

## МІКОЛОГІЧНІ ПОШКОДЖЕННЯ ДЕРЕВНИХ КОНСТРУКЦІЙ В БУДІВНИЦТВІ

Т.І.Кривомаз, А.Р.Перебинос

*Київський національний університет будівництва та архітектури,  
м. Київ*

### Вступ

Велика кількість грибів здатні завдавати пряму та опосередковану шкоду деревним конструкціям та спорудам, внутрішньому середовищу приміщень та людям, які в них знаходяться. Для боротьби з грибними агентами, асоційованих з діловою деревиною використовують фунгіциди, які також можуть завдавати шкоду довкіллю та здоров'ю населення. Таким чином, дослідження грибів, асоційованих з деревиною, що використовується в будівництві є одним з важливих напрямків екобезпеки. Розробка детальної класифікації пошкоджень деревини сприятиме визначенню мікологічних об'єктів та підвищенню точності підбору методів їх знешкодження та захисту деревних конструкцій.

**Мета дослідження.** Систематизація даних про мікологічні агенти, що викликають пошкодження деревних конструкцій в будівництві та створення класифікації за типами шкідливого впливу грибів

### Результати та обговорення

Гриби є постійними, нерідко небезпечними та агресивними супутниками людства, що істотно впливають на людину та її виробничу діяльність [1]. Велика кількість мікроскопічних грибів (мікроміцетів) здатна синтезувати мікотоксини та інші отрути, які шкідливо впливають на здоров'я людей, зумовлюють погіршення фізіологічного стану та знижують стійкість організму проти захворювань. Крім того, гриби є основними біотичними чинниками, які спричиняють пошкодження будівельних матеріалів [1]. Оселяючись на дерев'яних конструкціях або будівельних матеріалах, гриби зумовлюють їх пошкодження, чим спричиняють істотні економічні збитки. Перша стадія пошкодження деревини відбувається за участю представників відділу Ascomycotata групи анаморфних грибів, які використовують легкодоступні компоненти деревини: резервні вуглеводи та інші сполуки. Ці гриби руйнують внутрішній вміст клітин, істотно не впливаючи на структуру клітинних стінок, тобто не розкладають лігніноцелюлозні комплекси, що форму-

ють основну масу деревини. Мікотичні агенти первинної деструкції – це переважно деревозабарвлені гриби, які живляться вмістом відмерлих клітин заболоні, головним чином, багатих на поживні речовини клітин паренхіми серцевинних променів. Спочатку відбувається зміна забарвлення деревини в сірувато-синій та коричневий колір під впливом представників родів *Ceratocystis*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Aureobasidium* [2]. Заселення деревини деревозабарвленими грибами може відбуватись за температури від 5 до 30°C і вологості понад 22%. Зазвичай розвиток грибів триває поки деревина зберігає природну вологість. Після її висихання життєдіяльність грибів майже повністю припиняється. Друга стадія пошкодження деревини здійснюється, головним чином, за участю трутовиків та інших ксилотрофів, які здатні руйнувати важкодоступні полімери – лігнін і целюлозу. Ці гриби є збудниками бурої та білої гнилизни. Заключний, третій етап деструкції деревини триває десятки років. В ньому приймають участь як ксилотрофи, так і сапротрофи. Загалом на швидкість розкладання деревини впливають різноманітні чинники: вид деревини, її положення в конструкції, температура, вологість, тощо.

Деревина переважно складається з целюлози, яка формує структурну основу оболонки деревних клітин і утворює комплекси з інкрустувальними речовинами: геміцелюлозами, пектинами та лігніном. До складу деревини також входять таніни (або дубильні речовини), смоли, воски та невелика кількість білків. Здатність розкласти різноманітні речовини обумовлена синтезом в грибних клітинах широкого набору ферментів: глікозид гідролаз, ліаз, естераз та інших ферментів [1].

**Целюлозодеструктори.** Тканини деревини на 40-44% за масою складаються з целюлози (60% міститься у хвойних породах та 40% - в листяних), а вміст її в луб'яних волокнах становить 60-85%. Здатність розкласти целюлозу притаманна дереворуйнівним базидіомікотовим грибам, які синтезують весь комплекс целюлолітичних ферментів [3], а також деяким представникам аскомікотових та анаморфних грибів. Важливу роль в розщепленні целюлози відіграють мікроміцети із родів *Fusarium* і *Chaetomium*, а також деякі види родів *Stachybotrys*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Myrothecium* [4]. Гриби, які розкладають переважно целюлозу, зумовлюють розвиток бурої гнилизни деревини.

**Геміцелюлозодеструктори.** До групи геміцелюлоз входить майже третина всіх вуглеводів у тканинах деревних рослин. В деревині вміст геміцелюлоз та лігніну (високомолекулярного полімеру не полісахаридної природи) становить від 5 до 30% сухої маси. У грибів роду *Aspergillus* є велика кількість ферментів, що беруть участь в деградації гемі-

целюлоз, наприклад, *A. niger* здатний синтезувати 188 ферментів, що активно розщеплюють вуглеводи[5].

**Лігнінодеструктори.**В дерев'яних тканинах міститься від 18 до 35% лігніну. Найбільше лігніну містить деревина хвойних порід (до 35%), а в деревині листяних порід частка лігніну становить 20-25% [2]. Специфічна деградація лігніну відбувається за участю лігнінодеструктора *Phanerochaete chrysosporium* [1]. Найактивніші групи грибів, які розкладають лігнін, належать до дереворуйнівних представників базидіомікозових, які зумовлюють розвиток білої гнилизни.

**Пектинодеструктори.**Пектини в деревині зазвичай наявні в меншій кількості: в перерахунку на сиру масу матеріалу їх вміст досягає 0,5-4,0%. Велика кількість пектинолітичних ферментів виявлено у грибів *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Chondrostereum purpureum*, *Rhizopusoryzae* [6].

**Танінодеструктори.** Концентрація танінів дуже різниться у різних видів деревних порід і може досягати до 40% у перерахунку на суху масу. Таніни, як і лігнін та інші поліфеноли, стійкі до біологічного розкладання. Однак низка грибів, які спричиняють розвиток білої гнилизни (наприклад, *Sporotrichum pruinosum*, *Ceriporiopsis subvermispora*, *Cyathostercus*, *Coriopsis gallica*), здатні розкласти дубильні речовини. Крім того біодеградація танінів може здійснюватись представниками родів *Aspergillus*, *Fusarium*, *Cylindrocarpon*, *Gliocladium*, *Endothia*, *Calvatia*, *Penicillium*, *Trichoderma*[7].

**Ліпідодеструктори.** До деструкторів ліпідів та ліпідоподібних речовин належать гриби здатні синтезувати ліпази та інші ліполітичні ферменти: *Mucor lipolyticus*, *Rhizopus nigricans*, *Aspergillus niger*, *Penicillium verrucosum*, *P. roquefortii*[2]. За способом завдання шкоди деревним конструкціям та людям, які знаходяться в побудованих приміщеннях, гриби класифікують як дереворуйнівні, деревофарбуючі та токсикогенні.

**Дереворуйнівні.** Збудники білої гнилизни (корозійний розклад) надають перевагу деревині листяних порід, а руйнування деревини хвойних здійснюється переважно за участю грибів-збудників бурої гнилизни (деструктивний розклад). Збудники бурої гнилизни (*Coniophora* spp., *Fomitopsis pinicola*, *Phaeolus schweinitzii*, *Laetiporus sulphureus*, *Fistulina hepatica* ін.) [1] перетворюють деревину на червонувато-коричневу масу, руйнуючи, головним чином, її целюлозний та геміцелюлозний компонент. Особливо небезпечним для житлових будівель та дерев'яних конструкцій є справжній домашній гриб *Serpulacrymans* (родина Coniophogaceae, порядок Boletales, відділ Basidiomycota). За відповідних умов цей гриб може повністю зруйнувати

дерев'яну споруду. Найінтенсивніше гниття деревини відбувається за вологості повітря 90-95% і температури 18-23°C[2]. Збудники білої гнилизни (*Trametes versicolor*, *T. hirsuta*, *Phlebiaradiata*, *Ph. brevispora*, *Pycnoporussanguineus*, *Daedaliaflavida*, *Heterobasidionannosum*, *Pleurotusostereatus*, *Fomesfomentarius*, *F. fasciatus*, *Loweporuslividus* та ін.) руйнують деревину, перетворюючи її на білу масу, впливаючи в першу чергу на лігнін [8]. В групу збудників м'якої гнилизни виділяють гриби, які здатні однаковою мірою розкласти і лігнін, і целюлозу: *Pleurotusostereatus*, *Ganodermalipsiense*, *Bjerkanderaadusta*, *Armillariamelea*.

**Деревозабарлювані.** Особливості забарвлення деревини залежать від виду гриба, глибини проникнення міцелію, кількості та кольору пігменту та тривалості впливу. Деревозабарлювані гриби зумовлюють різноманітне за розташуванням, малюнком, кольором та інтенсивністю патологічне фарбування деревини, яке зазвичай проявляється у вигляді кольорових смуг або плям, рідше у вигляді суцільного забарвлення. Зазвичай це не має помітного впливу на фізико-механічні властивості деревини, однак внаслідок тривалою дії деякі гриби частково розкладають молекули геміцелюлоз та збільшують проникність клітинних стінок внаслідок перфорації їх своїми гіфами.

**Токсикогенні.** Мікотоксини – отруйні низькомолекулярні речовини, що продукуються мікроскопічними грибами і проявляють свою дію у відносно невеликих концентраціях. Деякі мікотоксини індукують генетичні порушення та процеси канцерогенезу, інші зумовлюють тератогенний, ембріотоксичний, дисбактеріозний, алергенний, дерматонекротичний ефекти [1]. Найпоширенішими і найтоксичнішими мікотоксинами є афлатоксини, цитринін, ерготоксин, фумонізиди, охратоксини, патулін, трихотецени, зеараленон. Мікотоксини найчастіше синтезують анаморфні гриби із родів фузаріум (*Fusarium*), аспергіл (*Aspergillus*), міротеціум (*Myrothecium*), стахіботрис (*Stachybotrys*), триходерма (*Trichoderma*), трихотеціум (*Trichothecium*), пеніцил (*Penicillium*).

## Висновки

1. Мікотичне руйнування ділової деревини залежить від наявності у грибів ензимів, у відповідності з цим виділено целюлозодеструктори, геміцелюлозодеструктори, лігнінодеструктори, пектинодеструктори, таліпідоструктори. 2. Деструкція деревини грибами відбувається в три етапи, з яких найбільшу увагу в будівництві слід приділяти першій стадії пошкодження з огляду на можливість своєчасного прийняття запобіжних мір захисту деревоконструкцій. 3. Шкідливий вплив грибів на деревні конструкції, середовище та людину обумовлений їх дерево-

руйнівними, деревофарбуючими та токсикогенними властивостями мікологічних агентів, що має велике значення для будівельної галузі та екобезпеки.4. Рекомендовано проведення екомоніторингу наявності грибів в будівельних конструкціях та підтримання умов, що запобігають розвитку мікотичних деструкторів деревини.

### Summary

**There were generalized and systematized data on biological agents that cause damage to wooden structures in construction and wood steps of mikodestruction. According to types of harmful effects there were marked fungi categories, and their classification there were offered.**

### Література

1. Екологія грибів. Г.Л. Антоняк, З.І. Калинець-Мамчур, І.О. Дудка, Н.О. Бабич, Н.С. Панас. – Львів, 2013. – 628 с.
2. Schmidt O. Wood and Tree Fungi: Biology, Damage, Protection, and Use. Berlin: Springer, 2006. – 334 p.
3. Baldrian P., Valášková V. Degradation of cellulose by basidiomycetous fungi // FEMS Microbiol Rev. – 2008. – Vol. 32, N.3. – P. 501-521.
4. Lee C.K., Darah I., Ibrahim C.O. Production and optimization of cellulase enzyme using *Aspergillusniger* USM AI 1 and comparison with *Trichoderma reesei* via solid state fermentation system // Biotechnol. Res. Int. – 2011. – Vol. 658493. – P. 2090-3138.
5. Pel H.J., de Winde J.H., Archer D.B. et al. Genome sequencing and analysis of the versatile cell factory *Aspergillusniger* CBS 513.88 // Nat. Biotechnol. – 2007. – Vol. 25, N 2. – P. 221-231.
6. Mertens J.A., Bowman M.J. Expression and characterization of fifteen *Rhizopusoryzae* 99-880 polygalacturonase enzymes in *Pichiapastoris* // Curr. Microbiol. - 2011. – Vol. 62, N 4. – P. 1173-1178.
7. Yagüe S., Terrón M.C., González T. et al. Biotreatment of tannin-rich beer-factory wastewater with white-rot basidiomycete *Coriopsisgallica* monitored by pyrolysis/gas chromatography/mass spectrometry // Rapid Commun Mass Spectrom. – 2000. – Vol. 14, N 10. – P. 905-910.
8. Lundell T.K., Mäkelä M.R., Hilden K. Lignin-modifying enzymes in filamentous basidiomycetes - ecological, functional and phylogenetic review // Microbiol. – 2010. – Vol. 50, N 1. – P. 5-20.