

УДК 504.73 : 630*232 : 582.632.2

ФІТОТОКСИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ ЗА ІНТРОДУКЦІЇ *FAGUS SYLVATICA* L. В УМОВИ ГОЛОСІЇВСЬКОГО ЛІСУ М. КИЄВА

А. Ліханов, к.б.н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Едифікатори широколистяних лісів, до яких належать дуб звичайний (*Quercus robur* L.), граб звичайний (*Carpinus betulus* L.) і бук лісовий (*Fagus sylvatica* L.), характеризуються високою й селективною алелопатичною дією [2; 3]. Ця властивість зумовлена виділеннями коренів, фітонцидами та складними композиціями вторинних метаболітів, що синтезуються у листках (танінів, конденсованих похідних катехінів, фенолів), які разом з опадом надходять до ґрунту [3; 10]. Фенольні сполуки хімічно трансформуються бактеріями та мікроміцетами ґрунту [4]. Деякі продукти біотрансформації перетворюються на токсичні сполуки [5; 9]. Це створює передумови для виникнення біоценотичних бар'єрів, які обмежують видовий склад фітоценозів. Втім існує стійке уявлення про те, що основним чинником стримування процесу формування синузії трав і чагарників у букових лісах є нестача світла, яка виникає внаслідок високої зімкненості крон [6]. На думку інших авторів, гальмування росту і розвитку трав'янистого покриву зумовлене рясним опадом і потужною підстилкою, мінералізація якої відбувається дуже повільно [8].

Постановка завдання. У зв'язку з важливістю вирішення окресленої проблеми основною метою наших досліджень було оцінювання та визначення ступеня впливу та характеру взаємодії екологічних чинників, які впливають на формування синузії трав у насадженнях бука лісового.

Об'єкти та методи досліджень. Дослідження проводили у букових насадженнях Голосіївського лісу м. Києва загальною площею 6,7 га [8]. Рослинність букових насаджень і дубово-грабового лісу вивчали на пробних ділянках площею 0,5 га. Загальну освітленість ґрунтового покриву вимірювали люксметром Ю-117. Ступінь зімкненості крон оцінювали у спеціалізованій програмі для обробки цифрових зображень AxioVision 4.7 Carl Zeiss. Кислотність ґрунту визначали за стандартною методикою [7]. Фітотоксичні властивості ґрунту вивчали методом біотестів за показниками гальмування росту тест-культур [5]. Зразки ґрунту букових насаджень і дубово-грабового лісу відбирали з верхнього шару (5-10 см) та завантажували у пластикові контейнери (300 x 200 x 150 мм). Як рослини-індикатори використовували крес-салат (*Lepidium sativum* L.), алтею лікарську (*Althaea officinalis* L.), котячу м'яту справжню (*Nepeta cataria* L.), редиску (*Raphanus sativus* var. *radicula* Pers.) сорту Червона з білим кінчиком. Насіння пророщували за умов однакового рівня освітленості (5000 Лк), стабільної температури (23-25 °С) та вологості повітря (близько 70 %). Ростові показники сходів вимірювали що 5 діб. Достовірність впливу досліджуваних чинників на тест-культури оцінювали методом однофакторного дисперсійного аналізу.

Виклад основного матеріалу. Для очевидної трансформації середовища едифікаторам потрібен достатній для цього час, певні екологічні та енергетичні ресурси. Отже, пошук нових продуцентів біологічно активних речовин доцільно проводити в умовах природних або штучно створених екосистем, в яких синекологічні зв'язки формуються протягом тривалого часу. Найбільш інформативними візуальними індикаторами характеру міжпопуляційних взаємодій у межах однієї або декількох екосистем є рослини, їх видовий склад і загальний фізіологічний стан. Досить цікавими в теоретичному і прикладному аспектах є екосистеми київських лісів, де 35 років тому було створено декілька експериментальних насаджень буку лісового. Штучно створені бучини майже мертвопокривні. Трав'янистий ярус представлений типовими для букових лісів видами. У нижніх ярусах трапляються поодинокі чагарники. На думку геоботаніків, основним чинником, що обмежує участь інших видів рослин у букових лісах, є уповільнена мінералізація підстилки [8] або нестача світла, яка виникає внаслідок значної (0,8-0,9) зімкнутості крон буків [6]. Проте за результатами наших вимірювань у деревостанах буку в Голосіївському лісі, зімкнутість крон складає 0,5-0,8 (рис. 1). Значне коливання (30%) показника можна пояснити випаданням окремих дерев із деревостану і створенням «вічок», через які світло проходить до ґрунтового покриву в достатній для сциофітів кількості. Інструментальна оцінка рівня освітленості нижнього біогеогеографічного досліджуваного деревостану ставить під сумнів ключову роль світла як лімітуючого фактора у формуванні трав'янистого покриву молодих бучин.

Влітку освітленість ґрунтового покриву на відкритих ділянках у безхмарний день складала 34-40 кЛк. У період активної вегетації дерев освітленість нижніх ярусів зменшувалася до 400-1100 Лк. За нашими даними, ці показники для штучно створеної бучини та дубово-грабового лісу майже повністю збігаються (рис. 2). Однак для останнього проективне покриття трав'янистого ярусу становить 0,7-0,8.

Іншим важливим інтегральним показником, який зумовлює стан екосистеми, є кислотність ґрунту. Дослідження показали, що для штучно створеної в Голосіївському лісі бучини характерні грубогумусні ґрунти – рН 4,5-4,8. Крім того, кислотність їх поверхневого шару залежала від експозиції схилу й товщини опаду. Динаміка зміни показника рН відповідала лінійній функції, яку описувало рівняння $y = 0,08x + 3,9214$.



Рис. 1. Деревостан *F. sylvatica*, інтродукованого в біоценоз дубово-грабового лісу (м. Київ): а – освітленість ґрунтового покриву в безхмарний літній день; б – ступінь середньої (0,65) зімкнутості крон.

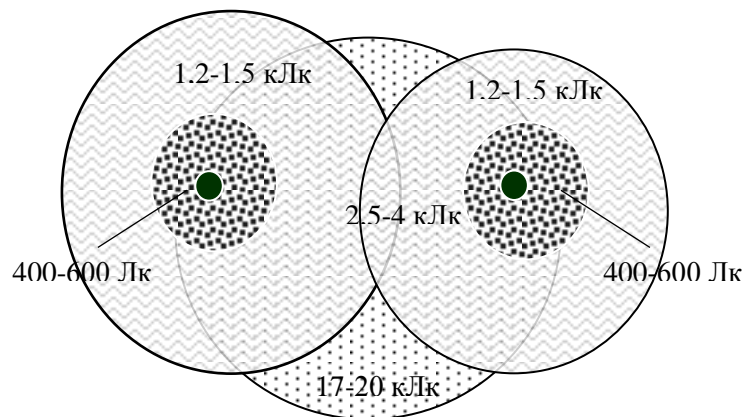


Рис. 2. Схема розподілу світла під покривом крони *F. sylvatica* в штучних насадженнях Голосіївського лісу м. Києва.

На екотонах досліджуваних нами фагетальних і кверцетальних ценозів загальна кількість трав'янистих видів рослин, чагарників і дерев збільшувалася у 4-6 разів. Проекційне покриття трав складало від 0,5 до 0,8.

Видовий склад містив характерні для фагетального комплексу види тіньовитривалих і тіньолюбних трав, серед яких домінували *Impatiens noli-tangere* L., *Asarum europaeum* L., *Galium odoratum* (L.) Scop. Дослідження стану кореневих систем трав і дерев, що ростуть в умовах штучно створеної бучини, показало, що корені більшості рослин не заглиблюються глибоко у ґрунт. Рослини віком 10-12 років заввишки ледь сягають 60-70 см. Їх коренева система зазвичай поверхнева і фіксується у лісовій підстилці. Корені клена гостролистого (*Acer platanoides* L.) і бруслини європейської (*Euonymus europaea* L.), що проникають у ґрунт, зазвичай відмирають через некротизацію апікальних меристем. Враховуючи, що клен гостролистий тіньовитривала порода, яку задовольняє 1/48 повного освітлення [1], основна причина пригнічення цього виду в умовах букових насаджень, де освітлення, за нашими даними, складає 1/20 – 1/40 від повного, ймовірно полягає в іншому.

Для вивчення природи цього явища проведено серію вегетаційних експериментів, у яких насіння рослин-індикаторів сіяли в контейнери з ґрунтом,

відібраним у дубово-грабовому лісі та в букових насадженнях. Результати досліджень показали, що ростові процеси проростків усіх без винятку рослин-індикаторів на ґрунті букових насаджень пригнічувалися у 2-3 рази (рис. 3). Загальна площа асиміляційної поверхні проростків алтеї лікарської і котячої м'яти була достовірно меншою у 3-4 та 5-7 раз відповідно (рис. 4). Отож, у ґрунті є фактори, потенційно спроможні гальмувати проростання насіння та пригнічувати ріст рослин, що можна пояснити наявністю в його складі біологічно активних речовин. Такими діючими агентами можуть бути вторинні метаболіти рослин, продукти розкладання рослинних решток, високотоксичні екстраліти мікроміцетів, антибіотики, які виділяють актиноміцети і бактерії та ін.

Розуміння механізмів пригнічення росту трав в умовах штучно створених бучин ускладнюється емерджентними властивостями системи ґрунту, що виникають внаслідок складної взаємодії його компонентів, однак у процесі мікробіологічних досліджень едафотопу нами було виділено гриби роду *Penicillium*, екстраліти яких містили токсичні речовини, у тому числі гризеофульвін та його деривати. Гризеофульвін впливає на проліферацію клітин, зв'язується з білками цитоскелету, порушує процес мітозу, спричинює утворення поліядерних клітин (синцитіїв), анеуплоїдію та інші функціональні порушення апікальних меристем. Наслідком таких порушень є призупинення росту коренів, потовщення зони розтягнення клітин і некротизація апікальних меристем.

Висновки

1. У результаті інтродукції буку лісового в біогеоценоз дубово-грабового лісу м. Києва протягом 30-40 років утворилися мертвопокровні бучини, зімкнутість крон яких складає 0,5-0,8. Проективне покриття в синузії трав не перевищує 0,01-0,1. Кількість видів рослин, які увійшли до фагетального комплексу, зменшилася в 10-15 разів порівняно з дубово-грабовим лісом, який його оточує.

2. У досліджених нами букових насадженнях до моменту повної зімкнутості крон основним лімітуючим фактором, який пригнічує ріст і розвиток рослин, спричинює елімінацію нестійких видів, є компоненти мікоценозу (передусім представники роду *Penicillium*), які в умовах затінення на кислих ґрунтах швидко розвиваються, трансформують продукти вторинного метаболізму листового опаду й синтезують надзвичайно токсичні для інших рослин і мікроорганізмів сполуки.

3. Для формування стійких і продуктивних біоценозів за інтродукції бука лісового необхідно розглядати деревні рослини як складну систему з комплексом грибів і мікроорганізмів, що забезпечують стабільні хімічні та енергетичні взаємодії, з травами та чагарниками, які через трофічні ланцюги та консортивні зв'язки у свою чергу збільшують видове розмаїття тварин, контролюють і стабілізують життєдіяльність мікробо- та мікоценозів.

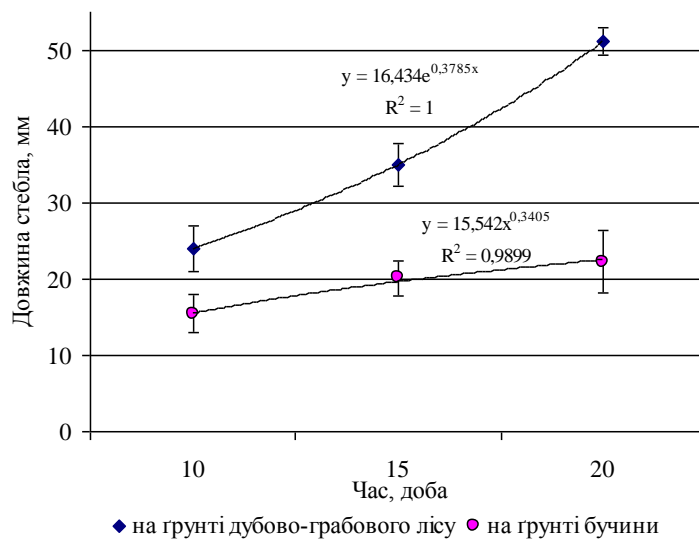


Рис. 3. Динаміка росту проростків крес-салату (*Lepidium sativum*) на ґрунтах із різними едіфікаторами.

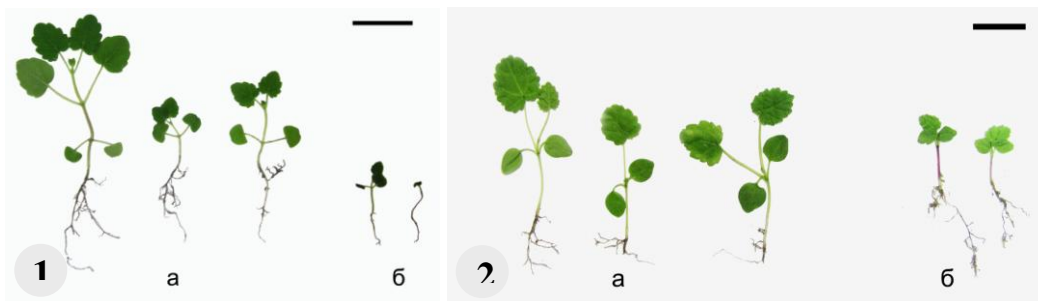


Рис. 4. Проростки котячої м'яти справжньої (1) та алтеї лікарської (2) на 15-ту добу вирощування у контейнерах із ґрунтами дубово-грабового лісу (а) та букових насаджень (б) в умовах клімат-контролю (лінійка – 20 мм).

Бібліографічний список

1. Глухов А.З. Екологія рослин : учеб. пособие / А.З.Глухов, Д.Я.Зацепина. – Донецк : Изд-во ДонНУ, 2004. – С. 16-31.
2. Баранецкий Г.Г. Химическое взаимодействие древесных растений / Г.Г.Баранецкий. – Л. : Свит, 1990. – 160 с.

3. Баранецький Г.Г. Хімічний склад екзометаболітів бука лісового та ялиці білої / Г.Г. Баранецький, Р.М.Гречаник // Наук. вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. пр. – Львів : УкрДЛТУ, 1999. – Вип. 9, 8. – С. 9-11.
4. Билай В.И. Токсинообразующие микроскопические грибы и вызываемые ими заболевания человека и животных / В.И. Билай, Н.М. Пидопличко. – К. : Наук. думка, 1970.
5. Гродзінський А.М. Основи хімічної взаємодії рослин / А.М.Гродзінський. – К. : Наук. думка, 1973. – 205 с.
6. Корінько О.М. Порівняльний аналіз природних та інтродукційних популяцій бука лісового *Fagus sylvatica* L. на східній межі ареалу виду / О.М.Корінько // Інтродукція рослин. – 2000. – № 3-4. – С. 49-53.
7. Федорова Г.В. Практикум з біогеохімії для екологів : навч. посіб. / Г.В.Федорова. – К. : КНТ, 2007. – С. 153-162.
8. Якубенко Б.Є. Флора і рослинність Голосіївського лісу та прилеглих територій. Екологія Голосіївського лісу : монографія / Б.Є.Якубенко, І.М.Григора. – К. : Фенікс, 2007. – С. 21-35.
9. Keromnes J. Role of Penicillic Acid in the cytotoxicity of *Penicillium cyclopium* and *Penicillium canescens* to the Germination of corn seeds / J.Keromnes, D.Thouvenot // Applied and environmental microbiology. – 1985. – Vol. 49, N 3. – P. 660-663.
10. Mattner S. The Impact of pathogens on plant interference and allelopathy / S.Mattner // Allelochemicals: Biological Control of Plant Pathogens and Diseases Springer. – 2006. – Vol. 2. – P. 84-101.

Ліханов А. Фітотоксичні властивості ґрунту за інтродукції *Fagus Sylvatica* L. в умови Голосіївського лісу м. Києва

Наведена оцінка інтродукції бука лісового в умови київського дубово-грабового лісу. Проведено аналіз ступеня зімкнутості крон і вивчені умови освітленості ґрунтового покриву в букових насадженнях. Показано, що до повного зімкнення крон основним чинником, що обмежує формування трав'янистого ярусу в мертвопокровних букових насадженнях, є ґрунтові мікроміцети, які виділяють фітотоксичні речовини.

Ключові слова: бук лісовий, освітленість, ґрунт, мікроміцети, фітотоксичність.

Likhanov A. Phytotoxic properties of soils in the process of *Fagus Sylvatica* L. introduction in conditions of holosiyevskiy forest environment of Kiev

The estimation of the beech forest introduction in Kiev oak-hornbeam forests is given. The analysis of the crown density degree is made and the lighting conditions of the soil cover in the beech forests are given. It is shown that to the complete closure of tree crowns the main limiting factor, which limits herbaceous layer formation in dead-coating beech forests, is soil micromycetes, which produce phytotoxic substances.

Key words: beech forest, light, soil, micromycetes, phytotoxicity.

Лиханов А. Фітотоксичні властивості ґрунту при інтродукції *Fagus Sylvatica* L. в умовах Голосіївського лісу г. Києва

Дана оцінка інтродукції бука лісового в умови київського дубово-грабового лісу. Проведено аналіз ступеня зімкнутості крон і вивчені умови освітленості ґрунтового покриву в букових насадженнях. Показано, що до повного зімкнення крон основним чинником, що обмежує формування трав'янистого ярусу в мертвопокровних букових насадженнях, є ґрунтові мікроміцети, які виділяють фітотоксичні речовини.

освещенности почвенного покрова в буковых насаждениях. Показано, что до полного смыкания крон основным фактором, ограничивающим формирование травянистого яруса в мертвопокровных буковых насаждениях, являются почвенные микромицеты, выделяющие фитотоксические вещества.

Ключевые слова: бук лесной, освещенность, почва, микромицеты, фитотоксичность.