

ОШТЕЋЕЊА АРХИВСКЕ ГРАЂЕ НАСТАЛА ДЕЈСТВОМ МИКРООРГАНИЗАМА, МЕТОДЕ И СРЕДСТВА ЗА ДЕЗИНФЕКЦИЈУ АРХИВСКЕ ГРАЂЕ И ЊИХОВ УТИЦАЈ НА ЉУДЕ И ЖИ- ВОТНУ СРЕДИНУ

152

Апстракт: Један од сегмената основне делатности архива јесте заштита архивске грађе од свих врста оштећења. Дејством микроорганизама на њој настају промене које се тешко санирају и којима се информације садржане у архивској грађи неповратно губе. У циљу спречавања појаве и развоја микроорганизама спроводе се мере превентивне заштите. Дезинфекција архивске грађе спроводи се уколико постоје знаци микробиолошке контаминације. У раду се анализирају доступне методе и дезифицијенси, њихово деловање на запослене у архивима и друге кориснике архивске грађе, као и еколошка прихватљивост средстава коришћених у ове сврхе са становишта њиховог утицаја на животну средину. Исто тако, анализира се примена мера превентивне заштите и лечења контаминираних архивске грађе.

Кључне речи: *заштита архивске грађе, микробиолошки оштећена архивска грађа, методе, дезинфекција, дезифицијенси*

УВОД

Закон о архивској грађи и архивској делатности прописује обавезу архивима да спроводе стручне и техничке мере заштите архивске грађе и брине за њену сигурност, при чему се под мерама заштите подразумевају превентивна заштита, микрофилмовање, дигитализација, конзервација и рестаурација.² Ближе мере заштите прописане су Правилником о ближим мерама заштите архивске грађе.³ Превентивна заштита је низ мера и поступака којима се успорава природно пропадање и спречавају оштећења архивске грађе настала деловањем физичких, хемијских и биолошких узрочника, природних сила и непогода, пожара и експлозија, ванредних ситуација, кварова на инсталацијама, услед неправилног транспорта, вандализма и

¹ виши архивист, natasamilosevicdulic@gmail.com

² Закон о архивској грађи и архивској делатности, *Службени гласник РС*, број 6 (2020), чл. 29, ст. 2.

³ Правилник о ближим мерама заштите архивске грађе, *Службени гласник РС*, број 29 (2021).

неадекватног обезбеђења од крађе и др.⁴ Главна сврха превентиве је да се спречи непотребно оштећење и успори природно старење архивске и библиотечке грађе. Правилним и доследним спровођењем превентивне заштите у највећој могућој мери смањује се потреба за конзервацијом и рестаурацијом.⁵

Узрочници оштећења архивске грађе су бројни. Деле се на физичко-хемијске (влага, температура, сунчева светлост и штетни гасови), механичке (гузвање, непажљиво руковање, честа употреба, намерно оштећење и уништење, елементарне непогоде) и биолошке (плесни, бактерије, инсекти, глодари и сл.). Како би се спречила оштећења архивске грађе неопходно је одржавање чистоће депоа и оптималних микроклиматских услова. Под одржавањем ових услова подразумева се заштита архивске грађе од штетног утицаја влаге, температуре, светлости, ултравиолетних и других зрачења, физичких и хемијских агенаса, микроорганизама, прашине, инсеката и глодара, који могу довести до оштећења и уништења архивске грађе. Предмет овог рада су биолошки агенси као проузроковачи оштећења архивске грађе (конкретно микроорганизми) и методе које се користе за спречавање контаминације архивске грађе микроорганизмима, односно уколико је до заразе већ дошло, за њихово уништење.

153

ДЕГРАДАЦИЈА ПАПИРА ПРОУЗРОКОВАНА ДЕЈСТВОМ МИКРООРГАНИЗАМА

Архивска грађа најчешће је писана на папиру. Фактори који утичу на папир могу се поделити на унутрашње и спољашње. Најзначајнији унутрашњи фактор је природа материјала, односно квалитет папира и средстава којима је на њему писано. Добро познавање састава папира и процеса његове производње доприносе бољем сагледавању могућности настанка оштећења. Папир је сложен влакнасти материјал у чији састав, поред влакана биљног порекла, улазе и пунила и различита помоћна средства. Учешће помоћних средстава у сировинама за производњу папира врло је мало (око 3 %), али је њихов допринос појефтинјењу производње уз истовремено побољшање квалитета папира веома велики.⁶ Папир се израђује од дрвета које је по хемијском саставу изграђено од целулозе, хемицелулозе, лигнина, смоле, воска и минералних соли. Целулоза је основна сировина за производњу папира. Одлучујуће особине папира су детерминисане садржајем кратких и дугих влакана целулозе.

Непотпуна стерилизација при механичкој обради дрвета у целулозу може да буде узрок биолошког оштећења хартије. Зависно од врсте папира, папирној каши се додају лепак и компоненте за боју. Састојци папира који су подложни променама дејством микроорганизама превасходно су целулоза и средства која се користе као

⁴ Правилник о ближим мерама..., чл. 3, ст. 1.

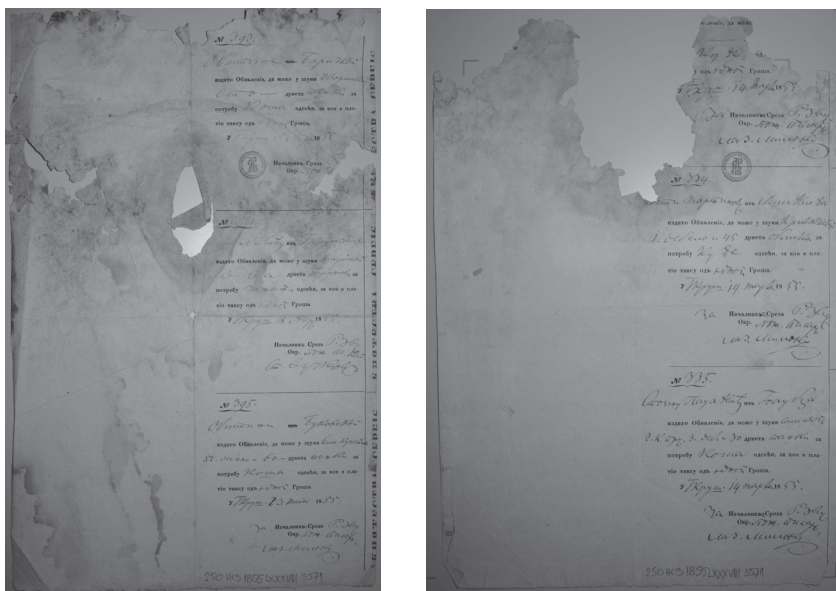
⁵ Вера Радосављевић и Радмила Петровић, *Конзервација и рестаурација архивске и библиотечке грађе и музејских предмета од текстила и коже* (Београд: Архив Србије, 2000), 114.

⁶ Nataša Milošević Dulić, „Posledice neadekvatnih uslova čuvanja arhivske građe u arhivima – iskustva Istorijskog arhiva Požarevac“, u: *Tehnički in vsebinski problemi klasičnega in elektronskega arhiviranja*, ur. Nina Gostenčnik, (Maribor: Pokrajinski arhiv, 2017), 414.

лепило, а микроорганизми их користе као извор хране за своје животне процесе. Микроорганизми који су одговорни за оштећења архивске грађе су гљиве (Fungi) и бактерије. Оштећења папира настала дејством микроорганизама веома су тешка и прогресивна, тако да се информације садржане у архивској грађи неповратно губе.

Микроорганизми изазивају оштећења архивске грађе на два начина: хранећи се целулозом или лепилом, чиме доводе до слабљења папира, као и штетним дејством продуката свог метаболизма – киселинама и пигментима. То су најчешће целулитички организми који користе целулозу као хранљиви супстрат. Њихово дејство на целулозу огледа се у раскидању гликозидних веза помоћу различитих ензима, оксидативних, фосфоролитичких и хидролитичких, који се стварају приликом њиховог метаболизма, чиме се врши цепање молекула целулозе у целулозним влакнима, те се на тај начин смањује број гликозидних остатака у ланцу целулозе. То директно води смањењу механичке отпорности папира на кидање, цепање, двоструке превоје, а неретко и губитку мањих или већих делова грађе.

154



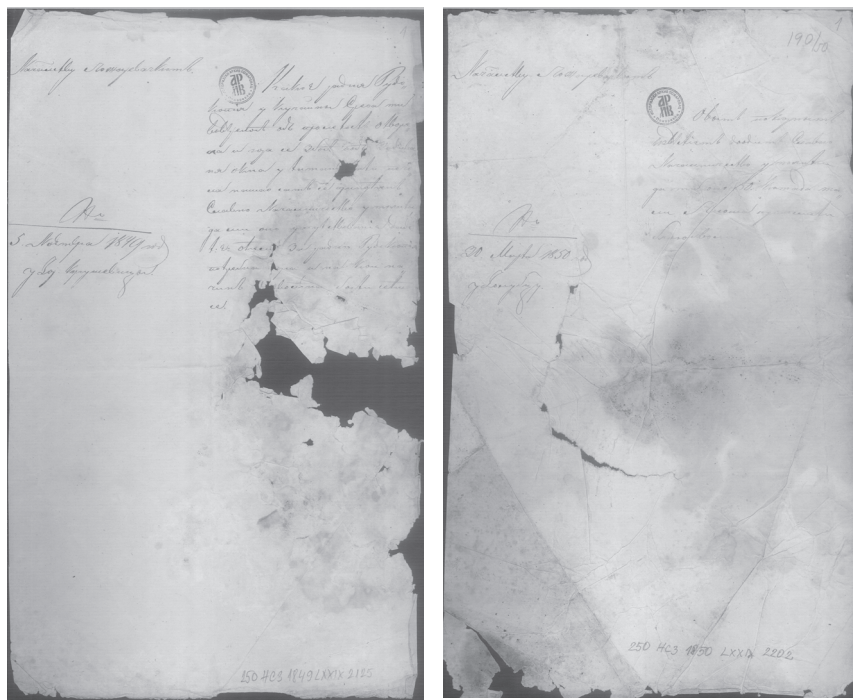
Слика 1 – Неповратно изгубљене информације садржане у архивским документима услед дејства микроорганизама⁷

Целулозу најактивније разлажу филаментозне гљиве рода *Trichoderma* (100%) и *Aspergillus* (30%).⁸ Осим тога, метаболички продукти микроорганизама смањују *pH* вредност, односно повећавају киселост папира, што такође скраћује ланце целулозе. Као нуспроизвод метаболичке активности јавља се и пигментација

⁷ Историјски архив Пожаревац (250), Начелство Среза звишког, Кучево 1839–1944. (HC3) (250 HC3 1855 LXXXVIII 3571 19) и (250 HC3 1855 LXXXVIII 3571 21).

⁸ Nataša Dimitrić, „Karakterizacija, toksičnost i primena novosintetisanih jonskih tečnosti za čišćenje i konzervaciju papirne arhivske građe“ (doktorska disertacija, Prirodno-matematički fakultet Novi Sad, Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine, 2020), 29.

која, зависно од врсте микроорганизама и састава подлоге, може да буде различите боје, при чему боја и интензитет пигментације варирају у зависности од индивидуалне врсте или групе микроорганизама, састава папира, употребљеног лепка, додатих средстава за отежавање, боја и других споредних састојака папира.⁹



155

Слика 2 – Оштећења на архивским документима изазвана дејством микроорганизама¹⁰

Код рукописа писаних танинским мастилом долази до оштећења која личе на прогорелост. Ове врсте гљива луче ензим таназу који разграђује ферогалотанинско мастило и тиме утиче на смањење читљивости и губитак текста. Неке врсте микроорганизама луче ензиме који разграђују одређена мастила и тиме доприносе блеђењу или чак губитку текста или користе јоне гвожђа из мастила као извор енергије производећи исти ефекат (*Gallionella*, *Siderococcus*).¹¹

⁹ В. Радосављевић и Р. Петровић, *Конзервација и рестаурација архивске и библиотечке грађе и музејских предмета од текстила и коже...*, 114.

¹⁰ 250 HC3 1850 LXXIX 2202 и 250 HC3 1849 LXXIX 2125.

¹¹ Снежана Гајић, „Утицај спољних фактора на архивску грађу“ у: *Зборник четврте конференције о интегративној заштити*, ур. Светлана Шиљеговић (Бањалука: Републички завод за заштиту културно-историјског и природног наслеђа Републике Српске, 2010), 129.

МИКРООРГАНИЗМИ ПРОУЗВОКОВАЧИ ОШТЕЋЕЊА АРХИВСКЕ ГРАЂЕ

За штетно дејство биолошких агенса кључну улогу имају амбијентални услови, пре свега влажност ваздуха и температура у просторији у којој се чува архивска грађа. Уколико су вредности ова два параметра у оптималним границама, до појаве микроорганизама неће доћи, а самим тим ни до оштећења архивске грађе. То не значи потпуни изостанак микроорганизама, јер су њихове споре свеprisутне и у повољним амбијенталним условима започеће развиће. Оптимална температура за њихов развој је 15-30°C, а влажност ваздуха 70%. При повољним условима развијају се веома брзо и у великом броју.

156

Како би дејство микроорганизама било сведено на минимум, неопходни су одржавање температуре и релативне влажности ваздуха у дозвољеним границама (испод 65%)¹², затим адекватна циркулација ваздуха у депоу, редовно чишћење депоа, правилан смештај грађе, као и превентивна дезинфекција депоа. Треба имати у виду чињеницу да већина дезинфекционих средстава има само привремено деловање, јер након извршене чак и врло темељне дезинфекције, употребљена средства временом испаре са површине докумената, тако да је одржавање амбијенталних услова у депоима кључан фактор у превентивној заштити. Уколико се испуне сви ови услови, не значи да у простору нема микроорганизама, јер су њихове споре увек присутне у спољашњој средини, у ваздуху, на предметима, тако да се лако могу унети у дезинфиковане просторе и при повољним условима започети свој развој. До контаминације може доћи не само уношењем заражене недезинфиковане архивске грађе, већ и проветравањем депоа, као и боравком људи (запослених и корисника архивске грађе) у њима, а на чијој се одећи и обући могу налазити споре микроорганизама. Због свега наведеног неопходни су редовна дезинфекција, дезинсекција и дератизација целе зграде, затим редовна контрола просторија и грађе, редовно чишћење, с обзиром на то да прашина и отпаци погодују развоју микроба, инсеката и глодара, као и одржавање константне температуре и влажности, који су превасходно одговорни за развој микроорганизама.¹³

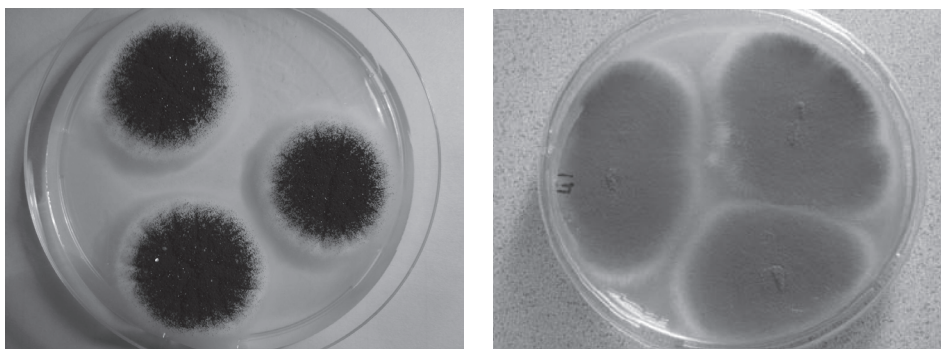
Утврђено је да двадесет пет различитих гљивичних родова изазива мрље на папиру. Гљиве које се најчешће срећу на архивској грађи представници су из родова *Cladosporium*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Streptomyces* i *Epicoccum*, *Aspergillus* i *Eurotium*, а најотровније су *Aspergillus fumigatus*, *Stachybotrys*, *Hystoplasma*, *Cryptococcus*, *Aspergillus versicolor* i *Aspergillus flavus*.¹⁴ Гљиве које су најчешће идентификоване на папиру припадају родовима *Aspergillus* (29%) и *Penicillium* (13%).¹⁵

¹² Широко је прихваћено мишљење да опасност од развоја плесни (буђи) почиње при око 70% релативне влажности ваздуха, док неки конзерватори опрезно горњу границу померају на 65%.

¹³ С. Гајић, „Утицај спољних фактора на архивску грађу“..., 141.

¹⁴ Tatjana Mušnjak, „Mikrobiološka oštećenja na dokumentima i knjigama“, у: *Mikrobiološka destrukcija spomenika kulture* (Zagreb: Hrvatski restauratorski zavod, 2000), 28.
https://www.hrz.hr/images/stories/strucni_skupovi/zbornik_radova_mikrobiolo_ka_destrukcija_spomenika_kulture_hrz_seminar_2000.pdf (приступљено 11. септембра 2024)

¹⁵ Daniela Correia de Melo, „Fungal stains on paper: Melanins produced by fungi“ (Dissertation

Слика 3 – *Aspergillus niger*¹⁶ и *Penicillium sp.*¹⁷

Основна карактеристика гљива је да се при повољним условима развијају врло брзо и у великој количини (на 1 cm² може бити више хиљада спора, које се могу развити током четири до седам дана). Оштећења папира изазвана гљивама (најчешће су то филаментозне микромицете – плесни) стоје у тесној вези с влажношћу и температуром простора у коме се грађа чува. Развоју гљива погодује влажност ваздуха изнад 70%. Гљиве могу живети на широком распону температуре, од неколико степени изнад нуле до 50°C, али им највише погодује температура од око 20°C. Такође, идеалан распон рН је од 4 и киселији, чак до 1¹⁸, али је оптимална вредност рН за њих у распону 4-6, јер је већина гљива ацидофилна. Оне разлажу подлогу на којој расту, чиме се рН вредност подлоге мења. Смањењем влажности, гљиве почињу да производе споре отпорне на сушу и тако прелазе у стање мировања. У овом стању могу да проведу дуг период, све док се не створе повољни услови (влажност и температура) за њихов развој, па тако чак и споре које су годинама старе у додиру са влагом могу да исклијају и образују нови мицелијум.¹⁹ Неке врсте могу прилично

presented at Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, in fulfilment of the requirements for the Master degree in Conservation and Restoration, 2017), 5. https://run.unl.pt/bitstream/10362/25628/1/Melo_2017.pdf (приступљено 13. септембра 2024)

¹⁶ Janez Kosel, Lea Legan, Matej Bračič, Polonca Ropret, „Cationic silicone based paper impregnation agent for the protection of historical paper against fungal growth. Detection and quantification of fungi using micro-invasive fluorescence microscopy and non-invasive FTIR spectroscopy“, *Journal of Cultural Heritage* 2024, 68, (2024): 200.

https://www.researchgate.net/figure/Aspergillus-niger-on-PDA-culture-and-slide_fig4_352889250 (приступљено 29. јануара 2025)

¹⁷ <https://www.inspq.qc.ca/en/moulds/fact-sheets/penicillium-spp> (приступљено 29. јануара 2025)

¹⁸ Slavica Janačković, Katarina Kocić i Željko Mladićević, „Suzbijanje štetnika na staroj i rijetkoj knjižničnoj građi u Narodnoj knjižnici Srbije“, *Vjesnik bibliotekara Hrvatske* 2015, 3/4, 58 (2015), 168.

¹⁹ У Државном архиву Србије спроведена је миколошка анализа директних препарата направљених од узорка узетих са црних колонија присутних на архивској грађи, која је потврдила, на основу морфологије, начина образовања и повезивања спора (конидија) са конидиофорима, присуство гљива представника рода *Arthrinium* (фамилија: Dematiaceae, подраздео: Deuteromycotina), који је већ описан на грађи архива у Прагу и Холандији. Та гљива је егзотична за Србију, с обзиром да је први пут виђена у овдашњим

дуго да издрже и у релативно сувој средини због изванредне способности прилагођавања месту у којем се развијају. Споре могу бити пренете струјањем ваздуха на велику удаљеност. Тако се преносе са заражене архивске грађе на незаражену приликом смештаја у исти простор, а при изостанку дезинфекције заражене грађе. Довољно је да се обезбеди струјање ваздуха до којег долази приликом проветравања депоа. Том приликом се споре брзо преносе са контаминираних архивских грађа у свим правцима и при оптималним условима средине започињу свој развој. Нарочито се брзо разносе споре родова *Penicillium* и *Aspergillus*.²⁰

Дуго се сматрало да су гљиве преовлађујући микроорганизми који оштећују писане документе. Међутим, резултати истраживања показују да су разноврсност и бројност бактерија изолованих са докумената писаних на папиру и пергаменту већи од разноврсности и бројности гљива. Најприсутнији родови бактерија који изазивају оштећење архивске грађе су *Bacillus*, *Cellfalcicula*, *Cellulomonas*, *Cellvibrio*, *Cytophaga*, *Spirochaeta* и *Sporocytophaga*.²¹ Неопходне елементе за развој бактерије црпу из подлоге на којој егзистирају. Врло битан елемент у њиховом развоју је угљеник. Целулитичке бактерије као извор угљеника користе искључиво целулозу, док факултативно целулитичке могу користити и друге изворе угљеника, попут колагена из коже и пергамента, лепкова и слично. Јако деловање имају и *Sporocytophaga mixococcides*, *Cytophaga globulosa*, *Cytophaga hutchinsonii*, *Cytophaga mycoccoides*, *Spirochaeta cytofaga* и др. Бактеријске колоније производе разне врсте пигмената на целулози, стварајући мрље на папиру. Неколико врста *Cytophaga* најактивније су у разградњи целулозе, комплетно је разграђују и остављају мрље различитих боја које потпуно могу прекрити текст и учинити га нечитљивим. *Cytophaga hutchinsonii* и *Cytophaga lutea* производе жути пигмент, *Cytophaga aurantiaca* наранџаст, *Cytophaga rubra* розе, а *Cytophaga tenuissima* маслинастозелени.²² Боја мрља коју производе гљиве на папиру може бити и резултат деградације боја у датом медијуму, изазивајући његово затамњење. На пример, спорополенин је браон продукт оксидативне полимеризације жутог б-каротена.²³ Продукти метаболизма бактерија су угљен-диоксид, органске киселине, кетони, алдехиди и алкохоли. Сви ови продукти утичу на разградњу хартије која као таква може послужити као подлога за развој других микроорганизама или као станиште и храна многим инсектима и глодарима. Ниједна од целулитичких бактерија, од многих врста које су испитиване, нису пато-

лабораторијама и није познато када и како је доспела у Архив Србије. С. Гајић „Утицај спољних фактора на архивску грађу“..., 141.

²⁰ Нада Јоветић, „Оштећења архивске грађе и књига изазвана гљивицама и мере за њихово спречавање и санацију“, *Архив – часопис Архива Југославије* 2015, 3 (2015): 67.

²¹ Снежана Гајић, „Микроорганизми на грађи Архива Србије“, *Архив, часопис Архива Србије и Црне Горе*, 1–2 (2007): 233.

²² Станојка Јегдић, „Микробиолошка оштећења архивске грађе узрокована поплавама и мере заштите“, у: *Архивска пракса*, ур. Azem Kožar (Tuzla: Arhiv Tuzlanskog kantona, Društvo arhivskih zaposlenika Tuzlanskog kantona, 2015), 155.

²³ Daniela Correia de Melo, „Fungal stains on paper: Melanins produced by fungi“, (Dissertation presented at Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, in fulfillment of the requirements for the Master degree in Conservation and Restoration, 2017), 7. https://run.unl.pt/bitstream/10362/25628/1/Melo_2017.pdf (приступљено 13. септембра 2024)

гене за човека.²⁴ Међутим, из књига се могу изоловати и патогене бактерије, ако се чувају у амбијенту у коме их има много.

УТИЦАЈ МИКРООРГАНИЗАМА ПРИСУТНИХ НА АРХИВСКОЈ ГРАЂИ НА ЗДРАВЉЕ ЉУДИ

Поред тога што микроорганизми у великој мери доводе до неповратних оштећења архивске грађе, они могу да изазову и озбиљне здравствене проблеме код људи. Утицај на здравље имају и микроорганизми који не оштећују грађу ни на који начин, него је само користе као привремено станиште. Иако се код здравих људи овакви проблеми веома ретко јављају, особе са већ присутним плућним или кожним обољењима, као и оне са тренутним или перманентним падом имунитета услед постојања неких других болести (ХИВ инфекција, дијабетес, тумор), веома су подложне дејству микроба.²⁵ Здравствени проблеми које они изазивају могу се поделити у три групе: инфекције, алергије и тровања. Инфекције по правилу изазивају само активни облици микроорганизама и могу да доведу до болести коже, слузокоже очију, носа, ждрела, плућа и ушију, цревног тракта, синуса, а у ретким случајевима крвних судова и мозга. Друге две групе здравствених проблема изазивају како активни, тако и неактивни микроорганизми. До алергијских реакција код осетљивих појединаца може доћи удисањем или додиривањем плесни или спора плесни. Плесни могу изазвати и нападе астме код људи који су алергични на њих. Алергијски одговори укључују симптоме типа грознице, као што су кијање, цурење носа, црвене очи и осип коже (дерматитис), напади астме, копривњаче, анафилактичког шока, или могу да се манифестују као проблеми пробавног система, али и осталих унутрашњих органа. Микроорганизми, нарочито гљиве, производе токсине који могу да доведу до различитих акутних и хроничних болести. Они могу да изазову оштећење јетре, бубрега и танког црева, затим леукопенију, екстремни умор, сметње опажања и концентрације, болести коже и слузокоже, а у тежим случајевима имунодефицијенцију, генске мутације, неповољне ефекте на ембрион и канцерогене промене. Гљиве које доводе до неког од поменутих обољења припадају родовима *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Mucor*, *Penicillium*, *Stachybotrys* и други.²⁶ Неке врсте гљива луче афлатоксине, тј. најканцерогеније познате продукте, који угрожавају запослене и кориснике архивске грађе утичући на њихов имунолошки систем.

Сматра се да је чак 94% свих респираторних болести проузроковано загађеним ваздухом. Неке студије о изложености људи загађивачима ваздуха показују да ниво загађења унутрашњег ваздуха може бити 2-5 пута, а понекад и више од 100 пута већа од спољашњих загађења, што је од посебног значаја за депое и архиве које сакупљају историјску грађу која је због старости одавно под утицајем различитих фактора средине.²⁷

²⁴ S. Janačković, K. Kocić i Ž. Mladićević, „Suzbijanje štetnika na staroj i rijetkoj knjižničnoj građi u Narodnoj knjižnici Srbije“ ..., 168.

²⁵ С. Гајић, „Утицај спољних фактора на архивску грађу“ ..., 139.

²⁶ Исто

²⁷ Маја Караман, „Резултати прелиминарних истраживања и методологија испитивања

Дејство бактерија присутних на архивској грађи и у ваздуху депоа архива на здравље људи је велико. Упоредна истраживања дејства гљива (*Penicillium spinulosum*, *Aspergillus versicolor* и *Stachybotrys chartarum*) и бактерија (*Streptomyces californicus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus cereus* и *Pseudomonas fluorescens*) у затвореном простору на здравље људи показала су да су бактеријски сојеви из ваздуха у затвореном простору моћни индуктори инфламаторних одговора и да су стога можда повезани са већим штетним утицајима на здравље становника у односу на гљиве.²⁸

Сви ови микроорганизми, као и они који не оштећују грађу ни на који начин, већ је само користе као привремено станиште, представљају ризик по здравље запослених и корисника, који се манифестује у виду инфекција, алергија и тровања. Због тога је неопходно вршити дезинфекцију архивске грађе како би се њихово присуство svelo на најмању меру.

160

ДЕЗИНФЕКЦИЈА АРХИВСКЕ ГРАЂЕ

Због свега набројаног неопходно је да се строгим мерама превентивне заштите, које подразумевају одржавање константне релативне влажности ваздуха и температуре, редовну контролу, чишћење итд., спречи клијање спора микроорганизама које су увек присутне у ваздуху, а тиме и појава и ширење микробиолошких инфекција на грађи. Међутим, и поред поштовања превентивних мера, у одређеним ситуацијама ипак долази до појаве микроорганизама и тада је неопходно зауставити њихово даље ширење (дезинфекција контаминираног простора), изоловати фондове захваћене инфекцијом, дезинфиковати их и санирати оштећења.²⁹

Дезинфекција је поступак смањивања броја микроорганизама, али најчешће не и њихових спора, до нешкодљиве количине. Избор метода за деконтаминацију архивске грађе на папиру зависи од количине материјала који је потребно третирати, од врсте грађе, степена оштећења и од опреме и средстава којима се располаже. Успех у сузбијању микроорганизама зависи од више фактора: осетљивости микроорганизама на одабрано средство, његова способност продирања у заражени материјал, дужина третирања и услови под којима се врши (температуре, притиска и релативне влажности). Без обзира на то који су поступак и средство примењени, не осигурава се трајна заштита грађе од поновне инфекције, јер се сва примењена средства, након поступка уништавања, морају потпуно уклонити из третираног материјала.³⁰

ваздуха и историјске грађе на присуство плесни“, Нови Сад, 2017, <http://www.arhivns.rs/wp-content/uploads/2018/08/IZVESTAJ-Istorijski-Arhiv-grada-NS-21.12.2017-2.pdf> (приступљено 5. септембра 2024)

²⁸ Maija-Riitta Hirvonen, Roponen Huttunen, „Bacterial strains from moldy buildings are highly potent inducers of inflammatory and cytotoxic effects“. *Indoor Air* 2005, 15. (2005): 67. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15910531/> (приступљено 5. септембра 2024)

²⁹ С. Гајић, „Микроорганизми на грађи Архива Србије“..., 233.

³⁰ В. Радосављевић и Р. Петровић, *Конзервација и рестаурација архивске и библиотечке грађе и музејских предмета од текстила и коже...*, 183.

Методe сузбијања активности микроорганизама могу бити физичке и хемијске. Физичке методe контроле које утичу на атмосферу околине у којој се одвија микробиолошки раст су једноставне, сигурне и делотворне у одређеној мери. Оне укључују ниске/високе температуре, аноксичну атмосферу (азот, аргон, угљен диоксид) и зрачење (сунчева светлост, УВ и у-зраке). Регулисањем температуре, влаге, светла и струјања ваздуха може се инхибирати раст микробиолошких и ентомолошких врста. Комбинација ниске релативне влажности ваздуха (ниже од 45%) и ниске концентрације кисеоника (0,1%-аноксична атмосфера) значајно смањује микробиолошку активност.³¹

Смрзавањем се могу уништити само активне плесни, док споре преживљавају. Високе температуре су делотворније, али неподобне за већину материјала. Сузбијање микроорганизама може се вршити аноксичном атмосфером. Могу се користити коморе или витрине у којима је ваздух замењен азотом или аргоном. Аноксична атмосфера инхибира раст гљивица, али не убија споре, јер оне преживљавају и на 0,2% кисеоника. Гама зрачење је ефикасна метода, али има негативне ефекте по материјал (папир). УВ зрачење је такође штетно за већину материјала.

За дезинфекцију се још увек највише користе хемијске супстанце са бактерицидним и фунгицидним дејством. Хемијска средства која се најчешће користе за дезинфекцију архивске грађе су етанол, тимол, формалдехид и етилен оксид. Сва ова једињења су у мањој или већој мери токсична и штетна како по здравље људи, тако и за животну средину³², што представља велики проблем, јер је процес дезинфекције архивске грађе део редовног поступка у пословању архива.

Алкохоли су микробициди чија се активност одражава на нивоу ћелијске мембране. Главни ефекат алкохола састоји се у денатурацији и коагулацији протеина. Алкохоли такође утичу на липиде садржане у ћелијским мембранама. Они имају антимикубно дејство само у одређеним концентрацијама и стога се углавном користе водени раствори са концентрацијом од 50 до 90%. Ефекат алкохола као дезинфекционог средства посебно је проучаван за папирна документа и том приликом је скренута пажња на ризик од испирања растворљивих супстанци, благог губитка површинског сјаја, повећања непрозирности и могуће мале деформације папира.³³ Апликацијом алкохолних раствора на папирну површину може доћи до промена у самој папирној структури, а посебно ако се папир директно урања у раствор алкохола. Поред деформација, појаве жутила папира, мора се водити рачуна и о контакту алкохолног раствора са мастилима, јер понекад чак и алкохолне паре могу раслојити мастило и проузроковати његово уклањање са папирне површине.³⁴ Експери-

³¹ Dragica Krstić, „Uvod u problem mikrobiološke destrukcije“, u: *Mikrobiološka destrukcija spomenika kulture*, (Zagreb: Hrvatski restauratorski zavod, 2000), 6. https://www.hrz.hr/images/stories/strucni_skupovi/zbornik_radova_mikrobiolo_ka_destrukcija_spomenika_kulture_hrz_seminar_2000.pdf (приступљено 5. септембра 2024)

³² N. Dimitrić, „Karakterizacija, toksičnost i primena novosintetisanih jonskih tečnosti za čišćenje i konzervaciju papirne arhivske građe“..., 31.

³³ Bronislava Bacílková, „Study on the effect of butanol vapours and other alcohols on fungi“, u: *Restaurator* 2006, 27, 3, (2006): 190. https://journals.scholarsportal.info/details/00345806/v27i0003/186_soteobvaoaof.xml (приступљено 13. септембра 2024)

³⁴ N. Dimitrić, „Karakterizacija, toksičnost i primena novosintetisanih jonskih tečnosti za čišćenje i konzervaciju papirne arhivske građe“..., 32.

ментално је утврђено да чист алкохол чини ћелијску мембрану више пропусном, а вода у раствору носи алкохол у цитоплазму, тако да су водени раствори алкохола ефикаснији против микроорганизама него чист алкохол. Ефикасни су против вегетативних облика бактерија, гљивица и вируса, али њихов ефекат против спорулационих микроорганизама још увек није доказан.³⁵ До сада је забележен највећи ефекат масеног удела етанола између 50% и 80%, а максималну ефикасност је показао 70% раствор етанола.³⁶ Предности употребе етанола као дезинфекционог средства су чињенице да је лако доступан, брзо испарљив и да не оставља резидуе штетне по материјал. Етанол се као дезинфекционо средство најчешће аплицира директним прскањем на папирну површину, наношењем помоћу четкице или тупфера (вате, сунђера), директним урањањем или излагањем контаминираниог материјала парама овог једињења.³⁷

162

Употребљени етанол не испољава штетно дејство на здравље људи, изузев када дође до директног удисања. Тада може узроковати иритацију дисајних путева или коже (ако је у питању директан контакт), те се препоручује употреба заштитних средстава или извођење третмана у дигестору.

Тимол (2-изопропил-5-метилфенол) кристал је слабо растворан у води. Важно је имати у виду да тимол делује површински, па је према томе потребно да његовом деловању буде изложена што већа површина зараженог документа, односно књиге. Тимол не оштећује кожу и пергамент, па се може употребљавати за дезинфекцију и овог материјала.

Недостатак примене тимола је што брзо испарава, због чега је његово заштитно дезинфекционо деловање прилично кратког века. Има одлична фунгицидна својства, али негативно утиче на здравље људи, а може имати и негативне ефекте по третирани материјал, па се због тога не употребљава за дезинфекцију веће количине грађе, него само у мањим специјалним коморама. Материјал који се жели дезинфиковати смешта се на одговарајући начин у комору. Користи се углавном у кристалном облику или се прави 10% раствор у етанолу.³⁸ Тимол се у дезинфекцији може користити на три начина. У кристалној форми се поставља у специјалне коморе за стерилизацију заједно са папирном грађом. Неопходно је да се обезбеди извор топлоте којим се обезбеђује његово сублимовање. У парама тимола папирна грађа стоји 24 сата, а сам поступак се изводи неколико пута да он продре у све тешко приступачне делове изложеног материјала. Сматра се да је 70 грама тимола на 1м³ довољно за дезинфекцију. Други начин је коришћење засићеног раствора тимола у алкохолу, којим се прскају комади упијајуће хартије и постављају између документа или међу листове књиге где се остављају петнаест дана. Овај поступак, када се ради

³⁵ Исто

³⁶ Вишња Николић, „Методe дезинфекције архивске грађе на папиру у Архиву Војводине“, у: *Археон* 2020, 3 (2020): 400.

³⁷ B. Bacílková, “Study on the effect of butanol vapours and other alcohols on fungi”..., 190.

³⁸ Деловање тимола на документе и сликане радове на папиру експериментално је испитивано у Британском музеју. Утврђено је да се сигурно може употребити за све цртеже, рукописе, аквареле, књиге и другу грађу. S. Janačković, K. Kocić i Ž. Mladićević, „Suzbijanje štetnika na staroj i rijetkoj knjižničnoj građi u Narodnoj knjižnici Srbije“..., 172.

о појединачним документима, економичнији је него дезинфекција у комори. Трећи начин у поступку стерилизације папирне грађе јесте коришћење кристала тимола који се посипају између листова упијајуће хартије и полагаано преко њих превлачи топлотом пеглом, при чему се тимол топи и импрегнира у хартију.³⁹

Тимол има негативно дејство на здравље људи. Утврђено је да је генотоксичан⁴⁰, односно да оштећује генетичке информације унутар ћелије, узрокујући мутације, што може довести до канцера.

Етилен оксид. Својства микробиолошке инактивације етилен оксида повезана су са његовом снажном реакцијом алкилације ћелијских састојака организама, као што су нуклеинске киселине и функционални протеини, што изазива њихову денатурацију. Овај процес утиче на нормалан ћелијски метаболизам, што доводи до смрти микроба. Због своје ефикасне бактерицидне, спорицидне и вируцидне активности може се користити за алтернативни третман за стерилизацију материјала осетљивих на влагу и топлоту.⁴¹ Користи се као смеша са другим гасовима, као што су угљен-диоксид и дихлорофлуорометан. Ова разблажења смањују експлозивност, запаљивост и токсичност етилен оксида. Стерилизација етилен оксидом требало би да се одвија у вакуум коморама, коморама са нормалним притиском или онима где притисак може варирати између 20 и 400 mm Hg. Температура би требало да се подеси између 20 и 37°C, а време којима ће папирна грађа бити изложена од три до двадесет четири часа, у зависности од удела гасне смеше, као и природе саме дезинфекције која се врши. Време излагања зависи од пропорције смеше гаса и природе дезинсекције (елиминација буђи захтева двоструко дуже време излагања него за елиминацију инсеката).⁴²

Предност примене етилен оксида је што је нешкодљив за архивску грађу и што уништава све врсте микроорганизама у свим фазама њиховог развоја. Недостатак му је што је врло отрован за човека, па се с њим мора врло опрезно поступати, тј. поступак дезинфекције и дезинсекције требало би да изводе само стручна лица.

Формалдехид (формалин) је електрофилни активни микробицид који има способност реакције са неколико различитих аминокиселина које су присутне у микробној ћелији, као и са пуринским и пиримидинским базама у молекулу дезоксирибонуклеинске и рибонуклеинске киселине микроорганизама.⁴³ Изразито је реактивно једињење, тако да уништава како микроорганизме, тако и њихове споре. Употреба формалдехида за дезинфекцију може се вршити на три начина: 1. може се вршити дезинфекција архивске грађе или у затвореној просторији или комори дејством парама формалдехида; 2. може се вршити премазивање појединачних

³⁹ Sílvia Oliveira Sequeira, Eurico José Cabrita, Maria Filomena Macedo, "Antifungals on paper conservation: An overview", *International Biodeterioration & Biodegradation* 2012, 74 (2012): 73. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0964830512001904> (приступљено 11. септембра 2024)

⁴⁰ Ibid, 67-86.

⁴¹ Ibid.

⁴² Ibid.

⁴³ N. Dimitrić, „Karakterizacija, toksičnost i primena novosintetisanih jonskih tečnosti za čišćenje i konzervaciju papirne arhivske građe“..., 33.

докумената или листова књига тампоном уроњеним у 2% формалдехид; 3. појединачни документи могу се дезинфиковати урањањем у течност 2-3% раствора формалдехида.

Бактерицидна својства формалдехида зависе од релативне влажности ваздуха у простору у коме се врши дезинфекција. Најјаче бактерицидно деловање формалдехид испољава при релативној влажности од 80 до 100%. Ако влажност просторије пређе преко тачке рошења (100% релативне влажности), нагло му се смањује ефикасност. Исто тако, ефикасност формалдехида расте с порастом температуре. Температура коморе (или просторије) у којој се врши дезинфекција не би требало да буде нижа од 10 до 15°C, а најбољи резултати се постижу код температуре од 50 до 60°C. Утврђено је да и температура од 30°C даје задовољавајуће резултате.

164

Ако се дезинфекција врши у коморама, онда обично испарава 17 до 20% формалдехида из стаклене посуде или металног резервоара, тако да се паре кроз цев уводе у комору. Архивска грађа или књиге требало би да у овој комори остану најмање двадесет четири сата. Уместо загревања формалдехида, може се искористити и хемијска реакција формалдехида и калијум перманганата. Испаравање формалдехида може се вршити и на собној температури, али је оно под тим условима знатно спорије.

Формалдехид се може аплицирати на папирне површине само у херметички затвореној комори при температури од 30°C. На 1м³ коморе ставља се 120 до 150мл 40% формалина.⁴⁴ Дезинфекција се може вршити у коморама и при температури од 45 до 50°C у току од четири сата након почетка испаравања формалдехида. У таквим условима врши се и уништавање спора до којих је формалин могао допрети. Формалдехид се након завршеног поступка уклања из коморе помоћу вентилатора, а из просторије отварањем прозора. Након дезинфекције чисти се архивска грађа или књиге од нечистоћа, наслага плесни и инсеката, лист по лист, помоћу тампона од газе или вате намоченог у 2% формалдехид. Ако се дезинфекција не врши у затвореној изолованој комори неопходно је радити у дигестору, уз коришћење гумених рукавица за заштиту руку.

Када се дезинфекција врши у некој већој просторији (или код дезинфекције самих тих просторија) употребљавају се специјални апарати за испаравање формалдехида. Када се примени фумигацијом, он има малу моћ продирања и ограничен фунгицидни ефекат. Како би се спречила полимеризација формалдехида и накнадно таложње на третираним материјалима, при чему долази до формирања белих наслага, неопходно је да се третман изводи на високим нивоима релативне влажности ваздуха.

Утврђено је да формалдехид изазива штетне ефекте на архивску грађу и библиотечки материјал, као што су умрежавање целулозе, губитак флексибилности папира и материјала који садрже протеине (пергамент, кожа и свила), а такође повећава корозију гвозђа садржаног у мастилу.⁴⁵

⁴⁴ Н. Јоветић, „Оштећења архивске грађе и књига изазвана гљивицама и мере за њихово спречавање и санацију“..., 69.

⁴⁵ S. Sequeira, E. J. Cabrera, M. F. Macedo, “Antifungals on paper conservation: An overview”..., 67-86.

Здравствене сметње које могу настати код људи, а узроковане су различитим концентрацијама формалдехида, различите су и као такве представљене у Табели 1

Табела 1 – Здравствене сметње узроковане формалдехидом⁴⁶

Просјечне концентрације формалдехида (mg/m ³)	Здравствене сметње код људи
0 – 0,06	Нема их
0,06 – 0,22	Праг мириса
0,06 – 1,8	Неуропсихолошке сметње
0,01 – 2,4	Иритација очију
6 – 36	Иритација горњих респираторних путева и сметње на плућима
60 – 120	Упала плућа
> 120	Смрт

165

Када говоримо о изложености људи формалдехиду, углавном се ради о малим концентрацијама. Према подацима из литературе концентрација формалдехида у радном простору је различита, од количина које су занемарљиве и није их могуће измерити познатим методама, до неколико микрограма по кубном метру. Могући су вишеструки негативни утицаји на здравље човека, који као такви могу бити токсични, надражајни, респираторни, генотоксични, затим утицај на репродукцију, а као најопаснији издваја се канцерогени утицај. Показатељи токсичности формалдехида, које су показале клиничке студије, су слабост, главобоља, вртоглавица, бол у стомаку, иритације у усној шупљини, повраћање, промуклост и укоченост. Код великих концентрација формалдехида респираторни систем реагује тешким и дубоким дисањем, јављају се бол у прсима и(ли) упала плућа, али се могу јавити и дерматитис, нагризање очију и конјунктивитис. Прва реакција код људи на формалдехид је надражај органа за дисање. Надражај коже (дерматитис) јавља се приликом директног контакта са формалдехидом, мада постоје различита мишљења о количини која га изазива. Токсично и мутагено дејство формалдехида огледа се у његовом специфичном везивању за аминокиселине протеина.⁴⁷ У јетри се формалдехид метаболише до мравље киселине и метанола. Део мравље киселине се излучује мокраћом. Када говоримо о канцерогености формалдехида, подаци који то показују прилично су оскудни и мање доступни. У већини студија се наводи да је то приликом дуже изложености, а нарочито радника у дрвној индустрији (производња плоча и формалдехидних лепила), код радника у медицинској индустрији где се користи

⁴⁶ Nataša Kalinić, „Formaldehid u okolišu i njegov utjecaj na zdravlje”, *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju* 1995, 2 (1995): 266.

⁴⁷ Исто

формалин и медицинским лабораторијама.⁴⁸ На факултетима у Србији формалин је коришћен као одличан фиксатив и конзерванс, али је препознат његов штетан утицај на здравље (за здравље људи се сматра врло опасном супстанцом), тако да се препарирање и чување животиња више не врши у формалдехиду (формалину), већ се за ту намену користи 75% етанол.⁴⁹

Интересантно је да нека истраживања упућују на могућу повезаност изложености формалдехиду са менструалним сметњама, поремећајима трудноће и рађањима деце са ниском порођајном тежином.⁵⁰

УПОТРЕБА ИНОВАТИВНИХ МЕТОДА НЕШКОДЉИВИХ ЗА ЉУДЕ И ЕКОЛОШКИ ПРИХВАТЉИВИХ

166

У последњих неколико деценија примећена је резистенција микроорганизама на расположива средства која се користе за њихово уништавање, што доводи до потребе за изналажењем нових супстанци на које микроорганизми нису развили резистенцију или алтернативних природних производа произведених од биљака за које се зна да имају антифунгална својства у традиционалној медицини. С друге стране, растућа забринутост по здравље људи и у вези са ефикасношћу примене у поступку дезинфекције довело је до истраживања у смеру нехемијских алтернатива. Последњих година интензивно расте свест о заштити животне средине и здравља људи, тако да се поштравају прописи и еколошки захтеви. Све то је резултирало истраживањем и развијањем нових метода које се могу применити за дезинфекцију, а која задовољавају поменуте захтеве који се односе на ефикасност примене и безбедност при коришћењу и за људе, запослене и кориснике архивске грађе, као и за животну средину. Постоји више метода, физичких и хемијских, које задовољавају ове захтеве, од којих су неке у употреби, док су неке још увек у фази испитивања.

Метода која не подразумева коришћење хемијских средстава је употреба електромагнетског поља високофреквентних струја. Метода подразумева излагање архивске грађе високофреквентним струјама. Експериментално је доказано да се при температури од 90 до 100°C и временском излагању у трајању од пет до десет минута, уништавају сви микроорганизми и инсекти у свим фазама развоја.⁵¹ Истовремено се врши сушење докумената. Предност ове методе је што се њеним коришћењем не оштећују ни текст ни механичка својства папира. То омогућава примену методе и на документима на којима је текст писан средствима осетљивим на дејство хемијских средстава.

⁴⁸ Hasan Talić, Ekrem Nezirević, „Problem formaldehida u proizvodima od drveta”, u: *PROCEEDINGS*, ur. Atif Hodžić, Salah E. Omer, Damir Hodžić (Sarajevo: Univerzitet u Bihaću, Tehnički fakultet, 2017), 212.

⁴⁹ Снежана Пешић, *Практикум из екологије животиња са радном свеском* (Крагујевац: Институт за биологију и екологију Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу, 2009), 101.

⁵⁰ Branimir Janković, „Procjena izloženosti opasnim i štetnim tvarima pri podzemnim radovima“ (doktorski rad, Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2012), 38. *file:///C:/Users/PC/Desktop/575256.jankovic_dr_s.pdf* (приступљено 13. септембра 2024)

⁵¹ Н. Јоветић, „Оштећења архивске грађе и књига изазвана гљивицама и мере за њихово спречавање и санацију“..., 70.

Дезинфекција архивске грађе плазмом. - Нова технологија у области конзервације могла би бити третман плазмом. Нетермална плазма генерисана на атмосферском притиску производи мешавину реактивних молекула, наелектрисања, електричних поља и зрачења. У окружењу које ствара нискотемпературно пражњење плазме, активне честице (реактивне врсте кисеоника, озон, хидроксилни и пероксидни радикали, азот оксид, реактивне врсте азота и многе друге), повишена температура, УВ зрачење и електрично поље, играју улогу у инактивацији микроорганизама. Све активне хемикалије имају тенденцију да нападају спољашњу ћелијску мембрану микроорганизама, као и саме липиде и протеине. У погледу топлоте, дуготрајно излагање у атмосфери плазме доводи до мањег повећања температуре узорка, што зависи од перформанси плазма апарата у комбинацији са радним гасом (атмосфером). Међутим, нема директно девитализирајуће дејство, али може да дехидрира узорак и тако инактивира микроорганизме погоршањем услова погодних за њихов живот – вишом температуром и нижом влажношћу. Накнадни понављајући импулси високог електричног поља током третмана плазмом могу оштетити мембране ћелијског зида микроорганизама и тако ефикасно инактивирати микроорганизме.⁵² Процес је безбедан за оператера опреме и животну средину. Осим тога, у третираном материјалу не остају штетни остаци. Што се тиче папира, главне предности третмана плазмом су сува природа процеса и могућност комбиновања различитих ефеката, као што је искорењивање биолошког агенса и јачање оштећених материјала таложењем површинских слојева.⁵³

Једна од нових метода која се испитује у Србији је примена јонских течности у процесу дезинфекције.⁵⁴ Ова метода је истраживана у Одељењу заштите публикација Библиотеке Матице српске, у сарадњи са Катедром за аналитичку хемију Природно-математичког факултета у Новом Саду. Циљ истраживања је изналажење алтернативних средстава која су ефикасна у дезинфекцији, не утичу на промену структуре папира, а нису штетна за животну и радну средину, здравље радног особља и корисника архивске и библиотечке грађе. Проучавања су до сада вршена са јонским течностима дериватима триазола, бензалконијум-лактата и додецилдиметиламонијум-лактата. Највећу антимикуробну активност показале су јонске течности додецилдиметиламонијум-лактат и 1-додецил-3-метилимидазолијум бензотриазол, а то су једињења која у својој структури садрже дугачке алкил ланце одговорне за антимикуробну активност једињења. Експериментално је потврђено да је употреба јонских течности ефикасна у уништавању микроорганизама.⁵⁵

⁵² Katarína Vizárová, Barbora Kaliňáková, Radko Tiňo, Izabela Vajová, Katarína Čížová, "Microbial decontamination of lignocellulosic materials with low-temperature atmospheric plasma", *Journal of Cultural Heritage* 2021, 47 (2021): 29. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1296207420304684> (приступљено 13. септембра 2024)

⁵³ Laura Laguardia, Espedito Vassallo, Francesca Cappitelli, Ernesto Mesto, Anna Cremona, Claudia Sorlini, Giovanni Bonizzoni, "Investigation of the effects of plasma treatments on biodeteriorated ancient paper" *Applied Surface Science* 2005, 4, 252, (2005): 1160. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169433205002965> (приступљено 13. септембра 2024)

⁵⁴ Више о томе погледати у: N. Dimitrić, „Karakterizacija, toksičnost i primena novosintetisanih jonskih tečnosti za čišćenje i konzervaciju papirne arhivske građe“..., 70.

⁵⁵ Исто

Дезинфекција архивске грађе у архивима у Србији - За спречавање појаве микробиолошке контаминације архивске грађе неопходно је континуирано спровођење мера превентивне заштите. Више пута је у овом чланку наглашена потреба спровођења ових мера које подразумевају превасходно контролу микроклиматских услова, пре свега температуре и релативне влажности ваздуха у архивским депоима. Сталним инсистирањем и ангажовањем на стварању бољих услова за чување и коришћење папирне грађе може се спречити појава биолошких оштећења, а самим тим и избећи обимнији третман дезинфекције. Тако се у архивима у Мађарској као превентивна мера користи забрана пријема недезинфиковане архивске грађе. У Србији је Законом о архивској грађи и архивској делатности прописано да је стваралац и ималац архивске грађе дужан да архивску грађу преда у оригиналу, сређену, означену, пописану, неоштећену или са санираним оштећењима⁵⁶, али и да јавни архив, изузетно, преузима архивску грађу иако нису испуњени услови из овог члана, када је то нужно за заштиту и спасавање архивске грађе од оштећења или уништења.⁵⁷ Када се говори о архивској грађи коју предаје стечајни управник, он је дужан да изврши предају одабране, сређене и пописане архивске грађе, неоштећене или са санираним оштећењима, надлежном јавном архиву најкасније у року од годину дана од дана отварања стечајног поступка.⁵⁸ Нажалост, ситуација у архивима је таква да се пријем архивске грађе углавном врши (али не и обавезно) без испуњених претходно наведених услова, у циљу за заштите и спасавања архивске грађе од оштећења или уништења. Тако се врши и пријем архивске грађе која је видно контаминирана микроорганизмима.

На архивској грађи на којој постоје знаци микробиолошке контаминације неопходно је применити мере дезинфекције како не би дошло до преношења микроорганизама на осталу архивску грађу. Потребно је да архиви спроводе дезинфекцију новопримљене архивске грађе у пријемним депоима, а затим њен размештај по депоима архива. За потребе писања овог рада свим архивима је прослеђен упитник. Анализом одговора у вези са постојањем пријемног депоа и вршењем дезинфекције новопримљене архивске грађе, сви архиви који су послали своје одговоре негирали су вршење овог облика дезинфекције.

У Србији се још увек за дезинфекцију искључиво користе хемијска средства која су у одређеној мери (у зависности од употребљеног средства) штетна по здравље људи, а са становишта заштите животне средине еколошки неприхватљива.⁵⁹ Током 2015. године архивима у Србији била су достављена два упитника – Упитник о хигијенским условима у архивима и Упитник о обољењима архивских радника. Анализа одговора који су доставили показала је да се превентивна дезинфекција архива обавља једном годишње (33%) или по потреби (56%), односно тек

⁵⁶ Закон о архивској грађи и архивској делатности, *Службени гласник РС*, број 6 (2020), чл. 18, ст. 1.

⁵⁷ Исто, чл. 18, ст. 5.

⁵⁸ Исто, чл. 19, ст. 3.

⁵⁹ Изузетак је Архив Војводине у коме постоји и систем за дезинфекцију аноксијом, метода која је нешкодљива за запослене и животну средину, али која има и недостатака на које је већ указано.

када се уоче знаци раста и развоја микроорганизама (наслаге и колоније микроорганизама).⁶⁰

Анализом одговора у упитнику може се закључити да се дезинфекција у највећем броју архива у Србији не спроводи. Само два архива спровode дезинфекцију целокупне архивске грађе парама формалдехида, чије је негативно дејство на здравље људи и на архивску грађу претходно појашњено, а ниједан архив не врши дезинфекцију новопримљене архивске грађе. Четири архива поседују лабораторије за конзервацију и рестаурацију. У њима се врши дезинфекција појединачних докумената или мањег броја докумената применом етанола и тимола. Једино Архив Војводине поседује комору за вршење дезинфекције аноксијом, примењујући метод који је нетоксичан и за запослене и животну средину.

Ако се узме у обзир све претходно наведено у вези са оштећењима архивске грађе која су изазвана микроорганизмима и негативном утицају микроорганизама и њихових спора на здравље запослених и корисника архивске грађе, систему заштите архивске грађе у Србији потребне су хитне и корените промене. Неопходно је створити услове за спровођење превентивних мера, почев од регистратура, како би до архива долазила архивска грађа са што мањим оштећењима, па до архива у којима је неопходно обезбедити простор (пријемне депое) и средства (финансијска) за набавку средстава за дезинфекцију и одговарајуће опреме, уколико дезинфекцију врше запослени, или финансијска средства за услужно вршење дезинфекције, за дезинфекцију новопримљене архивске грађе и средства за редовно (минимум једном годишње) вршење дезинфекције целокупне архивске грађе. Било би пожељно оснивање мањих лабораторија у свим архивима у којима би се вршило микробиолошко анализирање архивске грађе пре непосредног пријема у просторије архива, чиме би се максимално умањила концентрација штетних материја које би контаминирале већ сређену и ускладиштену архивску грађу, као и узорковање и детекција микроорганизама са оболеле архивске грађе. Са становишта средстава која се данас користе у архивима у Србији потребно је у употребу увести нове методе за дезинфекцију архивске грађе за које је експериментално доказано да су ефикасне и безбедне за примену на архивској грађи и да у великом проценту уништавају микроорганлизме. Следећи захтев који би употребљена средства требало да испуне јесте да су потпуно нешкодљива за људе, јер хемијска средства која се сада користе у архивима доказано испољавају негативно дејство и на здравље људи и на животну средину.⁶¹ Наравно да ефикасност у спровођењу превентивних мера зависи од запослених који треба да их спроведу, те је у том смислу неопходна едукација свих запослених у архивима у примени и спровођењу превентивних мера.

⁶⁰ Снежана Петров, „Хигијенске мере у архивима Србије”, *Гласник друштва конзерватора Србије* 2018, 40 (2018): 202.

⁶¹ Изузетак је Архив Војводине у коме постоји систем за дезинфекцију аноксијом којим може да се третира већа количина грађе одједном, а који је нешкодљив за запослене и животну средину.

ЗАКЉУЧАК

Биолошка активност микроорганизама трајно оштећује архивску грађу. Микроорганизми стварају површинске насlage на папиру, луче пигменте и киселе продукте који оштећују папир, а неки од њих се хране мастилом или целулозом. Споре микроорганизама увек су присутне у ваздуху. Њиховом развоју у највећој мери доприноси повишена влажност ваздуха, затим неадекватна циркулација ваздуха између полица, као и густо збијена грађа и прашина. Микроорганизми, осим што је оштећују, представљају здравствени ризик за све људе који долазе у контакт са зараженом грађом, запослене и кориснике архивске грађе. Због свега наведеног неопходно је спровођење превентивних мера како би се спречила микробиолошка контаминација. Једна од мера која даје добре резултате јесте дезинфекција. Применом различитих дезинфекционих средстава микроорганизми се уништавају или инхибирају. У архивима у Србији дезинфекција се не користи у довољној мери. За њу се употребљавају хемијска средства која су у одређеној мери (у зависности од употребљеног средства) штетна по здравље људи, а са становишта заштите животне средине еколошки неприхватљива. Неопходно је у будућности увести у употребу нове методе за дезинфекцију архивске грађе за које је доказано да су безбедне за примену на архивској грађи и ефикасне у великом проценту у уништавању микроорганизама, а потпуно су нешкодљиве за људе и њиховом применом се животна средина не загађује.

ИЗВОРИ И ЛИТЕРАТУРА

Необјављени извори:

- Историјски архив Пожаревац (ИАП), Начелство Среза звишког, Кучево, 1839–1944. (НСЗ)

Литература:

- Bacílková, Bronislava. "Study on the effect of butanol vapours and other alcohols on fungi". *Restaurator: International Journal for the Preservation of Library and Archival Material* 2006, 27 (2006): 186-199. https://journals.scholarsportal.info/details/00345806/v27i0003/186_soteobvaoaof.xml (приступљено 13. 9. 2024)
- Vizárová, Katarína, Kaliňáková, Barbora, Tiňo, Radko, Vajová, Izabela and Čížová, Katarína. „Microbial decontamination of lignocellulosic materials with low-temperature atmospheric plasma“, *Journal of Cultural Heritage* 2021, 47 (2021): 28-33. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1296207420304684> (приступљено 13. 9. 2024)
- Гајић, Снежана. „Утицај спољних фактора на архивску грађу“. У: *Зборник четврте конференције о интегративној заштити*, ур. Светлана Шиљековић, 129-142. Бањалука: Републички завод за заштиту културно-историјског и природног наслеђа Републике Српске, 2010.
- Гајић, Снежана. „Микроорганизми на грађи Архива Србије“. Архив, часопис Архива Србије и Црне Горе 2007, 1–2, (2007): 232-238.

- Dimitrić, N. „Karakterizacija, toksičnost i primena novosintetisanih jonskih tečnosti za čišćenje i konzervaciju papirne arhivske građe“. Doktorska disertacija, Prirodno-matematički fakultet Novi Sad, Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine, 2020.
- Закон о архивској грађи и архивској делатности. *Службени гласник РС*, број 6 (2020).
- Јанаћковић, Славица, Катарина Коцић и Жељко Младићевић. „Сузбијање штетника на старој и ријеткој књижничној грађи у Народној књијници Србије“. *Вјесник библиотека Хрватске* 2015, 58, 3/4 (2015): 163-185.
- Janković, B. „Procjena izloženosti opasnim i štetnim tvarima pri podzemnim radovima“. Doktorski rad, Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilište u Zagrebu, 2012. https://www.bib.irb.hr/575256.jankovic_dr_s.pdf (приступљено 13. 9. 2024)
- Jegdić, Stanojka. „Mikrobiološka oštećenja arhivske građe uzrokovana poplavama i mere zaštite“. U: *Arhivska praksa* 18, ur. Azem Kožar, 150-160. Tuzla: Arhiv Tuzlanskog kantona, Društvo arhivskih zaposlenika Tuzlanskog kantona, 2015.
- Јоветић, Нада. „Оштећења архивске грађе и књига изазвана гљивицама и мере за њихово спречавање и санацију“. *Архив, часопис Архива Србије и Црне Горе* 2002, 3 (2002): 60-72.
- Kalinić, Nataša. „Formaldehid u okolišu i njegov utjecaj na zdravlje“. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju* 1995, 2, 46 (1995): 259-272.
- Караман, Маја. „Резултати прелиминарних истраживања и методологија испитивања ваздуха и историјске грађе на присуство плесни“. 2017. <http://www.arhivns.rs/wp-content/uploads/2018/08/IZVESTAJ-Istorijski-Arhiv-grada-NS-21.12.2017-2.pdf> (приступљено 5. 9. 2024)
- Correia de Melo, D. “Fungal stains on paper: Melanins produced by fungi“, Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Conservação e Restauro, Universidade Nova de Lisboa, Monte de Caparica, 2017. https://run.unl.pt/bitstream/10362/25628/1/Melo_2017.pdf (приступљено 13. 9. 2024)
- Kosel, Janez, Lea Legan, Matej Bračić and Polonca Ropret. “Cationic silicone based paper impregnation agent for the protection of historical paper against fungal growth. Detection and quantification of fungi using micro-invasive fluorescence microscopy and non-invasive FTIR spectroscopy“. *Journal of Cultural Heritage* 2024, 68 (2024): 195-204. <https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-cultural-heritage/vol/68/suppl/C> (приступљено 29. 1. 2025)
- Krstić, Dragica. „Uvod u problem mikrobiološke destrukcije“. U: *Mikrobiološka destrukcija spomenika kulture*, 1-4. Zagreb: Hrvatski restauratorski zavod, 2000. https://www.hrz.hr/images/stories/strucni_skupovi/zbornik_radova_mikrobiolo_ka_destrukcija_spomenika_kulture__hrz_seminar_2000.pdf (приступљено 5. 9. 2024)

- Laguardia, Laura, Vassallo, Espedito, Cappitelli, Francesca, Mesto, Ernesto, Cremona, Anna, Sorlini, Claudia and Bonizzoni, Giovanni. "Investigation of the effects of plasma treatments on biodeteriorated ancient paper". *Applied Surface Science* 2005, 4, 252, (2005): 1159-1166. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169433205002965> (приступљено 13. 9. 2024)
- Milošević Dulić, Nataša. „Posledice neadekvatnih uslova čuvanja arhivske građe u arhivima-iskustva Istorijskog arhiva Požarevac“. U: *Tehnički in vsebinski problemi klasičnega in elektronskega arhiviranja*, ur. Nina Gostenčnik, 413-427. Maribor: Pokrajinski arhiv, 2017.
- Mušnjak, Tatjana. „Mikrobiološka oštećenja na dokumentima i knjigama“. U: *Mikrobiološka destrukcija spomenika kulture*, 20-27. Zagreb: Hrvatski restauratorski zavod, 2000. https://www.hrz.hr/images/stories/strucni_skupovi/zbornik_radova_mikrobiolo_ka_destrukcija_spomenika_kulture__hrz_seminar_2000.pdf (приступљено 11. 9. 2024)
- Николић, Вишња. „Методе дезинфекције архивске грађе на папиру у Архиву Војводине“. *Археон* 2020, 3 (2020): 393-403.
- Hirvonen, Maija-Riitta and Huttunen, Roponen. "Bacterial strains from moldy buildings are highly potent inducers of inflammatory and cytotoxic effects". *Indoor Air* 2005, 15, (2005): 65-70. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15910531/> (приступљено 5. 9. 2024)
- Петров, Снежана. „Хигијенске мере у архивима Србије“. *Гласник друштва конзерватора Србије* 2016, 40 (2016): 202-204.
- Правилник о ближим мерама заштите архивске грађе. *Службени гласник РС*, број 29 (2021).
- Радосављевић, Вера и Радмила Петровић. *Конзервација и рестаурација архивске и библиотечке грађе и музејских предмета од текстила и коже*. Београд: Архив Србије, 2000.
- Sequeira, Silvia Oliveira, Cabrita, Eurico José and Macedo, Maria Filomena. "Antifungals on paper conservation: An overview". *International Biodeterioration & Biodegradation* 2012, 74 (2012): 67-86. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0964830512001904> (приступљено 11. 9. 2024)
- Talić, Hasan, Ekrem Nezirević. „Problem formaldehida u proizvodima od drveta“, U: *Proceedings*, ur. Atif Hodžić, Salah E. Omer, Damir Hodžić, 211-217. Sarajevo: Univerzitet u Bihaću, Tehnički fakultet, 2017.

Nataša MILOŠEVIĆ DULIĆ

**DAMAGE TO ARCHIVAL MATERIAL
CAUSED BY MICROORGANISMS,
METHODS AND AGENTS FOR DISINFECTION OF
ARCHIVAL MATERIAL AND THEIR IMPACT
ON PEOPLE AND THE ENVIRONMENT**

Summary

173

One of the segments of the archives' core activity is the protection of archival material from all types of damage. Due to the action of microorganisms, changes occur on archival material that are difficult to remediate and which cause losing the information contained in the archival material. In order to prevent the appearance and development of microorganisms, preventive protection measures are implemented. Disinfection of archival material is carried out if there are signs of microbiological contamination. The paper analyses available methods and disinfectants, their effect on employees in archives and other users of archival material, as well as the environmental acceptability of the agents used for these purposes. Likewise, the implementation of preventive protection measures and treatment of contaminated archival material is analysed.