

АУТОМІКРОФЛОРА НАСІННЯ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ ТА ЇЇ СИСТЕМНА ВЗАЄМОДІЯ: ТЕОРЕТИКО-ПРИКЛАДНИЙ АСПЕКТ

Р.І. Гвоздяк, доктор біологічних наук, професор

А.Ф. Гойчук, доктор сільськогосподарських наук, професор

В.В. Розенфельд, кандидат біологічних наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Зі здорового насіння сосни звичайної як аутомікрофлора виділені дійсні фітопатогенні (*Pseudomonas syringae*, *Pectobacterium carotovorum*, *Enterobacter nimipressuralis*); умовні фітопатогенні (*Pseudomonas fluorescens*, *Paenibacillus polymyxa*, *Pantoea agglomerans*) і сапротрофні (*Bacillus subtilis*, *B. pumilus*) бактерії, а також гриби (роду *Mucor*, *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Acremonium*, *Torula*). Показано, що за видовим і кількісним складом епіфітна мікробіота насіння сосни значно переважає ендоефітну, що пов'язано з регулювальною роллю рослин. Гетерогенність кожної насінини виявляється не лише за видовим і кількісним складом аутомікрофлори, а й за співвідношенням між ними. Встановлено, що аутомікрофлора насіння представлена переважно сапротрофами, проте серед різних систематичних і функціональних груп мікроорганізмів аутомікрофлори насіння сосни виявлені в мінорних кількостях бактерії, що здатні використовувати для свого онтогенезу живі клітини. Акцентується увага на тому, що лімітуючим чинником фітопатогенів виступають сапротрофні бактерії, а також гриби. Пропонується дещо інший підхід до визначення спеціальних термінів.

Ключові слова: насіння сосни звичайної, аутомікрофлора, системна взаємодія, фітопатоген, сапротроф, антагонізм, антибактеріальна активність, антигрибна активність, дійсні фітопатогенні бактерії, умовні (опортуністичні) фітопатогенні бактерії, епіфітні бактерії, ендоефітні бактерії.

Існування рослинного світу можливе за наявності мікроорганізмів. Разом вони створюють систему, якій притаманні ознаки цілісного організму. За впливу зовнішніх факторів на мікробіоту або рослину реагує вся система. Рослина ззовні заселена епіфітними, а всередині ендоефітними мікроорганізмами. Вони щільно розташовуються в ризосфері (на 0,5-сантиметровій віддалі від коріння), у ризоплані (на корінні), у філосфері (у повітрі) поблизу наземних органів, філоплані (на поверхні останніх) та у внутрішніх тканинах рослин.

Взаємодія мікроорганізмів у рослинних асоціаціях становить теоретичний і практичний інтерес як для розуміння загальнобіологічних проблем імунітету, етіології та динаміки патологічного процесу, так і з погляду обґрунтування та розроблення методів захисту рослин від збудників хвороб [15].

Кількісний і видовий склад епіфітних та ендоефітних мікроорганізмів визначається рослиною, яка виділяє поживні, зокрема цукри, і біологічно активні (у т.ч. фітонциди) речовини. Регулювальна роль рослин стосовно складу епіфітів та ендоефітів визначається вже під час проростання насіння, а потім – після висадження сіянців (саджанців) у ґрунт. У цих процесах активну участь бере мікробіота насіння. Тому дуже важливо використовувати якісний посівний матеріал, який визначається господарськими показниками і мікробіотою, насамперед фітопатогенною.

Сапротрофна і патогенна мікробіота різної вірулентності й ступеня агресивності, що локалізується всередині або на поверхні насіння, представлена неоднаково у систематичному відношенні і за функціональними властивостями, які приймають безпосередню участь у метаболізмі рослин. Експерименти з рослинами агроценозу свідчать про важливість цієї мікробіоти для життєдіяльності останніх. Епіфітні та ендоефітні мікроорганізми не спричиняють в їхніх органах видимих ознак інфекційного процесу, формуючи динамічну рівновагу в системі “сапротроф – патоген”, стимулюючи при цьому ріст рослин і здійснюючи біоконтрольовальну функцію через прямий антагонізм до патогенів або індукуючи систему резистентності до хвороботворного

організму, обмежуючи активність останнього. Деякі бактеріальні ендofіти захищають рослини навіть від нематод та шкідливих комах, підвищують їхню стійкість до абіотичних і біотичних чинників. Захисна роль фітопатогенних бактерій – епіфітів і ендofітів – виявляється навіть щодо рослини-господаря, оскільки слабоагресивний або авірулентний штам підвищує його стійкість до високоагресивного штаму (клону) на тлі зниження агресивності популяції.

Механізм такого захисту багатогранний, складний і відбувається не тільки внаслідок антагоністичних властивостей епіфітів та ендofітів до патогенів, а також через конкуренцію між ними за поживні речовини. Зазвичай, патогенні мікроорганізми у рослинах, зокрема в насінні, перебувають у пригніченому стані. У тканинах здорових органів рослин їх значно (на декілька порядків) менше, ніж сапротрофів, а кількість патогенів завжди менша порогової концентрації, необхідної для початку інфекційного процесу. І це не пов'язано з нестачею поживних речовин, а зумовлено іншими чинниками, можливо речовинами сигнального типу, які регулюють (обмежують) розмноження бактерій. Однак для бактерій, передусім фітопатогенних, важлива не стільки їхня кількість, скільки наявність: адже у сприятливих умовах фітопатогенні мікроорганізми можуть дуже швидко заповнити екологічну нішу до порогової концентрації, спричинюючи тим самим навіть епіфітотії.

Мета дослідження. Здійснити теоретико-практичне обґрунтування ролі і місця різних у систематичному відношенні та за функціональними властивостями мікроорганізмів аутомікрофлори насіння сосни звичайної у системній взаємодії її складників між собою і з рослинами та з'ясувати причини малої кількості мікроорганізмів – колонізаторів насіння, біологічною особливістю яких є здатність використовувати для свого росту і розвитку живі клітини.

Матеріали і методика досліджень. Епіфітну та ендofітну мікрофлору насіння сосни звичайної вивчали у двох партій. Для виявлення епіфітів 10 грамів насіння поміщали в 0,5-літрові колби з 90 мл стерильної водопровідної води. Після 20 хв збовтування виконували послідовно 10-кратне

розведення, після чого насіння висівали на пластинки поживних середовищ. Для виявлення ендofітної мікрофлори поверхню насіння стерилізували. Для цього використовували два методи – гарячий і холодний.

За гарячим методом насіння послідовно промивали проточною водогінною водою (10 хв), стерильною водогінною водою (3–4 хв), витримували 5 хв у 70 %-му етанолі, змочували 98 %-м спиртом, обпалювали, занурювали на 20 хв у 15–16 %-й пергідроль [3].

При холодному методі промивали насіння нестерильною та стерильною водогінною водою витримували 20 хв у 15–16 %-му H_2O_2 (1 варіант), або двічі міняли розчин H_2O_2 (2 варіант). Стерильність перевіряли за ростом бактерій навколо насінин, розміщених на КА та інкубованих 3 доби при 28°C. Поверхнево простерилізоване насіння розтирали і робили розведення, з яких висівали на поживні середовища.

При гарячому методі стерилізації часом пошкоджується шкірка насіння, тому іноді обростання бактеріями таких насінин на поживному середовищі відбуваються за рахунок ендofітів, а не епіфітів.

Чисельність епіфітних та ендofітних мікроорганізмів насіння сосни звичайної вивчали методом висівання на поживні агарові середовища суспензії трьох послідовних розведень. Середовища відповідають трофічним потребам основних функціональних груп мікроорганізмів. Кількість амоніфікаторів визначали за ростом на м'ясопептонному агарі, мікроміцетів – на середовищі Чапека, бактерій, які засвоюють мінеральні форми азоту і стрептоміцети – на крохмаль-аміачному агарі, педотрофів – на середовищі Красильникова, азотфіксаторів та олігонітрофілів – на середовищі Ешбі, целюлозоруйнівних – на середовищі Гетченсона. Кількість спороносних бактерій визначали висіванням на МПА із суспензій, прогрітих при 80 °C протягом 30 хв [6].

Інкубацію мікроорганізмів виконували у термостаті при 24–28°C протягом різного часу залежно від швидкості росту мікроорганізмів: амоніфікаторів, педотрофів, олігонітрофілів – на 3–4-й день інкубації, мікроміцетів та стрептоміцетів – на 7–10-й, целюлозоруйнівних – на 20-й день.

У кінці інкубації підраховували кількість вирослих колоній. Кожну колонію вважали за „колонію утворюючу одиницю” (КУО). Із окремих однотипних колоній здійснювали відсіви для подальшого їх вивчення. Повторність дослідів – 3–4-разова.

Кількість мікроорганізмів розраховували на 1 г насіння.

Морфологію колоній та клітин, культуральні, фізіологічні, біохімічні властивості бактерій вивчали за методами, наведеними в посібниках [1, 6, 16]. За виявленими ознаками встановлювали родову та видову належність ізолятів [7].

Антагоністичну активність бактерій вивчали методом відстроченого антагонізму [5]. Для цього посередині пластинки агару смужкою засівали антагоніста, а через 3-5 діб інкубації перпендикулярно підсівали тест-культуру бактерій. По зоні відсутності росту визначали антибактеріальну активність культур бактерій. Використовували також метод блоків. Для цього антагоніста вирощували 4-5 діб газомом на пластинці поживних середовищ, вирізали блоки (6 × 6 мм), які розкладали на газомом свіжозасіяної тест-культури.

Результати досліджень. Серед епіфітної та ендоефітної мікробіоти насіння сосни виявлено різні функціональні групи. За видовим і кількісним складом епіфітна мікробіота значно переважає ендоефітну. Цей феномен не пов'язаний із забезпеченням мікробів поживними речовинами. На поверхню за вегетаційний період рослини виділяють близько 700 кг/га вуглеводів, тоді як поживних речовин у тканинах значно більше. Крім того, на поверхні рослин завжди залишається невикористаних бактеріями близько 25% цих сполук. За таких умов кількість ендоефітних бактерій мала б перевищувати кількість епіфітних, однак у дійсності – це не так. Тому кількісний та якісний склад мікробіоти рослина регулює не тільки концентрацією цукру та іншими поживними сполуками, а й біологічно активними речовинами.

Ендоефітна мікробіота багатьох рослин різноманітна і багаточисельна. За обліком на живильних середовищах кількість їх становить від одиниць до 10^6 КУО·г⁻¹ сирової маси рослин. Згідно з даними досліджень, на живильних

середовищах виявляється лише 0,1–1,0 % бактерій. Тобто, за виявлених на поживних середовищах у тканині 10^6 КУО·г⁻¹, (в дійсності бактерій у тканинах рослин у 100–1000 разів більше – 10^8 – 10^9 ·г⁻¹ сирої маси), унеможлиблюється нормальна життєдіяльність рослини. Однак одночасне визначення кількості ендofітів у вегетуючій рослині мікробіологічними та молекулярно-біологічними методами свідчить, що лише 50 % бактерій виділяється мікробіологічними методами. Тому можна припустити, що в деяких випадках на живильних середовищах виділяється майже вся мікрофлора, а в інших – тільки 0,1%, що зумовлено некультивованим їхнім станом під час експерименту (зазначимо, що некультивований стан мікробіоти епіфітів та ендofітів і умов їх виникнення не вивчено).

Нами зі здорового насіння сосни звичайної (схожість 85–98 %, енергія проростання 83–98 %, чистота 94–100 %, клас якості I – III) були ізольовані дійсні фітопатогенні (*Pseudomonas syringae*, *Pectobacterium carotovorum*, *Enterobacter nimipressuralis*); умовні фітопатогенні (*Pseudomonas fluorescens*, *Paenibacillus polymyxa*, *Pantoea agglomerans*) і сапротрофні (*Bacillus subtilis*, *B. pumilus*) бактерії, а також гриби (роди *Mucor*, *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Acremonium*, *Torula*).

Серед функціональних груп мікроорганізмів на поверхні здорового насіння сосни переважають амоніфікатори. Залежно від партії насіння кількість амоніфікаторів на поверхні насіння варіює в межах 412–462 тис. КУО·г⁻¹ насіння. В середині насіння кількість КУО амоніфікаторів значно менша – від 39,8 до 105,6 тис.·г⁻¹. Загальне співвідношення споротвірних епіфітних бактерій до ендofітних залежить від партії насіння і становить від 17,9 до 56,3. Загалом кількість амоніфікаторів-епіфітів у 3,2–4,7, а ендofітів – 1,2–2,3 раза більша, ніж усіх інших мікроорганізмів аутомікрофлори здорового насіння. Частка грибів від загальної кількості ендofітів становить 0,03 і 1,0–1,3 %.

Звичайно, кількісний та видовий склад мікробіоти насіння визначають у певній його масі в 1 г. Це не дає можливості охарактеризувати мікрофлору окремих насінин. Адже кожній насініні притаманні певні фізіолого-біохімічні

та анатомічні особливості, навіть якщо насіння формується на одному дереві або в одній шишці. Це пов'язано з багатьма абіотичними та біотичними чинниками, зокрема з кількісним і видовим складом мікроорганізмів (бактерій та грибів), що заселяють насіння незалежно від його походження та посівної якості і які є невід'ємною компонентою здорових органів рослини.

Згідно з нашими даними, кожна насінина сосни, хоча й незначно, але відрізняється від іншої за мікробним заселенням. Така гетерогенність виявляється у видовому та кількісному їх складі, а також у співвідношенні між ними. Вона спостерігається під час проростання насіння на агаризованих та рідких живильних середовищах, через наявність на ньому фітопатогенних бактерій, взаємовідносинами між останніми, синтезом біологічно активних сполук, токсичністю їх для рослин, чутливістю мікроорганізмів до пестицидів тощо. Мікробну гетерогенність зумовлено біологічною доцільністю, оскільки вона забезпечує пристосування насіння під час проростання до природних умов.

Кожний вид мікробів синтезує певні сполуки, які забезпечують йому виживання в різних умовах. Не всі види мікробіоти є постійними складниками середовища – кількість їх змінюється залежно від умов існування. Прикладом може бути досить детально вивчена фіксація бактеріями азоту: так, азотфіксатори перестають засвоювати молекули азоту в разі наявності доступного зв'язаного азоту. В літературі переважно наводяться дані щодо позитивного впливу синтезованих епіфітними й ендоефітними бактеріями речовин на ріст та розвиток рослин, на захист їх від патогенів і шкідників. Такі висновки базуються на здатності мікробіоти у штучних (поза рослиною) умовах синтезувати корисні для рослин біологічно активні речовини, що не завжди відбувається в рослинах.

Виділені з насіння сосни звичайної бактерії синтезують також фітотоксичні речовини. Синтез фітотоксинів – це одна з ознак фітопатогенності. Їх синтезують як дійсні фітопатогени, так і сапротрофні бактерії, які виділені під час вегетації з рослин та з насіння. Однак вплив

зовнішніх умов, за яких бактерії синтезують у рослині корисні чи шкідливі речовини, досліджено недостатньо.

Нами [4, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14] встановлено, що виділені зі здорового насіння сосни бактерії спричинюють захворювання хвої дворічних сіянців. Серед цих штамів найагресивнішими були представники виду *P. syringae*. Штами видів *P. carotovorum*, *E. nimipressuralis*, *P. fluorescens* уражують хвою дуже слабо. Перші ознаки інфекційного процесу виявляються через 5–7 днів: спостерігається обводнення тканин, які набувають згодом світло-коричневого забарвлення.

Аутомікрофлора насіння сосни токсично впливає на проростання насіння. У разі використання в експериментах КА, завдяки його поживним речовинам, насіння швидко і щільно обростає бактеріями. При цьому відбувається засихання кінчиків проростків на тлі сповільненого росту. У процесі проростання насіння на фільтрувальному папері з ватною підстилкою, де простежується дефіцит поживних речовин для швидкого розмноження бактерій та мікроміцетів, їхній ріст повністю контролюється рослиною. Тобто, в системі насіння – бактерії – КА регульовальна і домінувальна функція переходить до бактерій, тоді як у системі насіння – мікроорганізми – фільтрувальний папір (грунт, пісок) вся мікробіота підпорядкована рослині.

Установлено, що в насінні сосни фітопатогенних бактерій на порядок менше, ніж сапротрофів. Фітопатогени містяться в окремих насінинах і виявляються в ексудаті, слизі або в уражених проростках насіння під час проростання на фільтрувальному папері. В розсадниках з ураженого насіння виростають хворі рослини, які, у свою чергу, заражають здорові. Виділені з насіння фітопатогенні бактерії ідентичні тим, що уражують хвою у природних умовах. Всі вони є збудниками захворювань широкого кола видів рослин, що важливо враховувати у практичній роботі. Фітопатогенні бактерії роками можуть зберігатися у сухих рослинних залишках (листі, гілках), однак інформація щодо виживання фітопатогенних бактерій в опалій, ураженій ними хвої, незважаючи на важливість її для практики, досить обмежена.

Виділені із хвої сапротрофні бактерії є також постійними супутниками сільськогосподарських культур. Залежно від зовнішніх умов середовища вони відіграють як позитивну (антагоністи патогенів і шкідників; за певної концентрації знижують агресивність патогену; продукують стимулятори росту тощо), так і негативну (спричинюють захворювання рослин, за незначної кількості підвищують агресивність патогену, синтезують фітотоксини) роль. Очевидно, аналогічну роль сапрофітні бактерії відіграють і в онтогенезі сосни. Проте ці питання не досліджені для всіх лісових деревних порід.

Серед сапротрофів, виділених із насіння сосни, патогеними для неї були штами *P. fluorescens*. Ми вважаємо, що всі ендofітні бактерії за певних умов здатні викликати захворювання тих рослин, з яких виділені. Ймовірність вияву патогенності всіх бактерій ендofітів (незалежно від виду) базується на тому, що навіть ендofіти-симбіонти бульбочкові бактерії, за певних умов, можуть спричинити гниття тих же видів бобових рослин.

Складні, постійно напружені, динамічні взаємовідносини відбуваються не лише між мікроорганізмами та рослиною, а й між мікроорганізмами, що її колонізують. Життєдіяльність кожного виду мікроорганізмів цієї спільноти спрямовується на створення сприятливих умов для свого розвитку, сприяючи розвитку симбіонтів, пригнічуючи конкурентів тощо.

Одним із багатьох чинників взаємного впливу є синтез антимікробних речовин мікробіотою. Серед мікроорганізмів, виявлених у насінні сосни звичайної, фітопатогенні бактерії особливо чутливі до сапротрофних бактерій та грибів. При цьому відсутня зворотна антагоністична дія фітопатогенів на сапротрофи, оскільки фітопатогенні бактерії незначно виявляють антагонізм до інших складових мікробної спільноти насіння. Можливо саме цим пояснюється дуже низьке заселення насіння фітопатогенними бактеріями. Найбільшу стійкість до інших видів виявляють штами *P. polytruxa*, які особливо активні щодо фітопатогенів.

На відміну від бактерій, мікроміцети, ізольовані з насіння сосни, характеризуються значною антагоністичною активністю відносно

фітопатогенних бактерій. Найактивнішими виявилися представники роду *Penicillium*. Активність грибів родів *Aspergillus* і *Acremonium* була вибірковою: вони не затримували ріст *P. carotovorum*, але і дещо пригнічували *A. tumefaciens* (колекційний штам) та *P. fluorescens*. До всіх видів грибів найчутливішими були *P. syringae* та колекційні штами *Xantomonas campestris* і *Clavibacter michiganensis* (на сосні їх не виявлено). Нами не встановлено антигрибної активності фітопатогенних бактерій. Вірогідно, що у природі фітопатогенні бактерії знаходяться поза патологічним процесом і не впливають на ріст мікроміцетів.

Антибактеріальна активність бактерій та грибів залежить не тільки від роду та виду мікроорганізма, а й від штаму, що дає можливість селекціонувати високоактивні штами антагоністів для заміни ними слабоактивних в оточенні рослини. Це актуально для насіння сосни звичайної, оскільки серед її мікроорганізмів не виявлено штамів із високою, вартою для практичного застосування, антибактеріальною активністю щодо фітопатогенів.

Виявлені взаємовідносини між мікроорганізмами одержано в експериментальних умовах. За природних умов вони можуть бути іншими, оскільки на мікроорганізми впливають рослина, погода, тип ґрунту, добрива, пестициди і т.п. Під час проростання насіння швидше розмножуються ті мікроорганізми, для яких живильне середовище є сприятливішим. Це підтверджується інтенсивністю обростання насіння на твердих живильних середовищах. Так, зокрема, на КА насіння сосни обростає тільки бактеріями, а ріст грибів при цьому пригнічений. На середовищі Чапека, на якому гриби ростуть інтенсивніше, ніж бактерії, насіння зазвичай обростає грибами і досить рідко – грибами та бактеріями. Незаражене насіння під час проростання на фільтрувальному папері ними не обростає. У природі таких оптимальних умов для розвитку певних груп мікроорганізмів під час проростання насіння не буває, отже вони також відмінні за цією ознакою.

З огляду на такий вибірковий вплив поживних речовин на ріст мікробіоти, рекомендують збагачувати посівне насіння та рослини речовинами,

які інтенсивно засвоюються сапротрофами, але не патогенами. Це можливо, оскільки сапротрофи у процесі життєдіяльності використовують значно ширший набір нетоксичних речовин, ніж патогени. Вирішення цього питання сприяло обмеженню використання токсичних пестицидів.

У лісовому господарстві досить обережно застосовують пестициди. І це правильно. Водночас, в арсеналі захисту лісових деревних порід від хвороб мають бути і пестициди. Використання їх необхідне для знезараження насіння перед сівбою, упродовж вирощування сіянців і під час висадки посадкового матеріалу. Для цього досить перспективними вважають фундазол, вітавакс, септодор, септодор-форте, мікосан і мікосан новий.

В наукових виданнях використовуються терміни: дійсні фітопатогенні бактерії, умовні (опортуністичні) фітопатогенні бактерії, фітобактеріологія, фітопатоген, паразит та інші, які, на наш погляд, вимагають уточнення.

Зокрема, виникає питання, як відрізнити дійсних патогенів від умовних (опортуністичних). Спільною рисою обох груп бактерій є здатність їх спричинювати захворювання у рослин, тобто вести паразитарний спосіб існування або знаходитися в симбіотичних взаємовідносинах із рослинами, супроводжувати їх у процесі росту та розвитку, а також передаватися з покоління в покоління за допомогою інфікованого насіння або вегетативних тканин. Перехід зазначених бактерій від сапротрофного до фітопатогенного існування і навпаки відбувається під впливом зміни зовнішніх факторів.

Дійсні фітопатогени відрізняються від опортуністичних екологічними нішами. Дійсні фітопатогени перебувають під захистом вищих організмів, особливо рослин. Вони роками зберігаються в сухих рослинах залишках, у т.ч. і гербарних зразках, але гинуть після перегнивання рослин, у ґрунті та воді під впливом антагоністів-сапротрофів, у т. ч. опортуністичних фітопатогенів. Представники опортуністичних видів бактерій заселяють як рослини, так і ґрунти, водойми, тобто витримують конкуренцію поза вищими організмами.

Умовні патогени відмінні від дійсних дуже слабкою агресивністю. Вони лише інколи викликають масове захворювання рослин, і, загалом, не завдають

їм значної шкоди. Серед них трапляються високоактивні штами-антагоністи до фітопатогенних бактерій та грибів, що успішно використовуються в рослинництві. Серед штамів дійсних фітопатогенів не описано антагоністів до опортуністичних фітопатогенів.

Термін «фітобактерії» слід використовувати для означення будь-яких бактерій, які асоційовані з рослиною, в т.ч. сапротрофів, фітопатогенів. Для останніх необхідно використовувати «фітопатобактерії».

Для розмежування понять “патоген”, “збудник хвороби”, “паразит” важливо враховувати як їхню біологічну сутність, так і причиний наслідок. Зокрема, під терміном “патоген” слід розуміти буквальну сутність цього поняття (*pathos* – хвороба, страждання, *geneo* – народжувати), тобто патоген – це організм (мікроорганізм, біологічна сполука), що спричинив інфекційне захворювання в іншого організму. І в такому розумінні термін “патоген” є синонімом терміну “збудник хвороби” і його можливо розглядати лише в контексті конкретної інфекційної хвороби. При цьому патогенами слід вважати організми (мікроорганізми), які спричинюють інфекційне захворювання шляхом використання вмісту живих клітин (облігатні патогени) або шляхом живлення мертвими клітинами, попередньо вбитими токсинами патогену. В обох випадках йдеться про інфекційну хворобу. Якщо такий мікроорганізм (організм, біологічна сполука) спричинив захворювання лише у рослин, його слід називати фітопатогеном. Звичайно, в цьому випадку поняття “фітопатоген” є вужчим у контексті здатності уражувати різні організми як рослинного, так і тваринного походження.

Що стосується організмів (мікроорганізмів), які використовують рослини (органи рослин) як середовище існування і не мають безпосереднього контакту з рослиною, наприклад збудник черні (саді) листків, то вони також належать до патогенів. Але таких збудників інфекційних хвороб доцільно віднести до паразитів першого порядку, поряд з епіфітними рослинами (останні спричиняють неінфекційні хвороби).

Не кожен організм (мікроорганізм) за біологічними особливостями спричиняє захворювання. Часто вони виконують функції, що не пов'язані з патологічним процесом (інфекційною хворобою) в системній єдності складових мікробіоти здорових органів рослин, у т.ч. і насіння: адже для фітопатогенних бактерій, та й інших організмів, сапротрофний спосіб існування на рослинах у якості епіфітної і ендоефітної мікрофлори спостерігається мабуть частіше, ніж паразитарний [2].

З огляду на те, що більшість фітопатогенних бактерій живуть, розмножуються і функціонують лише під захистом вищих рослин, а також з метою розмежування з патогенами, доцільно називати їх вітальними облігатами (від лат. *vitalis* – прижиттєвий, життєвий, *obligatia* – обов'язковий). Отже, під вітальними облігатами слід розуміти епіфітну та ендоефітну фітопатогенну компоненту аутомікробіоти здорових органів рослин, що не спричинює у них ознак інфекційного патологічного процесу, яка включає різні у систематичному відношенні та функціональними властивостями мікроорганізми, що супроводжують рослину з покоління в покоління, беруть безпосередню участь у метаболізмі рослин, формують динамічну рівновагу в системі “сапротроф – патоген”, стимулюючи ріст рослин, індукуючи систему резистентності до хвороботвірних організмів, підвищуючи їхню стійкість до абіотичних і інших чинників. Захисна роль фітопатогенних бактерій – епіфітів і ендоефітів – виявляється навіть щодо рослини-господаря, оскільки слабоагресивний або авірулентний штам підвищує його стійкість до високоагресивного штаму (клону) на тлі зниження агресивності популяції. При цьому здорова рослина не тільки визначає, які мікроорганізмами можуть співіснувати з нею, а й регулює взаємовідносини між ними. Таким чином, вітальні облігати виконують корисні функції, якщо докільля їх “терпить”, тобто швидше симбіотичні, ніж патогенні.

Що стосується терміну “паразит”, то його можна розглядати як синонім терміну “патоген” або “збудник хвороби” лише в контексті конкретного інфекційного захворювання, оскільки основою будь-якого інфекційного патологічного процесу є паразитизм, тобто здатність одного організму

задовольняти свої потреби в джерелах енергії за рахунок іншого, покладаючи на нього регуляцію своїх взаємовідносин (середовище другого порядку). Що стосується організмів (мікроорганізмів), які використовують рослини (інші організми) як середовище існування (середовище першого порядку), то вони мають відноситись виключно до паразитів.

На нашу думку, термін “патоген” доцільно використовувати стосовно мікроорганізмів, а термін “паразит” – щодо вищих квіткових рослин-паразитів, епіфітних рослин, лишайників, нематод тощо. При цьому термін “патоген” (фітопатоген), як збудник хвороби, слід використовувати виключно щодо інфекційних хвороб.

Висновки. Мікробіота насіння – складна саморегульовальна система, яка ґрунтується на міграції речовин і енергії. Будь-які зміни в організмі рослини-господаря під впливом тих або інших чинників неминуче віддзеркалюються на його взаєминах з аутомікробіотою, зумовлюючи порушення динамічної рівноваги між окремими групами мікроорганізмів, що може призвести, а часто і призводить, до розвитку патологічних процесів у рослин під час онтогенезу. Такі зміни спричинює хімічне протруювання насіння, яке нині є невід’ємною складовою в технології його зберігання та підготовки до сівби, і спрямоване на пригнічення та знищення патогенів. Проте слід зважати на те, що хімічні та біологічні пестициди пригнічують не лише розвиток патогенів, а й сапротрофів (грибів, бактерій), які лімітують збільшення чисельності патогенів.

Список літератури

1. Бельтюкова К. М. Методы изучения бактериальных болезней растений / [Бельтюкова К. М., Матишевская М. С., Куликовская М. Д., Сидоренко С. С.] – К. : Наук. думка, 1968. – 316 с.
2. Гвоздяк Р. І. Перспективні напрями дослідження фітопатогенних бактерій // Фітопатогенні бактерії. Фітонцидологія. Алелопатія: зб. статей / Р. І. Гвоздяк, – Житомир : ДАУ, 2005. – С. 3–8.

3. Гвоздяк Р. І. Ендофіти мікрофлори зерна пшениці та її взаємодія з фітопатогенними бактеріями / Гвоздяк Р. І. Кабашна Л. В., Пасічник Л. А., Макарчук Е. А. // Доповідь НАНУ. – 2001. – № 1. – С. 173–177.

4. Гвоздяк Р. І. Фітопатогенні бактерії насіння сосни звичайної / Гвоздяк Р.І. Розенфельд В. В., Ващенко Л. М. // Вісник державного агроекологічного ун-ту: зб. наук. пр. – Житомир : ДАУ, 2005. – № 2. – С. 156–162.

5. Егоров Н. С. Выделение микробов-антагонистов и биологических методов учета их антибиотической активности. Егоров Н. С. – М. : Изд-во МГУ, 1957. – 182 с.

6. Методы почвенной микробиологии и биохимии: Учебное пособие / [под ред. Д. Г. Звягинцева]. – М. : Изд-во. МГУ, 1991. – 304 с.

7. Определитель бактерий Берджи / [под ред. Дж. Хоулта, Н. Крича, П. Снита, Дж. Стейли и С. Уилльямса]. – М. : Мир, 1997 (изд. 9). – Т.1. – С. 1–430; Т. 2. – С. 437–800.

8. Розенфельд В. В. Вплив бактеріальної мікрофлори насіння сосни звичайної на його схожість і енергію проростання / В. В. Розенфельд // Наук. вісн. НЛТУ України: Зб. наук.-техн. пр. – Львів : НЛТУ, 2005. – Вип. 15.5. – С. 86–90.

9. Розенфельд В. В. Бактерії – збудники хвороб насіння сосни звичайної: // матеріали 55-ї наук.-техн. конф. [“Наукові основи підвищення продуктивності та біологічної стійкості лісових та урбанізованих екосистем”], (Львів, 19–21 трав. 2005 р.) В. В. Розенфельд. – Львів : НЛТУ, 2005. – С. 57–59.

10. Розенфельд В. В. Фітопатогенные бактерии семян сосны обыкновенной: // материалы научн.-практ. конф. [“Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений”], (Красноярск, 20–21 октября 2005 г.) / В. В. Розенфельд. – Красноярск : СибГТУ, 2005. – С. 93–96.

11. Розенфельд В. В. Мікрофлора насіння сосни звичайної / В. В. Розенфельд // Лісівництво і агролісомеліорація: зб. наук. пр. – Харків : УкрНДІЛГА, 2006. – Вип. 110. – С. 271–278.

12. Розенфельд В.В. Епіфітна і ендоефітна мікрофлора насіння сосни звичайної Київського Полісся: Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 06.03.01 “Лісові культури та фітомеліорація” / В.В. Розенфельд. – К., 2008. – 21 с.

13. Розенфельд В. В. Фітопатогенні властивості штамів, виділених із насіння сосни звичайної / В. В. Розенфельд, Л. М. Ващенко // Фітопатогенні бактерії. Фітонцидологія. Алелопатія: зб. статей. – Житомир : ДАУ, 2005. – С. 122–125.

14. Розенфельд В. В. Бактериозы семян сосны обыкновенной в Киевском Полесье: материалы научн.-практ. конф. [“Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений”], (Красноярск, 24–25 октября 2002 г.) / В. В. Розенфельд, А. Ф. Гойчук. – Красноярск : ООО "Поликом", 2002. – С. 56–57.

15. Andrews J. H. The ecology and biogeography of microorganisms on plant surfaces / J. H. Andrews, R. F. Harris et al. // Annu. Rev. Phytopathol. – 2000. – 38. – P. 145–180.

16. Ercolani G.L. Ps. Savastanoi and other Bacteria Colonizing the surface of oliva leaves in the field // J. Gen. Microbiol. – 1978. – 109, № 2. – P. 245–257.

*Из здоровых семян сосны обыкновенной в качестве аутомикрофлоры выделены действительные фитопатогенные (*Pseudomonas syringae*, *Pectobacterium carotovorum*, *Enterobacter nimipressuralis*); условно фитопатогенные (*Pseudomonas fluorescens*, *Paenibacillus polymyxa*, *Pantoea agglomerans*) и сапротрофные (*Bacillus subtilis*, *B. pumilus*) бактерии, а также грибы (роды *Mucor*, *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Acremonium*, *Torula*). Показано, что по видовому и количественному составу эпифитная микробиота семян сосны значительно преобладает над эндоефитной, что связано с регулирующей ролью растений. Гетерогенность каждого семени проявляется не только по видовому и количественному составу аутомикрофлоры, но и по соотношению между ними. Установлено, что аутомикрофлора семян представлена преимущественно сапротрофами, однако среди различных систематических и функциональных групп микроорганизмов аутомикрофлоры семян сосны выявлены в минорных*

количества бактерии, которые могут использовать для своего онтогенеза живые клетки. Акцентируется внимание на том, что лимитирующим фактором фитопатогенов являются сапротрофные бактерии, а также грибы. Предлагается несколько иной подход для определения специальных терминов.

Ключевые слова: семена сосны обыкновенной, аутомикрофлора, системное взаимодействие, фитопатоген, сапротрофы, антагонизм, антибактериальная активность, антигрибная активность, действительные фитопатогенные бактерии, условные (оппортунистические) фитопатогенные бактерии, эпифитные бактерии, эндофитные бактерии.

*From the healthy seed of pine-tree the usual as auto microflora is select actual phytopathogenic (*Pseudomonas syringae*, *Pectobacterium carotovorum*, *Enterobacter nimipressuralis*); conditionally phytopathogenic (*Pseudomonas fluorescens*, *Paenibacillus polymyxa*, *Pantoea agglomerans*) and saprotroph (*Bacillus subtilis*, *B. rumilus*) bacteria, and also mushrooms (species of *Mucor*, *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Acremonium*, *Torula*).*

On specific and quantitative composition the epiphytic microbiota of seeds Scots pine considerably prevails above endophytic microbiota it is rotined, that is related to the regulative role of plants. Heterogeneity of every seed shows up not only on specific and quantitative composition of automicroflora, but also on a between by them.

It is set that automicroflora seed presented mainly saprotrops, however among the different systematic and functional groups of microorganisms of automicroflora seeds Scots pine are in minimal amounts bacteria which can use living cages for the ontogenesis. Attention is accented on that the limiting factor of phytopathogens are saprotroph bacteria, and also mushrooms. Offered a few other approach for determination of the special terms.

Keywords: *seed of pine-tree usual, automicroflora, system interaction, phytopathogen, saprotroph, antagonism, antibacterial activity, antimushroom activity, actual phytopathogenic bacteria, conditional (opportunistic) phytopathogenic bacteria, epiphytic bacteria, endophytic bacteria.*