 %), *Penicillium variable* 16 (12,0±1,2 %), що в середньому на 50 % нижче, порівняно з контролем. У лісовому розсаднику за передпосівної обробки насіння найефективнішими були штами *Trichoderma viride* 2016, *Trichoderma viride* 16 – із збільшенням показника висоти сіянців на 15–19 %, діаметра кореневої шийки на 10–21 % та маси коріння на 39–40 %.

У ланцюгу взаємовідносин мікрофлори на різних етапах розвитку та біодеструкції органічного відпаду або опаду надзвичайно важливо виявити роль кожного мікроорганізму в цих процесах, зокрема і паразитарного, в системі єдності складових лісового біоценозу. Наявність у лісових біоценозах значної

кількості опадів і відпаду (листіків, пагонів, дерев, гілок тощо) різного ступеня мінералізації сприяє накопиченню і збереженню в такому середовищі різних мікроорганізмів, у т. ч., і патогенних. Як показали дослідження, витяжки мортмаси листків по-різному впливають не лише на енергію проростання і схожість насіння, а й на видовий склад та співвідношення складників мікобіоти насіння сосни звичайної.

Встановлено, що витяжки мортмаси листків берези (енергія проростання становить $90,2 \pm 3,1$ %; схожість – $92,6 \pm 2,3$ %), ліщини (енергія проростання – $75,1 \pm 2,8$ %; схожість – $87,0 \pm 2,9$ %), липи (енергія проростання – $73,0 \pm 2,8$ %; схожість – $75,5 \pm 3,6$ %) та осики ($82,0 \pm 2,8$ та $84,2 \pm 1,3$ % відповідно) зумовили значний стимулюючий вплив на енергію проростання та схожість насіння сосни звичайної у кожній з партій насіння, особливо чорного кольору (енергія проростання – $75,2 \pm 2,3$ %; схожість – $76,1 \pm 2,8$ %), порівняно з контролем.

Для подальших досліджень передпосівну обробку насіння сосни звичайної у лісовому розсаднику здійснили водними витяжками мортмаси листків берези, ліщини, липи, осики, вільхи і дуба (табл. 5).

Таблиця 5

Вплив водних витяжок мортмаси листків різних деревних рослин на біометричні показники сіянців

Варіант досліджу	Біометричний показник				Повітряно-суха маса 100 сіянців, г/%	
	висота		діаметр кореневої шийки		коріння	усього
	$H \pm m$, см/%	tф	$D \pm m$, мм/%	tф		
Контроль	$10,9 \pm 0,22/100$	–	$1,9 \pm 0,04/100$	–	$12,5/100$	$45,6/100$
Береза	$12,7 \pm 0,32/114$	3,80	$2,2 \pm 0,05/112$	6,16	$15,7/121$	$58,5/128$
Ліщина	$11,8 \pm 0,31/113$	1,17	$2,1 \pm 0,04/111$	4,67	$18,2/123$	$58,6/128$
Липа	$13,9 \pm 0,22/113$	4,14	$2,0 \pm 0,05/113$	–	$18,9/123$	$60,0/131$
Осика	$14,7 \pm 0,23/119$	5,53	$2,1 \pm 0,06/115$	1,43	$19,2/130$	$60,4/132$
Вільха	$9,5 \pm 0,27/77$	–	$1,0 \pm 0,02/71$	0,44	$8,1/91$	$38,5/91$
Дуб	$8,5 \pm 0,11/51$	–	$1,2 \pm 0,04/65$	0,25	$9,4/61$	$21,3/78$

Примітка: $t_f=1,98$ ($P=0,95$); $t_f=2,62$ ($P=0,99$); H – висота; D – діаметр

У варіанті за обробки водною витяжкою мортмаси листків осики, берези, ліщини і липи спостерігали збільшення висоти сіянців на 13–19 %, діаметра кореневої шийки – на 11–15 %, маси коріння – на 21–30 %. Обробка водною витяжкою мортмаси листків дуба та вільхи пригнічувала ріст сіянців. Так, висота сіянців зменшилася на 23–49 %, діаметр кореневої шийки – на 29–35 %, маса коріння – на 9–39 %. За одержаними результатами, водорозчинні виділення мортмаси листків дуба та вільхи володіють досить високою токсичністю.

Водні витяжки мортмаси листків берези, ліщини, липи, осики, навпаки, сприяли збільшенню біометричних показників сіянців сосни звичайної. Зважаючи на актуальність, створення високоефективних і екологічно безпечних технологій, які здатні на належному рівні підтримувати стійкість лісових екосистем, має бути спрямовано на посилення біологічного захисту рослин

проти шкідливих організмів. Застосування мікроорганізмів у складі біопрепаратів ґрунтується на використанні наявних у природі взаємовідносин між патогенною і сапротрофною мікобіотою та рослинами, що забезпечує їх специфічну вибірковість, порівняно з хімічними пестицидами. У лісовому розсаднику було проведено передпосівну обробку насіння біопрепаратами «Триходермін», «Мікосан-Н», «Гаупсин», «Планриз», «Фітоспорин». Як показали дослідження, передпосівна обробка насіння біопрепаратами у розсаднику також мала позитивний вплив на біометричні показники однорічних сіянців (табл. 6).

Таблиця 6

Вплив біопрепаратів на біометричні показники сіянців

Біопрепарат	Біометричні показники				Повітряно-суха маса 100 сіянців, г / %	
	висота		діаметр кореневої шийки		коріння	усього
	H±m, см/%	tф	D±m, мм/%	tф		
Контроль	10,9±0,22/100	–	1,9±0,04/100	–	12,8/100	45,6/100
«Триходермін»	12,3±0,32/114	3,80	2,2±0,05/121	6,16	17,7/138	58,5/128
«Мікосан – Н»	11,2±0,31/105	1,17	2,1±0,04/109	4,67	19,2/148	58,6/128
«Гаупсин»	12,9±0,22/119	4,14	2,0±0,05/110	–	19,9/153	60,0/131
«Планриз»	12,7±0,23/115	5,53	2,1±0,06/110	1,43	18,2/140	60,4/132
«Фітоспорин»	10,5±0,27/99	–	1,9±0,06/99	0,64	11,1/88	41,5/91

Примітка: tф=1,98 (P=0,95); tф=2,62 (P=0,99); H – висота; D – діаметр

Біометричні показники сіянців, вирощених за обробки біопрепаратами «Триходермін», «Гаупсин» (концентрація 1:1), практично в усіх варіантах були вищими, ніж на контролі.

За умов передпосівної обробки насіння у лісовому розсаднику найбільшу різницю, порівняно з контролем, спостерігали у варіантах за обробки препаратом «Гаупсин» – сіянці перевершували контроль за висотою на 15±1,2 %, за діаметром кореневої шийки – на 10±1,4 %, масою коріння – на 53±1,1 %.

У варіанті за обробки «Триходермін» відзначено збільшення висоти сіянців на 14 %, діаметра кореневої шийки – на 21 %, маси коріння – на 27 %.

Ефективним виявився «Планриз», який також позитивно впливав на збільшення висоти сіянців на 15±2,1 %, діаметра кореневої шийки – на 9,0±1,3 % та маси коріння – на 40±1,1 %. За обробки насіння «Мікосан-Н» встановлено збільшення висоти сіянців на 5,0±1,5 %, діаметра кореневої шийки – на 9,0±1,0 % та маси коріння – на 48,0±2,1 %. Найменш ефективним слід вказати «Фітоспорин»: висота сіянців та діаметр кореневої шийки були меншими від контролю на 1,0±2,1 %, а маса коріння нижчою на 12,0±1,3 % порівняно з контрольним варіантом.

Проаналізувавши отримані дані, можна стверджувати, що найефективнішими біопрепаратами виявилися «Триходермін», «Гаупсин» і «Планриз». Передпосівна обробка насіння сосни звичайної різними групами біопрепаратів мала позитивний вплив, що відображено в лабораторній схожості

та біометричних показниках сіянців. За результатами проведених досліджень встановлено найвищу активність в лабораторних і польових умовах препаратів «Триходермін» та «Гаупсин», які можуть бути рекомендовані в лісовому господарстві для передпосівної обробки насіння.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичні узагальнення результатів комплексних експериментальних досліджень біологічних, морфологічних, культуральних і антагоністичних властивостей міко- і мікроорганізмів, взаємодію останніх у мікробних угрупованнях насіння сосни звичайної, а також визначено їх стимулюючий і фітотоксичний вплив на проростання насіння та біометричні показники сіянців. За результатами досліджень, виконаних за темою дисертаційної роботи, можна зробити такі висновки:

1. Аутоміко- та мікробіота насіння сосни, відібраного в умовах Житомирського Полісся, представлена мікроміцетами трьох відділів *Zygomycota*, *Ascomycota*, *Deuteromycota*, чотирьох класів *Zygomycetes*, *Euascmycetes*, *Hyphomycetes*, *Agonomycetes* та семи родин *Mortierellaceae*, *Micoraceae*, *Chaetomiaceae*, *Moniliaceae*, *Dematiaceae*, *Tuberculariaceae*, *Agonomycetaceae*. З насіння, різного за забарвленням, ідентифіковано 90 видів мікроміцетів та 1082 ізоляти, відібране з різних типів лісорослинних умов (28 види та 477 ізоляти) і вікових груп (33 види та 348 ізоляти). Визначено, що найтиповішими представниками насіння сосни звичайної є види мікроміцетів *Mycelia sterilia*, *Trichoderma viride*, *Alternaria alternata* – потенційні патогени рослин та антагоністи шкідливих мікроорганізмів.

2. Встановлено, що у процесі онтогенезу видове різноманіття мікробіоти насіння суттєво відрізняється, особливо за обробки витяжками мортмаси листків берези, осики, липи, ліщини *Trichoderma viride* (коефіцієнт заселення – 85,7 %), *Trichoderma lignorum* (коефіцієнт заселення – 80,9 %), *Cladosporium cladosporioides* (коефіцієнт заселення – 85,7 %), вільхи *Alternaria alternata* (коефіцієнт заселення – 85,7 %), *Fusarium graminearum* (коефіцієнт заселення – 76,3 %); дуба *Bacillus subtilis* (коефіцієнт заселення – 75,3 %), *B. mycoides* (коефіцієнт заселення – 63,3 %).

3. Найбільшу антагоністичну активність на мікробіоту насіння виявили штами *Bacillus subtilis* 216, *Alternaria alternata* 2016, *Fusarium sambucinum* 16. Найчутливішою тест-культурою визначено види *Trichothecium roseum* 2016, *Fusarium sporotrichioides* 23, *Epicoccum nigrum* 2013, *Rhodotorula glutinis* 17, *Cladosporium cladosporioides* 27.

4. Найвищі показники ростових процесів насіння сосни звичайної в умовах *in vitro* спостерігали за умов обробки штамами *Trichoderma viride* 2016, *Trichoderma lignorum* 201. Менш ефективними були штами *Fusarium oxysporum* 206, *Fusarium sambucinum* 16, *Penicillium lanosum* 201, *Trichothecium roseum* 2016. У лісовому розсаднику за умов передпосівної обробки насіння найактивнішими відзначено *Trichoderma viride* 2016, *Trichoderma viride* 16, *Trichoderma lignorum* 201, *Alternaria alternata* 2016. Фітотоксичним впливом

характеризувалися штами *Fusarium sambucinum* 2016, *Penicillium variabile* 16, *Penicillium lanosum* 201, *Aspergillus fumigatus* 20, *Aspergillus fumigatus* 2016.

5. Встановлено, що енергія проростання та лабораторна схожість насіння сосни звичайної значно зростають за його обробки водною витяжкою мортмаси листків берези – на 20–22 %, липи – на 3–13 %, ліщини на 5–17 %, осики на 5–21 %, порівняно з контрольним варіантом. У лісовому розсаднику передпосівна обробка насіння витяжкою мортмаси листків осики, берези, ліщини, липи сприяла збільшенню висоти сіянців на 9–13 %, діаметра кореневої шийки – на 11–15 %, маси коренів – на 21–30 %.

6. У лісовому розсаднику за передпосівної обробки насіння біопрепаратами «Триходермін», «Гаупсин», «Планриз» висота сіянців збільшилася на 5–19 %, діаметр кореневої шийки – на 10–21 %, маса коренів – на 38–53 %, що було підтверджено лабораторними дослідженнями.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для отримання якісного садивного матеріалу сосни звичайної за умов передпосівної обробки насіння продуцентами біологічно активних речовин, водними витяжками мортмаси листків та біопрепаратами пропонується:

1. Відбирати для сівби насіння з дерев, які ростуть в умовах свіжого субору у середньовікових, пристигаючих та стиглих насадженнях.

2. Для передпосівної обробки насіння рекомендується застосовувати біологічні препарати «Триходермін», «Гаупсин» у концентрації 1:1 упродовж 18 год. Як біологічно активні речовини, гриби, бактерії запропоновано штами *Trichoderma viride* 2016, *Trichoderma lignorum* 201.

3. Передпосівну обробку насіння проводити водною витяжкою мортмаси листків берези, липи, ліщини у концентрації 1:10 упродовж 18 год, що індукує стимулювання ростових процесів насіння.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України,

включених до міжнародних наукометричних баз даних:

1. **Бойко Г. О.**, Пузріна Н. В. Сучасні методи інтенсифікації вирощування садивного матеріалу сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.). Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво. 2014. Вип. 198. Ч. 2. С. 209–214. (Здобувачем особисто здійснено збір дослідних даних, проведено передпосівну обробку насіння біопрепаратами, заміри біометричних показників сіянців сосни звичайної, узагальнено висновки).

2. **Бойко Г. О.**, Пузріна Н. В. Видовий склад патогенної мікофлори садивного матеріалу лісових розсадників. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2014. Вип. 24.10. С. 34–40. (Здобувачем особисто проведено детальне обстеження лісових розсадників, здійснено закладку облікових ділянок, розрахунок розповсюдженості та інтенсивності розвитку збудників хвороб, узагальнено висновки).

3. **Бойко Г. О.**, Пузріна Н. В. Видове різноманіття мікобіоти насіння сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.). Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2015. Вип. 25.5. С. 42–48. (Здобувачем особисто визначено видовий склад мікроміцетів насіння сосни звичайної, встановлено частоту трапляння та коефіцієнт спільності видів, узагальнено висновки).

4. **Бойко Г. О.**, Башта О. В. Мікобіота насіння сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.). Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2015. Вип. 25.9. С. 28–34. (Здобувачем особисто визначено видовий склад збудників хвороб, ідентифіковано мікроміцети насіння сосни звичайної, встановлено частоту трапляння, коефіцієнт спільності видів та коефіцієнт Жаккара мікобіоти насіння, встановлено потенційні патогени, антагоністи шкідливих мікроорганізмів).

5. **Бойко Г. О.**, Башта О. В., Пузріна Н. В. Вплив біопрепаратів на вирощування однорічних сіянців сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.). Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2015. Вип. 26.8. С. 30–34. (Здобувачем особисто проведено комплексне дослідження впливу найпоширеніших біопрепаратів, здійснено передпосівну обробку насіння, заміри біометричних показників сіянців, узагальнено висновки).

6. **Бойко Г. О.**, Пузріна Н. В. Схожість та енергія проростання насіння сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) різного кольору. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2015. Вип. 219. С. 113–117. (Здобувачем особисто визначено енергію проростання, схожість та довжину проростків насіння сосни звичайної, проведено заміри якісних показників насіння, здійснено постановку проблеми, аналітичний огляд, збір і обробку експериментальних даних, узагальнено висновки).

7. Бойко Г. О. Вплив витяжок листового опаду деревних рослин на ріст сіянців сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.): [електронний ресурс]. Лісове і садово-паркове господарство. 2015. № 8. Режим доступу до статті: http://nbuv.gov.ua/UJRN/licgos_2015_8_2.

Тези наукових доповідей:

8. Бойко Г. О. Патогенез основних збудників хвороб сіянців сосни звичайної. Лісове і садово-паркове господарство XXI сторіччя: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 13–14 березня 2014 року: тези доповіді. К., 2014. С. 111–113.

9. Бойко Г. О. Видове різноманіття аутомікрофлори насіння сосни звичайної. Біоресурси лісових та урбанізованих екосистем: відтворення, збереження і раціональне використання: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 23–24 квітня 2015 року: тези доповіді. К., 2015. С. 174–176.

10. Бойко Г. О. Вплив водних субстратів листового опаду різних деревних рослин на енергію проростання насіння сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.). Виклики XXI століття та їхнє вирішення у лісовому комплексі й довкіллі:

Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 7–9 жовтня 2015 року: тези доповіді. К., 2015. С. 88–90.

11. **Бойко Г. О.**, Башта О. В. Мікологічний аналіз насіння сосни звичайної різного забарвлення. Сучасні проблеми агроєкології: Міжнародна науково-практична інтернет-конференція, м. Миколаїв, 1 грудня 2015 року: тези доповіді. Миколаїв, 2015. С. 24. (*Здобувачем особисто визначено видовий склад мікроміцетів насіння сосни звичайної, встановлено частоту трапляння, коефіцієнт спільності видів*).

12. Бойко Г. О. Гриби роду *Trichoderma* Pers. в мікобіоті насіння сосни звичайної та їх біологічна активність. Ліс, наука, молодь: IV Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, магістрів, аспірантів і молодих вчених, м. Житомир, 23 листопада 2016 року: тези доповіді. Житомир, 2016. С. 71–73.

13. Бойко Г. О. Видове різноманіття мікрофлори насіння сосни звичайної під час обробки витяжками листового опаду різних деревних рослин. Актуальні проблеми лісового сектору та садово-паркового господарства: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 14–15 квітня 2016 року: тези доповіді. К., 2016. С. 170–172.

14. Бойко Г. О. Вплив біопрепаратів на вирощування сіянців сосни звичайної. Contribution of young scientists on forestry, wood processing technologies and horticulture: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 11–12 травня 2017 року: тези доповіді. К., 2017. С. 10–11.

15. Бойко Г. О. Вплив біологічно активних речовин мікроміцетів на ріст насіння сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.). Проблеми екології та еволюції екосистем в умовах трансформованого середовища: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 25–26 травня 2017 року: тези доповіді. К., 2017. С. 18–20.

АНОТАЦІЯ

Бойко Г. О. Мікобіота насіння сосни звичайної Житомирського Полісся та її вплив на ростові процеси садивного матеріалу. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільсько-господарських наук зі спеціальності 06.03.01 «Лісові культури та фітомеліорація». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2018.

Дисертаційну роботу присвячено дослідженню видового складу і біологічних властивостей аутоміко- та мікробіоти насіння сосни звичайної Житомирського Полісся України. Експериментально встановлено, що найвищі показники ростових процесів забезпечує насіння чорного забарвлення, відібране у свіжому суборі в стиглих та середньовікових насадженнях. Найбільш домінуючими в мікобіоті насіння всіх вікових груп виявилися види *Trichoderma viride* (20,0–95,8 %), *Mycelia sterilia* (33,0–83,3 %), *Alternaria alternata* (6,7–83,3 %), *Cladosporium cladosporioides* (6,7–69,2 %).

Після обробки насіння водною витяжкою мортмаси листків осики тремтячої, липи сердцелистої, берези повислої та ліщини звичайної було виділено 43, 39, 28, 24 види мікроміцетів відповідно. Водна витяжка мортмаси різних деревних рослин зумовила відсутність у мікобіоті насіння *Aspergillus nidulans*, *A. niger*, *A. versicolor*, *Chaetomium globosum*, *Trithothecium roseum*, що вже позитивно, оскільки згадані належать до токсиноутворювачів.

Досліджено системні взаємодії між міко- та мікроорганізмами. Серед 54 штамів мікобіоти найбільшою антагоністичною активністю характеризувалися *Alternaria alternata* 2016, *Fusarium sambucinum* 16 (активність щодо 14 ізолятів), *Trichoderma viride* 2016, *Alternaria alternata* 2016 (13 штамів). Найчутливішими тест-культурами виявилися штами *Trichothecium roseum* 2016, *Fusarium sporotrichioides* 23, *Epicoccum nigrum* 2013, *Rhodotorula glutinis* 17, *Cladosporium cladosporioides* 27 до 12–15 штамів антагоністів. У системі «бактерія – мікроміцет» високу антагоністичну активність проявили штами *Bacillus subtilis* щодо 12–16 тест-культур.

Ключові слова: антагонізм, сосна звичайна, Житомирське Полісся, міко- та мікроорганізми, етіологія.

АННОТАЦІЯ

Бойко А. А. Микобиота семян сосны обыкновенной Житомирского Полесья и ее влияние на ростовые процессы посадочного материала. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.03.01 «Лесные культуры и фитомелиорация». Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины. Киев, 2018.

Диссертационная работа посвящена исследованию видового состава и биологических свойств аутомико- и микробиоты семян сосны обыкновенной Житомирского Полесья Украины. Экспериментально установлено, что наивысшие показатели ростовых процессов обеспечивают семена черного окраса, отобранные в свежей субори в спелых и средневозрастных насаждениях. Наиболее доминирующими в микобиоте семян всех возрастных групп были виды *Trichoderma viride* (20,0–95,8 %), *Mycelia sterilia* (33,0–83,3 %), *Alternaria alternata* (6,7–83,3 %), *Cladosporium cladosporioides* (6,7–69,2 %).

После обработки семян водной вытяжкой мортмасы листьев осины дрожащей, липы сердцелистной, березы повислой и лещины обыкновенной были выделены 43, 39, 28, 24 вида микромицетов соответственно. Во всех вариантах опыта наибольший коэффициент заселения при обработке вытяжками мортмасы листьев установлено для *Trichoderma lignorum* (85,7 %), *Trichoderma viride* (80,9 %), *Alternaria alternata* (85,7 %), *Cladosporium cladosporioides* (52,3 %). Водная вытяжка листьев мортмасы различных древесных растений обусловила отсутствие в микобиоте семян *Aspergillus nidulans*, *A. niger*, *A. versicolor*, *Chaetomium globosum*, *Trithothecium roseum*, что

уже положительно, поскольку эти виды относятся к потенциальным токсинообразователям.

Исследованы системные взаимодействия между мико- и микроорганизмами. Среди 26 штаммов микобиоты высокой антагонистической активностью характеризовались *Alternaria alternata* 2016, *Fusarium sambucinum* 16 (активность в отношении 14 изолятов), *Trichoderma viride* 2016, *Alternaria alternata* 2016 (13 штаммов). Самыми чувствительными тест-культурами оказались штаммы *Trichothecium roseum* 2016, *Fusarium sporotrichioides* 23, *Epicoccum nigrum* 2013, *Rhodotorula glutinis* 17, *Cladosporium cladosporioides* 27, до 12–15 штаммов антагонистов. В системе «бактерия – микромицет» высокую антагонистическую активность проявили штаммы *Bacillus subtilis* к 12–16 тест-культурам.

Ключевые слова: антагонизм, сосна обыкновенная, Житомирское Полесье, мико- и микроорганизмы, этиология.

ANNOTATION

Boyko G. O. Mycobiot of seeds result in the current Zhytomyr Polisse and its impact on growth processes scots pine. – The Manuscript.

Thesis for a scientific degree of candidate in agricultural sciences, specialty 06.03.01 «Forest Plantations and Phytomelioration». National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv, 2018.

The dissertation is devoted to the study of species composition and biological properties of automico – and microbiotypes of Scots pine seeds in Zhytomyr Polissya of Ukraine. It is shown that the biota of seeds is an important part of Scots pine, its diversity affects on the stability of the ecosystem, allows to select potential producers of biologically active substances which adventitious for biotechnological processes during formation quality Scots pine planting material. The automico – and microbiota of the Scots pine seeds include various systematic and functional groups of bacteria and fungi, among others pathogens which perform a wide range of functions and provide metabolic processes. We insulated the micromycetes from Scots pine seeds of 3 divisions (*Zygomycota*, *Ascomycota*, *Deuteromycota*), 4 classes of divisions *Zygomycetes*, *Euascomycetes*, *Hyphomycetes*, *Agonomycetes* and 7 families *Mortierellaceae*, *Mucoraceae*, *Chaetomiaceae*, *Moniliaceae*, *Dematiaceae*, *Tuberculariaceae*, *Agonomycetaceae*. We detected *Mycelia sterilia*, *Trichoderma viride*, *Alternaria alternata* which represent potential plant pathogens and harmful microorganism antagonists (these species were typical representatives of Scots pine seeds mycobiota) among myxomycetes of different colored seeds selected from different age trees and different forest vegetation conditions. Typical components of the mycobiota also include representatives of genera *Penicillium* and *Aspergillus* – potential producers of mycotoxins, its traces of vital activities is dangerous for growth and development of plants.

It has been experimentally established that the best indicators of growth processes account for seeds of black color selected in a fresh subor in ripe and medieval plantations. The most dominant species in mycobiotic seeds from all age

groups were *Trichoderma viride* (20.0–95.8 %), *Mycelia sterilia* (33.0–83.3 %), *Alternaria alternata* (6.7–83.3 %), *Cladosporium cladosporioides* (6.7–69.2 %).

We have allocated 43, 39, 28, 24 types of micromycetes after pretreatment of seeds under aqueous extract of leaves morthmass of European aspen, small – leaved lime, European white birch and European filbert. The least number of fungi species were observed after pretreatment of Scots pine seeds by aqueous extraction of morthmass of English oak leaves (identified 5 species) and European alder (12 species). It was established that after pretreatment by aqueous extraction of leaves morthmass of English oak bacteria *Bacillius subtilis* and *B. mycoides* intensively excreted. In all variants of experiment the largest coefficient of settlement after treatment by extracts of morthmass of leaves account for *Trichoderm lignorum* (85.7 %), *Trichoderm viride* (80.9 %), *Alternaria alternata* (85.7 %), *Cladosporium cladosporioides* (52.3 %).

An attempt was made to investigate the systemic interactions between myco- and microorganisms of Scots pine seeds mycobiote from the point of view of theoretical substantiation and the practical application of their antagonistic properties. Given that interrelationships of organisms in the ecosystem establish on the basis of trophic links and competition between them the final stage in the formation of microbial cenosis is the nature of the substrate and antagonism which enhances the competitiveness of microorganisms. We checked 54 interactions in the systems «micromycete – smicromycetes», «micromycetes – bacteria». For obtaining of Scots pine quality planting material it is interesting and relevant to use highly effective and environmentally safe preparations based on live cultures of microorganisms. It was determined that the highest growth rates of Scots pine seeds were observed for *Trichoderma viride* 2016, *Trichoderma lignorum* 201 and *Trichoderma viride* 16 strains. The biometric indicators of one – year seedlings in the forest nursery were increased after pretreatment by culture liquid of *Trichoderma viride* 2016, *Trichoderma viride* 16.

The thesis focuses on the significantly affect of physiologically active substances containing forest litter on the germination of seeds, growth and development of seedlings. It has been established that the energy of germination and germination of seeds has significantly increased under treatment by aqueous extraction of mothmass of birch leaves on 20 and 22 %, hazel leaves – on 5 and 17 %, as compared to the control indicating the effectiveness of the studied extracts and prospects of their usage in forestry. Aqueous extract of mothmass leaves of oak and alder suppress growth processes of the seeds.

There are types of potential producers of biologically active substances among the species composition of Scots pine mycobiota of different environmental conditions. Such species used in creating highly effective and environmentally safety preparations that can be used to obtain quality Scots pine planting material. Laboratory germination of Scots pine seeds under the action of preparations Trichodermin, Planryz increased on 15 % compared to control the rates of germination of pretreated seeds by preparations Phytosporin and Mikosan was at the same level. The preparation Gaupsin also stimulated growth processes. In the forest nursery after pretreatment of seedlings by Gaupsin, Trichodermin, Planryz the

indicators exceeded the control in height on 14–15 %, the diameter of the root neck on 9–21 %, the weight of the roots on 27–53 %.

An important aspect in the cultivation of quality planting material is usage of modern biotechnology methods based on the complexity of processes of reforestation and forestation and taking into account a complex of measures, in particular, the usage of potential producers of biologically active substances of microbial etiology, among other things in protecting forest plantations from harmful organisms.

Key words: antagonism, Scots pine, Zhytomyr Polissya, myco- and microorganisms, etiology.