

Снежана Гајић

Микроорганизми на грађи Архива Србије

АПСТРАКТУМ: *Микроорганизми могу да изазову тешка оштећења на грађи. Иако су њихово присуство и последице деловања давно уочени у депоу Архива Србије, експериментална потврда, изолација и идентификација микроорганизама на грађи почиње тек сада у сарадњи са Катедром за алгологију, микологију и лихенологију и Катедром за микробиологију Биолошког факултета у Београду. У раду је описан поступак изолације и детерминације микроорганизама са репрезентативног узорка грађе Архива Србије из 19. века. Значај оваквих истраживања је утолико већи ако се има у виду да поспешује заштиту грађе и здравља запослених и корисника.*

КЉУЧНЕ РЕЧИ: *Микроорганизми, гљиве, бактерије, папир, грађа, Архив Србије, целулолитички организми*

Увод

Папир временом деградира, што представља неизбежан и иреверзибилан процес. Многобројни фактори средине, било да су то физички, хемијски или биолошки, могу да доведу до оштећења папира и да убрзају његову деградацију. Једна од најтежих облика оштећења папира јесу микробиолошка оштећења изазвана двома групама микроорганизама, микрогљивама и бактеријама. То су најчешће целулолитички организми који, користећи целулозу као хранљиви супстрат, смањују број гликозидних остатака у ланцу целулозе, што директно води смањењу механичке отпорности папира на кидање, цепање, двоструке превоје, а неретко и губитку мањих или већих делова грађе. Осим тога метаболички продукти микроорганизама смањују рН вредности, односно повећавају киселост папира, што додатно скраћује ланце целулозе.⁵ Као нуспроизвод метаболичке активности јавља се и пигментација која, зависно од врсте микроорганизама и састава подлоге, може да

буде различите боје. На папиру се често налазе и микроорганизми који као хранљиви супстрат користе лепкове, трагове пљувачке, масноће, продукте метаболизма неких других врста или друге органске супстанце које се могу наћи на грађи. Неке врсте гљива луче ензим таназу, који разграђује ферогалотанинско мастило и тиме утиче на смањење читљивости и губитак текста.² Неретко се дешава да су листови грађе слепљени наслагама микроорганизама различитих морфологија што, зависно од интензитета појаве, индиректно води ка губитку захваћених делова.

Гљиве које се најчешће срећу на писаном благу су представници из родова *Alternaria*⁵, *Arthrinium*⁸, *Aspergillus*^{1,3,5}, *Botryotrichum*⁵, *Cephalosporium*⁵, *Chaetomium*⁵, *Cladosporium*⁵, *Fusarium*^{1,5}, *Mucor*^{1,3}, *Penicillium*^{3,5}, *Rhizopus*³, *Sepedonium*⁵, *Stachybotrys*^{1,5}, *Stemphylium*⁵, *Trichoderma*⁵, *Trichothecium*⁸ и *Verticillium*⁵, док су најприсутнији родови бактерија *Bacillus*^{5,6}, *Cellfalcicula*², *Cellulomonas*⁵, *Cellvibrio*⁵, *Cytophaga*^{5,6}, *Spirochaeta*^{5,6} и *Sporocytophaga*⁵. 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.^{1,3}

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.⁵ 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.

У депоу Архива Србије постоји грађа која се, због бурне историје и честих ратова, често налазила у неповољним условима као што су дуге селипде на неодговарајући начин, неприкладан привремени смештај, немогућност одржавања оптималних услова у Архиву итд. Неки од докумената су се тада налазили у влажним условима, или чак у води, што је изазвало микробиолошка оштећења. Успостављањем повољних услова у депоу, развој микроорганизама и њихово разарање папира је заустављено, а они су прешли у неактиван облик. Конзерваторима и рестаураторима Архива је остало да изврше дезинфекцију грађе и санирају већ настала оштећења, која су иза себе оставили микроорганизми. Последице њиховог деловања су драстичне: папир је ослабљен и у веома лошем стању, често недостају делови, пигментације су разноврсне и бројне, колоније различитих микроорганизама су често узрок слепливања листова.

Материјал и методе

Стерилни узорци су узети са шест одабраних листова из фасцикли број 28 и 30 Полицијског одељења, фонда Министарства унутрашњих дела, из 1875. године (табела 1).

Број листа	Сигнатура
1	МУД-П Ф 30 р13/1875 (4)
2	МУД-П Ф 28 р 192/1875 (11)
3	МУД-П Ф 30 р 13/1875 (1)
4	МУД-П Ф 30 р 15/1875 (7)
5	МУД-П Ф 30 р13/1875 (3)
6	МУД-П Ф 30 р13/1875 (2)

Табела 1 Сигнатуре листова из грађе фонда Министарства унутрашњих дела, Полицијско одељење, фасцикле бр. 28 и 30

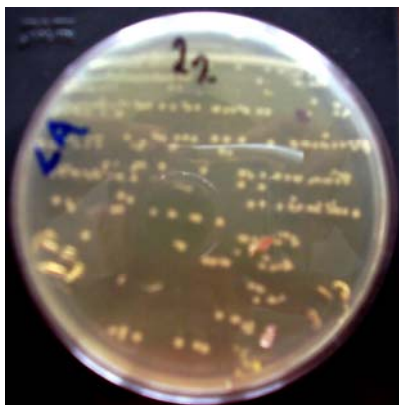
За миколошку анализу са целе површине обеју страна свих листова узети су узорци. Затим су узети узорци наслага микроорганизама различитих морфологија, и то: црне колоније су узете са сваког листа, док су браон колоније узете са листова бр. 3 и 4. Сви узорци су засејани на стандардну MSA подлогу [екстракт слада (малтоза), стрептомицин и агар]⁹ и инкубирани 7 дана у стерилним условима, док су директни препарати прављени само од узорака узетих са колонија.



Слика 1 Део листа бр. 5 са црним колонијама на папиру и печати

У циљу бактериолошке анализе узорци су такође узимани са целе површине обеју страна свих листова. Поред тога узорци су узети и са специфичних делова листова на којима су биле видљиве различите пигментације и колоније. Са листова бр. 1, 2, 3, 5 и 6 узет је још по један узорак, док је са листа бр. 4 узето још три. Сви узорци су засејавани директно у Петријеву шољу на неселективну LA подлогу (бактотриптон или казеинхидролизат, екстракт квасца, NaCl и агар).⁴ Од узорака узетих на идентичан начин прављене су и преконоћне културе у LB медијуму (као LA подлога са мањим

процентом агара).⁴ После два дана инкубације у стерилним условима замућене преконоћне културе су засејане на LA подлогу (слика 2 лево). Колоније које су се развиле на LA подлози су бојене по Грам-у⁴ (слика 2 десно) и посматране под светлосним микроскопом. Изоловане бактеријске врсте су затим засејане на целулозну подлогу (целулоза-агар)⁷ и инкубиране четири дана у стерилним условима, како би се установио њихов целулолитички потенцијал.

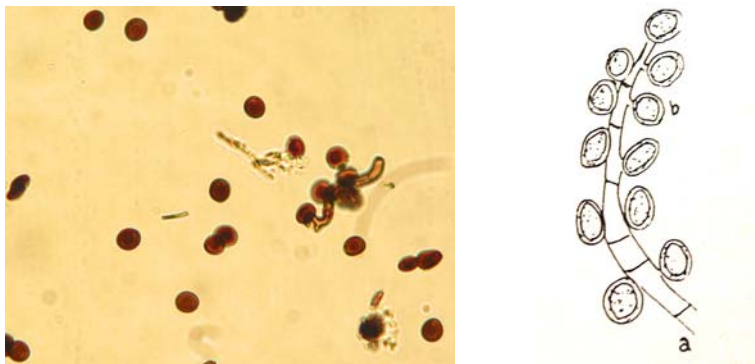


Слика 2 Лево – колоније бактерија засејане из преконоћне културе узорка узетог са целе површине листа бр. 2 на LA подлогу, десно – процес бојења по Грам-у

Резултати и дискусија

Миколошка анализа директних препарата направљених од узорака узетих са црних колонија потврдила је, на основу морфологије, начина образовања и повезивања спора (конидија) са конидиофорима, присуство представника рода *Arthrinium* (фамилија: *Dematiaceae*, подраздео: *Deuteromycotina*), који је већ описан на грађи архива у Прагу,⁸ Холандији итд. (слика 3). Тај род је егзотичан за ово подручје, будући да је први пут виђен у нашим лабораторијама. На директном препарату направљеном од узорака узетих са браон колонија под светлосним микроскопом примећен је још један представник гљива, који није могао да буде детерминисан на овај начин, будући да услови у депоу у којима се развијао нису били контролисани (стандардни). Наиме, морфолошке карактеристике гљива варирају у зависности од услова средине, због чега се у тим случајевима не могу користити приликом детерминације.

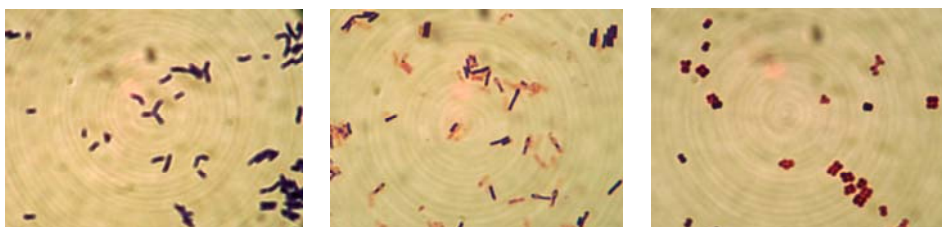
Засејавање узорака на стандардну MSA подлогу није довело до спорулације на основу које би се одредила врста гљива. Сви узорци су остали стерилни, што је у науци означено као *micelium sterilia*. За даље анализе је неопходно постављање нових експеримената.



Слика 3 Лево – споре (конидије) гљиве *Arthriniium* sp. посматране под светлосним микроскопом (препарат направљен од узорка узетог са црних колонија са листа бр. 5), десно – шематски приказ *Arthriniium phaeospermum* – преузето из књиге *Mikro-organismy jako pŕivodci degradace archiválii Bohuslav Skorkovský*

Директно засејавање узорака на LA подлогу није довело до формирања колонија, док је код преконоћних култура прављених од узорака узетих са целих површина листова бр. 2, 5 и 6 дошло до замућења, што је сигуран показатељ раста популације микроорганизама. Остали узорци су остали стерилни. Поменуте преконоћне културе су засејане на LA подлогу, на којој су се затим развиле колоније различитих морфологија. На основу карактеристика колонија, као и посматрањем под светлосним микроскопом бактерија бојених по Gram-у, начина њиховог груписања и спорулације, могу да се одреде бар две различите врсте бактерија из рода *Bacillus* и веома специфичне грампозитивне коке груписане у правилним тетрадама⁶ (слика 4). За њихову детерминацију неопходна је примена селективних подлога.

Засејавање бактерија на целулозну подлогу довело је до слабог развоја кока, што их сврстава у слабо целулолитичке организме који оштећују папир, док је раст *Bacillus*-а изостао и папир му вероватно служи као привремено станиште.



Слика 4 Лево – *Bacillus* који гради наранџасте колоније (узорак узет са листа бр. 5 и 6), средина – *Bacillus* у спорулацији који гради беле колоније (узорак узет са листа бр. 2), десно – коке које граде жуте колоније (узорак узет са листа бр. 2, 5 и 6)

Закључак

Присуство микроорганизама на грађи Архива Србије је несумњиво доказано, али њихов детаљнији опис и идентификација захтевају додатне анализе. Иако у неактивном облику, они представљају реални ризик како за грађу (нарочито у случају флукуације параметара спољашње средине), тако и по здравље људи који су у непосредном контакту са њом. Због тога је неопходно поклонити посебну пажњу микрогљивама и бактеријама које се могу изоловати са грађе.

Експериментални део рада изведен је на Биолошком факултету Универзитета у Београду у сарадњи са: проф. др Јеленом Вукојевић, редовним професором на Катедри за алгологију, микологију и лихенологију Биолошког факултета Универзитета у Београду, проф. др Јеленом Кнежевић-Вукчевић, редовним професором и шефом Катедре за микробиологију Биолошког факултета Универзитета у Београду, асистентом др Милицом Љаљевић-Грбић и истраживачем-сарадником мр Драганом Митић-Ђулафић са истих катедри.

Литература

1. Curk, F.; Nedović, Ž.: *Štetni agensi u konzervaciji*, Niš 1997, 83–90.
2. Đardulo, A.: *Zaštita i konzervacija knjiga: materijali, tehnike i infrastruktura*, Beograd 2005, 116–120.
3. Hammer-Luza Mas, E.; Hódl, I.; Kranzelbinder, H.; Prosser, H.; Wassermann-Neuhold, M.; Wiesflecker Mas, P.: *Mogu li se još spasiti? Konzervacija i restauracija pisanog blaga*, Sarajevo/ Tuzla, 2006, 9–82.
4. Кнежевић-Вукчевић, Ј.; Симић, Д.: *Методе у микробиологији: практикум, лабораторијски дневник*, Beograd 1999, 19–22, 124.
5. Радосављевић, В.; Петровић, Р.: *Конзервација и рестаурација архивске и библиотечке грађе и музејских предмета од текстила и коже*, Београд 2000, 10–15, 19–35, 38–46, 63–79, 113–173, 181–188.
6. Simić, D.: *Mikrobiologija I*, Beograd 1988, 9–11, 14–31, 39–44, 116–132.
7. Siu, R. G. H.: *Microbial decomposition of cellulose*, New York 1951, 119.
8. Skorkovský, B. a kolektiv: *Mikroorganismy jako původci degradace archiválií*, Praha 1981, 59.
9. Vukojević, J.: *Praktikum iz mikologije i lihenologije*, Beograd 1998, 1–10, 16–20, 184–194.