

З.С. Сірко<sup>1</sup>, В.В. Ващенко<sup>1</sup>, О.С. Протасов<sup>1</sup>,  
О.П. Бондаренко<sup>2</sup>, Ю.В. Цапко<sup>1</sup>, О.Ю. Цапко<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Український державний науково-дослідний інститут “Ресурс”, Україна

<sup>2</sup>Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

## БІОЗАХИСНЕ ОБРОБЛЕННЯ ДЕРЕВИНИ

**Анотація.** У статті зазначено, що із деревини твердих листяних порід найбільшому негативному впливу мікроорганізмів піддається деревина бука, особливо в теплий період року. Ця деревина є цінною породою, із якої виготовляють деталі та вироби у будівельній індустрії. Тому дуже важливо зберегти її протягом тривалого часу за допомогою оброблення її біозахисними засобами.

**Ключові слова:** деревина бука, біозахисне оброблення, біозахисні засоби, метод визначення біостійкості, втрата маси, ефективність оброблення.

### Постановка проблеми

У народному господарстві України, зокрема на підприємствах державного резерву, поряд із металом, залізобетоном широке розповсюдження знаходить деревина. Дякуючи своїм високим фізико-механічним показникам, деревина має високі тепло-, звуко- та електроізоляційні властивості, може без руйнувань поглинати удари внаслідок пружності, гасити вібрацію. Заготовки із деревини добре склеюються та обробляються інструментами [1-3]. Разом з тим, деревина може бути суттєво пошкодженою у результаті дії на неї сонячних променів, дощу, снігу, шкідників, вологи та морозу. Все це негативно позначається на зовнішньому вигляді та стійкості дерев'яних конструкцій (адміністративних будівель, виробничих та складських приміщень тощо). Збереження деревини на відкритому повітрі особливо актуально для клімату з великими перепадами температури та вологості. Як уже зазначено одним із основних противників деревини є волога. Її скупчення призводить до загнивання дерева та його подальшого руйнування. Крім того, вологе середовище є ідеальним притулком для всякого роду мікроорганізмів, які спричиняють грибкове ураження та появу цвілі. Повітря, ультрафіолетові промені сонячного випромінювання та вологість здійснюють великий вплив на деревину. Діють вони повільніше, ніж різного роду мікроорганізми, але впливають на тривалий процес окислення деревини та зміну її хімічного складу. При цьому лігнін, як найменш стійка частина деревини, руйнується набагато швидше целюлози. Більш інтенсивно деревину руйнують мікроорганізми – бактерії та гриби, особливо це стосується зрубленої деревини. Гриби знаходять у деревині наступні поживні

речовини: в стінках клітин – дуже багато вуглецевих сполук, таких як крохмаль, цукор та жири, в протоплазмі клітин – сполуки азоту, фосфорної кислоти та сірки, а також сполуки калію, кальцію й магнію [4]. У твердих листяних породах розчинних вуглеводів більше у кореневій та комлевій частині дерева, тому після зрізання дерева нижні його частини представляють виключно привабливе середовище для розвитку грибкових організмів. Із твердих листяних порід найбільшому негативному впливу мікроорганізмів піддається деревина бука, особливо в теплий період року. Тому, для того, щоб зберегти неушкодженою під час зберігання деревину бука, необхідно її обробляти біозахисними засобами [5].

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

В роботі [6] вивчався потенціал перетворення біологічних залишків промислового виробництва грибів і томатів у більш цінні хімічні речовини з протигрибковими властивостями за допомогою гідротермального зрідження (HTL). Рідкі фракції отримували з HTL відпрацьованого субстрату *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach і *Pleurotus ostreatus* P. kumm., рекомпостованого відпрацьованого субстрату *Agaricus bisporus* і залишків томатів. Кількісний аналіз ЯМР-спектроскопії показав, що HTL рідини всіх залишків містять протигрибкові компоненти, такі як феноли та органічні кислоти. Рідини HTL у розведенні 10% були здатні інгібувати грибки більш ніж на 80%. Цікаво, що гриб *P. ostreatus* продемонстрував толерантність до цих компонентів, оскільки його зростання сприяло найнижчій концентрації з усіх рідин HTL. Рідини HTL мали нижчу екотоксичність, ніж комерційний консервант для деревини. Ці результати свідчать про те, що перевірені залишки можуть бути

перспективним джерелом хімічних консервантів для деревообробної промисловості.

В роботі [7] зазначено, що у деревообробній промисловості знайшли застосування звичайні хімічні консерванти на основі сполук міді й бору, однак вони не є ідеальними для захисту музичних інструментів і можуть негативно вплинути на здоров'я та безпеку музикантів при прямому контакті рота. Небіотичні консерванти, такі як рослинні олії, привернули велику увагу. Було виявлено, що олії насіння льону та чайного дерева мають сильну антибактеріальну дію, знижуючи рівень виживання *Streptococcus mutans*, бактерії, яка зазвичай зустрічається в слині людини, до рівня нижче 1%. Просочення деревини рослинними оліями та меланіном значно підвищило антибактеріальний ефект у порівнянні з ефектом лише олії. Задовільний протигрибковий ефект також був досягнутий через 2 тижні, про що свідчить зниження (<10%) рівня виживання *Chaetomium globosum* на радіальній поздовжній поверхні деревини. Крім того, зразки обробленої деревини поглинали менше води, ніж необроблена деревина, і зберігали свої розміри за різних умов вологості, підкреслюючи потенціал цього підходу для захисту деревини.

В роботі [8] проведений аналіз результатів показує, що максимальна втрата маси при біодеградації необроблених зразків деревини становила від 7,6% до 16%, а втрата маси зразків терміномодифікованої деревини, обробленої антисептичною водою, не перевищувала 3%, репелент становив менше 2%. Встановлено, що захист при обробці термомодифікованої деревини восковою олією та лазуром підвищується порівняно з необробленою більш ніж у 4 рази за показниками біодеградації, а при обробці термонемодифікованої деревини – більше ніж у 8 разів. Примітно, що наявність воскової олії та лазуру призводить до закупорювання поверхні деревини, що перешкоджає проникненню вологи та мікроорганізмів. Тому інтенсивність розвитку дереворуйнівних грибів на поверхні різних зразків різна. На основі експериментальних даних і рівнянь моделювання виведено динаміку мікробної популяції в об'ємі матеріалу та функцію збільшення кількості загиблених організмів. Зокрема, на поверхні зразка створено полімерну оболонку, яка значно зменшила проникнення мікроорганізмів у деревину, а втрати деревної маси при біодеградації не перевищували 2,5%. Додаткове нанесення захисних речовин на поверхню підвищує рівень захисту необробленої деревини сосни на 72%, термомодифікованої при 190°C – на 25%, при 220°C – на 37%. Подібні результати отримані для деревини граба – 60%, 37% і 28%, для дуба – 50%, 37% і 37% відповідно.

Метою роботи [9] було оцінення ефективності диспергованих у воді нанокapsул лігніну з подвійною оболонкою, що інкапсулюють фунгіцид пропіконазол, як стійкого консерванта деревини. Систему було перевірено на її біоцидну ефективність проти розпаду бурі гнилі *Gloeophyllum trabeum* у лісі південної жовтої сосни з використанням обробки зануренням і тиском. Консервант успішно проникав у дерев'яний блок під час обробки під тиском, і після 3 місяців інкубації в ґрунтовій баночці лише дерев'яні блоки, оброблені під тиском системою нанокapsул із подвійною оболонкою пропіконазолу, або звичайним зовнішнім консервантом для деревини, хромованим арсенатом міді (CCA), показали меншу втрату маси ( $19,95 \pm 2,05$  і  $16,40 \pm 3,80\%$  відповідно), порівняно з контролем ( $41,58 \pm 9,51\%$ ). Нанокapsула лігніну з подвійною оболонкою продемонструвала активність гасіння радикалів проти DPPH  $75,9 \pm 4,2\%$ , і це могло сприяти підвищенню протигрибкової активності системи нанокapsули лігніну з подвійною оболонкою – пропіконазол.

Метою дослідження [10] є порівняння ефективності хімікатів на біологічній основі, які потенційно можуть бути використані для захисту деревини, з комерційно доступними консервантами, щоб дослідити їх фіксацію на деревині та їх екотоксичність, а також кількісно визначити потенційно токсичні елементи, що вимиваються з деревини. Піролізні дистиляти деревної кори, органічні кислоти, знайдені в дистилятах, екстракт таніну Colatan GT10 і рідина для замочування колод як залишок технологічного процесу облицювання листяної деревини були протестовані та порівняні з комерційною сосною олією та консервантом для деревини на основі міді. У тесті на гниття деревини просочених зразків заболоної сосни екстракт Colatan GT10 виконував такі ж результати, як комерційні консерванти деревини. Те саме випробування розпаду з вилуженими зразками значно знизило ефективність хімікатів на біологічній основі. Результати тесту на екотоксичність із застосуванням фотолюмінесцентних бактерій *Aliivibrio fischeri* показали, що багато біохімічних речовин, які потенційно можуть використовуватися для захисту деревини, мають помітно нижчу екотоксичність, ніж комерційно доступні консерванти для деревини, але екотоксичність деяких біохімічних речовин вища, як у випадку з деякими піролізних дистилятів. Ефективність збереження деревини та екотоксичність досліджуваних хімічних речовин мали слабкий зв'язок, що означає роль інших факторів, окрім токсичності засобу для обробки, у стримуванні росту грибів на обробленій деревині.

Деградація деревини, викликана грибами та комахами, є основною проблемою для

промисловості каучукової деревини [11]. Це дослідження оцінювало потенціал використання піролізних рідин (деревного оцту) з *Dyera costulata* як природного біоциду проти термітів. У лабораторних умовах спостерігали рівень зараження *Coptotermes curvignathus* на зразках фільтрувального паперу, оброблених 0,5%, 1,0%, 5,0% і 10,0% деревного оцту *Dyera costulata*. Зразки фільтрувального паперу, оброблені 10% деревним оцтом *Dyera costulata*, мали найвищу стійкість проти атаки *Coptotermes curvignathus*, з найменшою відносною втратою маси, за якими в порядку ранжування йшли обробки 5% і 1%. Результати випробувань деревини *Nevea brasiliensis*, обробленої деревним оцтом, також показали подібну тенденцію. Результати свідчать про те, що деревний оцет *Dyera costulata* діє як консервант деревини проти термітів, якщо використовується належна концентрація.

У сучасній лісовій промисловості зростає потреба в біологічних, відновлюваних і екологічно безпечних консервантах для деревини. У світі щорічно заготовляється приблизно 1700 мільйонів м<sup>3</sup> деревини для використання в різноманітних цілях. На жаль, під впливом вологи дерев'яні вироби піддаються високому ризику гниття грибками, що руйнують деревину. Консерванти використовуються для запобігання або обмеження гниття, і зростає інтерес до розробки консервантів для деревини з відновлюваних матеріалів.

### Мета роботи

Визначити біостійкість деревини бука після оброблення її біозахисними засобами.

### Виклад основного матеріалу

Для проведення досліджень виготовили спеціальний ящик із деревини сосни із внутрішніми розмірами 450х450 мм та висотою стінок 100 мм. Зверху ящик щільно закривали кришкою висотою 50 мм. Ящик розділили на дві секції за допомогою скляної перегородки. Обидві секції заповнювали ґрунтом. Ґрунт брали із верхнього шару перегною змішаного лісу глибиною до 30 мм та просіювали через сито з діаметром отворів 3...4 мм для видалення крупних рослинних залишків. В ґрунт додавали тирсу змішаних переважно м'яких листяних порід з подрібненою деревиною із суцільною гнилизною у співвідношенні відповідно 70 до 30% в кількості 20...25% до об'єму ґрунту та ретельно перемішували таким чином, щоб тирса з подрібненою деревиною рівномірно розподілилася за об'ємом ґрунту (рис. 1). Перед заповненням ґрунтом на дно та бокові стінки ящика стелили поліетиленову плівку.

В одну із секцій розміщували необроблені зразки деревини бука, а в іншу – зразки, просочені

біозахисним засобом на основі хлорокису міді, купоросу нікелю, кальцінованої соди [12-14].



Рис. 1. Ящик з ґрунтом для дослідження біозахисних властивостей деревини бука.

Зразки деревини бука розміром 50х50 мм, висушені до вологості 10...12%, розміщували в середній шар ґрунту. Ґрунт із зразками зволожували водою до вологості 40...45%. Через 10...15 діб вологість ґрунту контролювали за допомогою вологоміра марки ВИД-6М, проградуйованого для вимірювання вологості даного ґрунту. Вимірювання вологості за допомогою вологоміра – трудомісткий процес, зв'язаний з періодичним зважуванням ящика з ґрунтом та при зменшенні ваги додатково зволожували до вологості 40...45%. Процес визначення біостійкості тривалий (за НТД 60 діб) і це зумовлює велику періодичність зважування та зволоження. Авторами статті запропонований пристрій для контролю фізичних характеристик ґрунту і зокрема його вологості [15]. Пристрій (рис. 2) складається із ящика, в якому розміщений ґрунт із зразками деревини, датчика вологості, мікроконтролера, привода, помпи та форсунки.

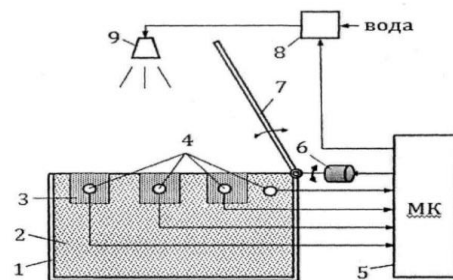


Рис. 2. Схема пристрою для контролю фізичних характеристик ґрунту:

1 – ящик; 2 – ґрунт; 3 – зразок ґрунту; 4 – датчики вологості; 5 – мікро контролер; 6 – привід; 7 – кришка; 8 – помпа; 9 – форсунка.

Пристрій працює наступним чином. У ящик з ґрунтом, де розміщені зразки деревини, встановлюють датчики вологості, електрично

з'єднані із входами мікроконтролера. Періодично з виходу мікроконтролера надходить сигнал керування на привод, який механічно пов'язаний з кришкою ящика. При відкритій кришці на входи мікроконтролера надходять сигнали із значеннями вологості і при виході за межі допустимого значення вологості, з виходу мікро контролера надходить сигнал керування помпою, яка подає воду у форсунку. Форсунка розпилює необхідну дозу води над ґрунтом і зразками. Після закінчення заданого часу зволоження ґрунту із зразками деревини мікроконтролер посилає сигнал на зупинку роботи помпи і на привод для закриття кришки. Процес контролю та зволоження ґрунту періодично повторюється протягом заданого часу. Автоматизація процесу контролю та зволоження ґрунту за допомогою запропонованого пристрою дозволяє скоротити час контролю вологості, запобігти руйнуванню структури зразків ґрунту та підвищити вірогідність результатів контролю.

Після закінчення 60 діб оброблені та контрольні зразки деревини бука виймали із ящика та очищували за допомогою м'якого пензлика від ґрунту, висушували і зважували з похибкою не більше 0,002 г.

Просочування зразків біозахисним засобом проводили на основі методу гарячо-холодних ванн, тобто попередньо нагріті зразки деревини бука до температури 90...110°C в сушильній шафі в подальшому занурювали в розчин біозахисного препарату з температурою 25°C (тривалість занурювання становила 30 хв.). Після просочення зразки встановлювали на решітку, де із них стікали надлишки розчину та вони просушувалися на повітрі. Потім зразки розміщували в ґрунт, що знаходиться в ящику та з періодичним зволоженням витримували 60 діб.

Результати досліджень втрати маси контрольних зразків наведені у Таблиці 1.

Таблиця 1  
Втрата маси контрольних зразків деревини бука

| № зразка                         | Маса зразка, г  |                    | Втрата ваги |     |
|----------------------------------|-----------------|--------------------|-------------|-----|
|                                  | до випробування | після випробування | г           | %   |
| зразки деревини бука необроблені |                 |                    |             |     |
| 1                                | 44,95           | 42,11              | 2,84        | 6,3 |
| 2                                | 43,57           | 40,45              | 3,12        | 7,2 |
| 3                                | 44,05           | 40,69              | 3,36        | 7,6 |
| 4                                | 45,01           | 41,95              | 3,06        | 6,8 |
| 5                                | 44,22           | 41,27              | 2,95        | 6,7 |
| середнє значення                 | 44,36           | 41,29              | 3,07        | 6,9 |

Результати досліджень зразків деревини бука після біозахисного оброблення наведені у Таблиці 2.

Результати таблиці показують, що оброблені зразки деревини бука біозахисним засобом мають значно меншу втрату маси, ніж необроблені.

Таблиця 2  
Результати досліджень зразків деревини бука після біозахисного оброблення

| № зразка                       | Маса зразка, г  |                    | Втрата ваги |     |
|--------------------------------|-----------------|--------------------|-------------|-----|
|                                | до випробування | після випробування | г           | %   |
| оброблені зразки деревини бука |                 |                    |             |     |
| 1                              | 45,08           | 44,26              | 0,82        | 1,8 |
| 2                              | 44,12           | 43,57              | 0,55        | 1,2 |
| 3                              | 44,15           | 43,81              | 0,34        | 0,8 |
| 4                              | 45,10           | 44,21              | 0,89        | 2,0 |
| 5                              | 44,32           | 43,34              | 0,98        | 2,2 |
| середнє значення               | 44,55           | 43,84              | 0,71        | 1,6 |

## Висновки

Аналіз літературних джерел показав, що деревина піддається впливу різних мікроорганізмів, особливо це стосується деревини бука, що приводить до зниження стійкості та руйнування конструкцій з деревини. Проведені дослідження зразків деревини бука необроблених та оброблених біозахисним засобом на основі хлорокису міді, купоросу нікелю, кальцинованої соди у певному співвідношенні компонентів. Результати досліджень показали, що біостійкість деревини бука, обробленої біозахисним засобом, у 4,3 рази вища, ніж у необроблених зразків.

## Література

1. Віктонів І.С., Сопушинський І.М., Тайшігер А. *Деревинознавство: навчальний посібник*. Львів: «Апріорі», 2007. 312 с.
2. Tsapko Yu., Tsapko A. Establishment of fire protective effectiveness of reed treated with an impregnating solution and coatings. *Eastern-European Journal Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 4. No 10 (94). P. 62-68.
3. Tsapko Yu., Tsapko A., Bondarenko O. Establishment of heat-exchange process regularities at inflammation of reed samples. *Eastern-European Journal Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 1. No 10 (97). P. 36-42. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.156644.
4. Антоняк Г.Л., Калинець-Мамчур З.І., Дудка І.О., Бабич П.О., Панас Н.Є. *Екологія грибів: Монографія*. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. 629 с.
5. *Захист деревини від гниття*. URL: <https://www.savokusic.com>, 2019 (дата звернення 18.05.2023).
6. Barbero-López A., López-Gómez Y.M., Carrasc, J., Mola-Yudego B., Haapala A. Characterization and antifungal properties against wood decaying fungi of hydrothermal liquefaction liquids from spent mushroom substrate and tomato residues. *Biomass and Bioenergy*. 2024. 181. 107035.
7. Tran-Ly A.N., Heeb M., Kalac T., Schwarze F.W. Antimicrobial effect of fungal melanin in combination with

plant oils for the treatment of wood. *Frontiers in Materials*, 2022. 9, 915607.

8. Tsapko Y., Horbachova O., Mazurchuk S. Establishment of regularities of the influence of polymeric shell on wood biodegradation. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*. 2021. 12 (4). P. 50-63.

9. Andeme Ela R.C., Chipkar S.H., Bal T.L., Xie X., Ong R.G. Lignin-Propiconazole Nanocapsules are an Effective Bio-Based Wood Preservative. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*. 2021. 9(7). P. 2684-2692.

10. Barbero-López A., Akkanen J., Lappalainen R., Peräniemi, S., Haapala A. Bio-based wood preservatives: Their efficiency, leaching and ecotoxicity compared to a commercial wood preservative. *Science of the Total Environment*. 2021. 753. 142013.

11. Kadir R., Sarif Mohd Ali M., Kartal S.N., Mohd Ali N.A., Awang A.F. Chemical characterization of pyrolysis liquids from *Dyera costulata* and evaluation of their bio-efficiency against subterranean termites. *Coptotermes curvignathus*. *European Journal of Wood and Wood Products*. 2022. 80 (1). P. 45-56.

12. Сірко З.С., Горбачова О.Ю., Новицький С.В. Вивчення біостійкості термообробленої деревини. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2017. Вип. 189. Т. 2. С. 8-13.

13. Сірко З.С., Горбачова О.Ю. Спосіб визначення біостійкості деревини. *Український патент*. № 127258. 2018.

14. Сірко З.С., Зав'ялов Д.Л. Композиція для захисту деревинних матеріалів від гризунів та біоушкодження. *Український патент*. № 127431. 2018.

15. Головач В.М., Сірко З.С. Пристрій для контролю фізичних характеристик ґрунту. *Український патент*. № 127432. 2018.

## References

1. Viktoniv, I.S., Sopushynskiy, I.M., Taishynger, A. (2007). *Derevynoznavstvo: navchalnyi posibnyk*. Lviv: «Apriori», 312 p.

2. Tsapko, Yu., Tsapko, A., Bondarenko, O. (2018) Establishment of fire protective effectiveness of reed treated with an impregnating solution and coatings. *Eastern-European Journal Enterprise Technologies*, 4, 10 (94), 62-68.

3. Tsapko, Yu., Tsapko, A., Bondarenko, O. (2019). Establishment of heat-exchange process regularities at inflammation of reed samples. *Eastern-European Journal Enterprise Technologies*, 1, 10 (97), 36-42. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.156644.

4. Antonyak G.L., Kalynets-Mamchur Z.I., Dudka I.O., Babych P.O., Panas N.Ye. (2013). *Ekologiyagrybiv: Monografiya*. Lviv: LNU imeni Ivana Franka, 629 p.

5. *Zakhyst derevyny vid gnyttia* (2019). URL: <https://www.savokusic.com>, (datazvernennya 18.05.2023).

6. Barbero-López, A., López-Gómez, Y.M., Carrasco, J., Mola-Yudego, B., Haapala, A. (2024). Characterization and antifungal properties against wood decaying fungi of hydrothermal liquefaction liquids from spent mushroom substrate and tomato residues. *Biomass and Bioenergy*, 181, 107035.

7. Tran-Ly, A.N., Heeb, M., Kalac, T., Schwarze, F.W. (2022). Antimicrobial effect of fungal melanin in combination with plant oils for the treatment of wood. *Frontiers in Materials*, 9, 915607.

8. Tsapko, Y., Horbachova, O., Mazurchuk, S. (2021). Establishment of regularities of the influence of polymeric

shell on wood biodegradation. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 12 (4), 50-63.

9. Andeme Ela, R.C., Chipkar, S.H., Bal, T.L., Xie, X., Ong, R.G. (2021). Lignin-Propiconazole Nanocapsules are an Effective Bio-Based Wood Preservative. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, 9 (7), 2684-2692.

10. Barbero-López, A., Akkanen, J., Lappalainen, R., Peräniemi, S., Haapala, A. (2021). Bio-based wood preservatives: Their efficiency, leaching and ecotoxicity compared to a commercial wood preservative. *Science of the Total Environment*, 753, 142013.

11. Kadir, R., Sarif Mohd Ali, M., Kartal, S.N., Mohd Ali, N.A., Awang, A.F. (2022). Chemical characterization of pyrolysis liquids from *Dyera costulata* and evaluation of their bio-efficiency against subterranean termites. *Coptotermes curvignathus*. *European Journal of Wood and Wood Products*, 80 (1), 45-56.

12. Sirko, Z.S., Gorbachova, A.Yu., Novitskii, S.V. (2017). *Vyvchennya biostiystosti termoobroblenoyi derevyny*. *Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu sil'skoho hospodarstva imeni Petra Vasylenska*, 189, 2, 8-13.

13. Sirko, Z.S., Gorbachova, A.Yu. (2018). *Sposib vyznachennya biostiystosti derevyny*. *Ukrainskii patent*, 127258.

14. Sirko, Z.S., Zavyalov, D.L. (2018). *Kompozytsiya dlya zakhystu derevynnykh materialiv vid hryzuniv ta bioushkodzhennya*. *Ukrainskipatent*, 127431.

15. Golovach, V.M., Sirko, Z.S. (2018). *Prystriy dlya kontrolyu fizychnykh kharakterystyk hruntu*. *Ukrainskipatent*, 127432.

**Автор:** СІРКО Зиновій Степанович

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,

Український державний науково-дослідний інститут "Ресурс",

Zinovii SIRKO,

candidate of technical sciences, senior researcher, Ukrainian State Research Institute "Resurs",

E-mail: [z.sirko@ukr.net](mailto:z.sirko@ukr.net);

IDORCID: [orcid.org/0000-0001-5197-9237](https://orcid.org/0000-0001-5197-9237)

**Автор:** ВАЩЕНКО Валентин Васильович,

кандидат економічних наук, начальник відділу досліджень якості та умов зберігання матеріально-технічних ресурсів та медичних виробів,

Український державний науково-дослідний інститут "Ресурс",

VASCHENKO Valentyn,

candidate of economic sciences, head of the department of quality research and storage conditions of material and technical resources and medical products, Ukrainian State Research Institute "Resurs",

E-mail: [vaschenko@ndiresurs.gov.ua](mailto:vaschenko@ndiresurs.gov.ua);

IDORCID: [orcid.org/0000-0002-9843-8507](https://orcid.org/0000-0002-9843-8507)

**Автор:** ПРОТАСОВ Олексій Сергійович,

заступник начальника відділу науково-технічних розробок та інновацій,

Український державний науково-дослідний інститут "Ресурс",

Oleksiy PROTASOV,

Deputy head of the scientific and technical development and innovation department,

Ukrainian State Research Institute "Resurs".  
E-mail: [handyman.kiev@gmail.com](mailto:handyman.kiev@gmail.com);  
IDORCID: [orcid.org/0000-0006-6944-7582](http://orcid.org/0000-0006-6944-7582)

**Автор:** БОНДАРЕНКО Ольга Петрівна,  
кандидат технічних наук, доцент кафедри  
будівельних матеріалів,  
Київський національний університет будівництва і  
архітектури,  
Olga BONDARENKO,  
candidate of technical sciences, associate professor of  
the department of building materials,  
Kyiv National University of Construction and  
Architecture,  
E-mail: [bondolya3@gmail.com](mailto:bondolya3@gmail.com);  
IDORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8164-6473>

**Автор:** ЦАПКО Юрій Володимирович  
доктор технічних наук, професор,  
начальник відділу науково-організаційної роботи та  
наукових досліджень,  
Український державний науково-дослідний  
інститут "Ресурс",  
Yuriy TSAPKO,  
doctor of technical sciences, professor,

head of the department of scientific and organizational  
work and scientific research,  
Ukrainian State Research Institute "Resurs",  
E-mail: [juriyts@ukr.net](mailto:juriyts@ukr.net);  
IDORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0625-0783>

**Автор:** ЦАПКО Олексій Юрійович,  
кандидат технічних наук, доцент кафедри  
будівельних матеріалів, старший науковий  
співробітник, начальник відділу науково-технічних  
розробок, інновацій та енергозбереження,  
Київський національний університет будівництва і  
архітектури, Український державний науково-  
дослідний інститут "Ресурс",  
Oleksiy TSAPKO,  
PhD, associate professor of the department of building  
materials, senior researcher, head of the department of  
scientific and technical developments, innovations and  
energy saving,  
Kyiv National University of Construction and  
Architecture, Ukrainian State Research Institute  
"Resurs".  
E-mail: [alekseytsapko@gmail.com](mailto:alekseytsapko@gmail.com);  
IDORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2298-068x>

### BIO PROTECTIVE TREATMENT OF WOOD

Z. Sirko<sup>1</sup>, V. Vashchenko<sup>1</sup>, O. Protasov<sup>1</sup>, O. Bondarenko<sup>2</sup>, Yu. Tsapko<sup>1</sup>, O. Tsapko<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Ukrainian State Research Institute "Resurs", Ukraine,

<sup>2</sup>Kyiv National University of Construction and Architecture, Ukraine

The article covers issues related to biological protection of wood. It is shown that wood, especially chopped (dead) wood is exposed to both external natural factors and the action of various microorganisms. Natural factors, especially ultraviolet rays of solar radiation, change the chemical composition of wood and destroy lignin as the least stable part of wood. Wood is more intensively destroyed by various microorganisms – bacteria and fungi. Wood contains many nutrients – starch, sugar, fats, compounds of nitrogen, phosphoric acid, sulfur, potassium, calcium and magnesium. All of them are an excellent environment for the settlement and reproduction of various microorganisms. It is noted that among hardwoods, beech wood is most negatively affected by microorganisms, especially in the warm period of the year. This wood is a valuable breed from which furniture, planed veneer and various parts and products in the construction industry are made. Therefore, it is very important to keep it intact and attractive for a long time by treating it with bioprotective agents. The purpose of the research is to determine the biostability of beech wood after its treatment with bioprotective agents. An analysis of the biological destruction of wood and the use of protective materials was conducted and it was established that the paucity of data to explain and describe the bioprotection process, the neglect of environmentally safe means leads to the biodestruction of wooden structures under the action of microorganisms. A bioprotective agent based on copper oxychloride, nickel sulfate and soda ash was used in a certain ratio of components. Control and treated samples of beech wood were placed in the prepared soil and after 60 days the weight loss of the samples was determined. Studies have shown that the biostability of beech wood treated with a bioprotective agent is 4.3 times higher than that of untreated samples. The idea of the reproduction of microorganisms in the material and their death has been revealed, which, accordingly, shows changes in the metabolic processes of the vital activity of microorganisms. It has been established that the use of treated surfaces oil-wax and azure reduces the biodegradation process by more than 8 times for untreated samples.

**Keywords:** beech wood, bioprotective treatment, bioprotective agents, biostability determination method, mass loss, treatment efficiency.