

Istraživanje kontaminacija gljivama na slici "Portret muškarca" - identifikacija i moguće rješenje

Škrlec, Antun

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Academy of Fine Arts / Sveučilište u Zagrebu, Akademija likovnih umjetnosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:215:715542>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-24**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Academy of Fine Arts in Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AKADEMIJA LIKOVNIH UMJETNOSTI
ODSJEK ZA KONZERVIRANJE I RESTAURIRANJE UMJETNINA

Antun Škrlec

**ISTRAŽIVANJE KONTAMINACIJE GLJIVAMA
NA SLICI „PORTRET MUŠKARCA“ –
IDENTIFIKACIJA I MOGUĆE RJEŠENJE**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AKADEMIJA LIKOVNIH UMJETNOSTI
ODSJEK ZA KONZERVIRANJE I RESTAURIRANJE UMJETNINA

Antun Škrlec

**ISTRAŽIVANJE KONTAMINACIJE GLJIVAMA NA
SLICI „PORTRET MUŠKARCA“ – IDENTIFIKACIJA I
MOGUĆE RJEŠENJE**

Mentorica: izv. prof. art. Barbara Horvat Kavazović

Komentori: dr. sc. Ivana Kušan (IRB), izv. prof. dr. sc. Domagoj Šatović

Zagreb, lipanj 2024.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Akademija likovnih umjetnosti

Odsjek za konzerviranje i restauriranje umjetnina

Diplomski rad

Smjer: slikarstvo

Područje: konzerviranje i restauriranje

Predmet / kolegij / polje: konzerviranje i restauriranje štafelajnih slika

Opis zahvata: Konzervatorsko-restauratorski radovi na slici „Portret muškarca“ i istraživanje utjecaja plijesni na slike na platnenom nosiocu

Student: Antun Škrlec

Matični broj kandidata: 3860/R-S

Broj indeksa: /

Mentorica: izv. prof. art. Barbara Horvat Kavazović

Komentorica: dr. sc. Ivana Kušan

Broj stranica: 145

Broj fotografija: 117

Broj tablica: 4

Broj grafičkih priloga: 0

Prilozi: 0

Popis literature – Stručne reference:

Ključne riječi: štafelajna slika, plijesni na platnenom nosiocu, biodeterioracija, identifikacija gljiva, sekvenciranje DNA, kserofilne gljive, esencijalna ulja

Datum obrane: 6. lipnja 2024.

Povjerenstvo za diplomski ispit:

- prof. dr. sc. Vladan Desnica
- prof. mr. art. Tamara Ukrainčik
- prof. art. Jagor Bučan

Rad je pohranjen u arhivu Akademije likovnih umjetnosti Sveučilišta u Zagrebu, Ilica 85, i na OKIRU, Zamenhofova 14, u Zagrebu.

SAŽETAK

Diplomski rad obuhvaća konzervatorsko-restauratorske radove na slici „Portret muškarca“ te istraživanje utjecaja plijesni (gljiva) na slike na platnenom nosiocu. Za vrijeme posjeta čuvaonici Akademije likovnih umjetnosti, utvrđena je neočekivana gljivična kolonizacija na brojnim umjetninama. Kolonizacija je neočekivana, budući da su uvjeti unutar čuvaonice unutar definiranih normi za čuvanje muzejskih predmeta. Pregledom stručne literature uočeno je da se identična situacija događa u čuvaonicama diljem svijeta, stoga je bilo nužno spriječiti daljnju kolonizaciju te ukloniti postojeću. U sklopu izrade diplomskog rada provedeno je istraživanje s ciljem identifikacije gljiva koje je uključivalo uzorkovanje gljiva s površine tri kontaminirane umjetnine, njihovu izolaciju u čiste kulture i identifikaciju putem sekvenciranja DNA. Iako je izmjerena relativna vlažnost zadovoljavala smjernice za očuvanje umjetničkih predmeta, kolonije gljiva bile su raspoređene na svim umjetninama unutar čuvaonice. S druge strane, na površinama zidova i stropova nije utvrđen rast gljiva. Sekvenciranjem DNA iz direktnih uzoraka utvrđene su visoke koncentracije vrste *Aspergillus halophilicus*. Riječ je kserofilnoj vrsti gljive koju karakterizira rast pri niskoj relativnoj vlažnosti; znatno nižoj od one utvrđene normama za pohranu umjetnina. U sklopu istraživanja spomenuto je koliko je važan izbor adekvatne podloge za rast gljiva te kako se različitim postupcima mogu dobiti različiti rezultati. U konačnici, na primjeru slike „Portret muškarca“ utvrđena je učinkovitost tretiranja gljivične kolonizacije esencijalnim uljima klinčića, timijana, lavande i kadulje. Ovo istraživanje važno je za utvrđivanje identiteta gljiva koje infestiraju umjetnine, tretiranje infestiranog predmeta te postavljanje pitanja o uvriježenim vrijednostima za čuvanje i pohranu umjetnina.

Prirodno-znanstvena istraživanja izvedena su na Odsjeku za konzerviranje i restauriranje umjetnina Akademije likovnih umjetnosti u Zagrebu te u suradnji sa stručnjacima s Instituta Ruđer Bošković, Zavoda za istraživanje mora i okoliša, Laboratorija za biološku raznolikost.

Ključne riječi: štafelajna slika, plijesni na platnenom nosiocu, biodeterioracija, identifikacija gljiva, sekvencioniranje DNA, kserofilne gljive, esencijalna ulja

SUMMARY

This thesis encompasses conservation and restoration work done on the painting "Portrait of a Man", as well as the research into the influence of mold (fungi) on canvas paintings. During a visit to the depot of the Academy of Fine Arts, an unexpected fungal colonization has been found on numerous works of art inside the depot. The colonization is surprising, since the conditions inside the depot are within the defined norms for museum objects' conservation. While reviewing the professional literature, it was noticed that an identical situation occurs in depots all over the world, therefore it was necessary to prevent further colonization and remove the existing one. As part of the thesis, research was conducted with the aim of identifying fungi, including sampling fungi from the surface of three contaminated works of art, their isolation into pure cultures and identification through DNA sequencing. Although the measured relative humidity met the guidelines for the conservation of art objects, fungal colonies were distributed on all art within the depot. On the other hand, no fungal growth was found on the surfaces of the walls and ceilings. DNA sequencing from the direct source revealed high concentrations of fungi belonging to the species *Aspergillus halophilicus*. These are xerophilic fungi characterized by growth at low relative humidity; significantly lower than one established by the norms for the storage of art. As part of the research, it was mentioned how important it is to choose [BH2] an adequate substrate for the growth of fungi and how different results can be obtained with different procedures. Ultimately, the effectiveness of treating fungal colonization with essential oils of clove, thyme, lavender and sage was determined on the example of the painting "Portrait of a Man". This research is important for determining the identity of fungi that infest art, treating the infested object, and asking questions about traditional values for the conservation and storage of art.

Natural-scientific research was carried out at the Conservation and Restoration Department of the Academy of Fine Arts in Zagreb and in collaboration with experts from the Ruđer Bošković Institute, Division for Marine and Environmental Research, Laboratory for Biological Diversity.

Key words: easel painting, mold on canvas paintings, biodeterioration, identification of fungi, DNA sequencing, xerophilic fungi, essential oils

Sadržaj

1. UVOD	1
1.1. CILJ ISTRAŽIVANJA.....	3
1.2. OPĆI PODACI O DJELU.....	5
2. POVIJESNO-UMJETNIČKA ANALIZA	6
2.1. POVIJEST ODIJEVANJA	8
2.2. KOMPARACIJA ODABRANIH PORTRETA S POČETKA 19. STOLJEĆA	28
3. KONZERVATORSKO-RESTAURATORSKA ISTRAŽIVANJA	31
3.1. IZVORNI MATERIJALI I TEHNIKA IZRADE UMJETNINE.....	32
3.1.1. PODOKVIR.....	32
3.1.2. NOSILAC	33
3.1.3. OSNOVA	34
3.1.4. SLIKANI SLOJ.....	37
3.1.5. LAK.....	37
3.2. OPIS ZATEČENOG STANJA I UZROCI PROPADANJA	37
3.2.1. PODOKVIR.....	37
3.2.2. NOSILAC	38
3.2.3. OSNOVA	39
3.2.4. SLIKANI SLOJ.....	39
3.2.5. LAK.....	42
3.3. ČUVAONICA AKADEMIJE LIKOVNIH UMJETNOSTI	43
3.4. DIJAGNOSTIČKA ISTRAŽIVANJA.....	47
3.4.1. STRATIGRAFSKA ANALIZA.....	47
3.4.2. FTIR.....	51
4. MIKOLOŠKA OBRADA SLIKE - MATERIJALI I METODE	62
4.1. MIKROSKOPIRANJE UZORKA GLJIVE DIREKTNO SA SLIKE	63
4.2. IZOLACIJA GLJIVA U ČISTE KULTURE.....	64
4.3. IZOLACIJA DNA I PCR.....	69
4.4. SEKVENCIRANJE DNA.....	72
4.5. TRETIRANJE ESENCIJALNIM ULJIMA.....	72
5. REZULTATI	79
5.1. IDENTIFICIRANE GLJIVE	79
5.1.1. AS1 - <i>Fomes fomentarius</i> (L.) Fr.....	79
5.1.2. AS2 - <i>Porostereum spadiceum</i> (Pers.) Hjortstam & Ryvarden.....	82
5.1.3. AS3 - <i>Aspergillus glabripes</i> F. Sklenář, Jurjević & Hubka.....	84

5.1.4.	AS4, AS5 - <i>Penicillium chrysogenum</i> Thom	86
5.1.5.	AS6 - <i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary & Löwenthal) G. Arnaud	89
5.1.6.	AS7 - <i>Penicillium solitum</i> Westling	92
5.1.7.	AS8 - <i>Beauveria</i> sp.	93
5.1.8.	AS9 - <i>Fusarium fujikuroi</i> Nirenberg	97
5.1.9.	AS10 - <i>Trametes versicolor</i> (L.) Lloyd	99
5.1.10.	AS11 - <i>Aspergillus versicolor</i> (Vuill.) Tirab.	101
5.1.11.	AS12, AS14, AS15 - <i>Aspergillus creber</i> Jurjević, S.W. Peterson & B.W. Horn ..	104
5.1.12.	AS13 - <i>Thelebolales</i> sp.	107
5.1.13.	VRSTA <i>Aspergillus halophilicus</i>	108
5.2.	TRETIRANJE ESENCIJALNIM ULJIMA	110
6.	RASPRAVA	113
7.	ZAKLJUČAK	116
8.	POPIS LITERATURE	117
9.	POPIS SLIKA	127
10.	KRATKI ŽIVOTOPIS	136
10.1.	IZJAVA O AUTORSTVU	137
11.	ZAHVALA	138

1. UVOD

Tema ovog diplomskog rada je konzerviranje-restauriranje slike „Portret muškarca“ i znanstveno istraživanje na području kontaminacije gljivama na platnenom nosiocu. Slika „Portret muškarca“ datirana je u početak 19. stoljeća te je izvedena tehnikom ulja na platnu. Autor djela je nepoznat, kao i vlasnik.

Na slici je prikazan portret muškarca odjevenog u odjeću karakterističnu za razdoblje s kraja 18. stoljeća i početak 19. stoljeća.

Slika se godinama nalazila u čuvaonici Akademije likovnih umjetnosti – Odsjek za konzerviranje i restauriranje umjetnina, zavedena pod inventarskim brojem 370. Slika nema ukrasni okvir te je bilo vidljivo da je prošla barem jednu restauratorsku intervenciju. Dublirana je na novo platno voštanom metodom zbog oštećenja rubnih zona platnenog nosioca te je napeta na novi podokvir. Također je vidljivo kako je u spomenutoj intervenciji prilagođena dimenzijama novog podokvira. Završni lak na slici je potamnio, vizualno je degradirajući, te su na njemu zatečeni slojevi površinski nevezane i vezane nečistoće te kolonija bijele plijesni (gljiva).

S obzirom da je slika bila pohranjena u čuvaonici, u uvjetima koji se smatraju idealnim za čuvanje umjetnina, plijesni (gljive) koje su se razvile u relativno kontroliranim uvjetima bile su neočekivana pojava. Naime, čak i nakon postizanja stabilnih uvjeta, može se dogoditi nepredviđena situacija koja će uzrokovati degradaciju i/ili oštećenja umjetnina. U prvom redu to su potresi, poplave ili požari. Također, uobičajeni uzroci naglog rasta gljiva uglavnom su direktna posljedica dugoročnog povećanja vlage unutar čuvaonice. Međutim, u ovom slučaju zabilježen je rast gljiva u čuvaonici s kontroliranim mikroklimatskim uvjetima. Pregledom stručne literature uočava se kako je problem češći nego je očekivano te da se događa u čuvaonicama diljem svijeta.

Za potrebe izrade diplomskog rada, za znanstvena istraživanja, odabrana je slika „Portret muškarca“ te još dvije (kontrolne) – ikona „Bogorodica s Djetetom“ (slika na drvenom nosiocu) i slika „Portret muškarca s naočalama“ (slika na platnenom nosiocu), također iz čuvaonice Akademije Likovnih umjetnosti, Odsjeka za konzerviranje i restauriranje umjetnina.

Kao potvrda kolonizacije umjetnina u čuvaonici s *Aspergillus halophilicus*, znanstvena istraživanja izvedena su paralelno i na dodatne dvije umjetnine iz čuvaonice - ikone „Bogorodica s Djetetom“ (slika na drvenom nosiocu) i slike „Portret muškarca s naočalama“ (slika na platnenom nosiocu).

Za potrebe znanstvenog istraživanja uzeti su uzorci plijesni (gljive) s ciljem uzgoja čiste kulture koja se razvila na slici, a potom sekvenciranje DNA te utvrđivanje vrste gljive s ciljem pronalaska mogućeg načina i učinkovite metode za blokiranje daljnjeg rasta gljiva i moguće uključivanje spomenute metode u preventivnu konzervaciju.

Poteškoće u ispravnoj detekciji vrste gljive nastale su u korištenju različitih podloga za uzgoj. Naime, različite podloge za uzgoj gljiva pokazale su različite rezultate gdje na kraju istraživanja izolacijom nije dobivena vrsta gljive, već je utvrđena sekvencom uzorka uzetog direktno sa slike. Postojala je određena sumnja u uspješnost navedene metode, budući da su gljive završile svoj životni ciklus i u trenutku uzorkovanja na slici nije bilo dovoljno žive materije s dovoljnom količinom DNA za sekvenciranje. Međutim, u tu svrhu korišten je forenzički kit za PCR izolaciju DNA, što se pokazalo uspješnim.

Sekvenciranjem DNA uzorka uzetog direktno sa slike utvrđeno je da se radi o vrsti *Aspergillus halophilicus*, a njen naziv govori o njenim karakteristikama – da je kserofilna¹.

U slučaju čuvaonice Akademije likovnih umjetnosti Odsjeka za konzerviranje i restauriranje umjetnina utvrđeno je da joj slike daju dobru podlogu za rast, unatoč uvjetima koje smatramo idealnim za čuvanje umjetnina.

Također, znanstveno istraživanje prikazano u ovom diplomskom radu ukazalo je na nužnost kombiniranja različitih metoda utvrđivanja određenih vrsta gljiva.

Znanstveno istraživanje odvijalo se paralelno na Odsjeku za konzerviranje i restauriranje umjetnina, pod mentorstvom izv. prof. art. Barbare Horvat Kavazović, komentora izv. prof. dr. sc. Domagoja Šatovića i Institutu Ruđer Bošković, pod stručnim vodstvom komentorice dr. sc. Ivane Kušan.

¹ Prilagođena životu na suhm staništima. kserofiti. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013. – 2024. Pristupljeno 1.5.2024. <<https://www.enciklopedija.hr/clanak/kserofiti>>.

Kroz ovaj diplomski rad istaknuta je multidisciplinarnost te potreba za suradnjom sa stručnjacima s različitih područja djelovanja, a u svrhu ispravnog utvrđivanja nastanka uzroka propadanja umjetničkih djela te budućeg preventivnog djelovanja njih.

U konačnici, kolonije gljiva tretirane su esencijalnim uljima koja imaju antifungalno i fungistatično² djelovanje. Budući da nema mnogo metoda za rješavanje problematike kolonizacije gljivama, u ovom diplomskom radu se ova metoda iznosi kao moguće rješenje sličnih situacija u budućnosti, zbog njihovih karakteristika da ne djeluje na samu sliku i materiju slike. Naime, odabrana esencijalna ulja su hlapiva te ne ostavljaju nikakve ostatke na površini ili u strukturi umjetničkog djela (eng. *residues*) te su potpuno etička u smislu konzervatorsko-restauratorske struke i stoga se iznose kao prijedlog daljnjih/mogućih rješavanja problematike biodeterioracije izazvane gljivičnom kolonizacijom na umjetničkim djelima.

1.1. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja je utvrđivanje vrste gljive s ciljem detekcije uzroka kolonizacije unutar čuvaonice, budućeg sprječavanja kolonizacije te tretmana infestirane slike na platnu. U sklopu istraživanja navode se i neuspješni pokusi te razlozi zbog kojih su bili neuspješni, odnosno zašto su se testiranja na određenim podlogama pokazala neuspješnima. Na „Portretu muškarca“, slici koja je u čuvaonici Odsjeka za konzerviranje i restauriranje stajala godinama, razvile su se bijele gljive. Navedene gljive razvile su se u relativno kontroliranim uvjetima. Prilikom pokušaja izolacije kulture gljive, problem je nastao u eksperimentiranju s podlogama gdje se na kraju izolacijom nije dobila vrsta, već je dobivena s uzorka uzetog direktno sa slike. Sumnjalo se u pozitivan ishod rezultata jer je gljiva odradila svoj životni ciklus pa je postojala sumnja u nedovoljnu količinu DNA, stoga je korišten forenzički kit za PCR za izolaciju DNA pa su ipak uspješni uzorci sa slika. Izolacijom se željelo postići dobivanje čiste kulture gljive s tri slike, a s ciljem potvrde pretpostavke da se na svim slikama nalazi ista vrsta. Navedeni postupak je bio neuspješan, ali uzimanjem dijelova gljiva i naciepljivanjem su zapravo pokupljene spore drugih vrsta koje su se nalazile na slici i u ovim eksperimentalnim podlogama dale im uvjete da se razviju. Od tih gljiva koje su dobivene izolacijom morfološki je određeno koje idu na PCR

² Antifungicidi – ubijaju gljivične patogene; fungistatici – inhibiraju rast gljivičnih patogena. Graybill, J.R., Burgess, D.S., Hardin, T.C. (1997) Key issues concerning fungistatic versus fungicidal drugs. *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, Jan, 16(1), pg. 42 - 50. doi: 10.1007/BF01575120. PMID: 9063673.

sekvencu, jer su uzete sve koje su na izgled bile bijele i slične onoj koja se nalazila na slici „Portret muškarca“, i sekvencirane. Rezultati sekvenca nisu pokazali pretpostavljene vrste, ali je potvrđena široka prisutnost raznih vrsta na slici.

Rezultati dijagnostičkih istraživanja sekvencom uzorka direktno sa slike utvrdili su da se radi o vrsti *Aspergillus halophilicus*, kserofilnoj gljivi. Rezultati dijagnostičkih istraživanja pojašnjavaju i zašto se pojavila kolonizacija gljiva te se postavlja pitanje o eventualnoj modifikaciji uvriježenih uvjeta koji se smatraju adekvatnima za čuvanje umjetnina.

Tijek dijagnostičkih istraživanja detaljno je pojašnjen u narednim poglavljima.

1.2. OPĆI PODACI O DJELU



Slika 1. Portret muškarca – cjelina (fotografirao Antun Škrlec, 1.9.2022.)

Naziv predmeta:	Portret muškarca
Autor:	nepoznat
Datacija:	početak 19. stoljeća (?)
Tehnika:	ulje na platnu
Dimenzije:	58 x 39,5 cm
Sadašnji smještaj:	OKIRU - ALU
Vlasnik:	nepoznat
Inventarni br. OKIRU:	370

2. POVIJESNO-UMJETNIČKA ANALIZA

Slika „Portret muškarca“ (slika 1) je tzv. građanski portret iz 19. stoljeća. Pregledom stručne literature, portret je moguće svrstati među građanske portrete koji su nastali u razdoblju između 1800. – 1870., o čemu je najdetaljnije navedeno u publikaciji Povijesnog muzeja u Zagrebu³.

Oko 1800. godine, nakon velike revolucije u Francuskoj, Austrija vodi neprestane ratove s Francuskom u kojima sudjeluju brojni Hrvati. S druge strane stvaranje Ilirskih provincija na području Dalmacije i Hrvatskog Primorja sve do Save, podijelilo je hrvatske zemlje više nego je to bilo izraženo u austrijskoj upravi. U otporu protiv Napoleona posvuda u Europi jača svijest o narodnosti, javljaju se nacionalni pokreti koji kulminiraju nacionalnim ustancima, što se u umjetnosti manifestira novim stilskim pravcem – romantizmom. U likovnoj umjetnosti se krajem 18. stoljeća klasicizam smjenjuje s rokoko stilom, a početkom 19. stoljeća utjecaj antike osjeća se podjednako u kiparstvu i slikarstvu⁴.

Osim navedenog, oko 1870. godine zbivaju se u Europi događaji koji se odražavaju na prilike u Austrijskoj monarhiji. Ishod rata 1866. godine ojačao je Prusku i odveo je dalje u rat protiv Francuske, a oslabio je Austriju koja je morala dati ustupke jačim političkim težnjama Mađara. Nakon Austro-ugarske nagodbe sklopljena je i Hrvatsko-ugarska nagodba 1868. godine. U Hrvatskoj politički život dobiva nove oblike, jednako kao što i kultura dobiva nove poticaje. Možda je najjača promjena upravo na polju likovne umjetnosti. Iščezla je generacija istaknutih slikara pedesetih godina, a slikari nove generacije ne studiraju više u Beču nego na Münchenskoj i drugim njemačkim akademijama⁵.

Po svom smještaju u glavnom gradu Hrvatske, Povijesni muzej u Zagrebu okupio je zavidnu zbirku građanskih portreta. Muzej je kroz povijest svog postojanja materijal dobivao uglavnom donacijama i kao darove. Tako se zbirka portreta stanovnika glavnog grada i njegove bliže okolice oblikovala kao odraz prilika i okolnosti u kojima su se nalazili Hrvatska i Muzej. Naime, većina portretiranih osoba živjela je u Hrvatskoj⁶, budući da se u zbirci, uz portrete stanovnika Zagreba i Hrvatske, nalaze i portreti vladara te doseljenih obitelji koje su donijele vlastite obiteljske i povijesne portrete.

³ SCHNEIDER, M. (1973) *Portreti 1800. – 1870. Katalog muzejskih zbirki IX*. Zagreb: Povijesni muzej Hrvatske

⁴ Ibid., str. 6

⁵ Ibid., str. 6

⁶ Ibid., str. 6

. Zbog tako velike raznolikosti porijekla portreta koje sadrži zbirka Povijesnog muzeja u Zagrebu nemoguće je prikazati neki razvoj portretne umjetnosti u Hrvatskoj u razdoblju od 1800. do 1870. Naime, u tom razdoblju nije riječ o jednom povijesnom toku nego više paralelnih, koji se ponekad susreću i isprepliću. Niz djela nepoznatih autora, osobito iz početka stoljeća, vjerojatnije potječe od putujućih stranih slikara nego od nekih, dosad neutvrđenih, domaćih. Po imenu su poznati umjetnici koji su se kraće ili dulje vrijeme zadržali i izrađivali portrete. Od 1830. počinju zalaziti u Hrvatsku slikari iz susjedne Slovenije. Porijeklom Slovenac je Jakov Stager, koji je glavni predstavnik tzv. „zagrebačkog kruga“ u minijaturnom slikarstvu, a djeluje u čitavoj Hrvatskoj između 1840. i 1859. godine. Četrdesetih se godina u Italiji školuje prvi „ilirski slikar“ Vjekoslav Karas, koji se vraća u domovinu 1847. godine. Osim ovih školovanih umjetnika djeluju i amateri⁷.

Početakom 19. stoljeća se uz visoki kler i još uvijek prisutno plemstvo, kao naručioc i javljaju se i građani. U cijeloj Austro-Ugarskoj Monarhiji građanstvo brzo jača ekonomske pozicije i preuzima vodeće uloge u političkom, društvenom i kulturnom životu Zagreba. Promjene u društvenoj strukturi najjasnije dolaze do izražaja tridesetih godina 19. stoljeća u vrijeme ilirskog pokreta. Zagreb, iako kulturni centar Hrvatske, nema u to vrijeme svojih domaćih školovanih slikara pa zato novu potrebu građanstva koriste strani putujući slikari školovani u Beču, Münchenu, Veneciji, Rimu, pa čak i Parizu, zadržavajući se u Zagrebu duže ili kraće, izrađujući s više ili manje talenta, portrete ondašnjih Zagrepčana, uglednih činovnika, trgovaca, obrtnika, i sl. Šesto desetljeće 19. stoljeća se uzima kao prekretnica, budući da je to vrijeme pojave fotografskih portreta Julija Huhna i Franje Pommera. Portreti, nejednaki u kvaliteti, nastali prema željama i ukusima naručilaca, se ponegdje izdvajaju svojim likovnim vrijednostima dosežući nivo srednjoeuropskog, a naročito bečkog bidermajerskog slikarstva⁸.

Međutim, osim likovnih vrijednosti, građanski portreti su sačuvali dragocjenu kulturno-povijesnu atmosferu, modu i mentalitet naručioca portreta⁹.

Sve bržim razvojem građanskog društva uviđa se potreba za podizanjem kvalitete obrtničkih proizvoda. Zahtjevi naručitelja bili su sve profinjeniji što podrazumijeva veća likovna umijeća u realizaciji istih. Spoznaja da je umijeće crtanja jedan od značajnijih preduvjeta za podizanje obrtništva na višu razinu rezultiralo je pridavanjem veće pažnje

⁷ SCHNEIDER, M. (1973) *Portreti 1800. – 1870. Katalog muzejskih zbirki IX*. Zagreb: Povijesni muzej Hrvatske, str. 13

⁸ LADOVIĆ, V. (1968) *Portreti Zagrepčana u 19. stoljeću. Izložba studeni – prosinac 1968*. Zagreb: Muzej grada Zagreba, str. 3

⁹ Ibid., str. 3

umjetničkoj naobrazbi od najranije dobi. U Austriji su te ideje bile provođene već sredinom 18. stoljeća, a u desetljećima koja slijede proširile su se i na ostale zemlje unutar Monarhije. Cilj tih nastojanja nije bio da se mladi pripreme za buduće umjetnike, već da se „*uzmogne načiniti crteže koji su potrebni u mnogim prilikama za raznovrsne svrhe: crteže koji su potrebni raznim obrtima ili mogu poslužiti njihovom boljem usavršavanju*“. Kao rezultat tih nastojanja javlja se otvaranje crtačkih škola u Hrvatskoj, od kojih je prva otvorena u Zagrebu 1781. godine, dok je risarska škola u Osijeku svojim radom započela početkom 1800. godine¹⁰.

Postanak i razvitak zagrebačke risarske škole u razdoblju od 1781. do 1821. detaljno je opisan u Tkalčićevom zborniku te u knjizi „*Metodika prostoručnog crtanja za obće i pučke i gradjanske škole*“ iz 1885. godine¹¹. Ideja o osamostaljivanju obrta, te želja da obrtnici postanu vještiji bila je aktualna već za vladanja Marije Terezije (1740. – 1780.). Kao sredstvo za tu svrhu, uz druge faktore, odabrano je umijeće risanja. Također, navodi se kako se zagrebačka risarska škola počela s radom tek 1781. jer se prije nije mogao naći učitelj¹².

2.1. POVIJEST ODIJEVANJA

Svako razdoblje u novijoj povijesti uređenih društava odražavalo se i kroz stil odijevanja. U slučaju slike „*Portret muškarca*“, datirane u početak 19. stoljeća, odabrani su stilovi iz spomenutog razdoblja. Odjevni stilovi 19. stoljeća obuhvaćaju: *empire* (prvih 20 godina 19. stoljeća), romantizam (1820. – 1845.), bidermajer (1845. – 1865.), turnir (1865. – 1890.) i *la belle epoque* (posljednje desetljeće 19. stoljeća)¹³.

Početak 19. stoljeća pripada periodu klasicizma, koji svoje uzore traži u antici. To se ogleda i u izgledu odjeće. U vrijeme romantizma Francuska i dalje diktira europsku modu¹⁴.

¹⁰ BACH, I. ur. (1955) *Tkalčićev zbornik*. Zbornik radova posvećen sedamdesetgodišnjici Vladimira Tkalčića. Prvi svezak. Zagreb: Muzej za umjetnost i obrt

¹¹ KUTEN, G. (1885) *Metodika prostoručnoga crtanja za obće pučke i gradjanske škole. Knjiga XVII*. Zagreb: Hrvatski pedagoški-književni odbor

¹² STAHULJAK, M. (1955) *Zagrebačka risarska škola i njezini prvi učitelji (1781–1821)*. u BACH, I. ur. Tkalčićev zbornik. Zbornik radova posvećen sedamdesetgodišnjici Vladimira Tkalčića. Prvi svezak., Zagreb: Muzej za umjetnost i obrt, str. 147 - 152

¹³ SUŠAC, I. (2022) *Povijest odijevanja – skripta za studente Kazališne režije i radiofonije*. Zagreb: Akademija Dramske umjetnosti Sveučilišta u Zagrebu, str. 90

¹⁴ SUŠAC, I. (2022) *Povijest odijevanja – skripta za studente Kazališne režije i radiofonije*. Zagreb: Akademija Dramske umjetnosti Sveučilišta u Zagrebu, str. 90

Za dataciju slike „Portret muškarca“ odabrani su periodi iz prve polovice 19. stoljeća – empire, romantizam i bidermajer, budući da imaju najviše podudarnosti s odjećom portretiranog muškarca.

Empire (1800. – 1820.)

Za vrijeme empire stila mušku modu diktirali su britanski krojači, budući da je u navedenom razdoblju najvažnije bilo da odjeća savršeno pristaje¹⁵. Svjetski događaji poput Napoleonskih ratova odigrali su veliku ulogu u oblikovanju mode tog razdoblja¹⁶. Muška odjeća 1810-ih, kao i ženska odjeća, bila je nastavak trendova postavljenih tijekom prethodnog desetljeća. Važni pomaci, u odnosu na prethodna desetljeća, su suptilna promjena siluete nakon 1811.: spuštanje struka i dodavanje podstave na ramenu¹⁷. Fina vunena tkanina mogla se rastezati i oblikovati kako bi pristajala uz tijelo, i dominirala je muškom garderobom (slika 2); hlače od krepa ili svilenog žerseja pripijene su uz mišićave noge¹⁸. Boja i ukrasi i dalje su diskretniji, nastavljujući trend koji je započeo u prethodnom desetljeću, kako je muška odjeća postala nenametljiva i slobodnija. Kao i u ženskoj odjeći, Napoleonski ratovi imali su značajan utjecaj na mušku modu jer su muškarci u uniformama dominirali javnim životom¹⁹.

Tri elementa muškog odijela bili su kaput, prsluk i hlače ili vrećaste hlače stisnute kod gležnja ili ispod koljena²⁰. Postojale su dvije glavne vrste kaputa, obje inačice fraka: frak (slika 3) i kaput za jahanje.

¹⁵ LAVER, J. (2012) *Costume and Fashion: A Concise History*, Peto izdanje. London: Thames & Hudson, Ltd, str. 158

¹⁶ FRANKLIN, H. (2020) *Fashion history timeline, 1810 – 1819*. <https://fashionhistory.fitnyc.edu/1810-1819/> pristupljeno 1.4.2024.

¹⁷ LE BOURHIS, K. ur (1989) *The Age of Napoleon: Costume from Revolution to Empire 1789-1815*. New York: The Metropolitan Museum of Art, str. 112

¹⁸ DAVIDSKON, H. (2019) *Dress in the Age of Jane Austen: Regency Fashion*. New Haven: Yale University Press, str. 185, 232

¹⁹ LE BOURHIS, K. ur (1989) *The Age of Napoleon: Costume from Revolution to Empire 1789-1815*. New York: The Metropolitan Museum of Art, str. 112, 117, FRANKLIN, H. (2020) *Fashion history timeline, 1810 – 1819*. <https://fashionhistory.fitnyc.edu/1810-1819/> pristupljeno 1.4.2024.

²⁰ TORTORA PHYLLIS, G. EUBANK, K. (2010) *Survey of Historic Costume*, Peto izdanje. New York: Fairchild Books, str. 319



Slika 2. William Owen (Britanac, 1769-1825). *Portret muškarca*, oko 1815. Ulje na platnu; (83 1/2 x 55 in). New Haven, Connecticut: Yale Center for British Art, B1973.1.44. Paul Mellon Collection. Izvor: [Yale Center for British Art](https://www.britishart.org/collections/1973-1-44)



Slika 3. Nepoznati dizajner (Amerika). Kaput, ca. 1815. Lan. New York: The Metropolitan Museum of Art, 1997.508. Kupljen, NAMSB Foundation Inc. Gift, 1997. Izvor: [The Metropolitan Museum of Art](https://www.metmuseum.org/department/clothing/1997-508)

Frak je bio rezan u struku, ravno poprijeko ili u obliku obrnutog slova U. Kaput za jahanje, manje formalan izbor, blago se spuštao od struka natrag do „repa“²¹. Potkraj 1810-ih, moda je zahtijevala više rezan struk i glatkiji kroj, pa su dodani ušici kako bi se uklonio ružni nabor na struku²². Oba su kaputa imala ovratnike koji su bili prilično visoki na leđima i spuštali se u revere s oštrim urezima u slovo "M" ili "V"²³. Prsluci su bili ravno rezani preko struka, s jednim ili dvorednim kopčanjem i imali su visoke samostojeće ovratnike²⁴.

Tijekom 1810-ih nošene su i hlače i vrećaste hlače stisnute kod gležnja ili ispod koljena. Hlače proširene do koljena gdje su se zakopčavale gumbima i kopčom ili vezicama (slika 2); *pantaloons*, koje su nastale 1790-ih, bile su vrlo uske i duže, protezale su se do lista ili gležnja

²¹ BYRDE, P. (1992) *Nineteenth Century Fashion*. London: Batsford, str. 91

²² WAUGH, N. (2015) *The Cut of Men's Clothes: 1600-1900*. New York and London: Routledge, Taylor and Francis Group, str. 113

²³ LAVER, J. (2012) *Costume and Fashion: A Concise History*, Peto izdanje. London: Thames & Hudson, Ltd str. 160, JOHNSTON, L., KITE, M., PERSSON, H., DAVIS, R., DAVIS, L. (2005) *Nineteenth Century Fashion in Detail*. London: V&A Publications, str. 138

²⁴ DAVIDSKON, H. (2019) *Dress in the Age of Jane Austen: Regency Fashion*. New Haven: Yale University Press, str. 28, FRANKLIN, H. (2020) *Fashion history timeline, 1810 – 1819*. <https://fashionhistory.fitnyc.edu/1810-1819/> pristupljeno 1.4.2024.

gdje su se pričvršćivale vezicama ili gumbima (slika 4)²⁵. Obje su se mogle nositi tijekom dana, ali hlače su bile prikladna večernja odjeća s bijelim čarapama i večernjim salonkama (slika 5). Za dnevnu odjeću, obje su se često nosile s visokim čizmama, omiljenom modom muške odjeće s početka devetnaestog stoljeća²⁶. Osobito je bilo u modi nositi *pantaloons* uvučene u „*hessian*“ čizme, definirane vrhovima u obliku srca i resama²⁷. Nazvane po hesenskim plaćeničkim vojnicima iz Njemačke, ove čizme i pripijene *pantaloons*, koje su sjajno pokazivale mišiće muških nogu, davale su vojnički glamur civilnoj nošnji²⁸.



Slika 4. Sir Martin Archer Shee (Irac, 1769-1850). *William Roscoe*, 1815-1817. Ulje na platnu; (91.73 x 65.55 in). Liverpool, U.K.: Walker Art Gallery, WAG 3130.
Izvor: [Wikimedia](#)



Slika 5. Rudolph Ackermann (Englez, 1764-1834). *Fashion Plate: "Full dress of a Gentleman" for "The Repository of Arts"*, 1810. New York: The Metropolitan Museum of Art, b17509853. Poklon Woodman Thompson-a.
Izvor: [The Met Digital Collections](#)

U prvom desetljeću 19. stoljeća svjedočimo važnim razvojem muške odjeće. Oko 1815. frak se pojavio za neformalnu dnevnu odjeću, najvjerojatnije se razvio iz gornjeg kaputa i

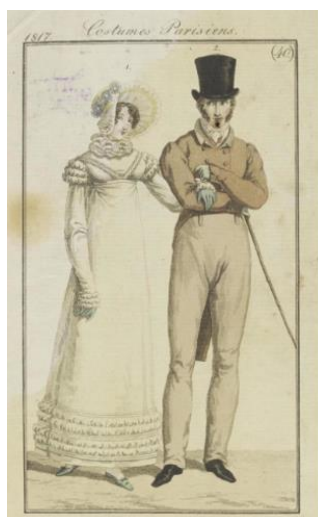
²⁵ BYRDE, P. (1992) *Nineteenth Century Fashion*. London: Batsford, str. 93, JOHNSTON, L., KITE, M., PERSSON, H., DAVIS, R., DAVIS, L. (2005) *Nineteenth Century Fashion in Detail*. London: V&A Publications, str. 14

²⁶ LE BOURHIS, K. ur (1989) *The Age of Napoleon: Costume from Revolution to Empire 1789-1815*. New York: The Metropolitan Museum of Art, str. 112

²⁷ LAVER, J. (2012) *Costume and Fashion: A Concise History*, Peto izdanje. London: Thames & Hudson, Ltd, str. 160

²⁸ ASHELFORD, J. (1996) *The Art of Dress: Clothes and Society, 1500-1914*. London: National Trust, str. 186, JOHNSTON, L., KITE, M., PERSSON, H., DAVIS, R., DAVIS, L. (2005) *Nineteenth Century Fashion in Detail*. London: V&A Publications, str. 14, FRANKLIN, H. (2020) *Fashion history timeline, 1810 – 1819*. <https://fashionhistory.fitnyc.edu/1810-1819/> pristupljeno 1.4.2024.

vojnih uniformi. Frak je definiran stražnjim dijelom do koljena, a koji je visio ravno, a na kraju i vodoravnim šavom oko struka. U prvim iteracijama, njegov je izgled mogao biti prilično vojnički s pletenicom i žabčastim gumbima koji su se zakopčavali sve do samostojećeg „pruskog“ ovratnika. Međutim, frak je ubrzo imao okrenuti ovratnik i naličje, a „borilački“ je rub nestao. Kaput je postao glavni dio muške garderobe u kasnijim desetljećima, simbol uglednosti imućne srednje klase u viktorijanskom stilu²⁹. Drugo, hlače su postajale sve duže. Pojavile su se početkom stoljeća, ali su ostale neformalni izbor. Od *pantaloons* su se razlikovale po kroju; dok su još uvijek bile uske, hlače nisu bile tako čvrsto stegnute na listovima (slika 6). Otprilike do 1817. stigle su do cipela i često su se nosile s remenima za rist oko stopala kako bi održale čvrstu liniju, značajka koja se pripisuje Beau Brummellu³⁰. Sredinom desetljeća pojavio se kitnjasti alternativni stil hlača nazvan „kozaci“. Izravno inspirirane ruskim carem i njegovim trupama nakon njihova posjeta Londonu 1814., ove su hlače bile voluminozne, nabrane u pojasu i skupljene vezicama na gležnju³¹.



Slika 6. Nepoznati umjetnik (Francuz). *Fashion Plate: Costume Parisien*, 1817. Hand-colored engraving. London: The Victoria & Albert Museum, E.22396:95-1957. Poklon od House of Worth. Izvor: [The Victoria & Albert Museum](https://www.vam.ac.uk)



Slika 7. Thomas Sully (Amerikanac 1783-1872). *Daniel La Motte*, 1812-1813. Ulje na platnu; (36 3/8 x 29 in). Washington, D.C.: Smithsonian American Art Museum, 1983.76. Poklon gdina. i gđe. Ferdinand La Motte III. Izvor: [Smithsonian American Art Museum](https://www.siam.si.edu)

²⁹ WAUGH, N. (2015) *The Cut of Men's Clothes: 1600-1900*. New York and London: Routledge, Taylor and Francis Group, str. 114 – 115, BYRDE, P. (1992) *Nineteenth Century Fashion*. London: Batsford, 92 – 93, DAVIDSON, H. (2019) *Dress in the Age of Jane Austen: Regency Fashion*. New Haven: Yale University Press, str. 28

³⁰ ASHELFORD, J. (1996) *The Art of Dress: Clothes and Society, 1500-1914*. London: National Trust, str. 186, BYRDE, P. (1992) *Nineteenth Century Fashion*. London: Batsford, str. 93 - 94

³¹ DAVIDSKON, H. (2019) *Dress in the Age of Jane Austen: Regency Fashion*. New Haven: Yale University Press, str. 232, WAUGH, N. (2015) *The Cut of Men's Clothes: 1600-1900*. New York and London: Routledge, Taylor and Francis Group, str.116, FRANKLIN, H. (2020) *Fashion history timeline, 1810 – 1819*. <https://fashionhistory.fitnyc.edu/1810-1819/> pristupjeno 1.4.2024.

Muški ansambl upotpunjen je s nekoliko komada. Košulje su bile bijele s naboranim ili nabranim prednjim dijelovima i vrlo visokim ovratnicima koji su se spuštali do čeljusti³². Ovratnik je bio ključni element muške garderobe. Glavni oblik bila je kravata, veliki kvadrat od finog muslina ili svile, presavijen u smjeru ugla i pažljivo vezan.³³ (slika 7). Još uvijek se nosi žabo dok se volani na rukavima rijetko sreću. Do 1815. godine nosi se i kratki kaputić do struka – *spenser*³⁴.

Viseći pečati i privjesci oko struka, koji su bili pričvršćeni za sat uvučen u džep na pojasu, bili su zaštitni znak muške odjeće s početka devetnaestog stoljeća³⁵. Cilindar je bio omiljeni oblik pokrivala za glavu, dostupan u širokom rasponu oblika i boja³⁶ (slike 1, 6). Za večer, *chapeau* šeširi bili su moderan izbor, ravni i sklopivi za nošenje ispod ruke (slika 5)³⁷.

Kosa se češlja u uvojcima prema čelu, a česti su i zulufi . Od obuće koriste se meke salonke ili čizme sa smeđom trakom na vrhu, kakve se i danas nose za jahanje (slika 8).



Slika 8. Frizure i obuća empire stila³⁸

³² TORTORA PHYLLIS, G. EUBANK, K. (2010) *Survey of Historic Costume*, Peto izdanje. New York: Fairchild Books, str. 319, LE BOURHIS, K. ur (1989) *The Age of Napoleon: Costume from Revolution to Empire 1789-1815*. New York: The Metropolitan Museum of Art, str. 112

³³ WAUGH, N. (2015) *The Cut of Men's Clothes: 1600-1900*. New York and London: Routledge, Taylor and Francis Group, str. 119

³⁴ SUŠAC, I. (2022) *Povijest odijevanja – skripta za studente Kazališne režije i radiofonije*. Zagreb: Akademija Dramske umjetnosti Sveučilišta u Zagrebu, str. 93

³⁵ ASHELFORD, J. (1996) *The Art of Dress: Clothes and Society, 1500-1914*. London: National Trust, str. 186, CUMMING, V. ur.(2010) *The Dictionary of Fashion History*. New York: Berg, str. 83

³⁶ GINSBURG, M. (1990) *The Hat: Trends and Traditions*. London: Studio Editions, str. 85, LE BOURHIS, K. ur (1989) *The Age of Napoleon: Costume from Revolution to Empire 1789-1815*. New York: The Metropolitan Museum of Art, str. 112 - 113

³⁷ DAVIDSKON, H. (2019) *Dress in the Age of Jane Austen: Regency Fashion*. New Haven: Yale University Press, str. 200, 226, FRANKLIN, H. (2020) *Fashion history timeline, 1810 – 1819*. <https://fashionhistory.fitnyc.edu/1810-1819/> pristupljeno 1.4.2024.

³⁸ Fotografije preuzete iz SUŠAC, I. (2022) *Povijest odijevanja – skripta za studente Kazališne režije i radiofonije*. Zagreb: Akademija Dramske umjetnosti Sveučilišta u Zagrebu, str. 93

Romantizam (1820. – 1830.)

Drugo desetljeće 19. stoljeća bilo je svojevrsno prijelazno razdoblje koje se razlikovalo od siluete *empire* i neoklasičnih utjecaja. Umjesto toga, romantizam je postao glavni utjecaj na modu, jer su gotičke raskošne haljine i historicizam inspirirali stilove posuđene iz prošlih stoljeća. Slojevi boja i sve pretjeranija silueta, i za muškarce i za žene, stvorili su stil dramatičnog odijevanja do kraja desetljeća³⁹.

Kao i ženska odjeća, muška je odjeća bila prijelazna jer je sve više dolazila pod utjecaj romantičnog duha (slika 9). Povjesničarka mode Jane Ashelford primijetila je:

*„Romantični pokret naglašavao je kreativnu snagu ‘oblikujućeg duha mašte’ i bio je motiviran željom za bijegom od hladnog neoklasicizma s prijelaza stoljeća i surove stvarnosti industrijske revolucije. To se očitovalo u odijevanju entuzijazmom za ekstrovertnim osobnim pokazivanjem i kazališnom modom koja je u 1820-ima i ranim 1830-ima dovela do toga da su muškarci svoju odjeću nosili s razmetljivom hrabrošću i stilom.”*⁴⁰.



Slika 9. Nepoznati umjetnik (Francuz). *Costume Parisien Fashion Plate*, 1826. New York: The Metropolitan Museum of Art, b17509853. Poklon od Woodman Thompson-a. Izvor: [The Met Digital Collections](https://www.metmuseum.org/learning/fashion-plate)

³⁹ FRANKLIN, H. (2020) Fashion history timeline 1820 – 1829, <https://fashionhistory.fitnyc.edu/1820-1829/#> pristupljeno 1.4.2024.

⁴⁰ ASHELFORD, J. (1996) *The Art of Dress: Clothes and Society, 1500-1914*. London: National Trust, str. 189, FRANKLIN, H. (2020) Fashion history timeline 1820 – 1829, <https://fashionhistory.fitnyc.edu/1820-1829/#> pristupljeno 1.4.2024.

Modna muška silueta razvila se na sličan način kao i ženska; struk je bio urezan, a rukavi su se počeli napuhavati na ramenima nakon 1825.⁴¹ Romantičnu notu nosi nova pojava uskog struka, klinastih hlača, kaputa sa širokom suknjom i vrlo visokim šeširom – cilindrom. U modi su brončanozelena, plava, oker i tamno smeđa boja. Nose se čizme sa žutim prevrnutim manžetama. Prsluci su u boji i imaju jednoredno kopčanje. *Redengot* (kaput) zimi dobiva kragnu od astrahana te rukave u obliku ovčjeg buta, a često ima i kep. Po kući muškarci često nose haljetke od brokata s orijentalnim uzorcima te kape i šlapice istočnjačke forme⁴². Neki ultramoderni muškarci čak su nosili steznike kako bi postigli željeni struk⁴³. Osim toga, za muškarce su bila moderna široka prsa i oblikovane noge, pa je većina kaputa bila podstavljena, a čak su se mogle naći i podstavljene čarape koje su stvarale izražene listove⁴⁴. Ovoj novoj modi, uz promjene koje se događaju u ženskoj odjeći, karikaturisti su se često nemilosrdno ismijavali (slika 10). Iako očito pretjerani, ovi crteži predstavljaju fascinantan odraz trendova u modi⁴⁵.



Slika 10. George Cruikshank (Britanac, 1792-1878). *Monstrosities of 1822*, October 19, 1822. Ručno bojani bakropis. Washington, D.C.: Library of Congress, PC 1 - 14438. Izvor: [Wikimedia](#)

⁴¹ FOSTER, V. (1984) *A Visual History of Costume: The Nineteenth Century*. London: BT Batsford, str. 16, LAVER, J. (2012) *Costume and Fashion: A Concise History*, Peto izdanje. London: Thames & Hudson, Ltd, str. 162

⁴² SUŠAC, I. (2022) *Povijest odijevanja – skripta za studente Kazališne režije i radiofonije*. Zagreb: Akademija Dramske umjetnosti Sveučilišta u Zagrebu, str. 95 - 96

⁴³ DENIS, B. ur.(2015) *Fashioning the Body: An Intimate History of the Silhouette*. New Haven: Yale University Press, str. 199 – 204, TORTORA PHYLLIS, G. EUBANK, K. (2010) *Survey of Historic Costume*, Peto izdanje. New York: Fairchild Books, str. 340

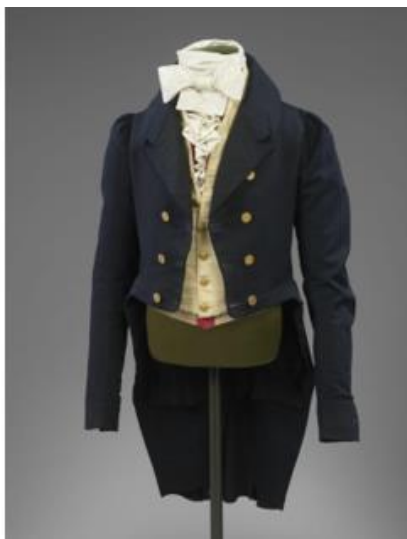
⁴⁴ BYRDE, P. (1992) *Nineteenth Century Fashion*. London: Batsford, str. 96, DENIS, B. ur.(2015) *Fashioning the Body: An Intimate History of the Silhouette*. New Haven: Yale University Press, str. 202 - 203

⁴⁵ LAVER, J. (2012) *Costume and Fashion: A Concise History*, Peto izdanje. London: Thames & Hudson, Ltd str. 162, ASHELFORD, J. (1996) *The Art of Dress: Clothes and Society, 1500-1914*. London: National Trust, str. 191, FRANKLIN, H. (2020) Fashion history timeline 1820 – 1829, <https://fashionhistory.fitnyc.edu/1820-1829/#> pristupjeno 1.4.2024.

Muški ormar sastojao se od mnogo komada koji su birani prema dobu dana i prigodi. Za svečanu dnevnu odjeću nosio se frak; ovo je bio frak s prednjicom ravno izrezanom preko struka i visećim repovima na leđima (slike 11 i 12). Jutarnji kaput bio je varijacija fraka, s kosim prednjim dijelovima koji su se lagano zavijali prema leđima. Za neformalne dnevne prilike novi frak bio je sve više moderan. Uveden sredinom 1810-ih, frak je imao šav oko struka, usko pripijenog i ravnog kroja do koljena⁴⁶ (slika 13).



Slika 11. Nepoznati dizajner (Britanac). *Dress coat and slip waistcoat*, 1820-30. Pamuk. London: The Victoria & Albert Museum, T.153-1931. Poklon gđice. E. M. Coulson. Izvor: [The Victoria & Albert Museum](#)



Slika 12. Nepoznati dizajner (Britanac). *Dress coat and slip waistcoat*, 1820-30. Pamuk. London: The Victoria & Albert Museum, T.153-1931. Poklon gđice. E. M. Coulson. Izvor: [The Victoria & Albert Museum](#)



Slika 13. Nepoznati autor (Francuz). *Costume Parisien*, 1829. Ručno bojana gravura. London: The Victoria & Albert Museum, E.22396:124-1957. Poklon od House of Worth. Izvor: [The Victoria & Albert Museum](#)

Uz frak sve su se češće nosile hlače. Hlače su bile uskog kroja i sezale su do vrha cipele⁴⁷. Široke „kozak“ hlače, inspirirani posjetom ruskog cara Londonu 1814., bili su značajan odmak od standardnih uskih hlača; „Kozak“ hlače iz 1820-ih bile su nabrane u pojase i sužavane do pripijenog gležnja (slika 14). Do 1825. godine, hlače su zamijenile svoju prethodnicu, *pantaloons*, kao opću dnevnu odjeću. *Pantaloons* su se od hlača razlikovale po kroju; hlače su bile duge do gležnja u 1820-im godinama sa zakopčanim bočnim prorezom i vrlo usko krojene,

⁴⁶ BYRDE, P. (1992) *Nineteenth Century Fashion*. London: Batsford, str. 91, 95 – 96, WAUGH, N. (2015) *The Cut of Men's Clothes: 1600-1900*. New York and London: Routledge, Taylor and Francis Group, str. 112 – 114, FRANKLIN, H. (2020) Fashion history timeline 1820 – 1829, <https://fashionhistory.fitnyc.edu/1820-1829/#> pristupljeno 1.4.2024.

⁴⁷ LAVER, J. (2012) *Costume and Fashion: A Concise History*, Peto izdanje. London: Thames & Hudson, Ltd str. 162

slične tajicama⁴⁸ (slika 9). I hlače i *pantaloons* imale su prednje otvore s bočnim kopčanjima; dok se kopčanje s prednje strane prvi put pojavilo ranih 1820-ih, u široku je upotrebu ušlo tek 1840-ih. I Hlače i *pantaloons* su često bile pričvršćene remenima za stopalo. Dok su se hlače sve rjeđe vidale danju tijekom desetljeća, ostale su standardni izbor za večernju odjeću u crnoj ili krem boji, uz crni frak⁴⁹ (slika 16). Treba napomenuti da su se hlače do koljena još povremeno mogle vidjeti navečer ili u kombinaciji s čizmama i jutarnjim kaputom za jahanje i sport⁵⁰.



Slika 14. Nepoznati dizajner (Britanac). *Cossack trousers*, 1820-30. Svila, podstava od pamuka. London: The Victoria & Albert Museum, T.197-1914. Poklon gđin. Frederick Gill. Izvor: [The Victoria & Albert Museum](https://www.vam.ac.uk)

Slika 15. Nepoznati dizajner (Britanac). *Cossack trousers*, 1820-30. Svila, podstava od pamuka. London: The Victoria & Albert Museum, T.197-1914. Poklon gđin. Frederick Gill. Izvor: [The Victoria & Albert Museum](https://www.vam.ac.uk)

I svečani kaputi i fraci izrađivani su u tamnijim bojama kao što su plava, crna, smeđa i zelena⁵¹. Hlače i *pantaloons* obično su bile svjetlije boje od kaputa. Prsluci, koji su se uvijek nosili, obično su bili jednobojni; crno ili bijelo za večer. Uglavnom su bile jednogrednog

⁴⁸ WAUGH, N. (2015) *The Cut of Men's Clothes: 1600-1900*. New York and London: Routledge, Taylor and Francis Group, str. 116

⁴⁹ BYRDE, P. (1992) *Nineteenth Century Fashion*. London: Batsford, str. 91 - 97

⁵⁰ WAUGH, N. (2015) *The Cut of Men's Clothes: 1600-1900*. New York and London: Routledge, Taylor and Francis Group, str. 116, TORTORA PHYLLIS, G. EUBANK, K. (2010) *Survey of Historic Costume*, Peto izdanje. New York: Fairchild Books, str. 341 – 342, FRANKLIN, H. (2020) Fashion history timeline 1820 – 1829, <https://fashionhistory.fitnyc.edu/1820-1829/#> pristupljeno 1.4.2024.

⁵¹ WAUGH, N. (2015) *The Cut of Men's Clothes: 1600-1900*. New York and London: Routledge, Taylor and Francis Group, str. 117

kopčanja i imali su kratki samostojeći ovratnik ili presavijeni ovratnik⁵². Bilo je uobičajeno nositi više od jednog prsluka odjednom, vizualno povećavajući prsa, što se smatralo modernim⁵³. Košulje su bile bijele, s izuzetno visokim ovratnicima koji su se uzdizali iznad brade, sukladno s visokim ovratnicima na kaputima (slike 16 i 17).



Slika 16. Eugène Delacroix (Francuz, 1798-1863). *Louis-Auguste Schwiter*, 1826-30. Ulje na platnu; 217.8 x 143.5 cm. London: The National Gallery, NG3286. Kupljeno, 1918. Izvor: [The National Gallery](#)



Slika 17. Thomas Lawrence (Englez, 1769-1830). *Portrait of Frederick H. Hemming*, ca. 1824-25. Ulje na platnu; (30 x 25 3/8 in). Fort Worth, TX: Kimbell Art Museum, ACF 1963.01. Oporučnoo stavili gđa. i gđin. Kay Kimbell, 1964. Izvor: [Wikimedia](#)

Završni elementi muške odjeće bili su posebno važni u to doba. Ovratnik, srž taštine za kicoše, spadao je u jednu od dvije kategorije: kravatu ili eng. *stock kravata*. Kravata, veliki kvadrat od muslina ili svile, bila je presavijena u smjeru kuta i pažljivo vezana oko vrata na različite načine⁵⁴. *Stock kravata* je bila ukrućena traka, koja se kopčala na leđima, prekrivena baršunom ili satenom. Porijeklom iz vojne nošnje, *stock kravata* je postala moderna 1822. godine, a popularizirao ju je George IV. Najčešće boje za ovratnik bile su bijela ili crna, ali

⁵² TORTORA PHYLLIS, G. EUBANK, K. (2010) *Survey of Historic Costume*, Peto izdanje. New York: Fairchild Books, str. 342

⁵³ WAUGH, N. (2015) *The Cut of Men's Clothes: 1600-1900*. New York and London: Routledge, Taylor and Francis Group, str. 115

⁵⁴ WAUGH, N. (2015) *The Cut of Men's Clothes: 1600-1900*. New York and London: Routledge, Taylor and Francis Group, str. 119, TORTORA PHYLLIS, G. EUBANK, K. (2010) *Survey of Historic Costume*, Peto izdanje. New York: Fairchild Books, str. 341

inačice s uzorkom mogle su se nositi u neformalnim prilikama⁵⁵. Na struku su se i dalje mogli vidjeti viseći pečati i privjesci koji su bili pričvršćeni za sat gurnut u džep na pojasu⁵⁶. Cilindar je bio standardni izbor za pokrivala za glavu, a njegov oblik i boja varirali su tijekom tog razdoblja⁵⁷.

Kosa se nosi u kovrčama iznad čela, a ponekad i sa strane. Česti su dugi zulufi i uvijeni brčići. U modi je pustiti kosu gusto sa strane, straga je duža nego prije, s razdjeljkom sa strane ili na sredini. Nose se cilindri od filca ili dabrovine koji su visoki i šire se prema vrhu, a obod stoji uzdignuto. Od obuće se nose salonke – plitke niske cipele bez vezanja, kao i u periodu empirea⁵⁸.

Bidermajer (1840. – 1860.)

Bidermajer se u odijevanju naziva i *drugi barok*. Muška odjeća ovog perioda prati oblik tijela. Prsluci se izrađuju od velura, svile ili satena i obično su izvezeni. Kaputi (*redengot*) su u početku dugi do gležnja, a kasnije dopiru do iznad koljena. Pripijeni su u struku i često imaju revere od velura ili svile. Frak ima dvoredno kopčanje i rubove u obliku lastavičjih krila. Hlače su duge. Četrdesetih godina večernje odijelo postaje obavezne crne boje. Nose se različite kravate danju, a bijele za večernje izlaske⁵⁹.

U razdoblju 1840. – 1849., pod utjecajem gotike i romantizma, muška odjeća iz 1840-ih postala je manje raskošna nego prethodno desetljeće (slika 18). Povjesničar mode James Laver piše,

*„Dominantna figura sada je bio ugledni buržuj, koji nije imao želju da se istakne, već je želio samo prikazati džentlmenski izgled... ono što zapravo gledamo u ovom razdoblju je nestajanje blistavosti i boja s muške odjeće.“*⁶⁰.

⁵⁵ BYRDE, P. (1992) *Nineteenth Century Fashion*. London: Batsford, str. 94

⁵⁶ ASHELFORD, J. (1996) *The Art of Dress: Clothes and Society, 1500-1914*. London: National Trust, str. 186, CUMMING, V. ur.(2010) *The Dictionary of Fashion History*. New York: Berg, str. 83

⁵⁷ GINSBURG, M. (1990) *The Hat: Trends and Traditions*. London: Studio Editions, str. 76, 85, FRANKLIN, H. (2020) Fashion history timeline 1820 – 1829, <https://fashionhistory.fitnyc.edu/1820-1829/#> pristupljeno 1.4.2024.

⁵⁸ SUŠAC, I. (2022) *Povijest odijevanja – skripta za studente Kazališne režije i radiofonije*. Zagreb: Akademija Dramske umjetnosti Sveučilišta u Zagrebu, str. 95 - 96

⁵⁹ SUŠAC, I. (2022) *Povijest odijevanja – skripta za studente Kazališne režije i radiofonije*. Zagreb: Akademija Dramske umjetnosti Sveučilišta u Zagrebu, str. 97

⁶⁰ LAVER, J. (2012) *Costume and Fashion: A Concise History*, Peto izdanje. London: Thames & Hudson, Ltd str. 169 – 170, FRANKLIN, H. (2020) Fashion history timeline 1840 – 1849, <https://fashionhistory.fitnyc.edu/1840-1849/> pristupljeno 1.4.2024.



Slika 18. Eden Upton Eddis (Britanac, 1812.-1901.). Edward Gordon Douglas-Pennant (1800. – 1886.), 1. lord Penrhyn od Llandege, 1842. Ulje na platnu; 261,5 x 145 cm. Bangor, Wales: National Trust, Penrhyn Castle, 1421758. Prihvaćeno od strane riznice HM-a od Lady Janet Pelham i Johna Charlesa Harpera i dodijeljeno Nacionalnoj zakladi, 1951. Izvor: Art UK



Slika 19. Dizajner nepoznat (Britanac). Frak, oko 1840. Vuna, pamuk. Edinburgh: Nacionalni muzej Škotske, H.TI 5. Izvor: Nacionalni muzej Škotske

Pretjerana silueta pješčanog sata muške odjeće iz 1830-ih, postignuta podstavom i usko oblikovanim kaputima, ustupila je mjesto dugoj, uskoj liniji u 1840-ima. Muški struk spušten je, kao i u ženskoj odjeći, za postizanje dugačkog, pripijenog izgleda⁶¹. Rukavi su bili uski i više se nisu skupljali u rukavac, koji je stvarao napuhano rame, već su glatko pristajali u kosu liniju ramena⁶². Za razliku od ženske odjeće, odjeća za muškarce bila je široko dostupna do tog razdoblja⁶³.

U 1840-ima, frak je postao standardna dnevna odjeća; bio je to kaput s vodoravnim šavom oko struka i punim suknjama koje su završavale iznad koljena (slika 19). Frak, koji se sastojao od četvrtastog prednjeg dijela koji se u struku presijecao na duge repove na leđima, još uvijek se mogao vidjeti za svečane dnevne prilike (slika 21). Međutim, frakovi su sve više potiskivani

⁶¹ SHRIMPTON, J. (2016) *Victorian Fashion*. Oxford: Shire Publications, str. 30

⁶² TORTORA PHYLLIS, G. EUBANK, K. (2010) *Survey of Historic Costume*, Peto izdanje. New York: Fairchild Books, str. 342

⁶³ SEVERA, J. L. (1995) *Dressed for the Photographer: Ordinary Americans and Fashion 1840-1900*. Kent, OH: Kent State UP, str. 2, BYRDE, P. (1992) *Nineteenth Century Fashion*. London: Batsford, str. 144, FRANKLIN, H. (2020) Fashion history timeline 1840 – 1849, <https://fashionhistory.fitnyc.edu/1840-1849/> pristupljeno 1.4.2024.

u večernju odjeću. Za neformalnije prilike, mogao bi se nositi „*newmarket*“ ili kaput za jahanje, relativno novi stil; bio je to tip fraka koji je imao postupan nagib prema repovima koji su počinjali iznad struka⁶⁴. Ovaj će se kaput razviti u jutarnji kaput kasnijih desetljeća⁶⁵. Nova vrsta jakne počela se pojavljivati 1840-ih za ležerne prilike: dnevna ili vrećasta jakna. Vrećaste jakne su bile ravno krojene, bez šavova oko struka, i unatoč opušenom nazivu i dalje su imale visoke, uske rukave i uski kroj, kao i drugi kaputi⁶⁶.



Slika 19. Dizajner nepoznat (engleski). Muški komplet (frak, prsluk, hlače, tkanina oko vrata), 1840-e. Frak: vuneni keper, pun (široki), s metalnim gumbima. prsluk: pamuk ravnog tkanja, tiskan. Los Angeles: Muzej umjetnosti okruga Los Angeles, M.59.24.2a-f. Fond Vijeća za kostime. Izvor: Muzej umjetnosti okruga Los Angeles



Slika 20. Nepoznati umjetnik (španjolski). O Correo das Damas: Modna ploča, 25. travnja 1843. New York: Metropolitan Museum of Art, b17509853. Poklon Woodmana Thompsona. Izvor: The Met Digital Collections

⁶⁴ TORTORA PHYLLIS, G. EUBANK, K. (2010) *Survey of Historic Costume*, Peto izdanje. New York: Fairchild Books, str. 342, CUMMING, V. ur.(2010) *The Dictionary of Fashion History*. New York: Berg, str. 140

⁶⁵ WAUGH, N. (2015) *The Cut of Men's Clothes: 1600-1900*. New York and London: Routledge, Taylor and Francis Group, str. 113

⁶⁶ SEVERA, J. L. (1995) *Dressed for the Photographer: Ordinary Americans and Fashion 1840-1900*. Kent, OH: Kent State UP, str. 19, FRANKLIN, H. (2020) Fashion history timeline 1840 – 1849, <https://fashionhistory.fitnyc.edu/1840-1849/> pristupljeno 1.4.2024.

Hlače su bile uskog kroja. Ovu dugu, glatku liniju održavao je remen koji je prolazio ispod stopala, iako je remen za stopalo postupno nestao tijekom desetljeća. Obično hlače nisu pristajale uz kaput, već su bile izrađene u svjetlijim bojama ili čak od tvida i kariranog kroja⁶⁷. Međutim, bilo je moguće kupiti odijelo s odgovarajućim sakoom i hlačama; vrećaste jakne bile su dostupne s odgovarajućim prslucima i hlačama u odijelu koje se reklamiralo kao „dittoes“⁶⁸.

Do 1840. sve su se hlače izrađivale s otvorom na središnjem dijelu, za razliku od ranijeg dizajna s bočnim otvorima na prednjem dijelu⁶⁹. Hlače do koljena i uske hlače nošene su samo za sportsku odjeću ili svečanu odjeću do tog razdoblja⁷⁰. Vizualno najdojmljiviji ukrasni element muške odjeće bio je prsluk (slike 22 i 23). Prsluci su obično imali dubok V izrez i izrađivani su od raznovrsne svile s bogatim i šarenim uzorkom⁷¹. Košulje su gotovo uvijek bile bijele i nošene s uštirkanim, okrenutim ovratnicima. Dominantan ovratnik bila je tamna svilena kravata ili kravata vezana u ravnu mašnu; uobičajena varijanta bila je *stock kravata*, koja se sastojala od svilene kravate raspoređene na žičani okvir koji se lako zakačio na stražnjoj strani⁷² (slika 24).

⁶⁷ LAVER, J. (2012) *Costume and Fashion: A Concise History*, Peto izdanje. London: Thames & Hudson, Ltd str. 168 – 169, TORTORA PHYLLIS, G. EUBANK, K. (2010) *Survey of Historic Costume*, Peto izdanje. New York: Fairchild Books, str. 342

⁶⁸ SEVERA, J. L. (1995) *Dressed for the Photographer: Ordinary Americans and Fashion 1840-1900*. Kent, OH: Kent State UP, str. 20, FRANKLIN, H. (2020) Fashion history timeline 1840 – 1849, <https://fashionhistory.fitnyc.edu/1840-1849/> pristupljeno 1.4.2024.

⁶⁹ WAUGH, N. (2015) *The Cut of Men's Clothes: 1600-1900*. New York and London: Routledge, Taylor and Francis Group, str. 116

⁷⁰ TORTORA PHYLLIS, G. EUBANK, K. (2010) *Survey of Historic Costume*, Peto izdanje. New York: Fairchild Books, str. 342

⁷¹ JOHNSTON, L., KITE, M., PERSSON, H., DAVIS, R., DAVIS, L. (2005) *Nineteenth Century Fashion in Detail*. London: V&A Publications, str. 198, SHRIMPTON, J. (2016) *Victorian Fashion*. Oxford: Shire Publications, str. 31

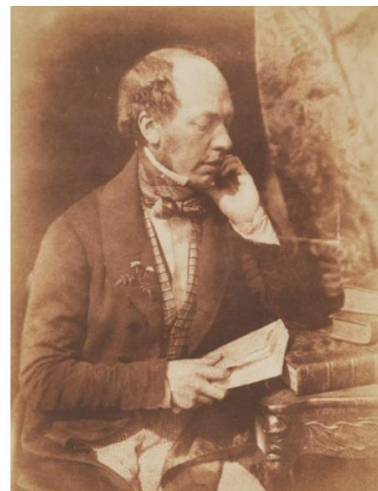
⁷² SEVERA, J. L. (1995) *Dressed for the Photographer: Ordinary Americans and Fashion 1840-1900*. Kent, OH: Kent State UP, str. 21, 63, WAUGH, N. (2015) *The Cut of Men's Clothes: 1600-1900*. New York and London: Routledge, Taylor and Francis Group, str. 118, FRANKLIN, H. (2020) Fashion history timeline 1840 – 1849, <https://fashionhistory.fitnyc.edu/1840-1849/> pristupljeno 1.4.2024.



Slika 21. Dizajner nepoznat (engleski). Muški prsluk, ca. 1840. Svileni kroj i prazni baršun. Los Angeles: Muzej umjetnosti okruga Los Angles, M.2007.211.818. Kupljeno sredstvima Suzanne A. Saperstein te Michaela i Ellen Michelson. Izvor: Muzej umjetnosti okruga Los Angeles



Slika 22. Parsons & Co. Littlefield (Amerikanac, 1858.-1866.). Dagerotip muškarca u pajsli prsluku, Fotografija: kasne 1840-e, slučaj: 1860-e. Fotografiska ploča s baršunastom kutijom; 9,5 x 16,5 cm. Washington, D.C.: Nacionalni muzej afroameričke povijesti i kulture, 15.9.2008. Zbirka Nacionalnog muzeja afroameričke povijesti i kulture Smithsonian. Izvor: NMAAHC



Slika 23. David Octavius Hill i Robert Adamson (Škot, Hill: 1802.-1870., Adamson: 1821.-1848.). John Murray, 1840. Kalotipija; (8 3/4 x 6 inča). London: Nacionalna galerija portreta, NPG x26046. Dobila Škotska nacionalna galerija portreta: Edinburgh: UK, 1970. Izvor: Nacionalna galerija portreta

Glavni šešir, tipično od sjajne svile s krunom od sedam do osam inča visine, bio je *de rigueur*⁷³. Uz sportski tvid mogao se nositi filcani šešir širokog oboda nazvan eng. *wide-awake hat*⁷⁴. Što se tiče vanjske odjeće, kaput, obično dvostruki, dugi kaput sa suknjom, još uvijek se mogao vidjeti; varijacija je bio *curriculum* kaput ili *karrick* kaput koji je imao pelerinu na ramenima. Skraćeni i široki kaput, često bez šavova oko struka, bio je još jedna opcija⁷⁵. Muškarci su nosili kosu dugu do ušiju, s razdjeljkom na jednu stranu i obično su bili glatko obrijani, iako su krajem desetljeća neki muškarci počeli puštati brade⁷⁶ (Slike 21 i 23).

⁷³ SHRIMPSON, J. (2016) *Victorian Fashion*. Oxford: Shire Publications, str. 31

⁷⁴ GINSBURG, M. (1990) *The Hat: Trends and Traditions*. London: Studio Editions, str. 87

⁷⁵ TORTORA PHYLLIS, G. EUBANK, K. (2010) *Survey of Historic Costume*, Peto izdanje. New York: Fairchild Books, str. 343, WAUGH, N. (2015) *The Cut of Men's Clothes: 1600-1900*. New York and London: Routledge, Taylor and Francis Group, str. 114 - 115

⁷⁶ SEVERA, J. L. (1995) *Dressed for the Photographer: Ordinary Americans and Fashion 1840-1900*. Kent, OH: Kent State UP, str. 23, FRANKLIN, H. (2020) Fashion history timeline 1840 – 1849, <https://fashionhistory.fitnyc.edu/1840-1849/> pristupljeno 1.4.2024.

Moda 1850-ih za muškarce i žene bila je u šarenom, bujnom stilu s luksuznim tkaninama i opuštenim krojevima. Tehnološke inovacije imale su veliki utjecaj na odijevanje u tom razdoblju, od izuma krinoline do sve veće dostupnosti šivaćeg stroja⁷⁷.

Ukupna silueta muške odjeće ostala je uska početkom 1850-ih, s uskim rukavima i hlačama. Sredinom desetljeća stilovi su postali opušteniji (slika 25); rukavi su bili širi, strukovi su se uzdizali, jakne produljivale u dulje, ravnije krojeve, a hlače su bile olabavljene ili u obliku cjevastih nogavica ravnog kroja ili u „peg-top“ koji je bio izdašnije rezan na bokovima i sužavao se do gležnja⁷⁸. Hlače su sada sve imale središnje kopčanje s prednje strane. Sve u svemu, muška odjeća 1850-ih odražavala je, kako je napisala povjesničarka mode Jayne Shrimpton, „sve veći dojam lakoće, pomak prema manje restriktivnoj, udobnijoj odjeći.“⁷⁹.



Slika 24. Herbert Watkins (Britanac, 1828.-1916.). Augustus Frederick Glossop Harris, kasne 1850-e. Tisak albumena; (7 3/8 in x 6). London: Nacionalna galerija portreta, NPG P301(103). Kupnja, 1985. Izvor: Nacionalna galerija portreta



Slika 25. Dizajner nepoznat (Sjeverna Irska). Fraket i hlače, ca. 1852. Vuna, lan. Los Angeles: Muzej umjetnosti okruga Los Angeles, M.2010.33.8a-b. Kupljeno sredstvima Michaela i Ellen Michelson. Izvor: Muzej umjetnosti okruga Los Angeles

⁷⁷ FRANKLIN, H. (2020) Fashion history timeline 1850 – 1859, <https://fashionhistory.fitnyc.edu/1850-1859/> pristupljeno 1.4.2024.

⁷⁸ SHRIMPTON, J. (2016) *Victorian Fashion*. Oxford: Shire Publications, str. 31 – 33, SEVERA, J. L. (1995) *Dressed for the Photographer: Ordinary Americans and Fashion 1840-1900*. Kent, OH: Kent State UP, str. 104 - 105

⁷⁹ SHRIMPTON, J. (2016) *Victorian Fashion*. Oxford: Shire Publications, str. 32, FRANKLIN, H. (2020) Fashion history timeline 1850 – 1859, <https://fashionhistory.fitnyc.edu/1850-1859/> pristupljeno 1.4.2024.

Šivaći stroj, dostupan za komercijalnu upotrebu krajem 1840-ih, doveo je do velikog porasta dostupnosti konfekcijske muške odjeće, uključujući sve od košulja do odijela i kaputa⁸⁰. Vrijeme proizvodnje drastično je smanjeno sa šivaćim strojem: muškoj košulji ručno je trebalo četrnaest i pol sati, ali samo malo više od sata strojno, dok je za frak moglo biti potrebno gotovo sedamnaest sati ručno, ali dva i pol strojno⁸¹. Ovo obilje gotove odjeće dovelo je do demokratizacije mode 1850-ih i tijekom ostatka stoljeća. Američki novinski urednik Horace Greeley zabilježio je sredinom 1850-ih:

*“U Sjedinjenim Državama ne može se vidjeti razlika u odjeći između gospode i ostalih, kao što je to bio slučaj u Europi. Svaki trijezan mehaničar ima svoja jedno ili dva suknena odijela, i, što se tiče same odjeće, može biti jednako dobro kada želi, kao i oni koji se nazivaju višim klasama.”*⁸².

Za dnevnu formalnu odjeću, muškarac je obično nosio frak (slika 26), definiran šavom oko struka i punim suknjama⁸³. Alternativa je bio jutarnji kaput, koji je također imao šav oko struka, ali oštro odrezan prema leđima; čovjek krajnje desno na slici 27 nosi jutarnji kaput. Za ležerna ili sportska događanja, *lounge* kaput bio je novi izbor, uveden 1840-ih. Ravnog kroja, bez šavova u struku i s malim reverima, *lounge* kaput je bio udobna, opuštена alternativa koja je kasnije u stoljeću postala glavni dio muške garderobe⁸⁴. Kaputi, koji god muškarac odabrao, obično su bili tamnih boja, iako se ljeti moglo nositi i svijetle tkanine. Nosio bi se uz vestu i hlače. Općenito, kaputi i hlače izrađivani su u različitim bojama. U stvari, karirani modeli ostali su moderni za hlače (slika 27), iako je obična crna postala uobičajena krajem desetljeća. Prsluci su mogli biti izrađeni od svijetle svile za svečane prigode (slika 28), ali su se često vidali u tamnim bojama koje su pristajale uz kaput⁸⁵. Frakovi, s četvrtastim strukom sprijeda i dugim

⁸⁰ TORTORA PHYLLIS, G. EUBANK, K. (2010) *Survey of Historic Costume*, Peto izdanje. New York: Fairchild Books, str. 358

⁸¹ SEVERA, J. L. (1995) *Dressed for the Photographer: Ordinary Americans and Fashion 1840-1900*. Kent, OH: Kent State UP, str. 92

⁸² SEVERA, J. L. (1995) *Dressed for the Photographer: Ordinary Americans and Fashion 1840-1900*. Kent, OH: Kent State UP, str. 85, FRANKLIN, H. (2020) Fashion history timeline 1850 – 1859, <https://fashionhistory.fitnyc.edu/1850-1859/> pristupljeno 1.4.2024.

⁸³ CUMMING, V. ur.(2010) *The Dictionary of Fashion History*. New York: Berg, str. 87

⁸⁴ TORTORA PHYLLIS, G. EUBANK, K. (2010) *Survey of Historic Costume*, Peto izdanje. New York: Fairchild Books, str. 370, SHRIMPTON, J. (2016) *Victorian Fashion*. Oxford: Shire Publications, str. 31 – 34

⁸⁵ SEVERA, J. L. (1995) *Dressed for the Photographer: Ordinary Americans and Fashion 1840-1900*. Kent, OH: Kent State UP, str. 105

repovima (slike 27 i 28), dok su se ranih 1850-ih još uvijek smatrali formalnom dnevnom odjećom, do 1860. potisnuti su na formalna večernja događanja⁸⁶.



Slika 26. Nepoznati umjetnik (Francuski). L'Elegant: Muška modna ploča, lipanj 1852. New York: Metropolitan Museum of Art, b17509853. Poklon Lea Van Witsena. Izvor: The Met Digital Collections



Slika 27. Dizajner nepoznat (Amerikanac). Muški frak, ca. 1850. Vuna. New York: Muzej u FIT-u, 82.33.2. Dar Roberta Rileya. Izvor: Muzej na FIT-u

Košulje su najčešće bile bijele, a imale su odvojene ili pričvršćene ovratnike. Visina ovratnika je smanjena, a široke kravate ranijih godina zamijenjene su tankim, svilenim kravataama vezanim u ravnu mašnu⁸⁷; ranih 1850-ih, postojao je trend vezanja mašni s jednim proširenim krajem, stvarajući asimetrični učinak⁸⁸ (slike 25 i 26). Cilindar je bio daleko dominantan izbor šešira za sve prilike. U 1850-ima uveden je novi stil šešira koji će kasnije u stoljeću konkurirati cilindru za prevlast: eng. *hard-felt* šešir i eng. *dome-crowned bowler* šešir⁸⁹.

⁸⁶ TORTORA PHYLLIS, G. EUBANK, K. (2010) *Survey of Historic Costume*, Peto izdanje. New York: Fairchild Books, str. 370, FRANKLIN, H. (2020) Fashion history timeline 1850 – 1859, <https://fashionhistory.fitnyc.edu/1850-1859/> pristupljeno 1.4.2024.

⁸⁷ SHRIMPSON, J. (2016) *Victorian Fashion*. Oxford: Shire Publications, str. 32

⁸⁸ SEVERA, J. L. (1995) *Dressed for the Photographer: Ordinary Americans and Fashion 1840-1900*. Kent, OH: Kent State UP, str. 121

⁸⁹ CUMMING, V. ur.(2010) *The Dictionary of Fashion History*. New York: Berg, str. 28

Tkanine, boje i uzorci 19. stoljeća

Nakon svile koja je dominirala 18. stoljećem, početkom 19. stoljeća najčešće se koriste vunene tkanine. Ženska moda koristi i muslin te svilenu gazu. Muški kaputi, hlače, jakne i dio ženskih haljina izrađuju se od finog vunenog štofa. Svila se koristi za ženske haljine, kepove te muške prsluke. Popularno je prugasto i točkasto tkanje. U periodu romantizma u modi su ženske haljine od tafta. Krzno se koristi za obrube, a popularan je i marabu od perja. Sredinom stoljeća nose se teški sateni, a u modu dolaze prugasti, kockasti i karirani uzorci. S nestajanjem krinoline i modom turnira koriste se teže tkanine koje ne prijanjaju uz tijelo, poput satena i baršuna. U modi su prugaste i točkaste svile. Krzno se upotrebljava za izradu kepova, jakni i kragni.

U romantizmu se nose dublji i briljantni tonovi, osobito boja trešnje, ljubičasta, tamnoplava, žuta i grimizna, Polovinom stoljeća, u vrijeme vladavine krinoline, izumljene su anilinske boje koje omogućuju snažne tonove zelene, purpurne i briljantno plave. Pastelne tonove i bijelu boju najčešće koriste mlade djevojke. U muškoj modi početkom stoljeća prevladavaju tamnozeleno, tamnoplavo, razni tonovi sive, sivozelene i smeđe, te crna. Prsluci su obično svjetliji od kaputa i mogu biti prugasti, točkasti ili karirani. Većina ženskih haljina je svijetlih boja ili bijela⁹⁰. Muškarci i dalje nose svijetle hlače i prsluke pastelnih tonova, a polovinom stoljeća kaputi više nisu u bojama, već su tamnih tonova – crni, sivi, tamnoplavi i smeđi.

Muška odjeća je u 19. stoljeću puno manje urešena. Gumbi u prvoj četvrtini stoljeća mogu biti zlatni, srebrni, brončani, olovni ili sedefasti. Prsluci su izvezeni obojenim ili zlatnim nitima. U drugoj polovini stoljeća uzorci su uglavnom utkani u tkaninu prsluk, a gumbi diskretniji. Nakon napuštanja egzotične mode u kasnim 1830-im, najčešći ukrasi su čipka, vez, te ravne trake od satena i baršuna⁹¹.

Nakit i detalji

Muški nakit je značajno smanjen u 19. stoljeću. Nosi se prsten, zlatni sat u prsluku, te zlatna dugmad za košulju. U drugoj polovini stoljeća satovi su na lančiću, a nose se i igle za kravate ukrašene dragim kamenjem. Omiljeni muški detalji bili su monokli, te štapovi sa

⁹⁰ SUŠAC, I. (2022) *Povijest odijevanja – skripta za studente Kazališne režije i radiofonije*. Zagreb: Akademija Dramske umjetnosti Sveučilišta u Zagrebu, str. 102

⁹¹ SUŠAC, I. (2022) *Povijest odijevanja – skripta za studente Kazališne režije i radiofonije*. Zagreb: Akademija Dramske umjetnosti Sveučilišta u Zagrebu, str. 103

srebrnom ili bjelokosnom glavom. Muške rukavice su blijedih boja, a bijele za navečer. Krajem stoljeća počinju se nositi kišobrani. Žene nose velike broševe na turbanima i haljinama, s početka stoljeća, te ogrlice optočene dragim i poludragim kamenjem koje kopiraju antičke modele. Bogatije žene nose igle i češljeve za kosu s dragim kamenjem, dijademe, duge viseće naušnice i prstenje. U drugoj polovini stoljeća često se nose kamenje, kristali, koralji, ametisti, tirkiz, jantar, kao i rubini, biseri, dijamanti i smaragdi. Početkom stoljeća žene nose male suncobrane, torbice od vezene tkanine ili satena ukrašene dragim kamenjem. Rukavice su kratke ili $\frac{3}{4}$ dužine, izrađene su od satena ili jareće kože. Lepeze su malene i mogu biti od svile, tanke kože, papira ili perja⁹².

Stilovi odijevanja s početka 19. stoljeća su se djelomično preklapali, međutim prema navedenim primjerima i izvorima, odjeća sa slike „Portreta muškarca“ najviše je pod utjecajem empire i bidermajer stila, što portret datira u početak 19. stoljeća.

Portretirani muškarac prikazan je u tamnoplavom kaputu sa žutim gumbima, žutom prugastom prsluku i kravati/marami (tzv. *jabot*) te s cilindrom na glavi. Kopčanje na kaputu je dvostruko, a na slici su vidljiva dva reda od po dva dugmeta. Desnu ruku drži na prsima tako da je palac desne ruke unutar prsluka, a lijeva je naslonjena na otvorenoj knjizi. Na malom prstu desne ruke vidljiv je prsten.

2.2. KOMPARACIJA ODABRANIH PORTRETA S POČETKA 19. STOLJEĆA

Kao dodatna potvrda datacije „Portreta muškarca“ u 19. stoljeće, za primjer su uzeti pojedini portreti iz publikacija Muzeja grada Zagreba i Muzeja za umjetnost i obrt u Zagrebu te Gradskog muzeja u Varaždinu.

⁹² SUŠAC, I. (2022) *Povijest odijevanja – skripta za studente Kazališne režije i radiofonije*. Zagreb: Akademija Dramske umjetnosti Sveučilišta u Zagrebu, str. 103

*KELLER Antun⁹³**Portret Vincenza Gortana*

Poprsje muškarca u tamnom odijelu i bijelom prsluku. U desnoj ruci drži pismo, dok se na malom prstu ističe prsten. Okvir jednostavan, od svijetlo smeđeg furnira. Ponovno poliran.

Ulje na platnu, 66,3 x 43,3 cm, 1804., stalni postav 1995., bidermajer, fundus MUO⁹⁴

Prikazani lik je trgovac koji u ruci ima papir s natpisom te prsten na malom prstu. Položaj tijela, pismo i prsten približno su slični „Portretu muškarca“.

*KONJEVIĆ Dimitrije („Mito“)*

Sudac iz Slavonske Požege. Kosa bijela, oči smeđe, kravata i kaput crni, prsluk bijeli, naslonjač pozlaćen, crveno presvučen, pozadina sivozelena.

Ulje na platnu, 85 x 67 cm, bs. Matija Brodnik?, oko 1842. – 1845. Kupljeno od Mire Dobrečić iz Zagreba 1969.

13.358

Restaurirao: Restauratorski zavod JAZU 1971.⁹⁵

Prikazani lik je sudac koji ima prsten, a način prikaza, položaj tijela, pismo i odjeća te sama datacija su približno slične „Portretu muškarca“. Datacija portreta suca odgovara pretpostavljenoj dataciji „Portreta muškarca“.

⁹³ Keller Antun je slikar iz Egera koji je djelovao u prvim desetljećima 18. stoljeća u Varaždinu gdje je 1801. studirao građansko pravo, 1802. se oženio Marijanom Smiha od koje se rastao 1811., a zatim je djelovao u Zagrebu. Radio je portrete, oltarne pale i zidne slikarije. Kod njega uči Vinko Vollanek od 1816. Njegov nezakoniti sin Antun Keller (rođ. 1820.) s Marijom Thonhaus, kojega je priznao za svoga, sredinom stoljeća radi kao soboslikar u Zagrebu, postao je građaninom 1848., a spominje se još 1878. kao vlasnik kuće. Iz prvog desetljeća potječu portreti varaždinskog trgovca Vincenta Gortana i njegove žene (1804. u Muzeju za umjetnost i obrt), a iza 1815. nastaju portreti u Zagrebu i okolici. Zbog njegovog prilično karakterističnog načina slikanja portreta pripisani su mu slijedeći radovi: Portret bračnog para, oko 1805. – 1810. (br. 262 i 263), Portret mlade žene u bijelom, oko 1805. – 1810. (br. 264) i portret gospođe Stanković, oko 1820. (br. 197)., SCHNEIDER, M. (1973) *Portreti 1800. – 1870. Katalog muzejskih zbirki IX*. Zagreb: Povijesni muzej Hrvatske, str 24

⁹⁴ portret Vincenza Gortana, *Muzej za umjetnost i obrt*, <https://repozitorij.muio.hr/?pr=i&id=32962> pristupljeno 1.4.2024.

⁹⁵ LADOVIĆ, V. (1968) *Portreti Zagrepčana u 19. stoljeću. Izložba studeni – prosinac 1968*. Zagreb: Muzej grada Zagreba, str. 90



STEEB Jakob Karlo (München 1776. – Beč 1849.)

Vitez u državnoj službi, muž Elizabete Barbare r. Zimmer. (obitelj W XXXVII/280 – 1)

Kosa sijeda, oči smeđe, kravata i prsluk bijeli, kaput crn, hlače drap, pozadina siva.

Ulje na platnu, 48 x 38,5 cm, bs. Francuska škola?, oko 1801., v. Jakob Karl Reichsritter von Steeb geb. München 11, Jul 1776 gest. Wien 24. Jun 1849. “ Golubovec 8755

Restaurirao: Bruno Bulić, 1969. br. 4, Objavljeno: M. Schneider n.d. 66⁹⁶

Portret je uzet kao primjer zbog usporedbe odjeće koja je približno slična onoj koju nosi muškarac na „Portretu muškarca“.



NIEDERMANN Johann (Guttstadt 1759. – Beč 1833.)

Portret plemića

Ulje na platnu⁹⁷

Gradski muzej Varaždin

Prikazan lik je plemić koji ima tamno plavi kaput, žuti prsluk i bijelu maramu. U ruci drži malu knjigu, te položajem tijela i odjećom približno slični „Portretu muškarca“.

⁹⁶ LADOVIĆ, V. (1968) *Portreti Zagrepčana u 19. stoljeću. Izložba studeni – prosinac 1968.* Zagreb: Muzej grada Zagreba, str. 113

⁹⁷ DUČAKIJEVIĆ, M., IGREC, E. (2019) *Stalni postav starih majstora*, Varaždin: Gradski muzej Varaždin, str. 58

Svi navedeni portreti pokazuju sličnosti s „Portretom muškarca“. Portrete je prema odjeći i načinu građenja slike moguće povezati s risarskim školama. Prema načinu slikanja gdje u rukama drže pisma, knjige, papire i slično, te na primjeru suca koji u ruci drži pismo, trgovca (vlasnika tvornice stakla) koji drži papir u ruci i plemića koji u ruci drži malu knjigu, muškarac s „Portreta muškarca“ prema atributima na slici je moguće bankar, knjigovođa, trgovac, obrtnik ili neko tko radi u državnoj službi. Na portretu plemića iz Gradskog muzeja u Varaždinu vidljiv je utjecaj vojnih odora na modu tog razdoblja, budući da je riječ o razdoblju napoleonskih ratova⁹⁸. Prikazani kaput, prsluk i marama su slični s odjećom „Portreta muškarca“. Također, prema svim navedenim atributima – odjeći, frizuri, cilindru, knjizi koju drži i prstenu na malom prstu, sliku „Portret muškarca“ moguće je datirati u početak 19. stoljeća.

3. KONZERVATORSKO-RESTAURATORSKA ISTRAŽIVANJA

U čuvaonici Akademije likovnih umjetnosti (ALU), na brojnim umjetninama primijećene su kolonije bijelih gljiva. Među umjetninama nalazi se „Portret muškarca“, nepoznatog autora i nepoznatog vlasništva. Konzervatorsko-restauratorska istraživanja vezana su za gljive koje su se razvile na spomenutoj slici. Gljiva se razvila u relativno kontroliranim uvjetima iz čega je moguće zaključiti da joj slike daju dobru podlogu za rast i odgovarajuću klimu koju smatramo idealnom za čuvanje umjetnina. S ciljem identifikacije plijesni koje su vidljive na površini, na slici su 2022. godine započeti radovi. Tko ga je naslikao, tko je na njemu prikazan i kako je dospio do čuvaonice OKIRU-a tada nije bilo poznato. Odsjeka za konzerviranje i restauriranje umjetnina (OKIRU). Konzervatorsko-restauratorski zahvati bili su prilika za istraživanje podrijetla slike te utvrđivanja vrste plijesni te pokušaj sanacije iste.

⁹⁸ SCHNEIDER, M. (1973) *Portreti 1800. – 1870. Katalog muzejskih zbirki IX*. Zagreb: Povijesni muzej Hrvatske, str. 6

3.1. IZVORNI MATERIJALI I TEHNIKA IZRADE UMJETNINE

Prije početka konzervatorsko-restauratorskih zahvata nužno je utvrditi izvornu građu slike. U poglavljima koja slijede detaljno je navedena stratigrafija slike.

3.1.1. PODOKVIR

Funkcija podokvira je napinjanje platna na okvir. Sastavljen od međusobno spojenih drvenih letvica. Vizualnim pregledom rubova slike utvrđeno je kako je ista skraćena u odnosu na izvorne dimenzije; vjerojatno prilikom postavljanja na novi podokvir koji je sastavljen od četiri letvice koje su spojene utorom i perom (slika 28). Slika je za podokvir pričvršćena čavlicima (slika 29).



Slika 28. Podokvir je sastavljen od četiri letvice koje su spojene utorom i perom (fotografirao Antun Škrlec, 1.9.2022.)



Slika 29. Bočni pogled (ugao slike); vidljivo je skraćenje dimenzija slike, oštećenje platna i slikanog sloja te novi čavlići (fotografirao Antun Škrlec, 1.9.2022.)

3.1.2. NOSILAC

Nosilac je podloga za razne tehnike slikanja, a u ovom slučaju riječ je o platnu. Vez koji je korišten za spomenuto platno ima jednu nit u osnovi i jednu u potki te se naziva ukršteni preplet ili platneni vez⁹⁹ (slika 30).



Slika 30. Zona oker pozadine uz zonu lakune; ispod oštećenog izvornog nosioca vidljivo je novo platno (lijevo) te detalj novog platna (desno) snimljeno Dino Lite-om, povećanje 50x (lijevo) i 150x (desno) (snimio Antun Škrlec, 17.3.2024.)

Na detalju oštećenja slikanog sloja i izvornog nosioca vidljivo je novo platno koje je različite boje, debljine niti i gustoće tkanja (slika 30).



Slika 31. Bočni pogled; vidljivo je skraćenje dimenzija slike, oštećenje platna i slikanog sloja te novi čavlići (fotografirao Antun Škrlec, 1.9.2022.)

⁹⁹ SUMMERECKER, S. (1973) *Podloge štafelajne slike*, Umetnička akademija u Beogradu, Beograd, str. 25.

Na uglovima slika vidljivo je skraćenje dimenzija, oštećenje rubova izvornog nosioca te novo platno koje je pričvršćeno novim čavlicima. Pretpostavka je da je u ovom zahvatu slika postavljena na novi podokvir (slika 31).



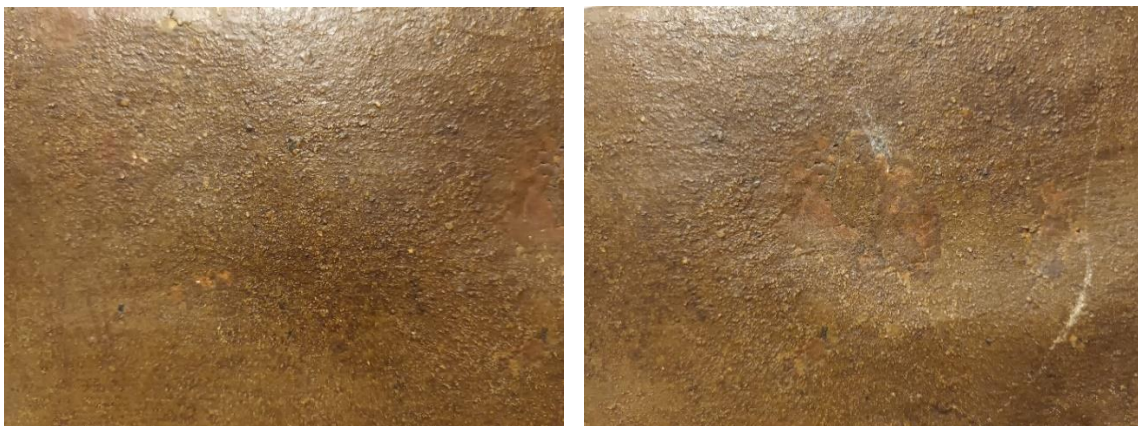
Slika 32. Detalj poderotine (fotografirao Antun Škrlec, 1.9.2022.)

Na slici 32 vidljiv je detalj poderotine koji je nastao uslijed krtosti izvornog nosioca. Analizom uzorka izvornog platna, zbog degradacije istog, nije bilo moguće utvrditi o kojem stabljичnom vlaknu je riječ¹⁰⁰.

3.1.3. OSNOVA

Osnova je pripremni sloj koji se nanosi na nosilac, a prethodi slikanju. U ovom slučaju riječ je o crvenoj osnovi grube teksture koja je dobivena krupnim punilom.

¹⁰⁰ VUJASINOVIĆ, E. (2023) *Slike i analiza*. Zagreb: Tekstilno-tehnološki fakultet



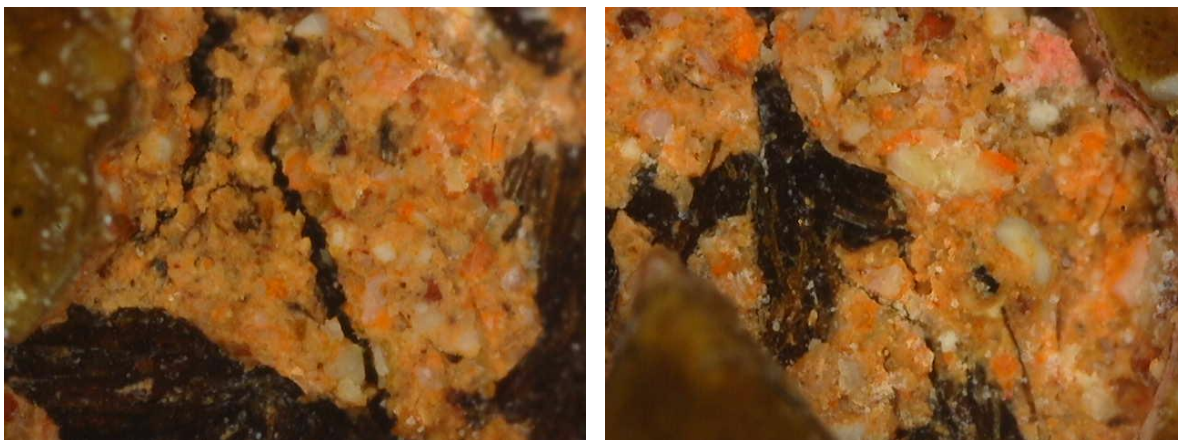
Slika 33. Tekstura preparacije vidljiva pod bočnim svjetlom (lijevo) i zakrpa (desno) (fotografirao Antun Škrlec, 1.9.2022.)

Osnova je gruba, djeluje kao da je napravljena za podlogu s masnijim slojevima boje, a ne onako kako se slikalo u razdoblju s početka 19. stoljeća (slika 33). Detalj oštećenja slikanog sloja, dio uz lakunu, snimljen je portabilnim mikroskopom Dino Lite, pod različitim povećanjima, s ciljem dobivanja boljeg uvida u boju i teksturu preparacije (slika 34).



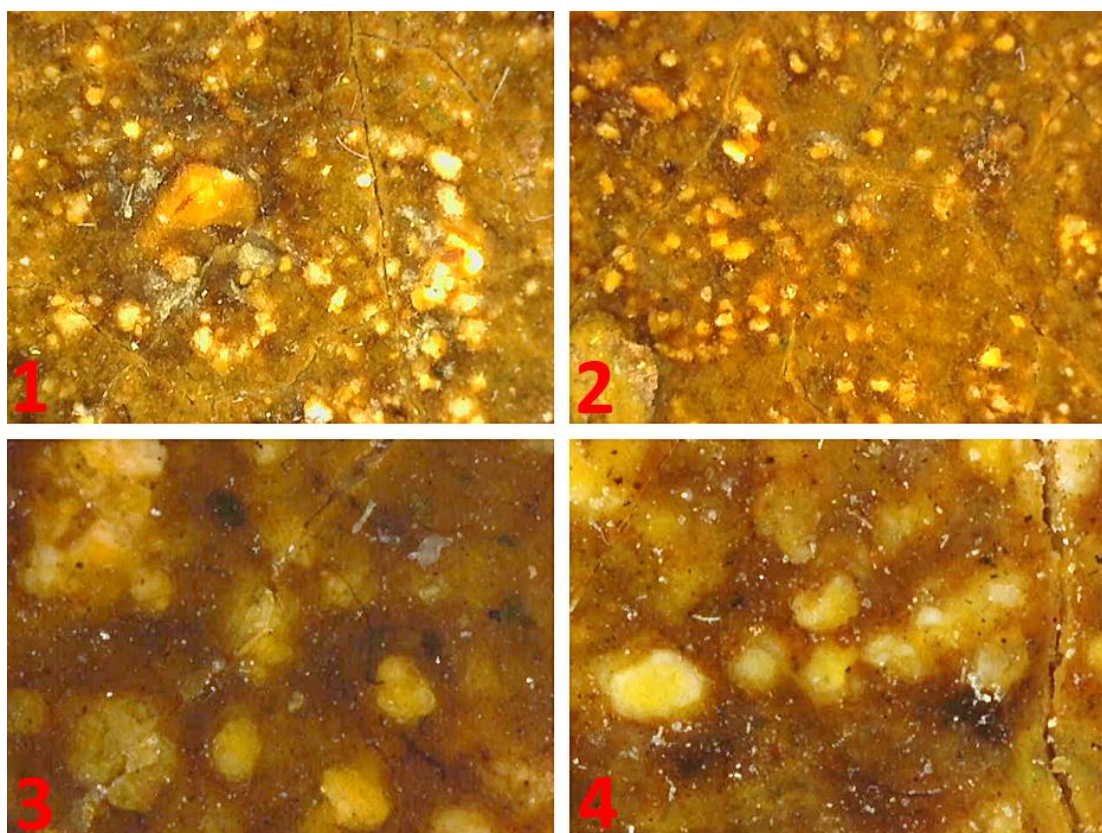
Slika 34. Zona oker pozadine uz zonu lakune; snimljeno Dino Lite-om, povećanje 200x (snimio Antun Škrlec, 17.3.2024.)

Na slici 35 vidljiva je gruba osnova ispod sloja okera te boja osnove u zoni oštećenja oker sloja. Također su vidljive niti i tkanje izvornog nosioca.



Slika 35. Zona oker pozadine uz zonu lakune, detalj crvene osnove; snimljeno Dino Lite-om, povećanje 150x (lijevo) i 250x (desno) (snimio Antun Škrlec, 17.3.2024.)

Na detaljnim snimkama dijela s vidljivom preparacijom vidljive su crvene, narančaste i ružičaste čestice manje granulacije te bijele čestice veće granulacije. Spomenute čestice su vidljive i na slikanom sloju (slika 36).



Slika 36. Zona oker pozadine uz zonu lakune, detalj teksture; snimljeno Dino Lite-om, povećanje 150x (1 i 2) i 250x (3 i 4) (snimio Antun Škrlec, 17.3.2024.)

3.1.4. SLIKANI SLOJ

Slikani sloj sačinjavaju pigmenti i vezivno sredstvo. U slučaju slike „Portret muškarca“ riječ je o uljanoj tehnici.

3.1.5. LAK

Lak je viskozna otopina prirodne ili sintetske smole u ulju i/ili organskom otapalu. Kada otapalo ishlapi ostane lak, a osušeni film je krut i (relativno) transparentan¹⁰¹. Sloj laka ima dvostruku ulogu – estetsku i zaštitnu. Lak na „Portretu muškarca“ je potamnio te vizualno degradira sliku.

3.2. OPIS ZATEČENOG STANJA I UZROCI PROPADANJA

„Portret muškarca“ je slika dimenzija 58 x 39,5 cm. Naslikana je u tehnici ulja na gusto tkanom platnu s debljim slojem crvene preparacije vidljive grube teksture (potvrđeno stratigrafskom analizom mikropresjeka u Archeolabu (vidi poglavlje 3.4.1.)), kakva je svojstvena slikama s početka 19. stoljeća. Slika je zatečena s novim podokvirom te bez ukrasnog okvira.

3.2.1. PODOKVIR

Zamijećeno je da podokvir nije izvorni, te da je vjerojatno zamijenjen u posljednjem zahvatu. Rez u drvu je radijalan, a smjer građe je vertikaln, što se i može vidjeti po godovima. Podokvir je u vrlo dobrom stanju, bez oštećenja i sa svim klinovima.

¹⁰¹ ŽILIĆ, D. (2008) *Tajne uljane boje: vodič kroz materijal uljanog slikarstva*, Zagreb: vlastita naklada, str. 30.

3.2.2. NOSILAC

Originalni nosilac je degradirao do mjere da je izrazito krt što je rezultiralo pucanjem i stvaranjem pukotina koje su vidljive i na licu slike. Vjerojatno je iz tog razloga slika dublirana na novo platno voskom (slika 38). Uslijed degradacije nosioca pojavile su se pukotine u slikanom sloju.

Platno nije dovoljno napeto na podokvir (slika 37), a slika je smanjenih dimenzija, pretpostavljeno zbog oštećenja i dubliranja.



Slika 37. Pogled na sliku pod bočnim svjetlom (fotografirao Antun Škrlec, 1.9.2022.)



Slika 38. „Portret muškarca“, poledina – total (fotografirao Antun Škrlec, 1.9.2022.)

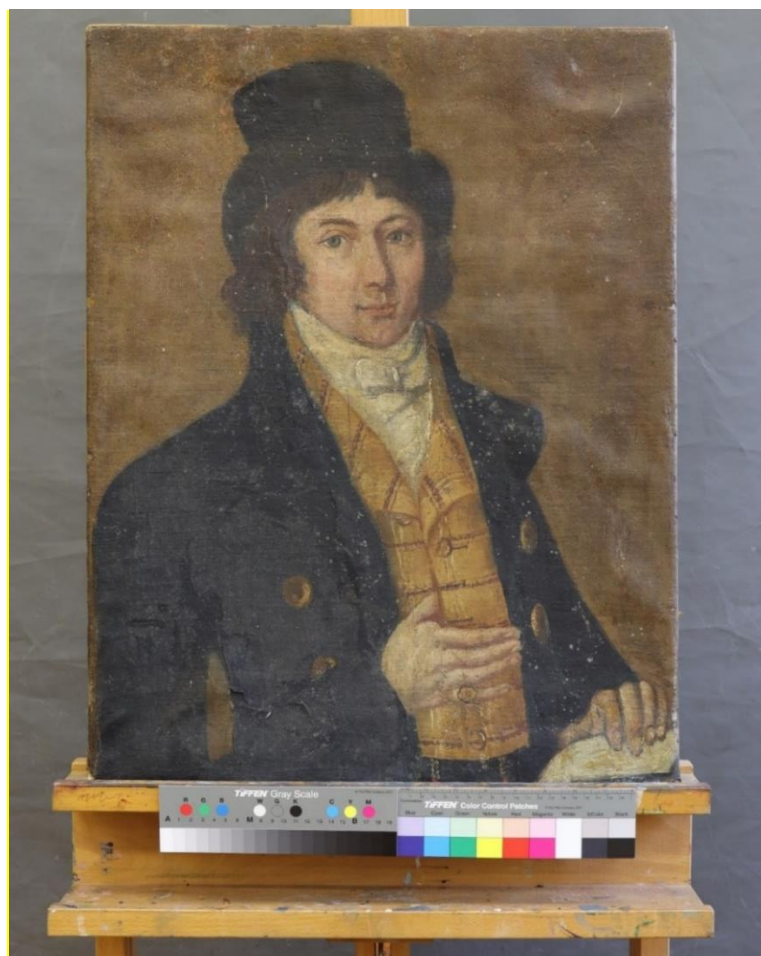
Na poledini slike vidljivo je novo platno dublirano na vosak te brojne bijele mrlje – kolonizacija gljiva. Na podokviru su vidljivi presavijeni rubovi novog platna (slika 42). Na fotografijama detalja poledine slike vidljiv je raspon kolonizacije gljivama (slike 43 i 44). U nepoznatom vremenu, uslijed rada platna, došlo je do odvajanja izvornog i novog platna.

3.2.3. OSNOVA

Na mjestima oštećenja slikanog sloja vidljiva je crvena osnova koja je nanesena u debljem sloju te se dobro drži za podlogu (nosilac).

3.2.4. SLIKANI SLOJ

Slikani sloj seže do ruba slike te nisu vidljivi rubovi za napinjanje (eng. *tacking edges*). Na površini slike vidljive su bijele mrlje – kolonizacija gljiva, te poderotina. Na slikanom sloju prisutne su krakelire koje su rezultat neelastičnosti slikanog sloja, debljine sloja laka i pomicanja nosioca. Riječ je o tzv. starosnim krakelirama. Krakelire mogu nastati i zbog vanjskih utjecaja – nagle promjene temperature i vlage, izloženosti svjetlu, mehaničkim utjecajima i drugo¹⁰². (slika 39).



¹⁰² UKRAINČIK, T. (2014) *Lakovi u restauriranju štafelajnih slika*, Zagreb: ALU, str. 34.

Slika 39., „Portret muškarca“ – cjelina (fotografirao Antun Škrlec, 1.9.2022.)

Naknadni retuši i zahvati izvedeni su slobodnom rukom, a retuš je vremenom promijenio boju te je danas vidljiv i dodatno vizualno degradira sliku. (slika 39).

Pogledom na sliku pod bočnim svjetlom (slika 40) utvrđeno je stvarno stanje izvornog nosioca, gruba tekstura površine slike i preparacije te bijele mrlje – kolonizacija gljiva (slike 40 i 41).



Slika 40. Prikaz teksture i bijelih mrlja – kolonije gljiva fotografiran pod bočnim svjetlom (fotografirao Antun Škrlec, 1.9.2022.)



Slika 41. Bijele mrlje – kolonije gljiva na površini; lijeva strana ovratnika (lijevo) i kaput iznad lijeve ruke (desno) (fotografirao Antun Škrlec, 1.9.2022.)

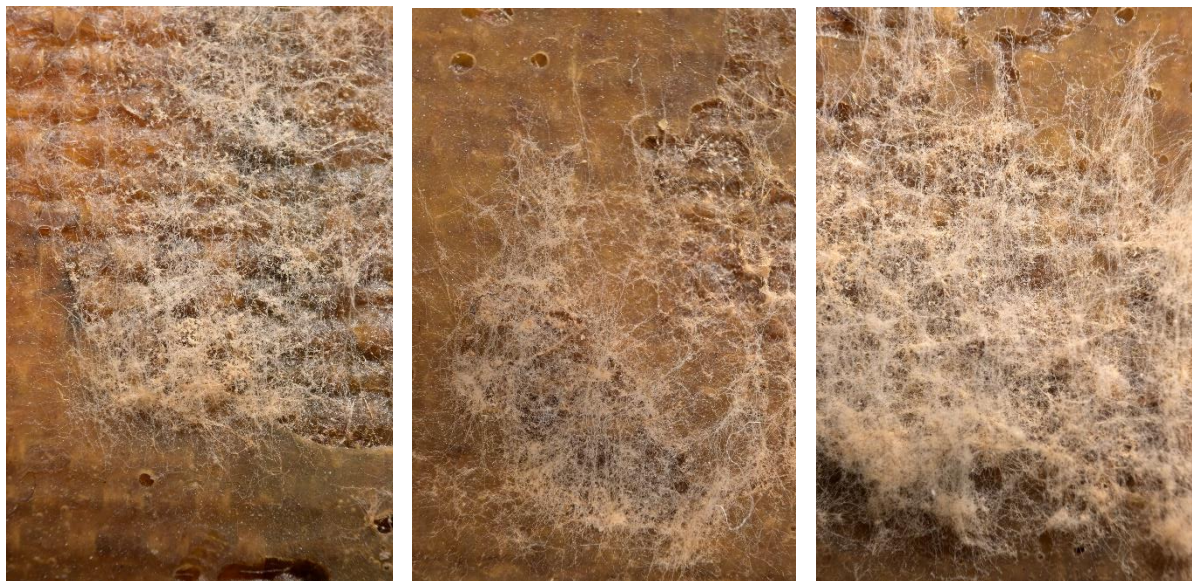
Na kaputu muškarca, u zoni lakune, snimljene su bijele mrlje – kolonizacija gljiva, portabilnim mikroskopom Dino Lite, pod povećanjem od 54x. Na snimljenim fotografijama vidljivo je kako kolonizacija nije ograničena isključivo unutar zone lakune već da se širi i na slikani sloj (slike 42 - 44).



Slika 42. Kolonizacija bijelih gljiva u zoni lakune, snimljeno na kaputu, Dino Lite, povećanje 54x (fotografirao Antun Škrlec, 25.01.2023.)



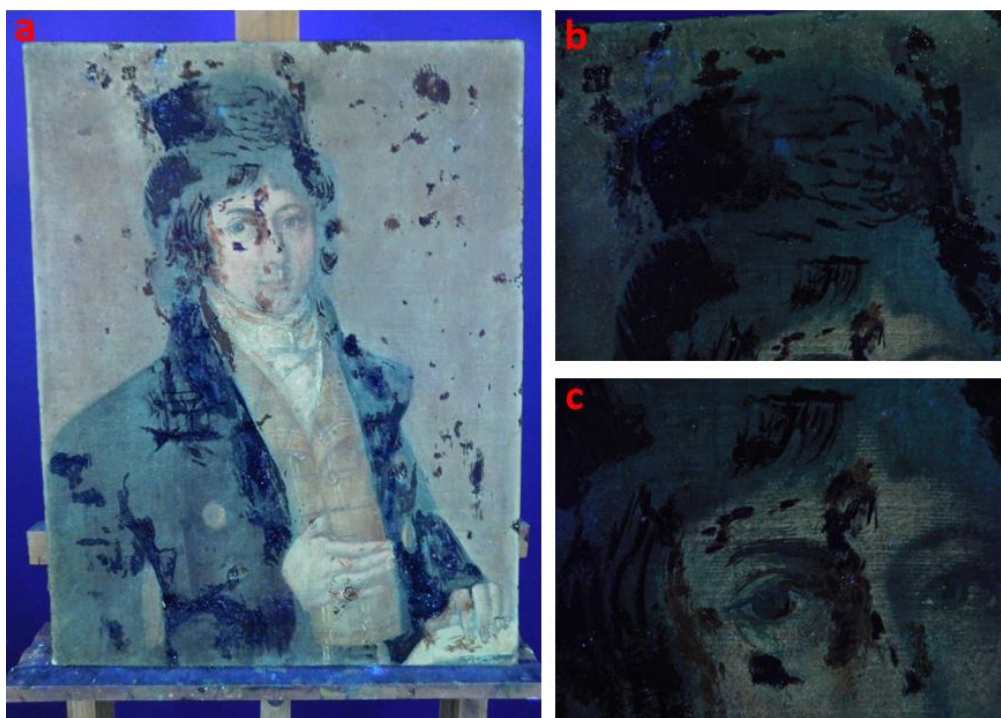
Slika 43. Bijele gljivice s poleđine slike (fotografirao Antun Škrlec, 1.9.2022.)



Slika 44. Fotografije bijele gljivice s poledine; primjeri kolonizacije gljiva (fotografirala dr. sc. Ivana Kušan, 12.1.2023.)

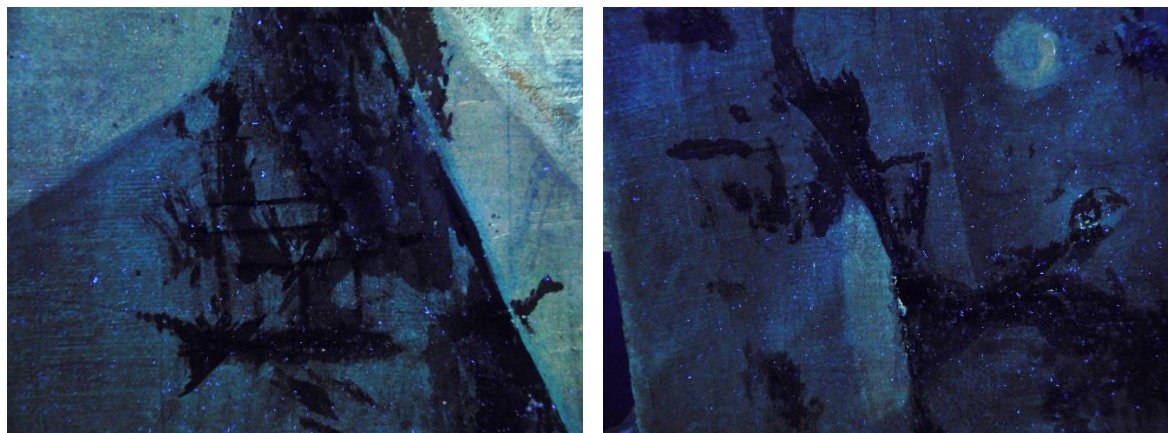
3.2.5. LAK

Na slici „Portret muškarca“ (slika 28) vidljiv je požutjeli i potamnjeni lak. Pod UV svjetlom vidljive su tamne zone – zone retuša koji se nalazi preko laka.



Slika 45. Snimak pod UV svjetlom (a), vidljivi su brojni retuši (b i c) (fotografirao Antun Škrlec, 1.9.2022.)

Snimak „Portreta muškarca“ pod UV svjetlom prikazuje raspon retuša i prethodnih sanacija koje su izvedene slobodno (slika 45). Najveće zone uočene su na cilindru i kaputu (slika 46), na licu i kosi muškarca (slika 47) te na zoni kaputa (slika 48).



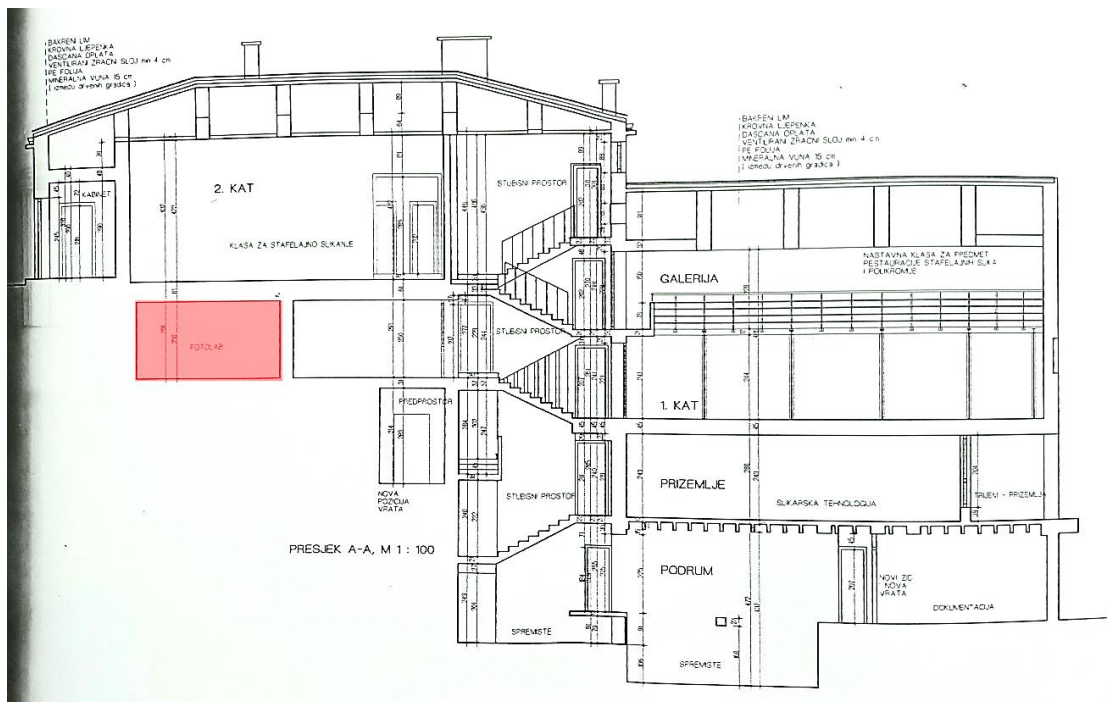
Slika 46. Detalji retuša na kaputu (fotografirao Antun Škrlec, 1.9.2022.)

3.3. ČUVAONICA AKADEMIJE LIKOVNIH UMJETNOSTI

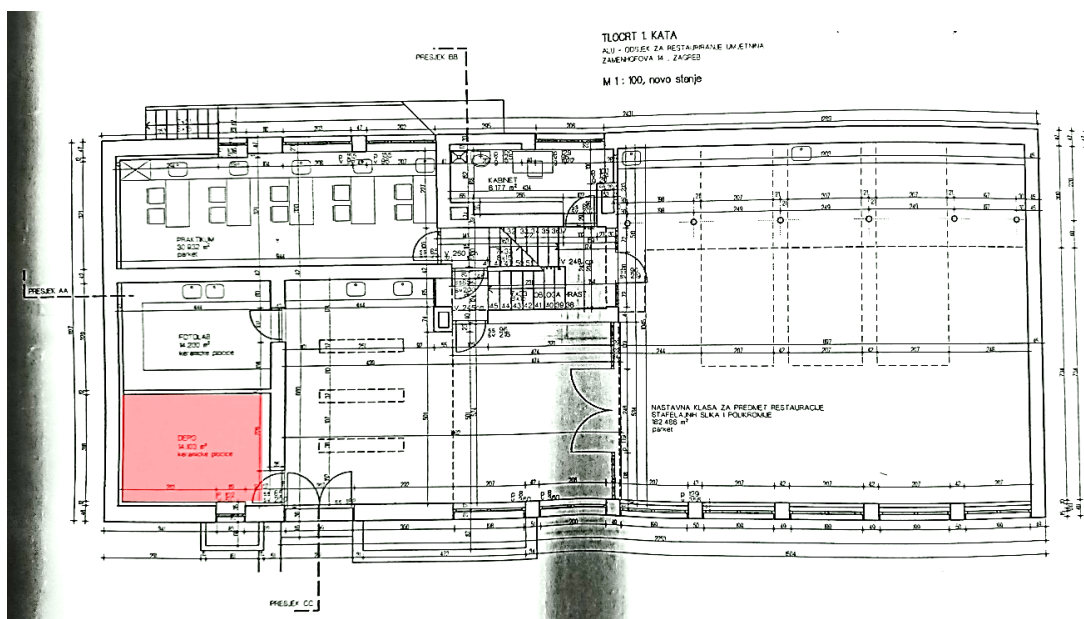
Čuvaonica Akademije likovnih umjetnosti – Odsjeka za konzerviranje i restauriranje umjetnina nalazi se na prvom katu zgrade u kojoj je smješten Odsjek, međutim zbog pada terena čuvaonica se nalazi pod zemljom (slike 47 i 48). Površina čuvaonice je 14 m² te se u njoj nalaze ventilacija (slika 52), odvlaživač (slika 51) te termometar i higrometar (slika 50). Na temelju smjernica o čuvanju umjetničkih predmeta, RH se profilaktički kontrolira odvlaživačem Ruby Dry¹⁰³, s ciljem održavanja RH ispod 55%. Navedeni odvlaživač prikladan je za kuće s do pet spavaćih soba i velike negrijane garaže te je u potpunosti adekvatan za čuvaonicu od 14 m².

Nakon utvrđivanja kolonizacije bijelom gljivom (slika 53), prostor čuvaonice je pregledan zbog mogućeg curenja i nije uočeno ništa neobično. Također, očitavanja podataka pokazala su adekvatne uvjete za pohranu umjetnina, a odvlaživač nije pokazao smetnje u radu. Unatoč opremi i ljudskom nadzoru uvjeta ne postoji uređaj za sustavno praćenje uvjeta u čuvaonici pa nije moguće isključiti mogućnosti veće oscilacije u nekim vremenskim periodima.

¹⁰³ Odvlaživači zraka tvrtke Ruby Dry uklanjaju kondenzaciju pomoću diska od silika gela. Ne koristi se kompresor, stoga je razina buke vrlo niska. Isporučuje se sa spremnikom koji skuplja vodu i kada spremnik dosegne granicu od 6 litara, sustav se automatski isključuje. Sakupljena voda može se jednostavno ispustiti. Rad neovisan o temperaturi. Kapacitet ekstrakcije od 5,5 litara. Potrošnja energije: 400-500 W. Niska razina buke od 29 dBA. Podesivi higrostat 40%/ 50%/ 60%; 3 brzine ventilatora. Protok zraka: maksimalno 100 m³ na sat. Kontinuirani odvod kao standard. Filter s aktivnim ugljenom. Integrirano automatsko isključivanje ako se prevrne. Integrirana preklopna ručka za nošenje. Dimenzije: V54,5 x Š43 x D20 cm. Ruby Dry DH600 Reviews (2019), <https://www.qualityreview.co.uk/urun/2934/ruby-dry-dh600>, pristupljeno 21. 2. 2024.



Slika 47. Presjek zgrade Akademije likovnih umjetnosti – Odsjeka za konzerviranje i restauriranje; čuvaonica je označea crvenim pravokutnikom (skenirao Antun Škrlec, 9. 2. 2024.)



Slika 48. Tloort zgrade Akademije likovnih umjetnosti – Odsjeka za konzerviranje i restauriranje; čuvaonica je označena crvenim pravokutnikom (skenirao Antun Škrlec, 9. 2. 2024.)



Slika 49. Čuvaonica Akademije likovnih umjetnosti; crvena strelica označava mjesto na kojem se nalazila slika (fotografirao Antun Škrlec, 9.2.2024.)



Slika 50. Higrometar¹⁰⁴ (lijevo) i termometar (desno) (fotografirao Antun Škrlec. 9.2.2024.)

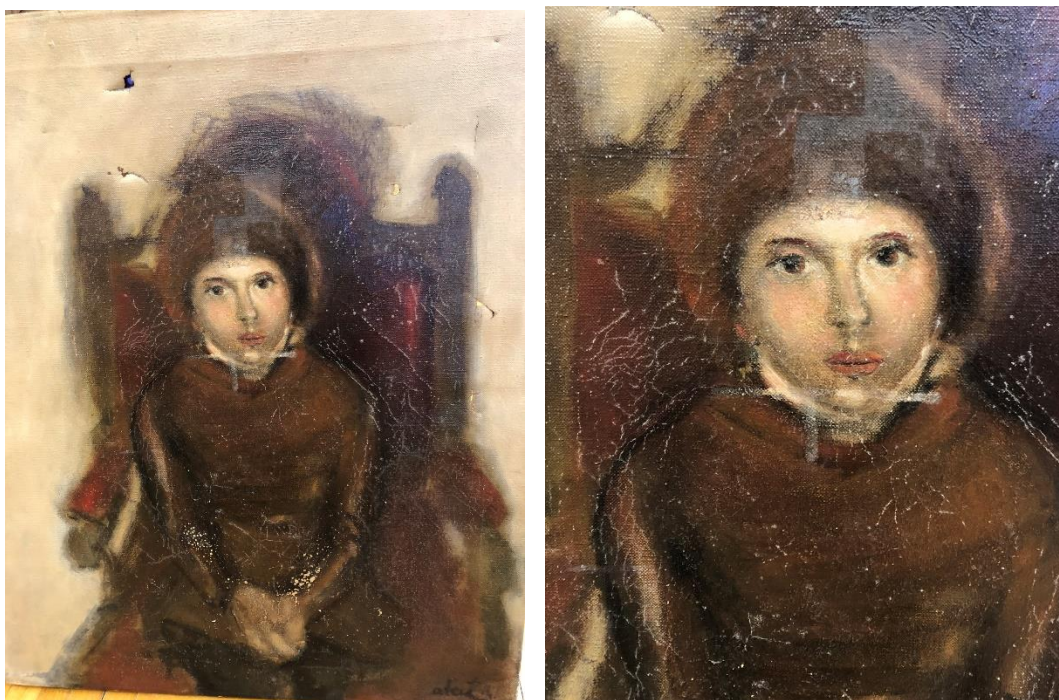
¹⁰⁴ Sintetički higrometar za mjerenje vlažnosti u prostoriji. Područje upotrebe – u zatvorenom prostoru. Točnost mjerenja higrometra: $\pm 5\%$ RH (20 ... 100%), + 1 podjela ljestvice. Hygrometer synthetic 68 mm, <https://fischer-barometer.de/en/shop/work/338/150-hygrometer-synthetic-68-mm>, 21. 2. 2024.



Slika 51. Odvlaživač Ruby Dry (fotografirao Antun Škrlec, 9.2.2024.)



Slika 52. Ventilacija; otvor je označen crvenom strelicom (fotografirao Antun Škrlec, 9.2.2024.)



Slika 53. Primjer slike iz čuvaonice s infestacijom bijelom plijesni/gljivama (fotografirao Antun Škrlec, 9.2.2024.)

3.4. DIJAGNOSTIČKA ISTRAŽIVANJA

Dijagnostička istraživanja izvedena su na Akademiji likovnih umjetnosti, Odsjeku za konzerviranje i restauriranje umjetnina te dijelom u vanjskom laboratoriju pod vodstvom dr. sc. Tee Zubin Ferri. Svrha dijagnostičkih istraživanja je utvrđivanje stratigrafije te analiza materijala od kojih je građena slika.

3.4.1. STRATIGRAFSKA ANALIZA

Za potrebe utvrđivanja stratigrafije uzeta su dva uzorka (slika 54) te poslana na analizu u vanjski laboratorij pod vodstvom dr. sc. Tee Zubin Ferri¹⁰⁵. Uzorci su uzeti skalpelom, odvajanjem nestabilnih dijelova slikanog sloja na rubovima lakuna. Pozicije uzoraka ucrtane su na slici te numerirane kao AŠ1 i AŠ2. Na Odsjeku za konzerviranje i restauriranje umjetnina uzorci su zaliveni u smolu¹⁰⁶, a nakon sušenja pažljivo izrezani na pola i izbrušeni. Analiziran

¹⁰⁵ ZUBIN FERRI, T. (2022) *Elaborat 64/2022*. Pula: ArcheoLab

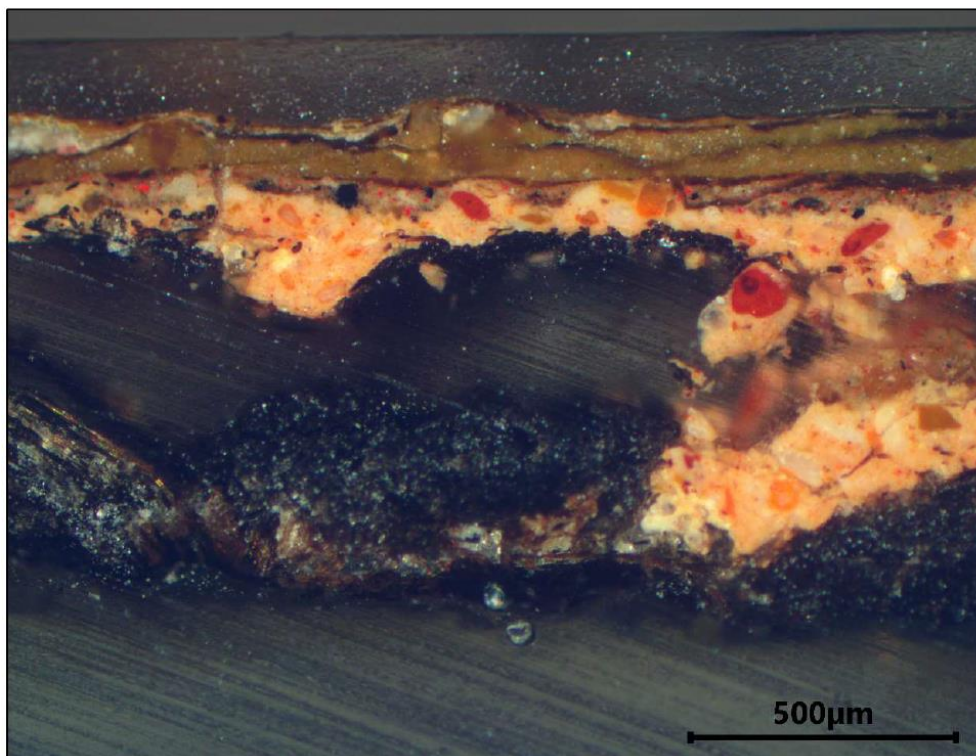
¹⁰⁶ Transparentna, dvokomponentna epoksidna smola u setu za izlivanje prozirnih dekorativnih predmeta, za dekoriranje površina i sl. Pogodna je za izlivanje na različitim materijalima. Može da se izljevati i u silikonski kalup ili direktno na površinu. Smola je tekuća, ima blag miris i vrlo jednostavno se koristi. Odlično imitira izgled stakla. Nakon sušenja njena površina je sjajna i ne smanjuje se. Kristalna smola Pebeo Gedeo bezbojna, umjetnička

je uzorak AŠ1, po dolasku u vanjski laboratorij, dodatno izbrušen i poliran te analiziran pod svjetlosnim mikroskopom AXIO Imager M1 Carl Zeiss spojenim na digitalnu kameru AmScope MU1003 (slike 55 – 57).

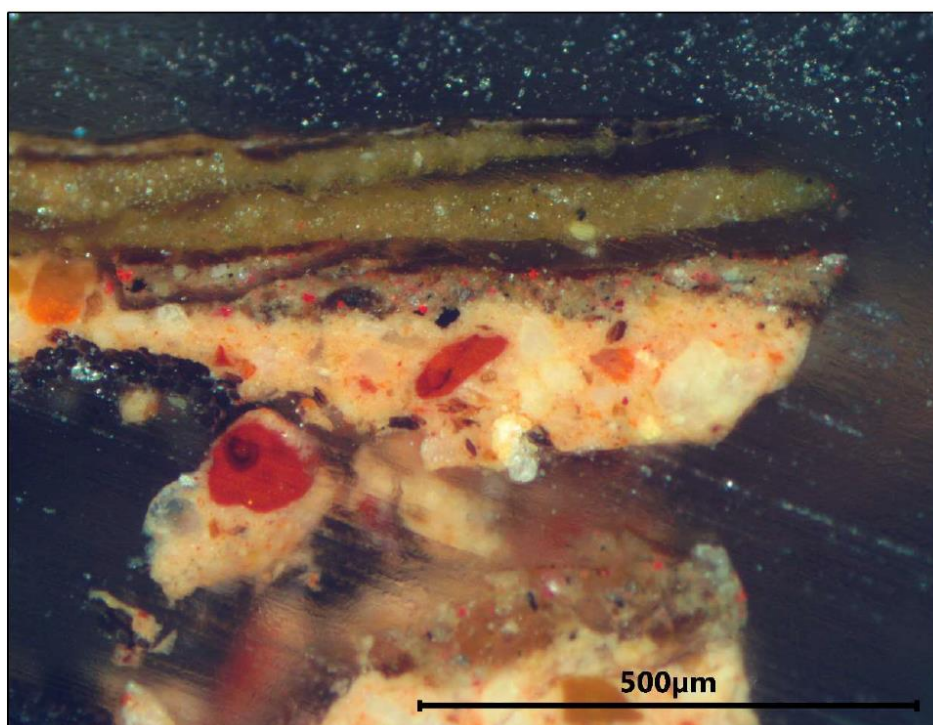


Slika 54. Mjesta uzorkovanja uzoraka. Uzorak tamne pozadine portreta muškarca numeriran je kao AŠ1, a uzorak s kaputa kao AŠ2 (uzorkovanje Antun Škrlec, 28. 11. 2022.)

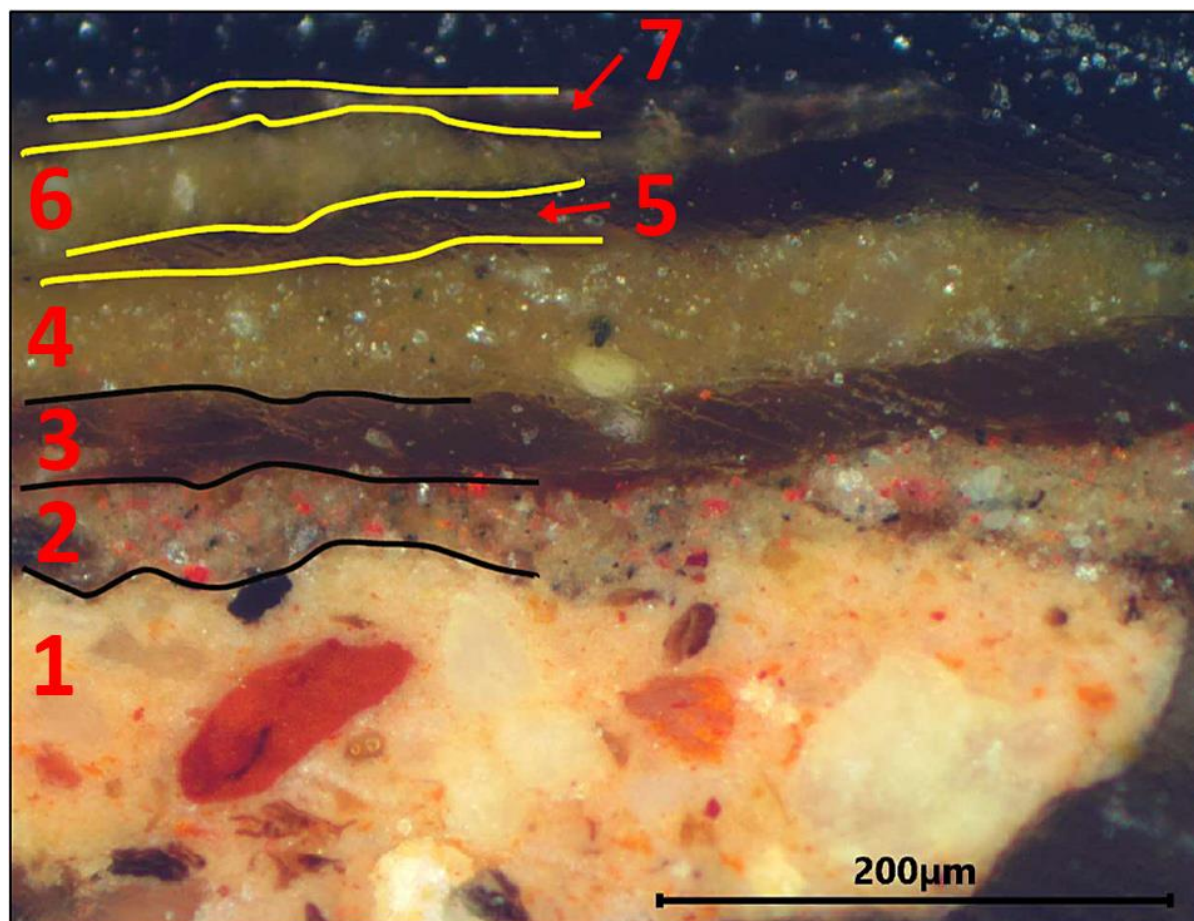
smola, https://www.artmie.hr/kristalna-smola-pebeo-gedeo-bezbojna-PBO766crre?gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMI88ubsqT5hAMVYp9oCR3npA-PEAAYASAAEgIpI_D_BwE, pristupljeno 21.2.2024.



Slika 55. Fotografija mikropresjeka uzorka AŠ1 pri uvećanju $P = 50x$ (fotografirala dr. sc. Tea Zubin Ferri, 13. – 20. 12. 2022.)



Slika 56. Fotografija mikropresjeka uzorka AŠ1 pri uvećanju $P = 100x$ (fotografirala dr. sc. Tea Zubin Ferri, 13. – 20. 12. 2022.)



Slika 57. Fotografija mikropresjeka uzorka AŠ1 pri uvećanju P = 200x (fotografirala dr. sc. Tea Zubin Ferri, 13. – 20. 12. 2022.)

Analizom mikropresjeka svjetlosnim mikroskopom pregledani su i označeni svi slikani slojevi te je utvrđen površinski sloj laka. Na slikanom sloju su vidljivi i slojevi retuša/kita/laka.

Uzorak AŠ1

1 Preparacija

2 Sivi sloj

3 Smeđi sloj

4 Oker sloj

5 Smeđi sloj

6 Oker sloj

7 Tamno smeđi sloj

Debeli sloj, oker boje u kojem su vidljive crvene, bijele i crne čestice

Tanji sloj sive boje u kojem su vidljive sitne čestice bijele, crve, crvene i plave boje

Tanji tamno smeđi sloj homogene strukture

Deblji sloj oker boje s vidljivim sitnim česticama bijele i crne boje

Tanji tamno smeđi sloj homogene strukture

Tanji sloj oker boje s vidljivim sitnim česticama bijele i crne boje

Tanji tamno smeđi sloj homogene strukture

3.4.2. FTIR

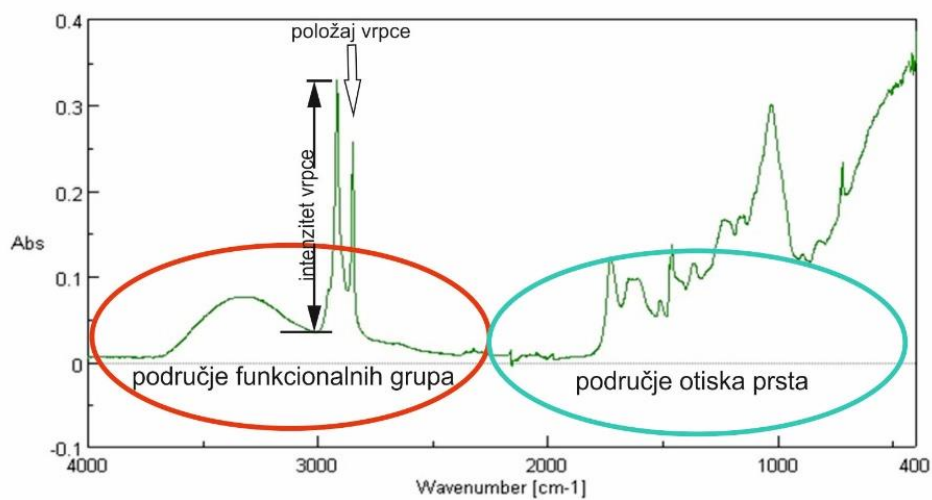
Pored stratigrafske analize, trebalo je utvrditi sastav slojeva koji pripadaju izvornom osliku, ali i slojeva koji potječu iz kasnijih „restauracija“.

FTIR (Fourier Transform Infrared) spektrofotometrija mjeri apsorpcije molekula uzorka u dijelu infracrvenog spektra. Te apsorpcije potječu od funkcionalnih skupina, dijelova molekula koji uglavnom određuju njihove karakteristike. U dijelu infracrvenog spektra svaka molekula ima karakteristične apsorpcije pa se taj dio naziva „otisak prsta“ (slike 58 i 59). Usporedbom karakterističnih apsorpcija u spektru uzorka s onim iz baze standarda te kombinacijom s ostalim metodama FTIR spektrofotometrija uspješno se koristi za identifikaciju materijala, pogodna je za analizu i identifikaciju organskih materijala i nekih anorganskih materijala. Za FTIR analizu potrebno je uzeti minimalnu količinu uzorka (nekoliko mg) s analiziranog objekta¹⁰⁷ (slike 60 – 62).

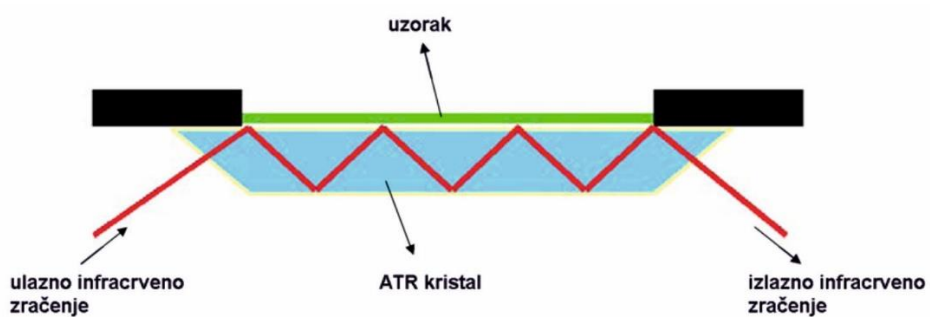
FTIR analizu je izveo izv. prof. dr. sc. Domagoj Šatović u laboratoriju Odsjeka za restauriranje i konzerviranje umjetnina Akademije likovnih umjetnosti u Zagrebu. Cilj analize bio je identifikacija pigmenta, voska koji je korišten za dubliranje, te veziva.

Infracrvena spektroskopija s Fourierovom transformacijom prigušene ukupne refleksije (ATR FTIR) provedena je s pomoću Perkin Elmer Spectrum 2 spektrometra opremljenog postoljem za uzorke prigušene ukupne refleksije (ATR). Spektri su prikupljeni iz četiri skeniranja pri razlučivosti od 4 cm^{-1} , između $450\text{ i }4000\text{ cm}^{-1}$. Uzorci sa slike „Portret muškarca“ uzeti su sa rubnih zona lakuna te postavljeni izravno na ATR dijamantni kristal i sakupljeni su spektri (slika 63). Prije obrade krivulje učinjena je korekcija osnovne linije. Kako bi se omogućila statistička procjena, prikupljena su tri spektra za svaki uzorak (slike 64 – 70).

¹⁰⁷ DESNICA, V. (2012) *Instrumentalna analiza – skripta*. V1.1., Zagreb: Odsjek za restauriranje i konzerviranje umjetnina, Akademija likovnih umjetnosti, str. 50 i 51



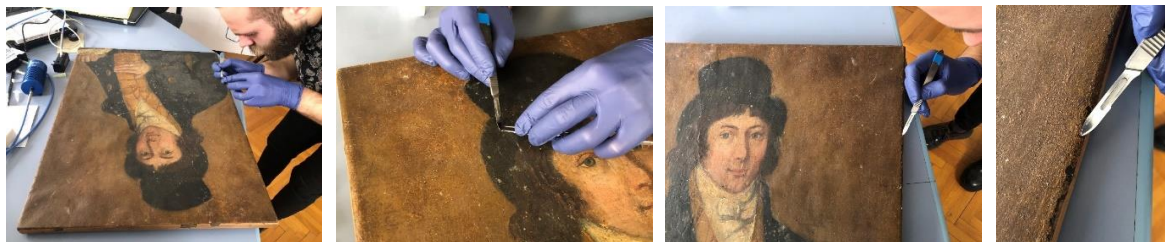
Slika 58. Prikaz načina očitavanja spektra FTIR uređaja



Slika 59. Način snimanja FTIR spektra u uređaju



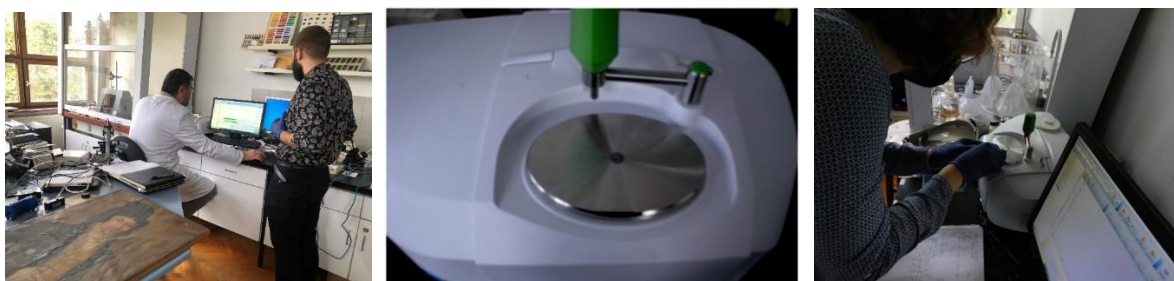
Slika 60. Uzimanje uzorka FTIR s Portreta muškarca (uzorkovanje Antun Škrlec, fotografirala izv. prof. art. Barbara Horvat Kavazović, 27.10.2022.)



Slika 61. Uzimanje uzoraka FTIR sa slike Portret muškarca (uzorkovanje Antun Škrlec, fotografirala izv. prof. art. Barbara Horvat Kavazović, 27.10.2022.)



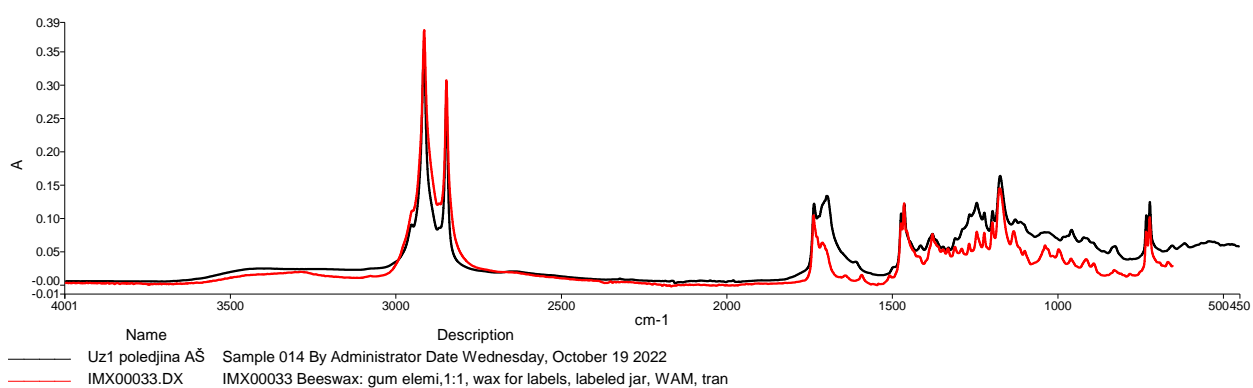
Slika 62. Uzimanje uzoraka za FTIR sa slike Portret muškarca (uzorkovanje Antun Škrlec, fotografirala izv. prof. art. Barbara Horvat Kavazović, 27.10.2022.)



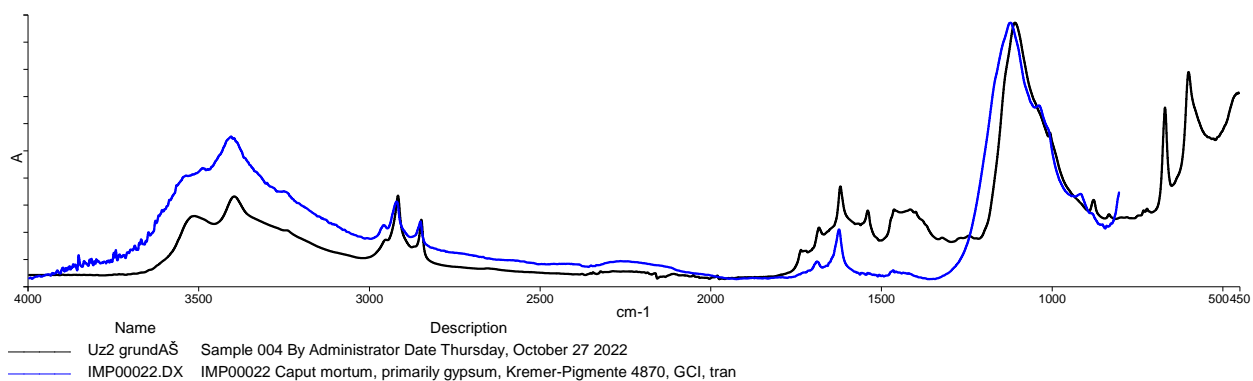
Slika 63. FTIR pigmenata, laka i voska i stavljanje suhog uzorka na dijamant za FTIR snimanje (fotografirala izv. prof. art. Barbara Horvat Kavazović (lijevo i sredina) i Antun Škrlec (desno), 27.10.2022.)

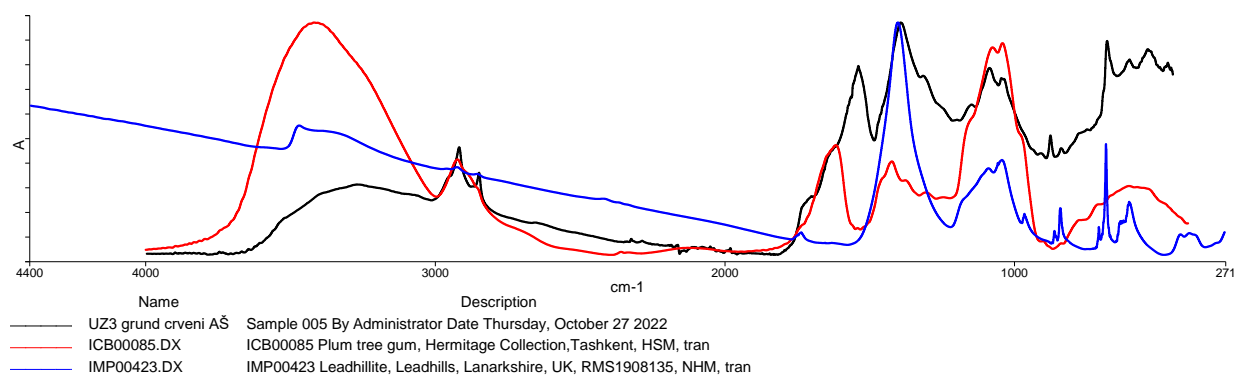


Slika 64. Oznake mjesta uzorkovanja

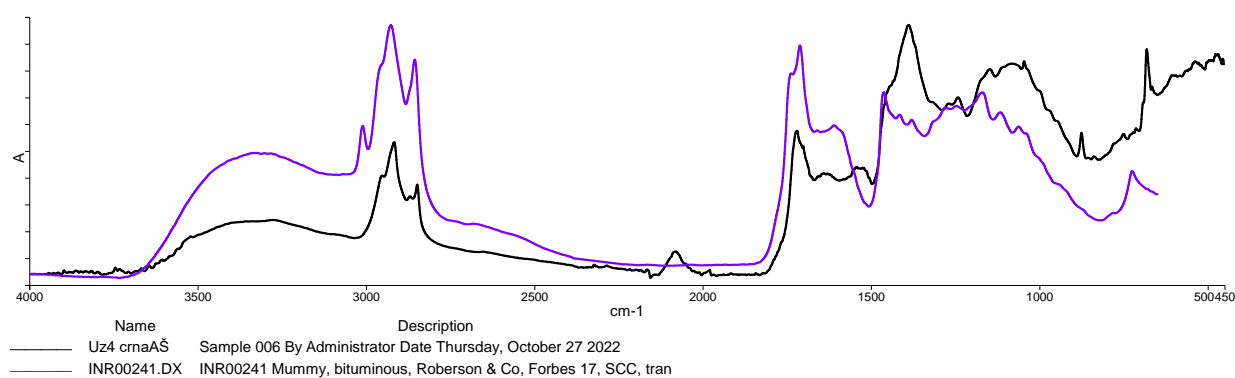


Slika 65. Uzorak 1 prirodni vosak, pčelinji vosak (spektar snimio izv.prof. dr. sc. Domagoj Šatović, 27.10.2022.)

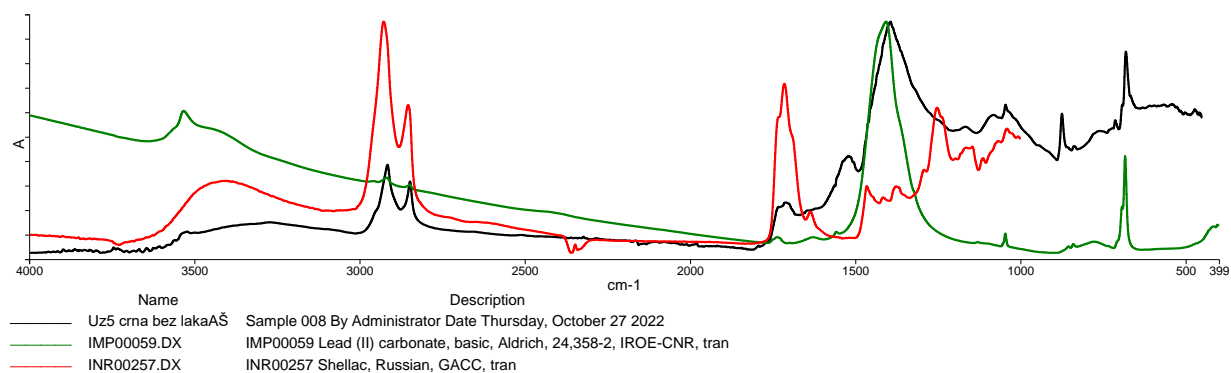
Slika 66. Uzorak 2 kalcij sulfat (gips), ostaci voska, vjerojatno zbog dubliranja, olovni sulfat (moguće olovno bjelilo), *caput mortuum* u tragovima (spektar snimio izv.prof. dr. sc. Domagoj Šatović, 27.10.2022.)



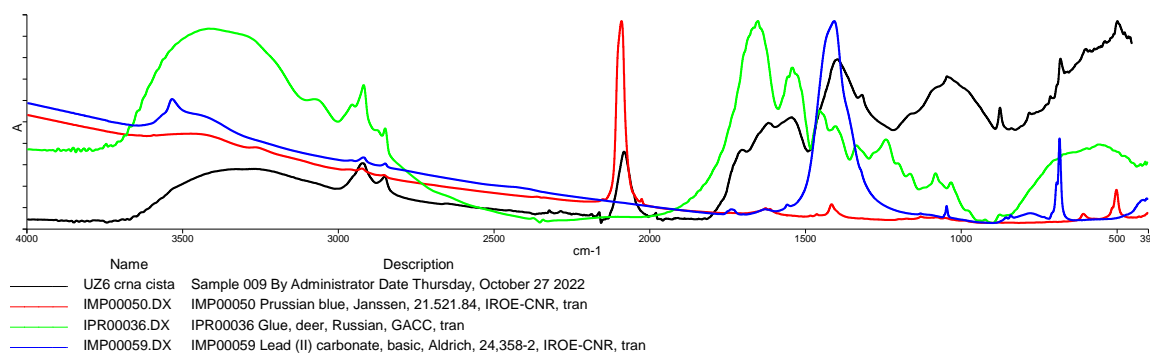
Slika 67. Uzorak U3 crvena preparacija – malo vosak, proteinsko vezivo? Olovno bjelilo, hematit (crveni pigment), leadhillite (olovni sulfat, sintetički pigment) (spektar snimio izv. prof. dr. sc. Domagoj Šatović, 27.10.2022.)



Slika 68. Uzorak 4 mummy bitumenski pigment, *caput mortuum* (spektar snimio izv. prof. dr. sc. Domagoj Šatović, 27.10.2022.)



Slika 69. Uzorak U5 olovni karbonat, šelak (spektar snimio izv. prof. dr. sc. Domagoj Šatović, 27.10.2022.)



Slika 70. Uzorak 6 prusko plava, proteinsko vezivo, olovni karboat (spektar snimio izv. prof. dr. sc. Domagoj Šatović, 27.10.2022.)

Uzorak U1, uzet s poledine slike je pčelinji vosak koji je korišten za dubliranje. Uzorak U2 je uzet s ruba slike te se sastoji kalcij sulfata (gipsa), utvrđeni su ostaci voska (vjerojatno zbog dubliranja), olovni sulfat (moguće olovno bjelilo) te *caput mortuum* u tragovima.

Caput mortuum je relativno moderan sintetski pripremljen željezov(III)-oksid, ali se naziv također koristi za prirodni materijal koji sadrži hematit tretiran toplinom, a koji se nalazio i u antičkim i srednjovjekovnim slikama. Boja može varirati od tamno smeđe do crno-ljubičaste, ovisno uglavnom o veličini čestica. Pigment ima visok stupanj svjetlosne postojanosti i neprozirnosti. Koristi se za unutarnje i vanjsko bojanje lanenim uljem. Danas se pigmenti željeznog oksida proizvode sintetski, a postojani su na svjetlo i trajni, s visokom neprozirnošću i snagom nijansiranja. Boja pigmenta željeznog oksida varira ovisno o kemijskom spoju željeza i kisika¹⁰⁸ (slika 71).

Naziv za ovaj pigment možda potječe iz alkemijske upotrebe, budući da je željezni oksid (hrđa) beskoristan ostatak (*caput mortuum*, *caput mortum*, *caput mortem*, lat. „mrtva glava“) oksidacije. Izvorno je bio nusprodukt proizvodnje sumporne kiseline tijekom 17. i 18. stoljeća, a vjerojatno je bio i rani oblik bakrenog procesa koji se koristio za proizvodnju venecijanske crvene i bakrene crvene¹⁰⁹, a vrhunac popularnosti dosegao je u 18. i 19. stoljeću¹¹⁰.

¹⁰⁸ *Caput mortuum*, <https://www.raa.se/kulturarv/byggnader/byggnadsvard/kulturkolor-ett-fargsystem-for-linoljaefarg/caput-mortuum-2/> pristupljeno 4.3.2024.

¹⁰⁹ HARLEY, R.D. (2001). *Artists' Pigments: c. 1600-1836*. London : Archetype Publications, CASTAGNOTTO, E., LOCARDI, F., SLIMANI, S., PEDDIS, D., GAGGERO, L., FERRETTI, M. (2021) *Characterization of the Caput Mortuum purple hematite pigment and synthesis of a modern analogue*. U: *Dyes and Pigments*. 185 Part A: 108881. doi:10.1016/j.dyepig.2020.108881. ISSN 0143-7208. S2CID 225140429.

¹¹⁰ OLIVIERA, L.F.C.de, EDWARDS, H.G.M., FROST, R.L., KLOPROGGE, J.T., MIDDLETON, P.S. (2002) *Caput mortuum: spectroscopic and structural studies of an ancient pigment*. U: *Analyst*. 127 (4), str. 536–541.



Slika 71. *Caput Mortuum Synthetic M 180*¹¹¹ (lijevo), *Caput Mortuum Reddish*¹¹² (sredina) i *Caput Mortuum Violet*¹¹³ (desno)

Uzorak U3, uzet s oker pozadine, sastoji se od crvene preparacije na kojoj su utvrđeni hematit (crveni pigment), olovno bjelilo, *leadhillite* (olovni sulfat, sintetski pigment) te *plum tree gum* (guma šljivinog drva). Za olovni sulfat i *plum tree gum* je pretpostavka da se radi o naknadnoj intervenciji.

Olovni sulfat je bijeli, teški prah koji se koristi kao pigment. Olovni sulfat se prirodno pojavljuje u mineralu anglezitu. Sintetizira se dodavanjem sumporne kiseline u otopinu soli olova. Također se koristi kao sušilo za boju¹¹⁴. S druge strane, guma šljivinog drva se koristila kao medij za akvarel.

Uzorak U4, uzet s kose, sastoji se od *mummy* bitumenskog pigmenta i *caput mortuuma*.

Korištenje mumije kao boje koristilo se od 17. stoljeća, a doseglo je vrhunac u 18. i 19. stoljeću, poklapajući se s kolonijalnom europskom pretragom egipatske arheološke baštine u nevidenim razmjerima. Tek početkom 20. stoljeća mumija se počela smatrati neprikladnom za

¹¹¹ Kemijski sastav: Fe₂O₃, crveni pigment, plavkasto tamno crvena željeznog oksida, perzijska crvena (> 3 nm). *Caput Mortuum Synthetic 180 M*, <https://shop.kremerpigments.com/us/shop/pigments/48220-caput-mortuum-synthetic-180-m.html> pristupljeno 4.3.2024

¹¹² Kemijski sastav: Mješavina prirodnog barijevog sulfata (BaSO₄) i željeznih oksida (Fe₂O₃ i Fe₃O₄), crveni pigment. *Caput Mortuum, reddish*, <https://shop.kremerpigments.com/us/shop/pigments/48701-caput-mortuum-reddish.html> pristupljeno 4.3.2024.

¹¹³ Kemijski sastav: Mješavina koja sadrži 46 - 79 % željeznog oksida (Fe₂O₃) i titanovog dioksida (TiO₂), ljubičasti pigment. *Caput Mortuum, violet*, <https://shop.kremerpigments.com/us/shop/pigments/iron-oxide-pigments/48750-caput-mortuum-violet.html> pristupljeno 4.3.2024.

¹¹⁴ Lead sulfate, https://cameo.mfa.org/wiki/Lead_sulfate#:~:text=A%20white%2C%20heavy%20powder%20that,lithography%20and%20in%20weighting%20fabrics pristupljeno 4.3.2024.

umjetničku upotrebu, a njeni etički i tehnički nedostaci konačno su nadvladali privlačnost slikanja tako starim materijalom¹¹⁵.

Najraniji zapis o korištenju smeđe boje, tzv. *mumijska smeđa*, datira iz 1712. godine kada je trgovina umjetničkih potrepština pod nazivom „*À la momie*“ u Parizu prodavala boje, lakove i mumiju u prahu¹¹⁶. Dvorski slikar Filipa III od Španjolske, Juan Pantoja de la Cruz, koristio je *carne de momia* kao dio svoje palete slika; navedeno je u studijskom inventaru iz 1608. koji je napravljen u vrijeme njegove smrti¹¹⁷.

Suvremena analiza preživjelih uzoraka *mumijske smeđe* nije uspjela dokazati definitivno podrijetlo iz ljudskih ostataka, dijelom zbog složenosti i raspona pronađenih materijala. Uzorci često sadrže tvari uobičajene za druge boje ili one za koje nije dokazano egipatsko podrijetlo. Smatra se da je vjerovanje da su mumificirane osobe balzamirane pomoću bitumena, viskoznog, prirodnog petroleja koji se dugo koristio kao umjetnički pigment, potaknulo upotrebu mumije kao boje. Međutim, ova pretpostavka, koja je prvi put dovedena u pitanje u 19. stoljeću, također ostaje nepotvrđena analizom¹¹⁸.

Mumijska smeđa koristila se kao uljana boja, a ne u akvarelu (slika 72), a preporučivala se za glazure, jer je bila jednostavna za rukovanje te se mogla razmazati u tanke filmove, međutim mnogi su kritičari osuđivali njegovu upotrebu zbog nestabilnosti. Prijavljeno je pucanje, skupljanje i promjene boje, a većina komentatora sugerirala je da nema razloga za korištenje pigmenta nesigurnog sastava i trajnosti kada su stabilnije alternative bile lako dostupne.

Također, nikada nije bio posebno skup pigment, niti se čini da je bio tako široko korišten od strane profesionalnih umjetnika, čak i onih koji su odabrali egipatske teme za svoje slike. Vjerojatno mnogi umjetnici koji su koristili mumiju nisu bili ni svjesni njenog ljudskog porijekla¹¹⁹.

¹¹⁵ WOODCOCK, S. (2022) *Mummy Brown: A modern Pigment's Problematic Past*, <https://harvardartmuseums.org/tour/770/slide/12414> pristupljeno 4.3.2024.

¹¹⁶ MCCOUAT, P. (2019) *The life and death of mummy brown*, <https://www.artinsociety.com/the-life-and-death-of-mummy-brown.html> pristupljeno 4.3.2024.

¹¹⁷ WOODCOCK, S. (2022) *Mummy Brown: A modern Pigment's Problematic Past*, <https://harvardartmuseums.org/tour/770/slide/12414> pristupljeno 4.3.2024.

¹¹⁸ Ibid.

¹¹⁹ Ibid.



Slika 72. Tube pigmenta „mumija“. Harvard Art Museums/Straus Center for Conservation and Technical Studies, Forbes Pigment Collection¹²⁰

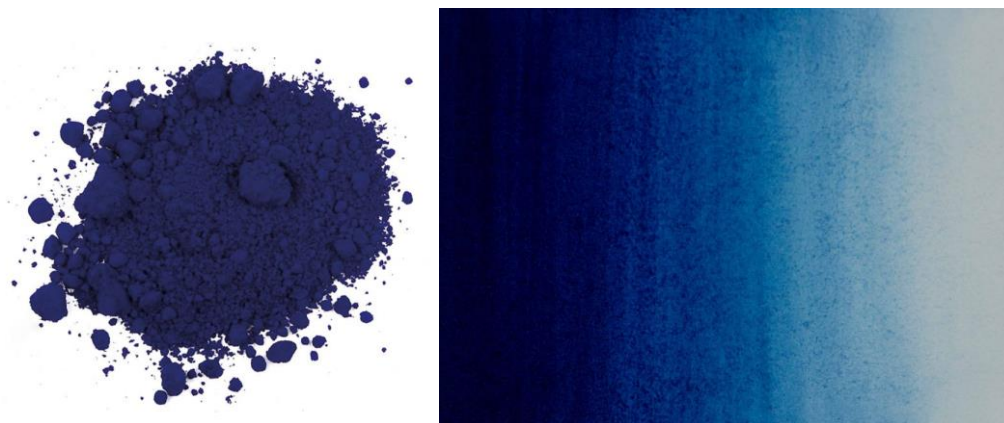
Uzorak U5, uzet s crnog cilindra, sastoji se od olovnog karbonata i šelaka.

Uzorak U6, uzet s kaputa, sastoji se od prusko plave, proteinskog veziva i olovnog karbonata.

Prusko plava (pariško plava, milori plava ili Berlin plava) je prvi put sintetizirana oko 1704. reakcijom soli željeza u oksidacijskom stanju s kalijevim ferocijanidom; početni proizvod, netopljivi bijeli spoj nazvan Berlinska bijela, zatim je oksidiran u plavi pigment. Oksidacija proizvodi neke ione Fe^{3+} , a plava boja je posljedica apsorpcije svjetlosti odgovarajuće valne duljine za prijenos elektrona s Fe^{2+} na Fe^{3+} . Moderne komercijalne metode su slične, ali koriste jeftiniji natrijev ferocijanid; oksidacija se provodi s natrijevim kloratom, natrijevim kromatom ili drugim reagensima¹²¹ (slika 73).

¹²⁰ Fotografija preuzeta sa WOODCOCK, S. (2022) *Mummy Brown: A modern Pigment's Problematic Past*, <https://harvardartmuseums.org/tour/770/slide/12414> pristupljeno 4.3.2024

¹²¹ Prussian blue. Britannica. <https://www.britannica.com/technology/Prussian-blue> pristupljeno 4.3.2024.

Slika 73. Prusko plava¹²²

Pojedini slikari ne vole slikati na bijelim osnovama, budući da im bjelina osnove ne odgovara i otežava rad. Iz tog razloga radije koriste obojane osnove. U slučaju da je slikar vremenom došao do spoznaje da mu je neki određeni ton naročito pogodan te mu pomaže pri postavi slike, prethodno preparaciju tonira. Za obojene preparacije najprije se priprema bijela osnova, a pigment ili mješavina pigmenata bi se naknadno dodali bijeloj podlozi u tekućem stanju na način da su se prethodni dan namakali u vezivu. Za slučaj da bi slikar želio preparaciju tonirati dodavanjem suhog pigmenta, rezultat bi u konačnici bio nejednoliki i prugasti nanos koji nastaje uslijed grudanja nenamočenih i nevezanih zrna suhog pigmenta u preparaciju¹²³.

Druga mogućnost izvođenja obojanih osnova je izvođenje dodatnog obojanog sloja na normalnu bijelu osnovu. U tim slučajevima, dok je jezgra izvedena kao tutkalno-kredna ili emulziona osnova, obojani sloj je preporučljivo vezati razrijeđenom jajčanom ili žumanjkovom temperom. Preporuka je korištenje jajčane tempere kako bi se izbjeglo naknadno žućenje i tamnjenje slike.

Međutim, brojni slikari koristili su dva različito obojena sloja, jedan preko drugog, s ciljem postizanja izvjesnih tonova koji se nanošenjem jednog sloja ne mogu postići¹²⁴.

Preparacije s crvenim pigmentom se prestaju koristiti početkom 19. stoljeća.

¹²² Kemijski sastav: $\text{NH}_4 \text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \times 3\text{H}_2\text{O}$, plavi pigment. Prussian Blue LUX, <https://www.kremer-pigmente.com/en/shop/pigments/45202-prussian-blue-lux.html> pristupljeno 4.3.2024.

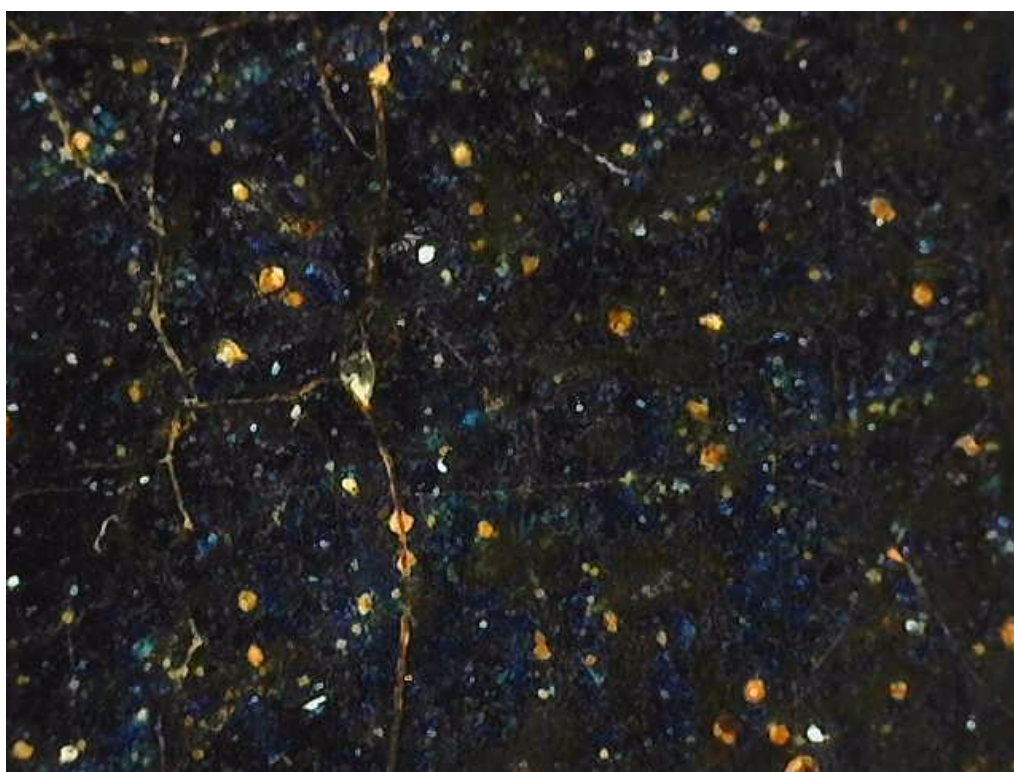
¹²³ SUMMERECKER, S. (1975) *Tehnike emulziona tempere*, Beograd: Uiverzitet umetnosti u Beogradu, str. 143

¹²⁴ Ibid.,, str. 144

Kao dodatna potvrda rezultata analize uzoraka, na zoni kaputa napravljeno je probno uklanjanje šelaka etanolom. Nakon uklanjanja laka utvrđeno je da je kaput plave boje, a ne crne, kako je prvotno pretpostavljeno (slike 74 i 75).



Slika 74. Proba uklanjanja šelaka etanolom (fotografirao Antun Škrlec, 27.10.2022.)



Slika 75. Zona kaputa nakon uklanjanja laka šelakom; snimljeno Dino Lite-om, povećanje 200x (snimio Antun Škrlec, 17.3.2024.)

4. MIKOLOŠKA OBRADA SLIKE - MATERIJALI I METODE

Istraživanje i identifikacija vrste gljive koja se razvila u čuvaonici ALU OKIRU, u uvjetima koji se smatraju sigurnim za čuvanje umjetničkih predmeta¹²⁵, izvodilo se pod nadzorom komentorice dr. sc. Ivane Kušan, u Laboratoriju za biološku raznolikost Zavoda za istraživanje mora i okoliša Instituta Ruđer Bošković¹²⁶. U sklopu ovog mikološkog istraživanja navode se i neuspješni pokusi te razlozi zbog kojih su bili neuspješni; odnosno zašto su se testiranja na određenim podlogama pokazala neuspješnima.

Za potrebe istraživanja uzeta je slika „Portret muškarca“ te još dvije (kontrolne) – ikona „Bogorodica s Djetetom“ (polikromija na drvu) (slika 76) i slika „Portret muškarca s naočalama“ (slika na platnenom nosiocu) (slika 77), također iz čuvaonice OKIRU ALU.



Slika 76. Ikona „Bogorodica s Djetetom“, inv. br. OKIRU 250



Slika 77. Slika „Portret muškarca s naočalama“, inv. br. OKIRU 142

¹²⁵ RV zraka u rasponu od 45-65%, a temperatura idealna za očuvanje slika je od 5-15°C, no zbog ljudskog komfora u prostoru optimalno se smatra 15-22°C

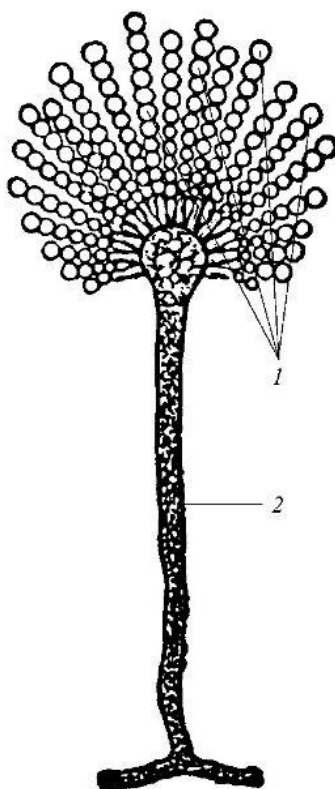
¹²⁶ Do spomenute suradnje je došlo nakon što je mentorica Barbara Horvat Kavazović kontaktirala Institut Ruđer Bošković te stupila u kontakt s Ivanom Kušan koja je došla na ALU-OKIRU i pristala biti komentorica.

4.1. MIKROSKOPIRANJE UZORKA GLJIVE DIREKTNO SA SLIKE

Mikološka obrada slika provedena je u Laboratoriju za biološku raznolikost Instituta Ruđer Bošković gdje su uzeti uzorci za mikroskopiranje i gdje su se izvodile prve izolacije (nacjepljivanje) gljiva. Svi zahvati odvijali su se uz mentorstvo komentorice dr. sc. Ivane Kušan.

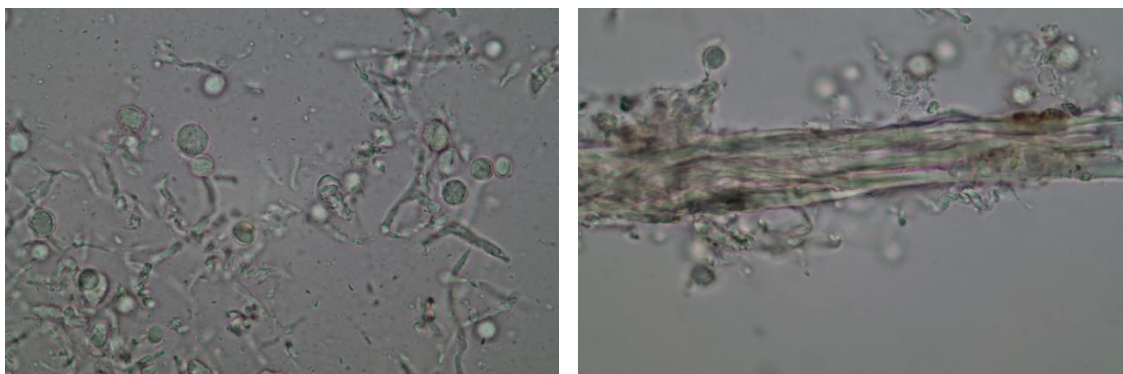
Nakon detaljnog pregleda lica i poledine slike koristeći stereo mikroskop Zeiss Stereo Discovery.V8 , utvrđene su zone s kojih će se uzeti uzorci.

Uzorci za mikroskopiju uzeti su iglicom te su pripremljeni preparati u vodovodnoj vodi. Preparati su mikroskopirani na svjetlosnom mikroskopu Zeiss Axioskop 40 FL na povećanjima 100×, 200×, 400× i 1000×. Stanje gljivljeg materijala je bilo dosta loše, uzorak je obilovao konidijama (sporama), ali bez vidljivih konidiogenih struktura koje bismo mogli iskoristiti za identifikaciju gljive (slike 78 i 79).



Slika 78. *Aspergillus glaucus* – 1. konidije, 2. nosač (konidiofor)¹²⁷

¹²⁷ konidije. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013. – 2024. Pristupljeno 10.4.2024. <<https://www.enciklopedija.hr/clanak/konidije>>.



Slika 79. Mikroskopski prikaz fragmenata gljivljih struktura uzorkovanih direktno sa slike „Portret muškarca“, Zeiss Axioskop 40 - Nikon Z6, povećanje 1000×. (fotografirao Neven Matočec, 12.01.2023.)

4.2. IZOLACIJA GLJIVA U ČISTE KULTURE

Pripremanje hranjivih podloga za izolaciju i uzgoj gljiva u čistim kulturama uključivalo je vaganje svih potrebnih sastojaka, njihovo otapanje u destiliranoj vodi te vlažnu sterilizaciju u autoklavu na 121°C u trajanju od 20 min. Autoklaviranjem se uništavaju svi mikroorganizmi koji bi mogli kontaminirati budući rast kolonija gljiva. Nakon sterilizacije, medij se, u sterilnim uvjetima, izlijeva u Petrijeve posudice promjera 60 i 90 mm. Nužno je napomenuti da uzgoj gljiva izoliranih iz uzoraka sa slika rezultira samo otkrivanjem onih vrsta koje mogu rasti na korištenom mediju za izolaciju (slika 80).



Slika 80. Laminarij (mikrobiološki kabinet) – priprema podloga, izlijevanje iz bočica u Petrijeve zdjelice (lijevo) i numeracije (desno) (fotografirala dr.sc. Ivana Kušan, 23.3.2023.)

Za potrebe izolacije gljiva, pripremljeno je šest različitih hranjivih podloga:

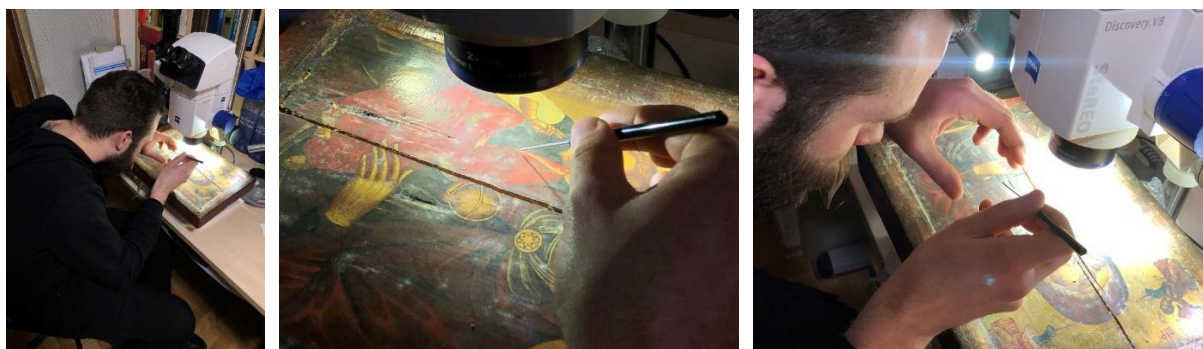
1. Vodeni agar (WA, *water agar*), sastav: 15 g/l agar
2. Krumpirov dekstrozni agar (PDA, *potato dextrose agar*), proizvođač Himedia, M096 (sastav: 200 g/l krumpirov sok, 20 g/l dekstroza, 15 g/l agar)

3. Želatinski agar (GA, *gelatine*), proizvođač Kremer (*Technical Gelatine, powder*), sastav: 15 g želatine, 2,25 g agara u 150 ml destilirane vode
4. Agar s neutoklaviranom želatinom (GA-, neutoklavirana želatina)
5. Agar s tutkalom (RGA, *rabbit glue agar*), proizvođač Kremer, sastav: 15 g tutkala, 2,25 g agara u 150 ml destilirane vode
6. Agar s neutoklaviranim tutkalom (RGA-, neutoklaviran *rabbit glue agar*)

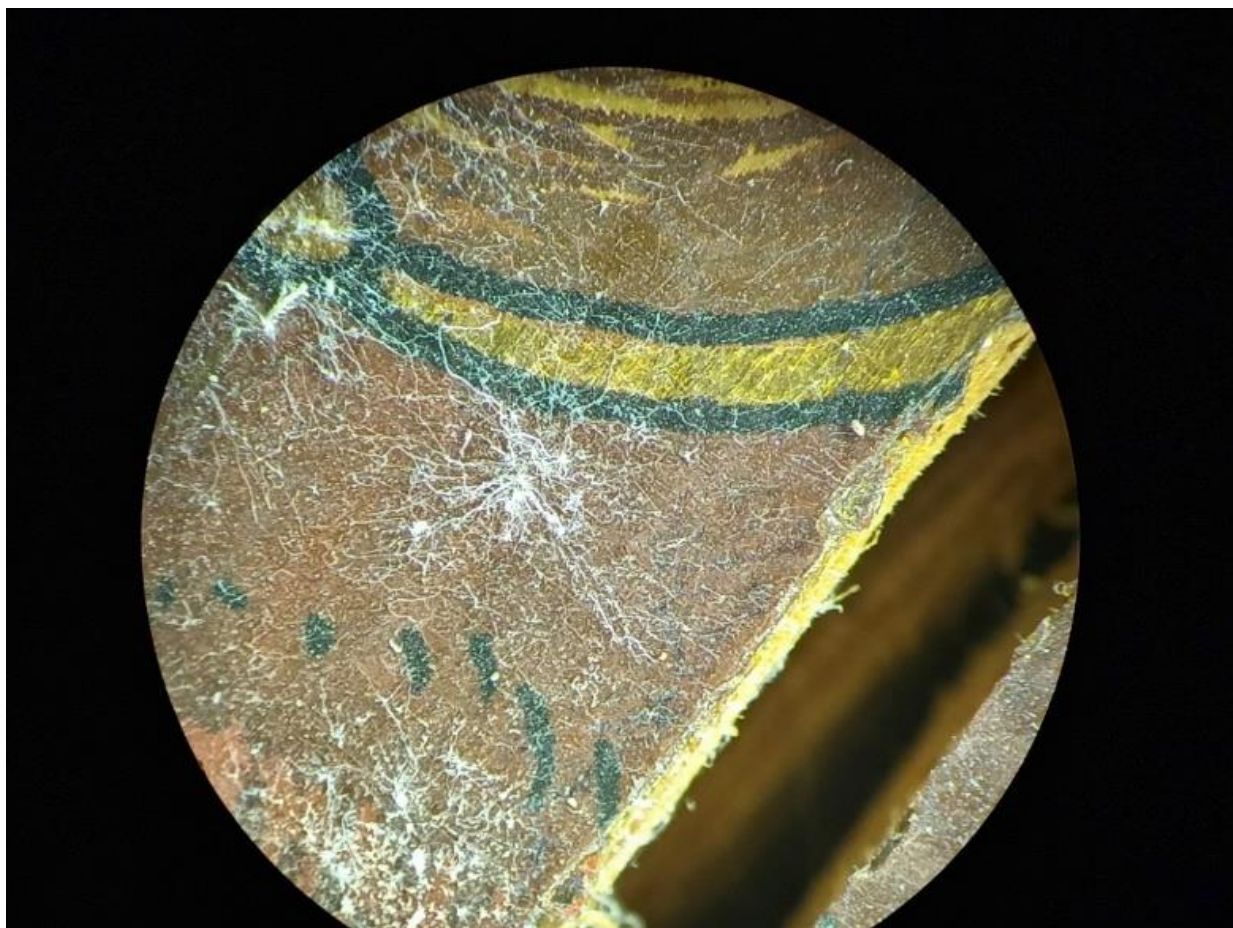
Izolacija na pripremljene podloge izvedena je prijenosom dijelova kolonija gljiva sa slike na hranjivu podlogu u Petrijevoj zdjelici, u tri točke (zone), uz pomoć sterilne iglice (slike 81 - 84). Nakon izolacije tj. nacjepljivanja, Petrijeve zdjelice pohranjene su u inkubator (Pol-Eko ST 5 Smart Pro) na 24°C. Nakon određenog vremena (min. 4 dana), vršio se pregled Petrijevih zdjelica i ukoliko su u jednoj zdjelici izrasle morfološki različite gljivlje kolonije, one bi se precijepile u nove Petrijeve zdjelice kako bi nastavile svoj rast u čistoj kulturi.



Slika 81. Proučavanje površine ikone „Bogorodica s Djetetom“ i uzimanje uzorka za mikroskopiranje (fotografirao Antun Škrlec, 23.3.2023.)



Slika 82. Uzimanje uzorka za mikroskopiranje s površine ikone „Bogorodica s Djetetom“ (fotografirala doc.art. Barbara Horvat Kavazović, 23.3.2023.)



Slika 83. Rast micelija gljive na ikoni „Bogorodica s Djetetom“, Zeiss Stereo Discovery.V8 (fotografirao Antun Škrlec, 23.3.2023.)



Slika 84. Uzimanje uzorka sterilnom iglicom za nacepljivanje na hranjivu podlogu s površine slike „Portret muškarca s naočalama“ (fotografirala doc.art. Barbara Horvat Kavazović, 23.3.2023.)

Kako je prethodno spomenuto, uzorci za izolaciju gljiva u čistim kulturama uzeti su direktno s podloga (prednja i stražnja strana umjetnina). Razvoj kultura (primarno dimenzije rasta kolonija) je detaljno praćen u Excel tablicama (tablica 1, 2, 3). Kratice na poklopcima Petrijevih zdjelica su: WA (*water agar*), PDA (*potato dextrose agar*), GA (*gelatine*), GA- (neautoklavirana želatina), RGA (*rabbit glue agar*), RGA- (neautoklaviran *rabbit glue agar*). Oznake 1, 2 i 3 odnosne se na pojedine umjetnine: 1 = Portret muškarca, 2 = ikona Bogorodica s Djetetom, 3 = Portret muškarca s naočalama. Oznaka 1A' je prva kolonija unutar zdjelice, a 1A'' je druga kolonija unutar iste Petrijeve zdjelice. Oznake A, B i C su tri Petrijeve zdjelice iste podloge s iste slike; npr. tri podloge, npr. vodenog agara, gdje je u svaku nacijepljeno po tri uzorka direktno sa slike. To znači da je u početku sa svake slike izolirano devet nacjapa, odnosno po tri nacjapa u jednu Petrijevu zdjelicu po jednoj podlozi. Brojevi pored označavaju promjer razvijene gljivlje kolonije u milimetrima, počevši od 23.02.2023. kada je provedena izolacija, preko 30.03.2023. pa do 26.07.2023. kada je izolirana čista kultura. Kvasac je morfološki određen od strane komentorice.

Nakon svakog precijepljivanja, Petrijeve zdjelice su vraćene u inkubator na 24°C, na tjedan dana, kada se opet mjeri rast gljivlje kolonije te upisuje u tablice.

		Slika 1 (Portret muškarca)					
Datum		WA	PDA	GA	GA-	RGA	RGA-
23.02.2023.		nacijepljeno	nacijepljeno	nacijepljeno	nacijepljeno	nacijepljeno	Nacijepljeno
30.03.2023.	A) Front	0	0	1A' 3.4; 1A'' 23.5	1A 1	0	0
	B) Front	0	0	1B 39.2	1B 19.3	0	0
	C) Front	0	0	0	1C 18	0	kvasac & 1C 24
13.04.2023.				1A' = 21 1A'' = 52 1B = 52	1A = 7.6 1B = 42 1C = 40		1C = 43
21.04.2023.							
0=nema rasta							

Tablica 1. Razvoj kultura na slici „Portret muškarca“

Slika 2 (Bogorodica s Djetetom)

Datum		WA	PDA	GA	GA-	RGA	RGA-
23.02.2023.		nacijepljeno	nacijepljeno	nacijepljeno	nacijepljeno	nacijepljeno	Nacijepljeno
30.03.2023.	A) Front	2A' 2.8; 2A" 16.1	2A' 7.1; 2A" 22.4; 2A''' 9.8; 2A'''' 12.3	2A' 17.9; 2A" 31.6	2A' 23.7; 2A" 14; 2A''' 14.1; 2A'''' 14.9	0	2A' 21.1; 2A" 25.3
	B) Front	2B' 11.1; 15.1	2B' 10.3; 2B" 25.4; 2B''' 14.4	2B' 19.6	2B' 30.9; 2B" 22.6	0	2B' 10.7; 2B" 25.5
	C) Front	0	2C' 9.4; 2C" 26.4	2C' 1; 2C" 10.9	2C' 13.1; 2C" 9.8	0	2C' 15.8
13.04.2023.		2A' = 16.4 2A" = 44.5 2B' = 13.5 (unutarnji), 49 (vanjski)	2A' = 32.4 2A" = 43 2A''' = 47 2A'''' = 46.4 2B' = 34 2B" = 48.3 2B''' = 49.4 2C' = 38 2C" = 23.5	2A' = 51.4 2A" = 51.4 2B' = 38.1 2C' = 31.6 2C" = 39.1	2A' = 46.3 2A" = 49.6 2A''' = 39 (GA)2A'''' = 51 (GA)2B' = 50 (GA)2B" = 42 (GA)2C' = 44.8 (GA)2C" = 15.3 (unutarnja), 27.7 (vanjska)		2A' = 43.2 2A" = 46.3 (RGA)2B' = 14 (RGA)2B" = 26 (RGA)2C' = 35.1
21.04.2023.		2A' = 6.7 mm (MEA) 2A" = 40.7 mm (MEA) 2B' = 20 (unutarnji, MEA), 52.1 (vanjski, MEA)					
0=nema rasta							

Tablica 2. Razvoj kultura na ikoni „Bogorodica s Djetetom“

Slika 3 (Portret muškarca s naočalama)							
Datum		WA	PDA	GA	GA-	RGA	RGA-
23.02.2023.		nacijepljeno	nacijepljeno	nacijepljeno	nacijepljeno	nacijepljeno	Nacijepljeno
30.03.2023.	A) Front	0	3A 1	1A' 3.4; 1A" 23.5	1A 1	0	3A 9.7
	B) Front	3B 4.7	0	0	0	0	0
	C) Front	0	0	0	0	0	3C 6.8
13.04.2023.		3B = 22.7	3A = 36.6		3A = 30.9		3C = 28.3
21.04.2023.		3B = 25 (MEA) 3B = 27 (GA) 3B = 14 (PDA)					
0=nema rasta							

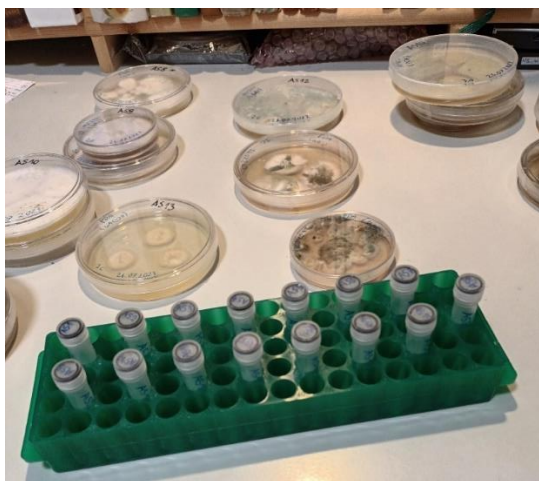
Tablica 3. Razvoj kultura na slici „Portret muškarca s naočalama“

S obzirom na veliki broj izolata gljiva, za daljnju obradu izdvojeno je samo njih 15 koje su razvile micelije/kolonije bijele boje (gljiva koja je infestirala umjetnine također je bila bijele boje).

4.3. IZOLACIJA DNA I PCR

Za molekularnu analizu odabrano je, temeljem makroskopskog izgleda kolonija čistih kultura, 15 izolata kojima su dodijeljene oznake od AS1 do AS15 (slika 85). Također, u molekularnu obradu uključeno je i dodatnih osam uzoraka koji su sastrugani direktno sa slika (uzorci F1 – F8).

Izolacija DNA provedena je na Institutu Ruđer Bošković. Kod uzoraka AS1 – AS15 materijal za izolaciju DNA bio je svježi micelij, a DNA je izolirana korištenjem komercijalnog kita ZYMO Quick-DNA Fungal/Bacterial Miniprep kit prema uputama proizvođača (slika 86). Kod uzoraka F1 –F8 materijal za izolaciju DNA bio je micelij sastrugan direktno sa slika, a DNA je izolirana s E.Z.N.A. Forensic DNA kitom, slijedeći standardni protokol u uputama proizvođača.



Slika 85. Gljive iz srpnja 2023. nakon probiranja i uzimanja uzpraka za izolaciju DNA (fotografirao Antun Škrlec, 13.9.2023.)



Slika 86. ZYMO Quick-DNA Fungal/Bacterial Miniprep kit¹²⁸

¹²⁸ *Quick-DNA Fungal/Bacterial Miniprep Kit*, <https://zymoresearch.eu/products/quick-dna-fungal-bacterial-miniprep-kit> pristupljeno 10.4.2024.



Slika 87. Priprema uzorka za centrifugiranje, Eppendorf Centrifuge 547R (fotografirala dr. sc. Ivana Kušan, 12.10.2023.)

Nakon izolacije DNA, provedena je lančana reakcija polimerazom (PCR) u kojoj su umnožene dvije genske regije (ITS, TUB). Molekularna metoda standardne lančane reakcije polimerazom (eng. *Polymerase Chain Reaction*, PCR) je *in vitro* metoda koja omogućuje da se jedna genska regija molekule DNA višestruko kopira uz pomoć enzima *Taq* polimeraza. Iz jedne kopije DNA (predložka), istraživač može stvoriti tisuće identičnih kopija koristeći jednostavan skup reagensa i osnovni ciklus zagrijavanja i hlađenja. Proces je postao automatiziran otkrićem DNA polimeraze otporne na toplinu iz termofilne bakterije *Thermus aquaticus* (*Taq*), budući da *Taq* polimeraza može izdržati mnoge cikluse zagrijavanja i hlađenja, što bi inače denaturiralo DNA polimeraze drugih vrsta (slika 87).

Osim uzorka DNA i *Taq* polimeraze, u PCR smjesi se nalaze i slobodni nukleotidi [dNTPs; adenin (A), citozin (C), gvanin (G), timin (T)] u jednakom molarnom omjeru te dva kratka jedinstvena jednolančana DNA oligonukleotidna (oligo) primera, tzv. „početnice“ koje označavaju mjesta na kojima započinje umnožavanje molekule DNA. Kada se ti reagensi kombiniraju u odgovarajućem puferu, niz koraka zagrijavanja i hlađenja omogućuju *Taq* polimerazi da kopira DNA između oligo primera. Ova tehnika molekularne biologije stvara nekoliko mikrograma ciljane DNA iz samo nekoliko nanograma predložka DNA. Nakon završetka PCR-a, proizvod se treba verificirati na temelju veličine umnoženih fragmenata DNA elektroforezom u gelu¹²⁹.

Izolirana DNA poslužila je kao kalup za PCR reakcije koje su provedene u termobloku PCRMax (PCRMax, Ujedinjeno Kraljevstvo) (slika 92) u ukupnom volumenu od 25 μ L. Svaka

¹²⁹ Polymerase Chain Reaction (PCR), <https://www.addgene.org/protocols/pcr/> pristupljeno 10.4.2024.

PCR reakcija sadržavala je 12,5 μL GoTaq G2 Green Master Mix (Promega, SAD), 1 μL svake početnice (5 μM) specifične za određenu gensku regiju, 9,5 μL vode te 1 μL DNA kalupa. Genske regije koje su umnožene u PCR reakciji specifične su za gljivlje organizme: ITS (eng. internal transcribed spacer) i TUB (eng. β -tubulin). Korištene su početnice ITS5 (forward) i ITS4 (reverse) za umnažanje ITS genske regije te Bt2a (forward) i Bt2b (reverse) za umnažanje β -tubulina (slika 88).

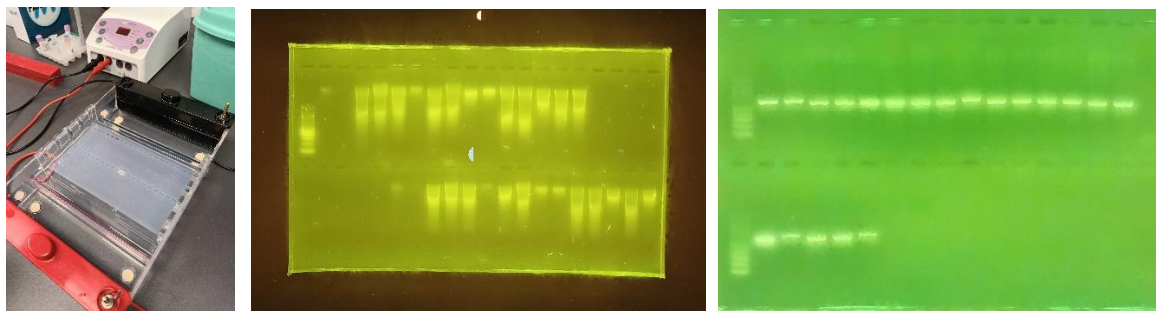


Slika 88. Sveukupna količina uzoraka (lijevo) i uzorci u PCR uređaju, PCR max (desno) (fotografirao Antun Škrlec, 12.10.2023.)

Kako je prethodno spomenuto, nakon završetka PCR-a, proizvod se treba verificirati na temelju veličine elektroforezom u gelu (slika 90). Gel elektroforeza standardni je laboratorijski postupak za odvajanje DNA prema veličini (npr. duljini u parovima baza) za vizualizaciju i pročišćavanje. Elektroforeza koristi električno polje za pomicanje negativno nabijene DNA kroz matricu agaroznog gela prema pozitivnoj elektrodi. Kraći fragmenti DNA migriraju kroz gel brže od dužih. Stoga je moguće odrediti približnu duljinu fragmenta DNA povlačenjem na agaroznom gelu uz DNA ljestve (zbirka fragmenata DNA poznatih duljina)¹³⁰.

Dobiveni PCR produkti razdvojeni su gel elektroforezom u 1.5 %-tnom agaroznom gelu u trajanju od 30 min pri 90 V. Za provjeru veličine fragmenta dobivenih PCR produkata, korišten je DNA marker 100 pb (New England Biolabs, SAD) i PCR produkti su vizualizirani na transiluminatoru pod plavim svjetlom (slika 89). Za PCR je korišten Electran® Agarose DNA Grade, VWR Chemicals.

¹³⁰ Agarose Gel Electrophoresis <https://www.addgene.org/protocols/gel-electrophoresis/> pristupljeno 10.4.2024.



Slika 89. Gel elektroforeza na agaroznom gelu (lijevo), elektroforeza molekula DNA (sredina) i gel za ITS regiju (desno) (fotografirao Antun Škrlec, 12.10.2023.)

4.4. SEKVENCIRANJE DNA

Produkti PCR-a su pročišćeni korištenjem ExoSap-IT reagensa (Thermo Fisher Scientific, SAD) prema uputama proizvođača te poslani na sekvenciranje u oba smjera u Macrogen servis (<https://www.macrogen-europe.com/>, Nizozemska). Dobivene sekvence (ITS i TUB) obrađene su u programu Geneious Prime 2023.1.1 (<https://www.geneious.com>, Biomatters, Novi Zeland) te uspoređene sa sekvencama u NCBI bazi podataka (eng. National Center for Biotechnology Information, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) putem BLAST servisa (eng. Basic Local Alignment Search Tool, <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>).

4.5. TRETIRANJE ESENCIJALNIM ULJIMA

Pregledom stručne literature utvrđeno je da pojedina eterična ulja imaju različita antibakterijska i antifungalna svojstva te fungistatička i fungicidna svojstva. Eterična ulja (EO) su proizvodi dobiveni iz aromatičnih biljaka koji sadrže oko 20-60 komponenti prilično različite koncentracije. Njihovi najčešći sastojci su terpeni, aromatski i alifatski spojevi (osobito alkoholi, esteri, eteri, aldehidi, ketoni, laktoni, fenoli i fenol eteri). Eterična ulja iz biljaka *Origanum vulgare* L., *Thymus vulgaris* L., *Salvia sclarea* L. i *Lavandula angustifolia* Mill. koje pripadaju porodici *Lamiaceae* stoljećima se koriste zbog svojih ljekovitih svojstava; oni posjeduju antibakterijska, antifungalna, antioksidativna, protuupalna i analgetska svojstva.

Eterično ulje klinčića koje se dobiva iz biljke *Eugenia caryophyllata* L. (*Myrtaceae*) pokazalo je antibakterijsko, antifungalno, antioksidativno i protuupalno djelovanje¹³¹.

Testovi su pokazali da eterična ulja imaju slične učinke inhibicije na nekoliko različitih sojeva gljiva (*Cladosporium cladosporoides*, *Alternaria alternata*, *Aspergillus fumigatus*, *Chaetomium globosum* i *Penicillium chrysogenum*).

U znanstvenom članku¹³² spominje se učinkovitost šest eteričnih ulja (origano, timijan (majčina dušica), klinčić, lavanda, muškatna kadulja i *arborvitae* (tuja)¹³³) protiv pet različitih gljiva i devet različitih bakterija. Lavanda i kadulja nisu pokazale protugljivično djelovanje izravnim kontaktom, ali se pokazao fungistatski učinak u fazi pare. Origano, timijan i tuja pokazali su važno fungicidno djelovanje protiv svih testiranih sojeva; klinčić je pokazao fungicidno djelovanje protiv većine sojeva, ali samo fungistatički učinak na *Penicillium chrysogenum* i *Aspergillus fumigatus*¹³⁴.

Neka su istraživanja također utvrdila minimalnu inhibiciju i minimalne baktericidne koncentracije u tekućem mediju¹³⁵. Međutim, EO također mogu postojati u potencijalno visoko bioaktivnoj fazi pare, a neki EO su pokazali antimikrobna svojstva tj. aktivnost koja ne zahtijeva izravan kontakt s EO¹³⁶. Parna faza čini se posebno učinkovitom protiv gljivica, a brojne su

¹³¹ PUŠKÁROVÁ, A., BUČKOVÁ, M., KRAKOVÁ, L., PANGALLO, D., KOZICS, K. (2017) *The antibacterial and antifungal activity of six essential oils and their cyto/genotoxicity to human HEL 12469 cells*, U: Scientific Reports 7, article number: 8211

¹³² Ibid.

¹³³ *Origanum vulgare* L., *Thymus vulgaris* L., *Eugenia caryophyllata* L. (*Myrtaceae*), *Lavandula angustifolia* Mill., *Salvia sclarea* L. i *Thuja plicata* (*Cupressaceae*). Ibid.

¹³⁴ Ibid.

¹³⁵ TSIRI, D., GRAIKOU, K., POBŁOCKA-OLECH, L., KRAUZE-BARANOWSKA, M., SPYROPOULOS, C., CHINOI, I. (2009) *Chemosystematic value of essential oil composition of Thuja species cultivated in Poland-Antimicrobial activity*. U: *Molecules* 14, str. 4707-4715., POATY, B., LAHLAH, J., PORQUERES, F., BOUAFIF, H. (2015) *Composition, antimicrobial and antioxidant activities of seven essential oils from the North American boreal forest*. U: *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 31, str. 907-919., PUŠKÁROVÁ, A., BUČKOVÁ, M., KRAKOVÁ, L., PANGALLO, D., KOZICS, K. (2017) *The antibacterial and antifungal activity of six essential oils and their cyto/genotoxicity to human HEL 12469 cells*, U: Scientific Reports 7, article number: 8211

¹³⁶ INOUYE, S., ABE, S., YAMAGUCHI, H., ASAKURA, M. (2003) *Comparative study of antimicrobial and cytotoxic effects of selected essential oils by gaseous and solution contacts*. U: *International Journal of Aromatherapy* 13, str. 33-41., TULLIO, V et al. (2007) *Antifungal activity of essential oils against filamentous fungi determined by broth microdilution and vapour contact methods*. U: *Journal of Applied Microbiology* 102, str.1544-1550., TYAGI, A.K., MALIK, A. (2010) *Liquid and vapour-phase antifungal activities of selected essential oils against Candida albicans: microscopic observations and chemical characterization of Cymbopogon citratus*. U: *BMC Complementary and Alternative Medicine* 10, str. 1-11., TYAGI, A.K., MALIK, A. (2011) *Antimicrobial potential and chemical composition of Eucalyptus globulus oil in liquid and vapour phase against food spoilage microorganisms*. U: *Food Chemistry* 126, str. 228-235., PUŠKÁROVÁ, A., BUČKOVÁ, M., KRAKOVÁ, L., PANGALLO, D., KOZICS, K. (2017) *The antibacterial and antifungal activity of six essential oils and their cyto/genotoxicity to human HEL 12469 cells*, U: Scientific Reports 7, article number: 8211

studije pokazale da su EO učinkovitiji antifungici u stanju pare nego u tekućini¹³⁷. Jedno moguće objašnjenje za ovo ponašanje jest da su lipofilne molekule odgovorne barem za dio aktivnosti formirajući micle u vodenoj fazi, čime se potiskuje njihovo vezivanje na organizam, dok parna faza omogućuje slobodno vezivanje¹³⁸. U ovoj situaciji, promatrana antimikrobna aktivnost koja proizlazi iz komponenti koje lako isparavaju bila bi rezultat kombinacije izravne izloženosti pari i neizravne izloženosti posredovane agar medijem koji je apsorbirao paru¹³⁹.

Sukladno prethodnim istraživanjima, za ove istražne radove odabrana su četiri eterična ulja – timijan (*Thymus vulgaris* L.¹⁴⁰), klinčić (*Eugenia caryophyllata* L. (*Myrtaceae*)¹⁴¹), kadulja (*Salvia sclarea* L.¹⁴²) i lavanda (*Lavandula angustifolia* Mill.¹⁴³). Riječ je o komercijalno dostupnim eteričnim uljima proizvođača Pranarom Za potrebe testiranja korištene su oznake: T – timijan, K – klinčić, S – kadulja i L – lavanda. Za kadulju je korišteno slovo S (lat. *Salvia*) kako ne bi došlo do miješanja uzoraka i njihovih oznaka.

Za potrebe antifungalnog testiranja pripremljena je hranjiva podloga MY50G (eng. malt yeast 50% glucose agar) u Petrijevim zdjelicama promjera 9cm. Sastav podloge: 500 ml destilirane vode, 10 g ječmenog ekstrakta, 2,5g kvašćevog ekstrakta, 500 g glukoze i 10 g agara.

¹³⁷ TYAGI, A.K., MALIK, A. (2010) *Liquid and vapour-phase antifungal activities of selected essential oils against Candida albicans: microscopic observations and chemical characterization of Cymbopogon citratus*. U: BMC Complementary and Alternative Medicine 10, str. 1–11., TYAGI, A.K., MALIK, A. (2011) *Antimicrobial potential and chemical composition of Eucalyptus globulus oil in liquid and vapour phase against food spoilage microorganisms*. U: Food Chemistry 126, str. 228–235., INOUE, S. UCHIDA, K., ABE, S. (2006) *Vapor activity of 72 essential oils against a Trichophyton mentagrophytes*. U: Journal of Infection and Chemotherapy 12, str. 210–216., PUŠKÁROVÁ, A., BUČKOVÁ, M., KRAKOVÁ, L., PANGALLO, D., KOZICS, K. (2017) *The antibacterial and antifungal activity of six essential oils and their cyto/genotoxicity to human HEL 12469 cells*, U: Scientific Reports 7, article number: 8211

¹³⁸ INOUE, S. UCHIDA, K., ABE, S. (2006) *Vapor activity of 72 essential oils against a Trichophyton mentagrophytes*. U: Journal of Infection and Chemotherapy 12, str. 210–216., PUŠKÁROVÁ, A., BUČKOVÁ, M., KRAKOVÁ, L., PANGALLO, D., KOZICS, K. (2017) *The antibacterial and antifungal activity of six essential oils and their cyto/genotoxicity to human HEL 12469 cells*, U: Scientific Reports 7, article number: 8211

¹³⁹ BERGKVIST, T.P. (2007) *Antimicrobial activity of four volatile essential oils*. Master thesis in Pharmacy, Charles Sturt University, Goteborg, Sweden

¹⁴⁰ Timijan kenotip linalol, <https://kemig4u.hr/proizvodi-2/timijan-kt-linalol-eter-ulje-5-ml-pranarom/> pristupljeno 10.4.2024.

¹⁴¹ Klinčićevac eterično ulje, <https://kemig4u.hr/proizvodi-2/klincicevac-eter-ulje-10-ml-pranarom/> pristupljeno 10.4.2024.

¹⁴² Kadulja muškata eterično ulje, <https://kemig4u.hr/proizvodi-2/kadulja-muskatna-eter-ulje-10-ml-pranarom/> pristupljeno 10.4.2024.

¹⁴³ Lavanda eterično ulje, <https://kemig4u.hr/proizvodi-2/lavanda-eter-ulje-10-ml-pranarom/> pristupljeno 10.04.2024.

Utjecaj esencijalnih ulja testiran je na tri odabrane vrste iz roda *Aspergillus* koje su prethodno izolirane s umjetnina te molekularno identificirane kao: *Aspergillus glabripes* (AS3), *Aspergillus versicolor* (AS11) i *Aspergillus creber* (AS14). Uzorci sve tri navedene vrste nacijepljeni su na hranjivu podlogu MY50G na način da je prvo pripremljena suspenzija njihovih spora u 1000 μL sterilne vode, a zatim je po 100 μL vodene suspenzije mikropipetom preneseno i potom ezom razmazano u tri smjera po Petrijevoj zdjelici.

Za svaku vrstu iz roda *Aspergillus* napravljena je proba s četiri eterična ulja, a za svako ulje napravljene su dvije probe – jedna s jednim apliciranim diskom, a druga s četiri aplicirana diska. Također, za svaki pojedini uzorak napravljena je i slijepa proba kao potvrda uspješnosti klijavosti suspenzije i da otkloni mogućnost greške u koracima. Naime, za slučaj da se ništa ne razvije na podlogama s apliciranim uljima, a na kontrolnim podlogama da, pokus se smatra uspješnim. Ukoliko se ni na kontrolnim podlogama ne razvije ništa, problem je u suspenziji.

Diskovi promjera 5 mm su napravljeni od bugačice – mekanog i upojnog bezkiselinskog papira¹⁴⁴ (680g/m²) (slika 90). Prije samog pokusa s kulturama napravljene su probe s ciljem utvrđivanja količine upojnosti diskova. Pokusom je utvrđeno kako svaki disk promjera 5 mm može upiti 20 μL eteričnog ulja bez razlijevanja; neovisno o različitim gustoćama svakog pojedinog eteričnog ulja¹⁴⁵, te je količina od 20 μL uzeta kao optimalna (slika 91).

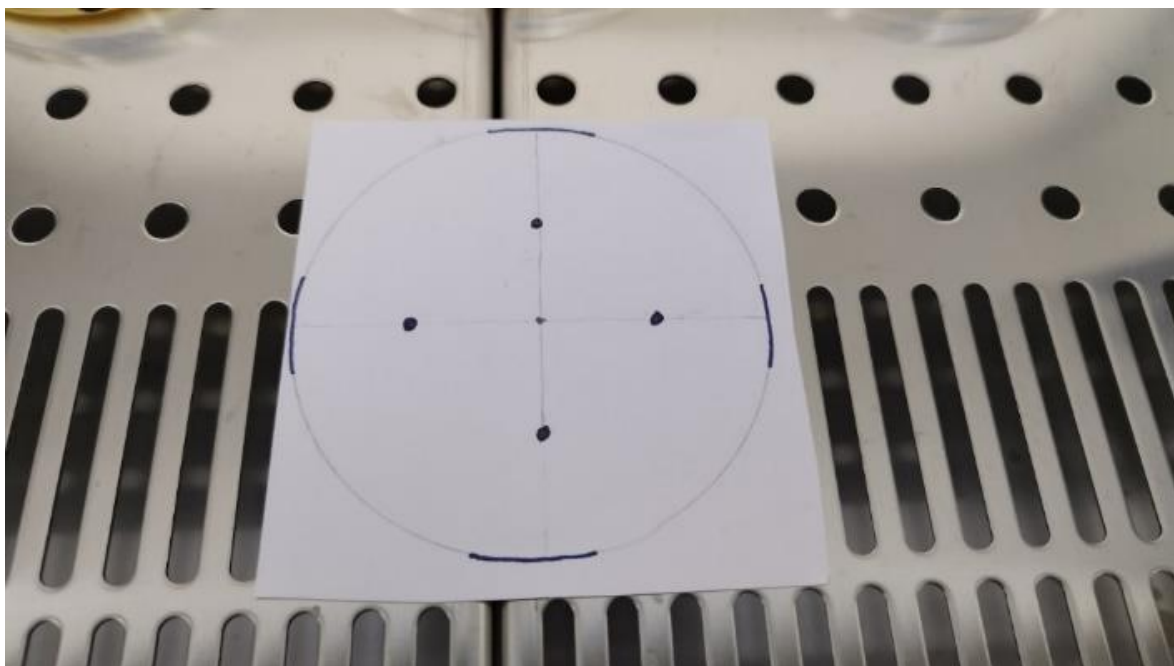
Nakon rezanja, diskovi su sa svake strane izloženi UV zračenju kroz 30 min s ciljem sterilizacije. Prema znanstvenom radu¹⁴⁶ korišteno je 5 diskova. U ovom istraživanju korištena su četiri diska bugačice s ciljem sprječavanja prevelike koncentracije ulja i lakšeg utvrđivanja zone inhibicije rasta pojedine vrste iz roda *Aspergillus*. Zbog lakšeg utvrđivanja zone inhibicije, napravljeni su testovi i s jednim diskom bugačice (slika 95).

Svi pripremni radovi izvodili su se u laminariju (slike 92 – 94). Nakon postavljenog pokusa, Petrijeve posude s uzorcima inkubirane su na 24°C.

¹⁴⁴ Bugačica – upojni papir, <https://www.crescat.hr/proizvod/bugacica-upojni-papir/> pristupljeno 10.4.2024.

¹⁴⁵ PUŠKÁROVÁ, A., BUČKOVÁ, M., KRAKOVÁ, L., PANGALLO, D., KOZICS, K. (2017) *The antibacterial and antifungal activity of six essential oils and their cyto/genotoxicity to human HEL 12469 cells*, U: Scientific Reports 7, article number: 8211 | DOI:10.1038/s41598-017-08673-9

¹⁴⁶ Ibid.



Slika 90. Priprema predloška po kojemu će se slagati bugačica u Petrijeve zdjelice (fotografirao Antun Škrlec, 11.4.2024.)



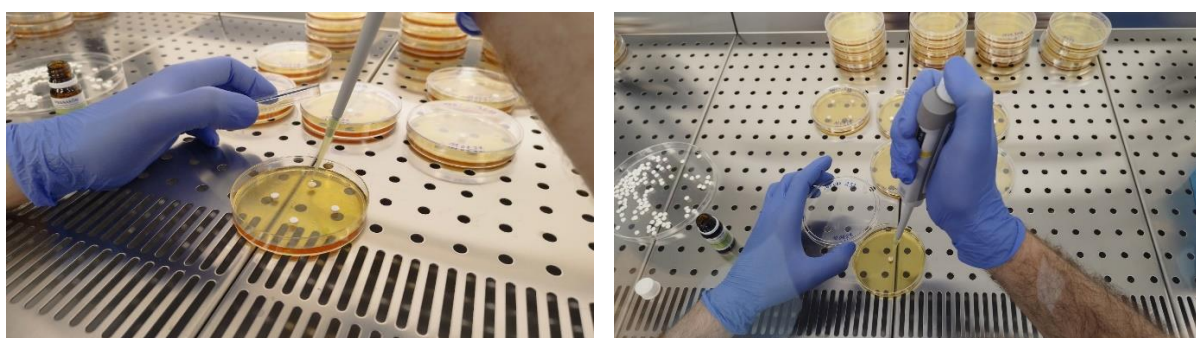
Slika 91. Testiranje upijanja esencijalnog ulja na diskove od bugačica (fotografirala dr.sc. Ivana Kušan, 12.4.2024.)



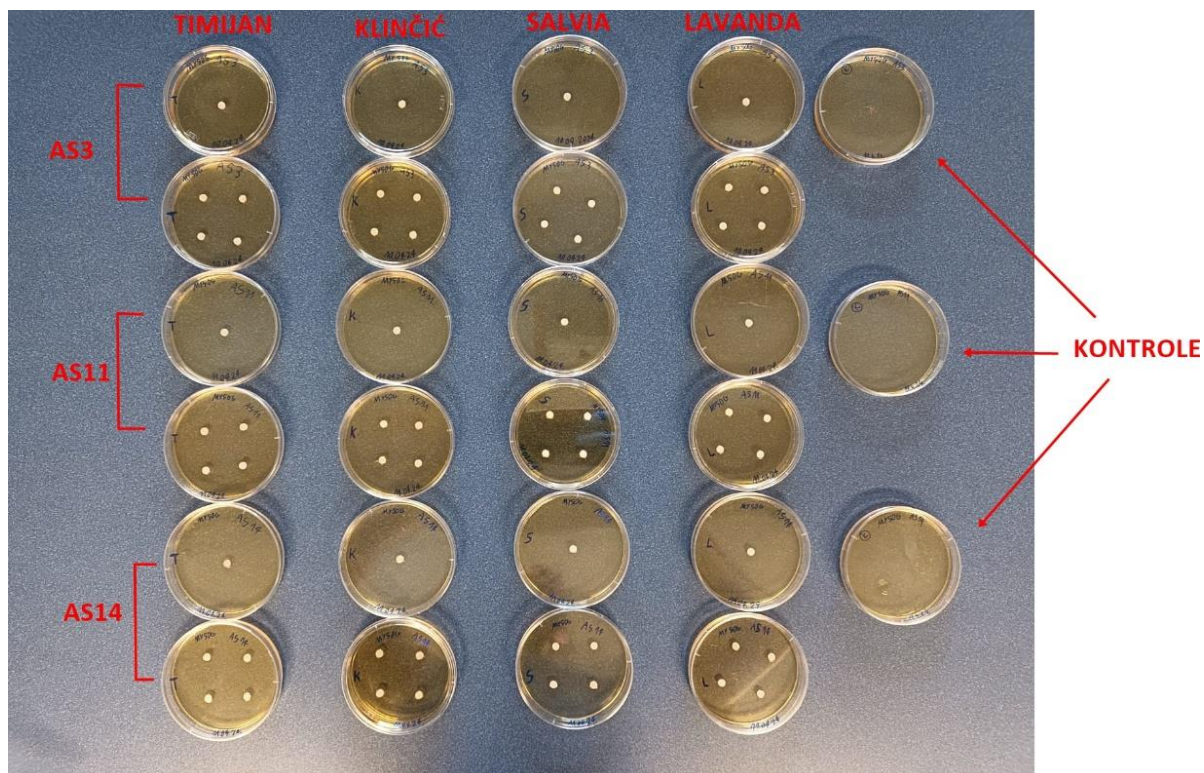
Slika 92. Postavljanje diskova od bugačice u Petrijeve zdjelice (fotografirala dr.sc. Ivana Kušan, 11.4.2024.)



Slika 93. Postavljanje diskova od bugačice prema predlošku na podloge u Petrijeve zdjelice – prije (lijevo) i nakon (desno) (fotografirala dr.sc. Ivana Kušan, 11.4.2024.)



Slika 94. Apliciranje 20 μ L esencijalnog ulja na diskove od bugačice (fotografirala dr.sc. Ivana Kušan, 11.4.2024.)



Slika 95.Svi uzorci nakon apliciranja esencijalnih ulja (fotografirao Antun Škrlec, 11.4.2024.)

5. REZULTATI

Rezultati istraživanja su zbog bolje preglednosti podijeljeni u dva poglavlja – identificirane gljive i tretiranje esencijalnim uljima kao moguće rješenje problematike kontaminacije gljivama na slikama.

5.1. IDENTIFICIRANE GLJIVE

U provedenom istraživanju identificiranja vrsta gljivaputem DNA barkodiranja iz uzoraka s dvije slike i jedne ikone, za 15 uzoraka numeriranih redom od AS1 do AS 15, dobiveni su sljedeći rezultati: AS1 *Fomes fomentarius*, AS2 *Porostereum spadiceum*, AS3 *Aspergillus glabripes*, AS4 *Penicillium chrysogenum*, AS5 *Penicillium chrysogenum*, AS6 *Aureobasidium pullulans*, AS7 *Penicillium solitum*, AS8 *Beauveria* sp., AS9 *Fusarium fujikuroi*, AS10 *Trametes versicolor*, AS11 *Aspergillus versicolor*, AS12 *Aspergillus creber*, AS13 *Thelebolales* sp. (nepoznata vrsta iz roda *Thelebolales*), AS14 *Aspergillus creber* i AS15 *Aspergillus creber*. Ukupno, identificirano je 12 različitih vrsta, iz devet različitih rodova (tablica 4).

Direktnim uzorkovanjem sa slike, nakon DNA barkodiranja utvrđeno je da se radi o vrsti *Aspergillus halophilicus*.

Uzorak	Rezultat	Uzorak	Rezultat
AS1	<i>Fomes fomentarius</i>	AS9	<i>Fusarium fujikuroi</i>
AS2	<i>Porostereum spadiceum</i>	AS10	<i>Trametes versicolor</i>
AS3	<i>Aspergillus glabripes</i>	AS11	<i>Aspergillus versicolor</i>
AS4	<i>Penicillium chrysogenum</i>	AS12	<i>Aspergillus creber</i>
AS5	<i>Penicillium chrysogenum</i>	AS13	<i>Thelebolales</i> sp.
AS6	<i>Aureobasidium pullulans</i>	AS14	<i>Aspergillus creber</i>
AS7	<i>Penicillium solitum</i>	AS15	<i>Aspergillus creber</i>
AS8	<i>Beauveria</i> sp.		

Tablica 4. Rezultati DNA barkodiranja uzoraka AS1 – AS15

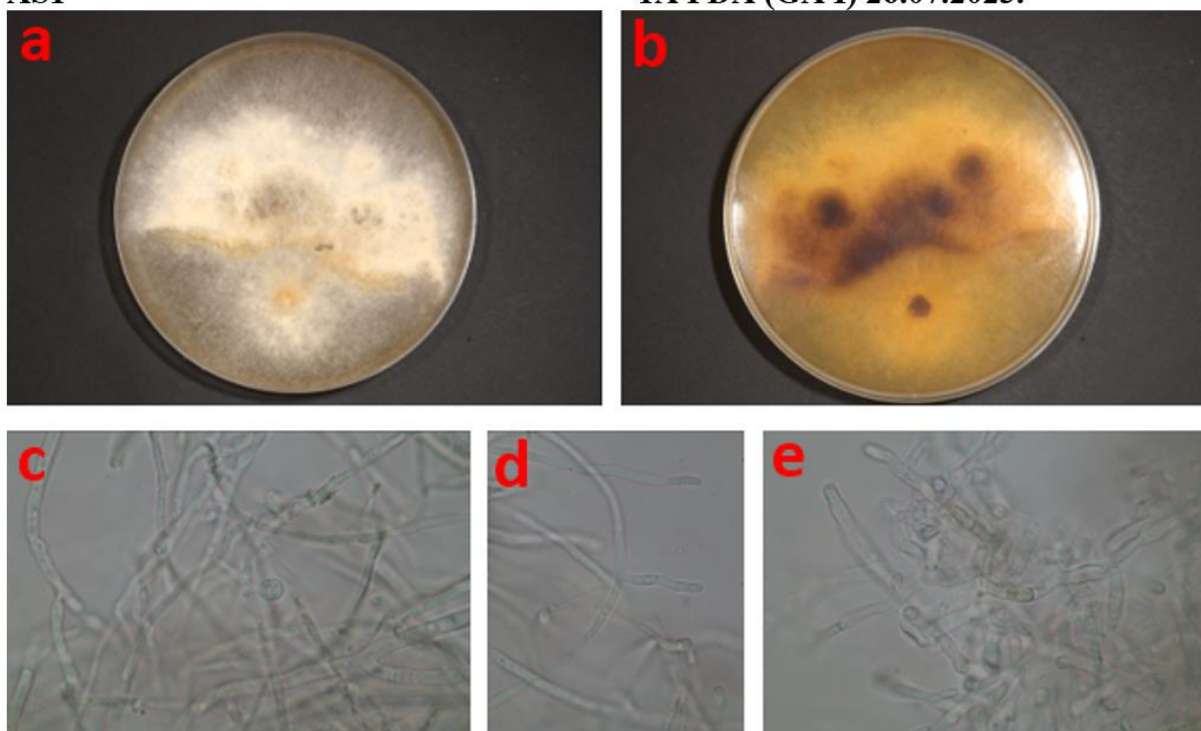
5.1.1. AS1 - *Fomes fomentarius* (L.) Fr.

U uzorku AS1 utvrđena je vrsta *Fomes fomentarius*. Kolonija ove gljive dobivena je naciepljivanjem uzorka sa slike 1 (Portret muškarca) na supstrat od sterilizirane želatine.

Kolonija nakon tjedan dana inkubacije na 24 °C doseže promjer 3.4 mm, a nakon dva tjedna 21 mm. Kolonija na supstratu od želatine raste otežano, blijeda je i transparentna. Na PDA supstratu kolonija raste znatno uspješnije. Rast je nepravilan. U koloniji se razlikuju bazalni dio micelija i nadraštaj. Boja varira od okerasto roze do bijele. Nadraštaj je bijele boje i paučinst. Struktura je kompaktna. Reverzija je tamne, tople smeđe boje. Prema rubovima postupno svijetli do tople oker žute boje. Hife su hijaline, tankostjene, glatke i cilindrične s jednostavnim septama bez kopči. Povremeno proizvodi konidijama nalik terminalna zadebljanja. Konidiogene stanice nisu diferencirane, nema konidiofora (slika 96).

AS1

1A PDA (GA I) 26.07.2023.



Slika 96. Vrsta *Fomes fomentarius* (L.) Fr.: a – obverzija, b – reverzija, c – e – mikro snimak

Fomes fomentarius (općenito poznata kao bukova guba, gljiva trnjačica, lažna gljiva trnjačica, kopitarka, gljiva trnjača, polipora ili gljiva ledenog čovjeka) vrsta je koja živi kao blagi parazit i razlagač na drvenastim vrstama biljaka, najčešće iz porodice bukovki (*Fagaceae*) koja je rasprostranjena u u Europi, Aziji, Africi i Sjevernoj Americi (slika 97). Vrsta proizvodi vrlo velika poliporoidna plodna tijela koja su u obliku konjskog kopita i variraju u boji od srebrnasto sive do gotovo crne, iako su obično smeđe. Raste na deblima raznih vrsta drveća, koje zarazi preko slomljene kore, uzrokujući trulež. Vrsta obično nastavlja živjeti na drveću dugo nakon što ono umre, mijenjajući se iz parazita u razlagača.

Iako je nejestiv, *F. fomentarius* tradicionalno se koristi kao glavni sastojak amadou, materijala koji se primarno koristi kao trunka/kresivo, ali se koristi i za izradu odjeće i drugih predmeta. Četiri komada plodišta vrste *Fomes fomentarius* nosio je 5 000 godina star *Ötzi the Iceman*¹⁴⁷.

F. fomentarius je gljiva koja uzrokuje bijelu trulež na velikom broju vrsta drveća. Kada je prisutan na mrtvim stablima i panjevima, ponaša se kao razlagač (saprotrof) s važnom ekološkom ulogom. Međutim, u uvjetima stresa, može se ponašati kao patogen koji zarazi zdrava stabla, što u konačnici rezultira smanjenom kvalitetom zaražene drvne građe. Prijelaz iz latentnog u aktivno stanje u drvu još nije dobro istražen.



Slika 97. *Fomes fomentarius* na drvetu¹⁴⁸ (lijevo) i *Fomes fomentarius* koji su pronađeni kod Ötzi-a¹⁴⁹ (desno)

Na području Europe, oblik i boja višegodišnjih plodišta mogu znatno varirati. *F. fomentarius* postoji u nekoliko oblika, ovisno o domaćinu¹⁵⁰.

Novije studije ukazuju na detalj da su gljive moguće latentno prisutne i u živom drveću. Činjenica da je DNA gljiva ekstrahirana iz funkcionalne bjeljike svih ispitanih stabala kritosjemenjača, uključujući npr. poljski javor, jabuku, vrbu, bazgu, lovor višnju i japansku

¹⁴⁷ PHILIPS, R. (1981) *Mushrooms and Other Fungi of Great Britain and Europe*. London: Pan Books. str. 262.

¹⁴⁸ *Fomes fomentarius*, https://commons.wikimedia.org/wiki/Fomes_fomentarius# pristupljeno 11.4.2024.

¹⁴⁹ Ötzi the Iceman, <https://www.iceman.it/en/equipment/> pristupljeno 11.4.2024.

¹⁵⁰ JUDOVA, J., DUBIKOVA, K., GAPEROVA, S., GAPER, J., PRISTAS, P. (2012) The occurrence and rapid discrimination of *Fomes fomentarius* genotypes by ITS-RFLP analysis. U: *Fungal Biology* 116, str. 155 – 160.

trešnju, koja prethodno nisu ispitana na latentno prisutne gljive, potvrđuje pretpostavku da su truležne gljive latentno prisutne u funkcionalnoj bjeljici svih stabala kritosjemenjača¹⁵¹.

Uzimajući u obzir granice vrlo osjetljivih PCR metoda, nije moguće isključiti mogućnost prisutnosti ispitanih gljiva na sve ispitane vrste drveća – mogu samo značiti da su gljive prisutne, ali ispod razine koje se mogu otkriti.

Mnoge današnje studije pokazuju da *F. fomentarius* posjeduje imunomodulirajuća, antikancerogena, antioksidativna, protuupalna i antibakterijska svojstva, između brojnih ostalih svojstava. Bazični ekstrakt *F. fomentarius*, topiv u vodi, sadrži beta-glukane i bogat je tvarima sličnim melaninu te bi se mogao koristiti za površinsku primjenu na koži kako bi se spriječilo oštećenje stanica uzrokovano prekomjernim UV zračenjem ili citotoksičnim slobodnim radikalima. U tijeku su istraživanja očekivanog bioaktivnog potencijala te sigurnost i daljnja primjena ekstrakta¹⁵².

5.1.2. AS2 - *Porostereum spadiceum* (Pers.) Hjortstam & Ryvarden

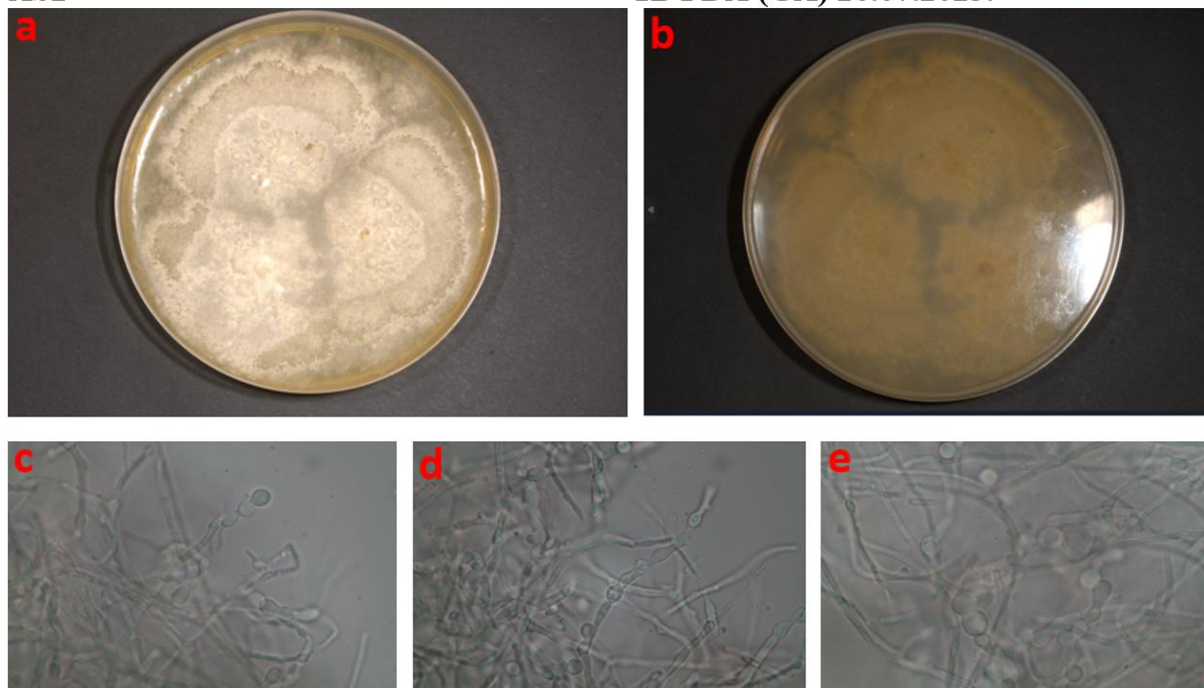
U uzorku AS2 utvrđena je vrsta *Porostereum spadiceum*. Kolonija ove gljive dobivena je naciepljivanjem uzorka sa slike 1 (Portret muškarca) na supstrat od sterilizirane želatine. Kolonija nakon tjedan dana inkubacije na 24 °C doseže promjer 39.2 mm, a nakon dva tjedna 52 mm. Kolonija na supstratu od želatine raste otežano, blijeda je i transparentna, paučinaste površine. Na PDA supstratu kolonija raste znatno uspješnije. Šira središnja zona se sastoji od glatkih prilegnutih dijelova na koje se umeću grbave slivene strukture. Boja varira od blijede smeđe roze boje do bijele. Široka submarginalna zona je nepravilnog oblika i tamnija od ostatka kolonije. Rub kolonije sastoji se od dvije tanje zone, kompaktne i bjelkaste te bezbojne, svilaste vanjske zone. Hife su hijaline, tankostjene i cilindrične. Proizvode interkalarne, katenatne, batinaste, subglobozne do elipsoidne, tankostjene, glatke, hijaline hlamidospore. Septe su jednostavne, bez kopči. Konidiogene stanice nisu diferencirane, nema konidiofora (slika 98).

¹⁵¹ PARFITT, D., HUNT, J., DOCKRELL, D., ROGERS, H.J., BODDY, L. (2010) *Do all trees carry the seeds of their own destruction? PCR reveals numerous wood decay fungi latently present in sapwood of a wide range of angiosperm trees*. U: Fungal Ecology 3, str. 338 – 346.

¹⁵² KALITUKHA, L., SARI, M. (2021) *Chemical Composition and Ultraviolet Absorption Activity of an Aqueous Alkali Extract from the Fruiting Bodies of the Tinder Conk Mushroom, Fomes fomentarius (Agaricomycetes)*. U: International Journal of Medicinal Mushrooms 23, str. 23 – 37.

AS2

1B PDA (GA) 26.07.2023.



Slika 98. Vrsta *Porostereum spadiceum* (Pers.) Hjortstam & Ryvarden: a – obverzija, b – reverzija, c – e – mikro snimak

Rod *Porostereum* pripadaredu Polyporales, a poznat je iz Europe, Armenije i Maroka. Plodišta vrste *Porostereum spadiceum* se općenito nalaze na granama i deblima s ili bez tvrdog drva, ili na mrtvom drvu (slika 99). Uobičajeno razdoblje u kojem se nalazi *P. spadiceum* je od proljeća do jeseni. Gljiva je bila predmet nekoliko studija potencijalne primjene, kao što su poljoprivreda, pročišćavanje otpadnih voda i proizvodnja metabolita, gdje je utvrđeno da *P. spadiceum* može pospješiti otpornost biljaka soje na sol. Mehanizam otpornosti na sol uključivao je proizvodnju hormona giberelina od strane gljiva. U drugoj studiji pokazalo se da *P. spadiceum* proizvodi hlapljive spojeve koji se oslobađaju iz micelija. Istraživana je njihova inhibitorna aktivnost protiv fitopatogenih bakterija i gljivica. Hlapljivi spojevi iz kulture *P. spadiceum* inhibirali su stvaranje kolonija fitopatogenih bakterija, uključujući *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* i *Ralstonia solanacearum*, dok također inhibiraju klijanje fitopatogenih gljiva uključujući *Alternaria brassicicola* i *Colletotrichum orbiculare*. Glavni spoj izoliran je iz filtrata kulture *P. spadiceum* i identificiran je kao 3,4-diklor-4-metoksibenzaldehid (DCMB). U kontekstu bioremedijacije, *P. spadiceum* može obezbojiti otpadne vode tekstilne industrije i smanjiti njihovu kemijsku potrošnju kisika (COD). Zanimljivo je da je dekolorizacija povezana s proizvodnjom oksidativnih enzima (npr. mangan peroksidaza, lakaza). U istom smjeru, *P. spadiceum* je testiran na biorazgradnju procjednih voda s odlagališta (jako onečišćena otpadna voda).

Rezultati su pokazali sposobnost ove gljive da obezboji ovaj efluent visokom aktivnošću peroksidaze.



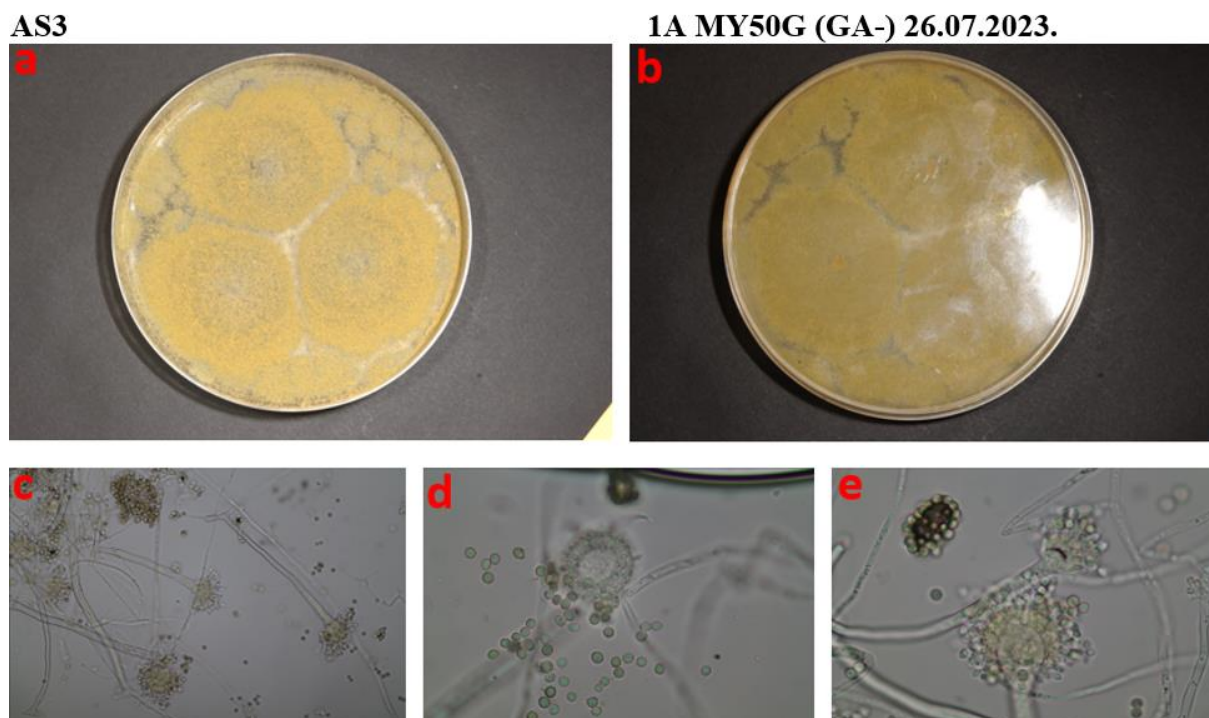
Slika 99. *Porostereum spadiceum*¹⁵³

5.1.3. AS3 - *Aspergillus glabripes* F. Sklenář, Jurjević & Hubka

U uzorku AS3 utvrđena je vrsta *Aspergillus glabripes*. Kolonija ove gljive dobivena je nacjepljivanjem uzorka sa slike 1 (Portret muškarca) na supstrat od nesterilizirane želatine. Kolonija nakon tjedan dana inkubacije na 24 °C doseže promjer 1 mm, a nakon dva tjedna 7.6 mm. Na supstratu od želatine u početku je kolonija rasla otežano, no kasnije je rast ubrzan. Struktura je tanka, transparentna i paučinasta. Na MY50G supstratu kolonija raste znatno uspješnije. Strogo središte kolonije gotovo bez konidiofora. Centralni dio je rjeđi i sivkaste boje, dok je široka rubna zona gusta i fino pustenasta, zagasito maslinaste boje. Konidiofor je mononematozan, jednostaničan i direktno proizlazi iz micelija. Bazalna stanica nije diferencirana. Bazalni dio konidiofora utanjen, a u isto vrijeme debelostjen. Prema vrhu prije vezikule postupno širi i tanjih stijenki. Vezikula je batinasto glavičasta. Fijalide se nalaze direktno na vezikuli. One su kratko lageniformne s kratko cilindričnim vratovima bez kolarete, ali stijenka u prijelazu na vrat zadebljava. Zrele konidije su kuglaste, s jedva primjetnim

¹⁵³ *Porostereum spadiceum*, <https://mycocosm.jgi.doe.gov/Porspa1/Porspa1.home.html#> pristupljeno 11.4.2024.

ožiljcima. Sazrijevaju terminalno u nizu. Stijenka konidija je blago zadebljana i krom zelene boje (slika 100).



Slika 100. Vrsta *Aspergillus glabripes* F. Sklenář, Jurjević & Hubka: a – obverzija, b – reverzija, c – e – mikro snimak

Aspergillus glabripes je vrsta gljive iz roda *Aspergillus*, koja je prvi put opisana 2017. kada je izolirana iz uredskih mapa u Sjedinjenim Američkim Državama. Zabilježeno je da proizvodi mikofenolnu kiselinu i asperfenamat¹⁵⁴. Također se pojavljuje na knjigama i arhivskoj građi te u kućnoj prašini i stvara bijele micelije na materijalima¹⁵⁵.

Također je izolirana u skladištima i kućama u Japanu te je potvrđena kao jedna od pet novih vrsta u Japanu¹⁵⁶. *A. glabripes* potvrđen je i van Japana – na slikama u čuvaonicama u Francuskoj i Sloveniji¹⁵⁷.

¹⁵⁴ SKLENÁŘ, F., JURJEVIĆ, Ž., ZAPAR, P., FRISVAD, J.C., VISAGIE, C.M., KOLAŘÍK, M., HOUBRAKEN, J., CHEN, A.J., YILMAZ, N., SEIFERT, K.A., COTON, M., DÉNIEL, F., GUNDE-CIMERMAN, N., SAMSON, R.A., PETERSON, S.W., HUBKA, V. (2017) *Phylogeny of xerophilic aspergilli (subgenus Aspergillus) and taxonomic revision of section Restricti*. U: *Studies in Mycology* 88, str. 161 – 236.

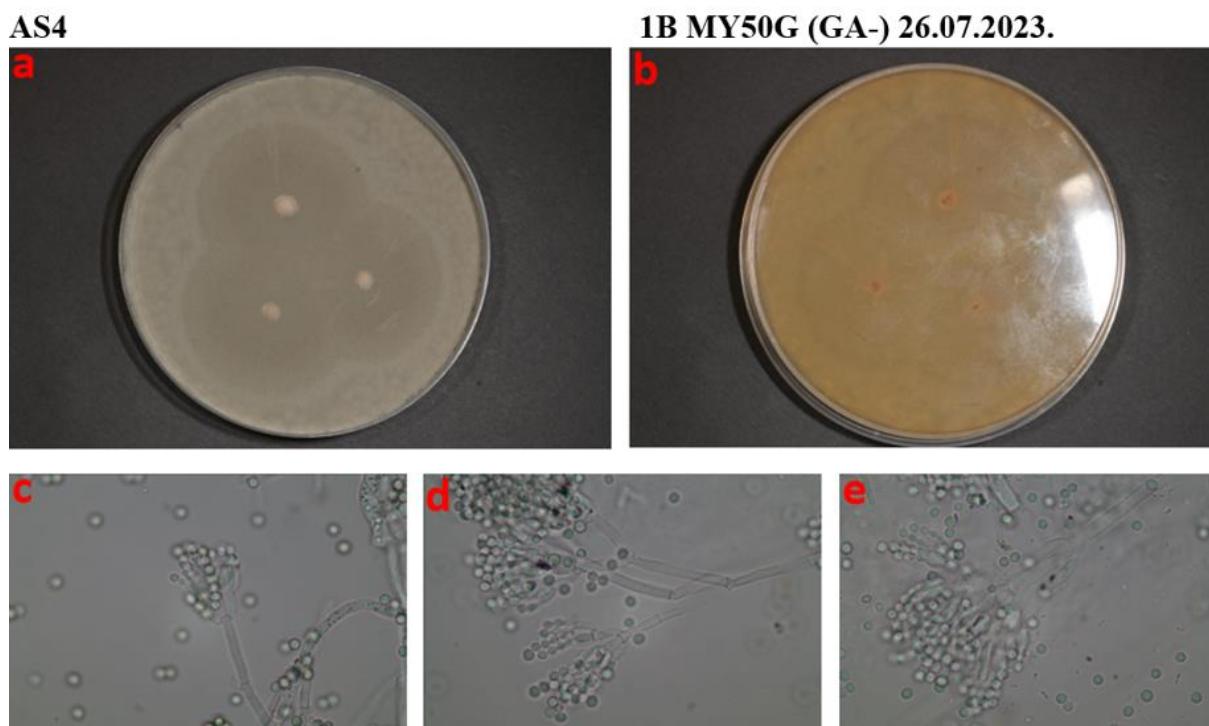
¹⁵⁵ STERFLINGER, K., VOITL, C., LOPANDIC, K., PIÑAR, G., TAFER, H. (2018) *Big Sound and Extreme Fungi—Xerophilic, Halotolerant Aspergilli and Penicillia with Low Optimal Temperature as Invaders of Historic Pipe Organs*. U: *Life* 8, article number 22

¹⁵⁶ HAGIUDA, R., ODA, H., KAWAKAMI, Y., HIROSE, D. (2022) *Species Diversity based on Revised Systematics of Xerophilic Aspergillus section Restricti Isolated from Storage Rooms and Houses in Japan*. U: *Biocontrol Science* 27, str. 65 – 80.

¹⁵⁷ Ibid.

5.1.4. AS4, AS5 - *Penicillium chrysogenum* Thom

U uzorku AS4 utvrđena je vrsta *Penicillium chrysogenum*. Kolonija ove gljive dobivena je nacjepljivanjem uzorka sa slike 1 (Portret muškarca) na supstrat od nesterilizirane želatine. Kolonija nakon tjedan dana inkubacije na 24 °C doseže promjer 19.3 mm, a nakon dva tjedna 42 mm. Kolonija na supstratu od želatine raste dobro. Središnja zona je blijede sivo zelene boje s kapljicama ekstrofita na površini, a postupno prelazi u bijelu prema rubnoj zoni kolonije. Površina je pustenasto paučinasta. Na MY50G supstratu kolonija raste vrlo uspješno. Centar kolonije je uzak, bjelkast i nezamjetno sivo zelen. Središnja zona je sivo zelene boje kao i marginalna zona koja je nešto svjetlija. Struktura cijele kolonije je homogena, a površina fino pustenasta. Hife su hijaline, tankostjene i glatke. Konidiofori su mononematozni, terverticilatni i razgranati. Rami su cilindrični i tankostjeni. Metule su hijaline, kratko cilindrične i glatke. Nosi 4-6 fialida. Fijalide su lageniformne do ovalno lageniformne, vrlo kratkog do srednje izduženog vrata s jedva vidljivom kolaretom. Konidije su subglobozne do blago elipsoidne, u nizovima spojene filamentima. Stijenke su glatke i svjetlo zelene boje (slika 101).



Slika 101. Vrsta *Penicillium chrysogenum* Thom: a – obverzija, b – reverzija, c – e – mikro snimak

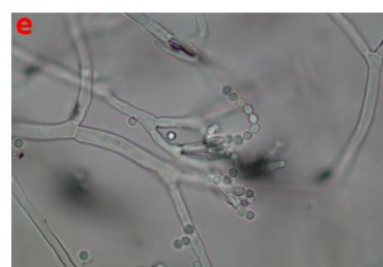
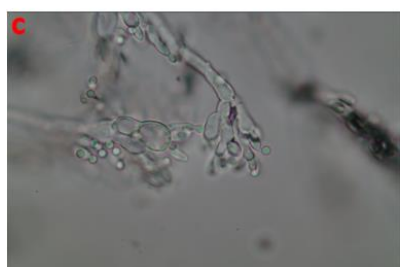
Na uzorku AS5 utvrđena je vrsta *Penicillium chrysogenum*. Kolonija ove gljive dobivena je nacjepljivanjem uzorka sa slike 1 (Portret muškarca) na supstrat od nesterilizirane želatine. Kolonija nakon tjedan dana inkubacije na 24 °C doseže promjer 19.3 mm, a nakon dva

tjedna 42 mm. Kolonija na supstratu od želatine raste dobro. Središnja zona je blijede sivo zelene boje s kapljicama ekstrolita na površini, a postupno prelazi u bijelu prema rubnoj zoni kolonije. Površina je pustenasto paučinasta. Na PDA supstratu kolonija raste vrlo uspješno. Središnja zona je bjelkasta i gusto paučinasta te postupno prelazi u pustenastu. Okružena je uskom, bjelkastom, nepravilnom zonom išaranog oblika i paučinaste strukture. Vanjska široka zona je gusto pustenasta, sivo zelene boje. Hife su hijaline, tankostjene i glatke. Konidiofori su mononematozni, terverticilatni s mnogim bočnim asimetričnim penicilima. Rami su hijalini, cilindrični i tankostijeni. Metule su batinasto trunkatne do bačvolike. Nose 2-3 fijalide. Fijalide su kratko lageniformne vrlo kratkog vrata s jedva vidljivom kolaretom. Konidije su subglobozne do blago elipsoidne u nizovima spojene filamentima. Reverzija je bakreno narančasta s radijalnim uzorkom (slika 102).

AS5



1B PDA (MY50G (GA-)) 26.07.2023.



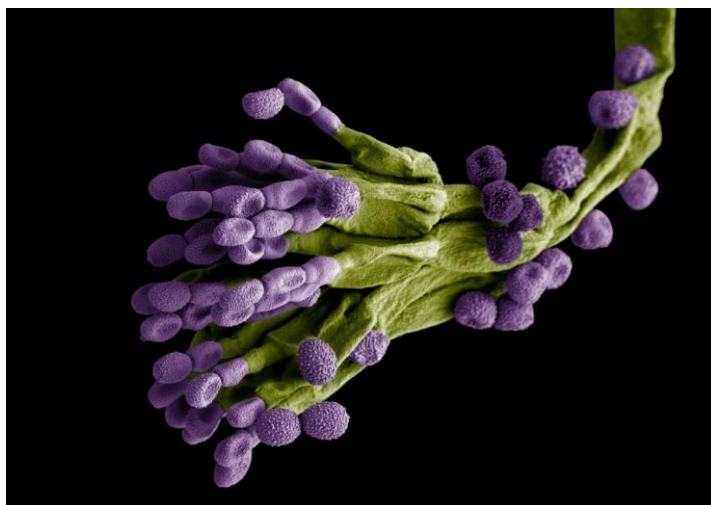
Slika 102. Vrsta *Penicillium chrysogenum* Thom: a – obverzija, b – reverzija, c – e – mikro snimak

Penicillium chrysogenum, vrsta gljive iz roda *Penicillium* koja se pojavljuje na raznim staništima, a posebno je česta u vlažnim područjima, uključujući šume i vlažna unutarinja okruženja. *P. chrysogenum* je vrlo blisko povezan s *P. rubens* i *P. notatum* i u prošlosti se smatrao sinonimom za jedno ili oboje. *P. chrysogenum* je zapravo bila izvor iz kojeg je škotski bakteriolog Alexander Fleming izvorno otkrio antibiotik penicilin, iako je 1928., u vrijeme Flemingova otkrića, soj nazvan *P. notatum*. *P. chrysogenum* također je čest kontaminant prehrambenih proizvoda i zatvorenih prostora, gdje njegova prisutnost na

površinama ili u zraku može imati negativne učinke na ljudsko zdravlje. Osim penicilina, *P. chrysogenum* proizvodi razne druge tvari. Među tim tvarima su žuti pigment poznat kao krizogin i antibiotik poznat kao ksantocilin¹⁵⁸.

Gljiva *P. chrysogenum* koristi se za industrijsku proizvodnju penicilina još od četrdesetih godina prošlog stoljeća; industrijska biotehnologija razvijala se ruku pod ruku s njom, a trenutno je *P. chrysogenum* temeljito proučen model za proizvodnju i regulaciju sekundarnih metabolita. Osim uloge proizvođača penicilina, nedavni napredak sintetske biologije stavio je *P. chrysogenum* na put da postane tvornica stanica za proizvodnju metabolita od biotehnološkog interesa¹⁵⁹.

P. chrysogenum, koja je obično plavo-zelene boje, je alergen i patogen te spada među tri najučestalije gljive koje izazivaju alergije (uz *Aspergillus* i *Cladosporium*) (slika 103). Alergije nastaju nakon što alergične osobe udahnu njihove spore. *P. chrysogenum* se nalazi u zatvorenom prostoru, kao i na otvorenom – njene spore mogu se naći u zraku tijekom cijele godine, ali mogu pokazivati i sezonske fluktuacije¹⁶⁰.



Slika 103. *Penicillium chrysogenum*, skenirana elektronskoj mikrografija u boji (povećanje 1800×)¹⁶¹

¹⁵⁸ *Penicillium chrysogenum*, <https://www.britannica.com/science/Penicillium-chrysogenum> pristupljeno 11.4.2024.

¹⁵⁹ FIERRO, F., VACA, I., CASTILLO, N.I., GARCIA-RICO, R.O., CHÁVEZ, R. (2022) *Penicillium chrysogenum, a Vintage Model with a Cutting-Edge Profile in Biotechnology*. U: *Microorganisms* 10, broj članka 573

¹⁶⁰ U Ujedinjenom Kraljevstvu spore dosežu svoj vrhunac u jesen, s najvišim razinama tijekom dana. *Penicillium chrysogenum*, <https://www.thermofisher.com/allergy/wo/en/allergen-fact-sheets/penicillium-chrysogenum.html> pristupljeno 11.4.2024.

¹⁶¹ *Penicillium chrysogenum*, <https://www.britannica.com/science/Penicillium-chrysogenum> pristupljeno 11.4.2024.

P. chrysogenum je široko rasprostranjen u umjerenim i suptropskim regijama i prisutan je praktički svugdje gdje je dostupan organski materijal¹⁶², a može se naći na otvorenom u supstratima kao što su tlo, truli biljni ostaci, kompost, žitarice i trulo voće, te vodena staništa i morski sediment¹⁶³. Razmnožava se putem spora koje se mogu prenositi zrakom, vodom i kukcima. U zatvorene prostore iz vanjskog okoliša dolazi putem odjeće, obuće, kućnih ljubimaca i sl. te se razvija na svim površinama, kao i na hrani¹⁶⁴.

P. chrysogenum potvrđen je i na francuskoj zbirci crteža i litografija iz 19. stoljeća, autora Bernarda Romana Julienu (1802. – 1871.), a koja se nalazi u arhivi Sveučilišta Costa Rica¹⁶⁵. Prethodna istraživanja mikrobiote na starim dokumentima utvrdila je prisutnost gljiva koje pripadaju rodovima *Alternaria*, *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Penicillium* i *Trichoderma*¹⁶⁶.

5.1.5. AS6 - *Aureobasidium pullulans* (de Bary & Löwenthal) G. Arnaud

U uzorku AS6 utvrđena je vrsta *Aureobasidium pullulans*. Kolonija ove gljive dobivena je naciepljivanjem uzorka sa slike 1 (Portret muškarca) na supstrat od nesterilizirane želatine. Kolonija nakon tjedan dana inkubacije na 24 °C doseže promjer 18 mm, a nakon dva tjedna 40 mm. Na PDA supstratu kolonija raste vrlo uspješno. Središnja točka i središnji pojas su homogeni, glatke i sjajne površine, blijedo roze boje. Prema rubu kolonije površina postaje svilenkasta. Rub kolonije je transparentne narančasto sive boje i tvore ga podrasle hife. Reverzija odgovara obverziji. Micelij je bez diferenciranih konidiofora. Konidije se proizvode direktno na nespecifičnim konidiogenim stanicama. Nastaju pupanjem, a one same naknadnim kvascolikim pupanjem stvaraju nove konidije. Pojedine hife fragmentiraju, a novo oslobođeni

¹⁶² VISAGIE, C.M., HIROOKA, Y., TANNEY, J.B., WHITEFIELD, E., MWANGE, K., MEIJER, M., A,EMD, A.S., SEIFERT, K.A., SAMSON, R.A. (2014) *Samson Aspergillus, Penicillium and Talaromyces isolated from house dusta samples collected around the world*. U: *Studies in Mycology* 78, str. 63 – 139.

¹⁶³ *P. chrysogenum* u morskom sedimentu pokazuje različite metaboličke aktivnosti, kao što je metabolizam formaldehida i otpornost na teške metale. Nekoliko vrsta/sojeva (strains) *P. chrysogenum* u morskom sedimentu pokazuje proizvodnju novih sekundarnih metabolita i pokazuju antimikrobna svojstva, međutim genomske karakteristike spomenutih sojeva uključenih u sekundarni metabolizam i prilagodbu na okoliš ostaju nepoznanica. LIU, X., WANG, X., ZHOU, F., XUEL, Y., LIU, C. (2024) *Genomic insights into Penicillium chrysogenum adaptation to subseafloor sedimentary environments*. U: *BMC Genomics* 25, broj članka 4

¹⁶⁴ *Penicillium chrysogenum*, <https://www.thermofisher.com/allergy/wo/en/allergen-fact-sheets/penicillium-chrysogenum.html> pristupljeno 11.4.2024.

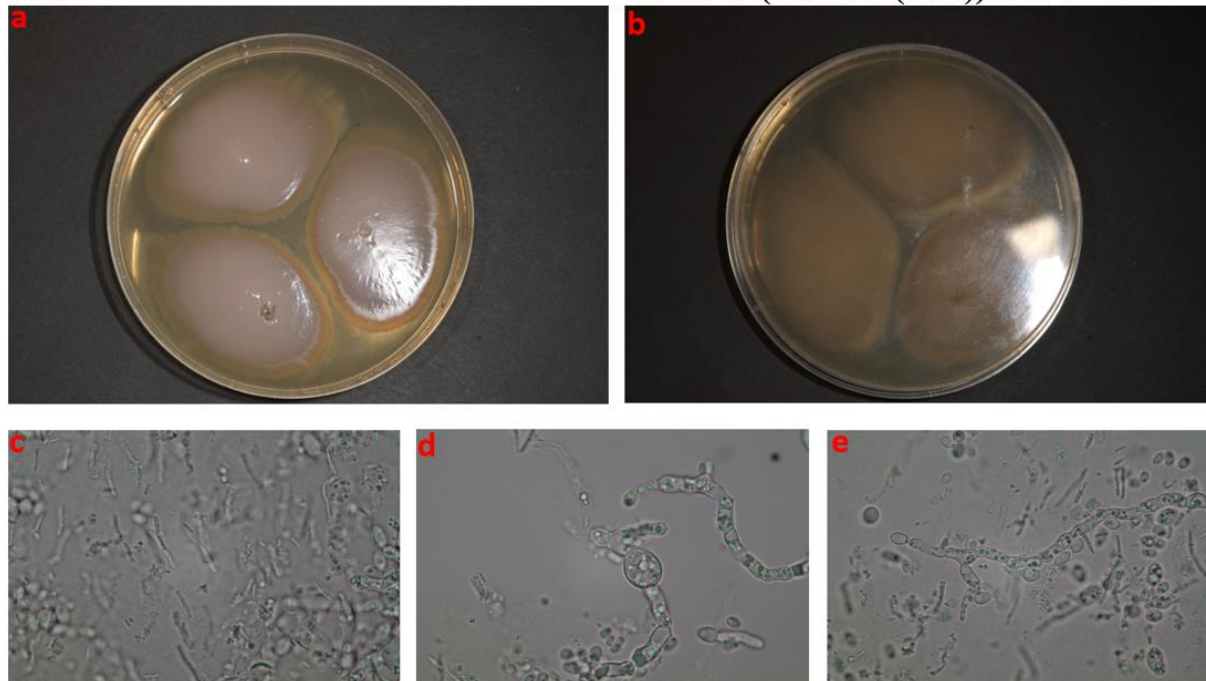
¹⁶⁵ CORONADO-RUIZ, C., AVENDAÑO, R., ESCUDERO-LEYVA, E., CONEJO-BARBOZA, G., CHHAVERRI, P., CHAVARRÍA, M. (2018) *Two new cellulolytic fungal species isolated from a 19th-century art collection*. U: *Scientific Reports* 8, broj članka 7492

¹⁶⁶ Ibid.

fragmenti također pupanjem mogu proizvesti konidije. Septe hifa upadljivo zategnute, a neke interkalarne stanice su katenatno moniliformno napuhane. Svi tipovi stanica su tankostjeni. Konidiogene stanice nastale u nizu imaju bipolarne ožiljke (slika 104).

AS6

1C PDA (MY50G (GA-)) 26.07.2023.



Slika 104. Vrsta *Aureobasidium pullulans* (de Bary & Löwenthal) G. Arnaud: a – obverzija, b – reverzija, c – e – mikro snimak

Aureobasidium pullulans rasprostranjen je diljem svijeta i obično se izolira kao saprotrof. Vrsta živi u formi kvasca te je sveprisutna u prirodi i može kolonizirati ljudsku kosu i kožu. Klinički se smatra da uzrokuje infekcije kože i mekih tkiva, meningitis, apscese slezene i peritonitis¹⁶⁷. Također je zabilježen kao rijedak uzročnik feohifomikoze, mikotičnog keratitisa i peritonitisa u pacijenata na kontinuiranoj ambulantnoj peritonealnoj dijalizi (CAPD). Ova vrsta opisuje se i kao „crni kvasac“ koji proizvodi hijaline blastokonidije istovremeno iz vegetativnih hifa, a koje također mogu tvoriti lance tamno pigmentiranih artrokonidija debelih stijenki¹⁶⁸.

¹⁶⁷ MITTAL, J., SZYMCZAK, W.A., PIROFSKI, L.A., GALEN, B.T. (2018) *Fungemia caused by Aureobasidium pullulans in a patient with advanced AIDS: a case report and review of the medical literature*. U: JMM Case Reports 5, broj članka e005144

¹⁶⁸ *Aureobasidium pullulans*, <https://www.adelaide.edu.au/mycology/fungal-descriptions-and-antifungal-susceptibility/hyphomycetes-conidial-moulds/aureobasidium>, pristupljeno 11.4.2024.

Vrsta je izolirana i iz glacijalnog i subglacijalnog leda, koristeći medije s niskom aktivnošću vode, iz tri politermalna ledenjaka iz obalnog arktičkog okoliša Kongsfjorden (Svalbard, Spitsbergen), kao i iz susjedne morske vode, morskog leda i glacijalne otopljene vode¹⁶⁹.

Također, *A. pullulans* je gljiva koja je osobito poznata po svom biotehnološkom značaju kao proizvođač biorazgradivog izvanstaničnog polisaharida (EPS) pululana (poli- α -1,6-maltotrioza). Ova komponenta je biomaterijal koji obećava, a trenutno se koristi među ostalim, za pakiranje hrane i lijekova. Njegov biotehnološki potencijal također se vidi u proizvodnji raznih hidrolitičkih enzima¹⁷⁰.

Dobro je poznat kao prirodni epifit ili endofit širokog spektra biljnih vrsta (npr. jabuka, grožđe, krastavac, zeleni grah, kupus) bez izazivanja simptoma bolesti, a koristi se u biološkoj kontroli biljnih bolesti, posebno skladišnih bolesti¹⁷¹.

Kronična izloženost ljudi *A. pullulans* putem ovlaživača zraka ili klimatizacijskih uređaja može dovesti do preosjetljivog pneumonitisa (ekstrinzični alergijski alveolitis) ili "ovlaživača pluća". Ovo stanje je akutno karakterizirano dispnejom, kašljem, vrućicom, infiltratima u prsima i akutnom upalnom reakcijom. Sojevi koji uzrokuju infekcije kod ljudi reklasificirani su u *A. melanogenum*¹⁷².

Rod *Aureobasidium* dobro je poznat kao plijesan koja boji drvo, međutim malo je studija posvećeno na tu temu i malo je poznato o načinu razgradnje drva. Degradacija drva uzrokovana gljivama meke truleži (soft-rot fungi) slabo je poznato, za razliku od gljiva bijele truleži (white-rot fungi) i smeđe truleži (brown-rot fungi)¹⁷³.

¹⁶⁹ ZALAR, P., GOSTINČAR, C., DE HOOG, G.S., URŠIČ, V., SUDHADHAM, M., GUNDE-CIMERMAN, N. (2008) *Redefinition of Aureobasidium pullulans and its varieties*. U: *Studies in Mycology* 61, str. 21 – 38.

¹⁷⁰ Ibid.

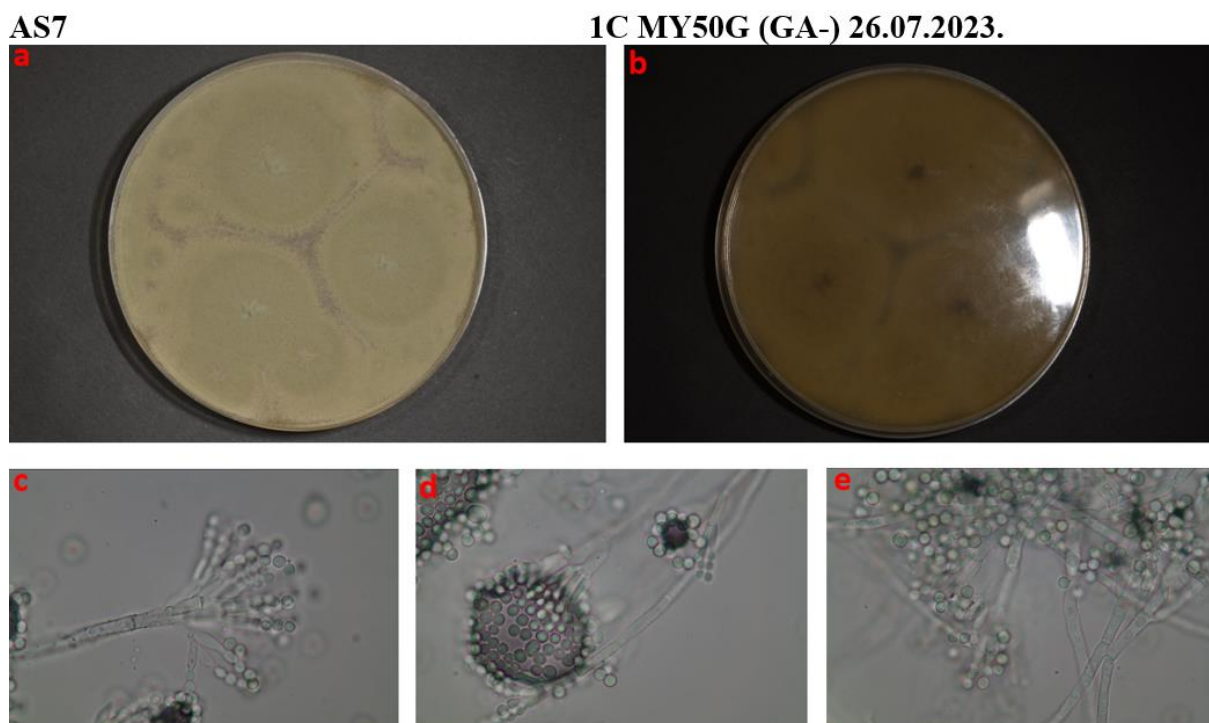
¹⁷¹ CHI, Z., WANG, F., CHI, Z., YUE, L. ZHANG, G (2009) *Bioproducts from Aureobasidium pullulans, a biotechnologically important yeast*. U: *Applied Microbiology and Biotechnology* 82, str. 793–804., ZHANG, D., SPADARO, D., VALENTE, S., GARIBALDI, A., GULLINO, M.L. (2012) *Cloning, characterization, expression and antifungal activity of an alkaline serine protease of Aureobasidium pullulans PL5 involved in the biological control of postharvest pathogens*. U: *International Journal of Food Microbiology* 153, str. 453–464.

¹⁷² GOSTINČAR, C., OHM, R.A., KOGEJ, T., SONJAK, S., TURK, M., ZAJC, J., ZAPAR, P. GRUBE, M., SUN, H., HAN, J., SHARMA, A., CHINIQUY, J., NGAN, C.Y., LIPZEN, A., BARRY, K., GIRGORIEV, I.V., GUNDE-CIMERMAN, N. (2014) *Genome sequencing of four Aureobasidium pullulans varieties: biological potential, stress tolerance, and description of new species*. U: *BMC Genomics* 15, broj članka 549.

¹⁷³ LEE, Y.M., LEE, H., HEO, Y.M., HONG, JOO-HYUN, JANG, S., KANG, K.Y., KIM, J.J. (2017) *Phylogenetic analysis of wood-inhabiting molds and assessment of soft-rot wood deterioration. Part 5. Genus Aureobasidium* U: *Holzforschung* 5, str. 437 - 443

5.1.6. AS7 - *Penicillium solitum* Westling

U uzorku AS7 utvrđena je vrsta *Penicillium solitum*. Kolonija ove gljive dobivena je naciepljivanjem uzorka sa slike 1 (Portret muškarca) na supstrat od nesterilizirane želatine. Kolonija nakon tjedan dana inkubacije na 24 °C doseže promjer 18 mm, a nakon dva tjedna 40 mm. Na MY50G supstratu kolonija raste vrlo uspješno. Centralna točka je gusto, fino pustenasta, blijede plavo zelene boje. Središnji pojas je fino pustenast, blijede maslinasto zelene boje, a prema rubu hife su postepeno rjeđe i boja blijedi. Reverzija je smeđe žute boje. Konidiofori su mononematozni i terverticilatni. Konidioforalna stapka i rami su hijalini, cilindrični, septirani i tankostjeni. Stijenka je raznoliko ornamentirana plosnatim, izodijametrimnim pustulama, vrlo različitih veličina. Metule su kratke, cilindrične, tankostjene i glatke. Proizvode 3-5 fjalida. Fjalide cilindrično eliptične do cilindrično lageniformne. Kolarete se ne vide. Zrele konidije su kuglaste do subglobozne. Stijenke vrlo malo zadebljane, glatke i zelene (slika 105).



Slika 105. Vrsta *Penicillium solitum* Westling: a – obverzija, b – reverzija, c – e – mikro snimak

Penicillium solitum je filamentozna gljiva povezana s propadanjem voća (npr. jabuke i kruške, eng. pomaceous fruits) tijekom skladištenja gdje može zaraziti voće i uzrokovati velike

ekonomske gubitke¹⁷⁴. *P. solitum* uzrokuje plavu trulež u jabučastom voću svojom proizvodnjom poligalakturonaze, koja razgrađuje staničnu stijenu jabuke¹⁷⁵. Osim jabuka i krušaka, ova je gljiva izolirana i iz druge hrane, uključujući sireve i prerađeno meso. Iznenadujuće, može se naći i u ekstremnim okolišnim uvjetima: u jezeru Berkeley Pit Lake (pH 2,7) i morskoj zoni Antarktika.

Kemijsko istraživanje ove gljive dalo je širok spektar sekundarnih metabolita, uključujući kompaktin (poznat kao mevastatin ili ML-236B, koji se koristi za proizvodnju važnog lijeka za snižavanje kolesterola, pravastatina) i njegove analoge, uz seskviterpenoide, alkaloidne i poliketide itd¹⁷⁶.

Malo se studija bavilo raznolikošću uzgojnih gljiva iz morskih sedimenata, posebno onih s Antarktika. *P. solitum* pokazao je veliku sličnost sekvenci s drugim vrstama iz roda *Penicillium* koje su opisane iz drugih morskih staništa. Klijanje konidija *P. solitum* odvija se pri niskim temperaturama i visokim salinitetima. Osim toga, *P. solitum* je pokazao izvanstaničnu aktivnost amilaza i esteraza. Izolacija *P. solitum* iz morskih sedimenata na Antarktici i njegovo preživljavanje na niskim temperaturama i visokim koncentracijama soli sugeriraju da je prilagođen hladnom i halofilnom okruženju antarktičkih oceana. Budući da *P. solitum* proizvodi izvanstanične enzime, to je zanimljiv eukariotski model za proučavanje odnosa strukture i funkcije tijekom enzimske biokatalize i biotransformacije u ekstremnim uvjetima. Morski sedimenti s Antarktike mogu predstavljati jedinstveni izvor za izolaciju ekstremofilnih gljiva¹⁷⁷.

5.1.7. AS8 - *Beauveria* sp.

U uzorku AS8 utvrđena je neidentificirana vrsta *Beauveria* sp. Kolonija ove gljive dobivena je naciepljivanjem uzorka sa slike 2 (Ikona) na supstrat od nesterilizirane želatine. Kolonija

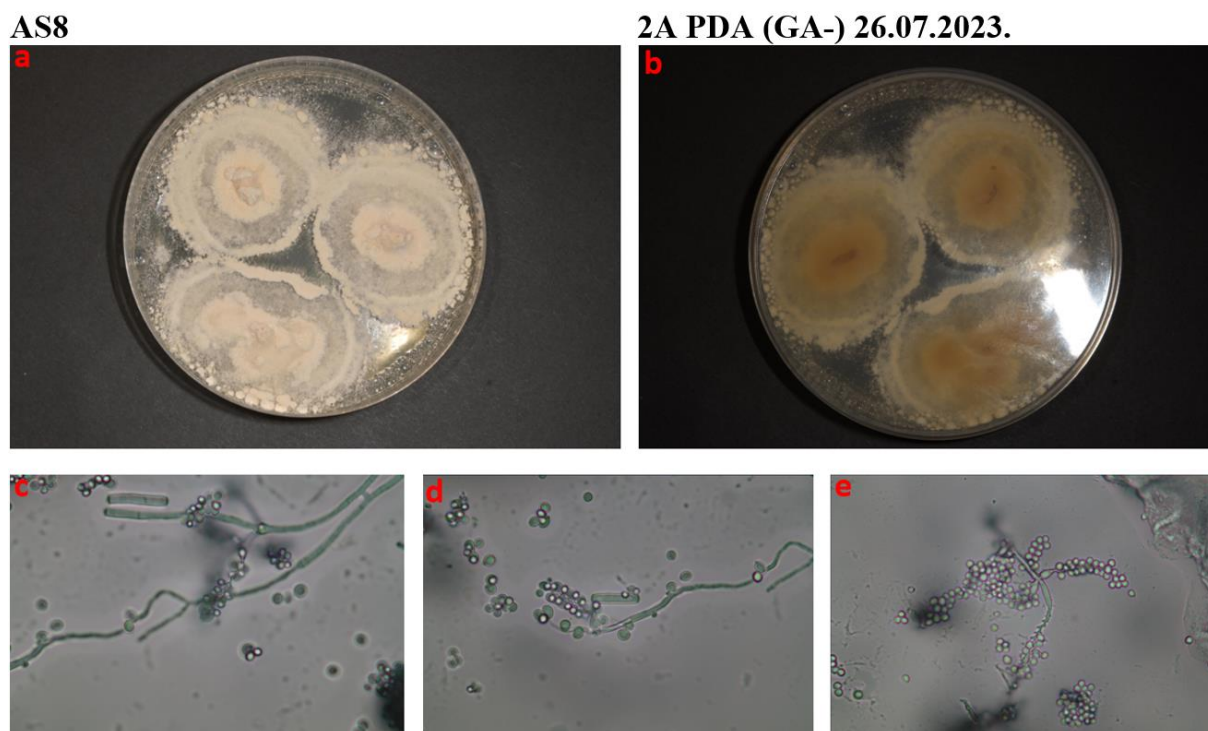
¹⁷⁴ HE, Z.H., WU, J., XU, L., HU, M.Y., XIE, M.M., HAO, Y.J., LI, S.J., SHAO, Z.Z., YANG, X.W. (2021) *Chemical Constituents of the Deep-Sea-Derived Penicillium solitum*. U: *Marine Drugs*, 19, broj članka 580

¹⁷⁵ PITT, J. I. (1991). *Penicillium solitum* Revived, and its Role as a Pathogen of Pomaceous Fruit. U: *Phytopathology*, 81, broj članka 1108

¹⁷⁶ HE, Z.H., WU, J., XU, L., HU, M.Y., XIE, M.M., HAO, Y.J., LI, S.J., SHAO, Z.Z., YANG, X.W. (2021) *Chemical Constituents of the Deep-Sea-Derived Penicillium solitum*. U: *Marine Drugs*, 19, broj članka 580

¹⁷⁷ Nove studije koje koriste različite medije kulture, temperaturne raspone i uvjete tlaka kao i metagenomske tehnike mogu pomoći u razumijevanju ekstremofilnih gljivičnih zajednica u morskim sedimentima diljem Antarktičkog oceana. GONÇALVES, V.N., CAMPOS, L.S., MELO, I.S. et al. (2013) *Penicillium solitum: a mesophilic, psychrotolerant fungus present in marine sediments from Antarctica*. U: *Polar Biology*, 36, str. 1823 – 1831.

nakon tjedan dana inkubacije na 24 °C doseže promjer 23.7 mm, a nakon dva tjedna 46.3 mm. Na PDA supstratu kolonija raste vrlo uspješno. Kolonija se sastoji od više koncentričnih pojaseva. Šire centralno područje izgrađeno je od dva elementa. Prvi element se sastoji od bijelog, pahuljastog segmenta s bezbojnim, sitno kapljičastim eksudatom. Drugi element se sastoji od suhog i grudičastog sementa, sivkaste krem boje. Unutarnji pojas je gusto, fino pustenast, bjelkaste krem boje. Srednji pojas je bjelkasto, orijetko brašnast. Vanjski pojas je gusto brašnast, bijele boje. Rub kolonije se sastoji od mrežastog, dugačko filamentoznog micelija. Uz vanjski rub vanjskog pojasa formiraju se jastučaste, pahuljaste formacije koje po boji i eksudaciji odgovaraju centralnom pojasu. Micelij se sastoji od hijalinih, cilindričnih, septiranih, često anastomoziranih hifa tankih i glatkih stijenki. Konidiofori nediferencirani. Metule hijaline i cilindrične te tvore po tri heteromorfne fjalide. Dvije lateralne su oblika amfore, a terminalna je cilindrično vretenasta. Vrat fjalide tvori rahis s preko 15 konidiogenih mjesta koji su kratko, cilindrično izbočeni. Os rahisa je u cik-cak obrascu. Konidije su hijaline, suhe, jednostanične, ovoidne, s dosta izraženim ožiljkom u obliku izbočenja. Stijenke su tanke i glatke (slika 106).



Slika 106. Vrsta *Beauveria* sp.: a – obverzija, b – reverzija, c – e – mikro snimak

Beauveria je prvi put opisana kao parazit na andskom krumpirovom žišku, 1976. Infestirani leševi odraslih jedinki redovito se pronalaze u polju, iako se čini da su u skladišnim područjima krumpira stope infestacije veće. Prema istraživanjima, djeluje kao da su najviše

pogođene životne faze zrele ličinke ili pretkukuljice, zatim kukuljice i najmanje pogođene odrasle jedinke te da su jaja slabo osjetljiva na gljivu¹⁷⁸.

S obzirom na učinkovitost, održivost i s ekonomske perspektive, entomopatogene gljive (EPF) koje mogu inficirati i koristiti insekte kao domaćine za vlastiti razvoj, prikladne su kao sredstvo biološke kontrole nametnika. U idealnim uvjetima, EPF može izazvati epizootije koje značajno smanjuju populaciju insekata štetnika do 90%. Većina spomenutih gljiva inficira insekte enzimatskom razgradnjom kutikule kukca nakon čega prodire u hemocoel, gdje često uzrokuje nedostatak prehrane i smrt domaćina (slika 107). U nekim slučajevima, također proizvodi bioaktivne spojeve koji ubrzavaju infekciju supresijom imunološkog sustava domaćina i/ili toksičnošću za samog domaćina ili pomažu u suzbijanju mikrobnih konkurenata. Oni kličaju iz trupla kukca i raspršuju se kako bi ponovno zarazili druge domaćine kukca. *Beauveria* može pružiti izvrsnu alternativu sintetičkim insekticidima¹⁷⁹.

Beauveria je rod aseksualno razmnožavajućih gljiva povezanih s porodicom askomiceta *Cordycipitaceae* (¹⁸⁰). Njegovih nekoliko vrsta tipični su patogeni na insektima i člankonošcima. Vrste *Beauveria* su anamorfi, što znači da se razmnožavaju samo nespolno. Njihovi teleomorfni oblici pripadaju dobro poznatom rodu *Cordyceps*.

Vrste *Beauveria* obično se povezuju s kukcima ili staništima koja podržavaju insekte, uključujući tlo. *B. bassiana*, najpoznatiji član ovog roda, razvijen je kao biološki insekticid¹⁸¹.

Izvan poljoprivrede, *B. bassiana* se koristi za kontrolu uobičajenih kućnih štetočina kao što su komarci i stjenice. Spore ovih gljivica mogu se lako pomiješati s uljem i zatim nanijeti na površine kao što je unutrašnjost kuće slično dugotrajnim insekticidima. Ovaj pristup iskorištava ponašanje komaraca u mirovanju, koji se često mogu naći kako se odmaraju na zidovima u zatvorenom prostoru¹⁸². Preliminarna procjena potencijala *B. bassiana* za suzbijanje

¹⁷⁸ WEBER, D.C., BLACKBURN, M.B., JARONSKI, S.T. (2022) *Chapter 13 - Biological and behavioral control of potato insect pests*. U: *Insect Pests of Potato (Second Edition)*, str. 231 – 276.

¹⁷⁹ APIRAJKAMOL, N.B., HOGARTY, T.M., MAINALI, B., TAYLOR, P.W., WALSH, T.K., TAY, W.T. (2023) *Virulence of Beauveria sp. and Metarhizium sp. fungi towards fall armyworm (Spodoptera frugiperda)*. U: *Archives of Microbiology*, 205, broj članka 328

¹⁸⁰ SUNG, G.H., HYWEL – JONES, N.L., SUNG, J.M., LUANGSA-ARD, J.J., SHRESTHA, B., SPATAFORA, J.W. (2007). *Phylogenetic classification of Cordyceps and the clavicipitaceous fungi*. U: *Studies in Mycology*, 57, str. 5 - 59.

¹⁸¹ REHNER, S.A., MINNIS, A.M., SUNG, G.H., LUANGSAARD, J.J., DEVOTTO, L., HUMBER, R.A. (2011). *Phylogeny and systematics of the anamorphic, entomopathogenic genus Beauveria*. U: *Mycologia*, 103, str. 1055 – 1073. i *Beauveria*, <https://library.bustmold.com/beauveria/> pristupljeno 11.4.2024.

¹⁸² BLUMBERG, B.J., SHORT, S.M., DIMOPOULOS, G. (2016). *Employing the Mosquito Microflora for Disease Control*. U: *Genetic Control of Malaria and Dengue*. Elsevier, London UK., str. 335 - 362.

stjenica pokazala je da je gljiva vrlo virulentna za stjenice, uzrokujući brzu smrt (3-5 dana) nakon kratkotrajne izloženosti¹⁸³.



Slika 107. Cvrčak kojeg je ubila *Beauveria* (lijevo) i sporulacija kod skakavaca (desno)¹⁸⁴

Osim insekata, *Beauveria* može rasti i na samim biljkama, a izolirana je iz nekoliko biljnih vrsta, uključujući rižu, kukuruz, kakao, kavu, rajčicu, grožđe, bananu, kinesku šećernu trsku i pamuk. *Beauveria* ima gornju temperaturnu granicu rasta od 34-36°C. *Beauveria* se ne nalazi često u zatvorenom prostoru, a koliko je poznato, jedini poznati zapis o prisutnosti roda *Beauveria* u zatvorenom prostoru je izolacija njenih spora sa zidnih slika u europskim crkvama i samostanima¹⁸⁵.

Kod ljudi, infekcije s *Beauveria* su izuzetnorijetke. Zabilježeno je da je uzrok infekcije oka (keratitis)¹⁸⁶. Do sada su dokumentirana samo dva slučaja sustavne ljudske infekcije, oba u bolesnika s teškom imunosupresijom s akutnim oblicima leukemije¹⁸⁷. Osim ovih slučajeva,

¹⁸³ BARBARIN, A.M., JENKINS, N.E., RAJOTTE, E.G., THOMAS, M.B. (2012). *A preliminary evaluation of the potential of Beauveria bassiana for bed bug control*. U: Journal Invertebrate Pathology, 111, str. 82 - 85.

¹⁸⁴ Beauveria, <https://en.wikipedia.org/wiki/Beauveria> pristupljeno 11.4.2024.

¹⁸⁵ Beauveria, <https://library.bustmold.com/beauveria/> pristupljeno 11.4.2024., NUGARI, M.P., REALINI, M., ROCCARDI, A. (1993). *Contamination of mural paintings by indoor airborne fungal spores*. U: Aerobiologia, 9, str. 131-139.

¹⁸⁶ KISLA, T.A., CU-UNJIENG, A., SIGLER, L., SUGAR, J. (2000). *Medical management of Beauveria bassiana keratitis*. U: Cornea, 19, str. 405 – 406.

¹⁸⁷ HENKE, M.O., DE HOOG, G.S., GROSS, U., ZIMMERMANN, G., KRAEMER, D., WEIG, M. (2002) *Human deep tissue infection with an entomopathogenic Beauveria species*. U: Journal of Clinical Microbiology, 40, str. 2698-2702., TUCKER, D.L., BERESFORD, C.H., SIGLER, L., ROGERS, K. (2004). *Disseminated Beauveria bassiana infection in a patient with acute lymphoblastic leukemia*. U: Journal of Clinical Microbiology, 42, str. 5412-5414.

jedini drugi poznati slučajevi infekcije s *Beauveria* dogodili su se kod gmazova u zatočeništvu, odnosno aligatora i golemih kornjača¹⁸⁸.

Kao i sve gljive, *Beauveria* se razmnožava raspršivanjem mikroskopskih spora u zrak. Ako se udahnu, te spore mogu doprinijeti respiratornim poteškoćama i alergijama, baš kao i gotovo svaka praškasta tvar. Unatoč tome što se općenito smatra sigurnom, pokazalo se da *Beauveria bassiana* izaziva jednu od najjačih reakcija u usporedbi s drugim gljivičnim vrstama testiranim u testovima uboda kože na pacijentima s alergijama na plijesan. Nadalje, potvrđeno je da sirovi ekstrakti *Beauveria bassiana* mogu izazvati alergijske reakcije kod ljudi. Identificirana su četiri potencijalna alergena koje proizvodi ova gljiva¹⁸⁹.

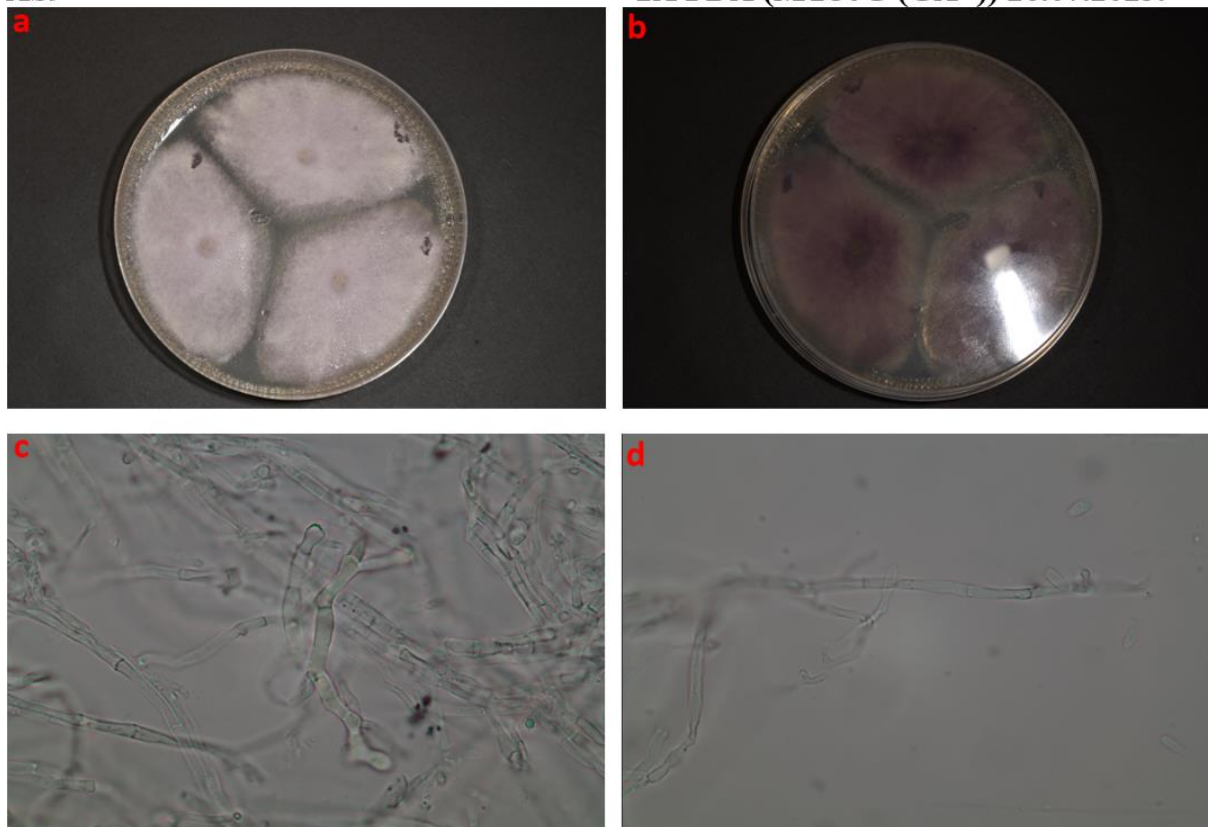
5.1.8. AS9 - *Fusarium fujikuroi* Nirenberg

U uzorku AS9 utvrđena je vrsta *Fusarium fujikuroi*. Kolonija ove gljive dobivena je naciepljivanjem uzorka sa slike 2 (Ikona) na supstrat od nesterilizirane želatine. Kolonija nakon tjedan dana inkubacije na 24 °C doseže promjer 31.6 mm, a nakon dva tjedna 51.4 mm. Na PDA supstratu kolonija raste vrlo uspješno. Središnja točka kolonije je blijedo siva s naznakom ljubičaste. Proizvodi kapljičasti bezbojni eksudat. Središnji pojas je bijele boje s naznakom ljubičaste. Površina je paučinasta s vrlo bogatim bezbojnim kapljicama eksudata. Rub kolonije je bijelo paučinast. Reverzija je intenzivno ljubičaste boje. Micelij je gusto septiran, a stanice hijaline, cilindrične, glatke i tanke. Konidiofori nediferencirani. Fijalide izdužene i cilindrične. Vrat utanjen s kolaretom. Konidije heteropolarne, kratko batinaste do dugo batinaste. Vrh zaobljen, a baza trunkatna. Stijenke su tanke, hijaline i glatke (slika 108).

¹⁸⁸ FROMTLING, R.A., KOSANKE, S.D., JENSEN, J.M., BULMER, G.S. (1979) *Fatal Beauveria bassiana infection in a captive American alligator*. U: Journal of the American Veterinary Medical Association, 175, str. 934-936., GEORG, L.K., (1962). *Mycotic pulmonary disease of captive giant tortoise due to Beauveria bassiana and Paecilomyces fumosoroseus*. U: Sabouraudia, 2, str. 80-86., Beauveria, <https://library.bustmold.com/beauveria/> pristupljeno 11.4.2024.

¹⁸⁹ WESTWOOD, G.S., HUANG, S.W., KEYHANI, N.O. (2006) Molecular and immunological characterization of allergens from the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. U: Clinical and Molecular Allergy. 4, broj članka 12., Beauveria, <https://library.bustmold.com/beauveria/> pristupljeno 11.4.2024.

AS9

2A PDA (MY50G (GA¹)) 26.07.2023.

Slika 108. Vrsta *Fusarium fujikuroi* Nirenberg: a – obverzija, b – reverzija, c – d – mikro snimak

Posljednjih godina primjetan je porast istraživačkog interesa za rod *Fusarium*, koji uključuje prevladavajuće biljne i ljudske patogene, uobičajene mikrobne zagađivače hrane i industrijske mikrobe. Iskoristivši prednosti sinteze giberelina¹⁹⁰, *Fusarium fujikuroi* je uspio postati prevladavajući biljni patogen. U međuvremenu je *F. fujikuroi* korišten za industrijsku proizvodnju giberelina, skupine fitohormona koji se široko primjenjuju. *F. fujikuroi* je poznat po svojim izvanrednim performansama u proizvodnji giberelina već gotovo 100 godina. Istraživačke aktivnosti vezane uz ovu vrstu trajale su jako dugo. Spori razvoj bioloških istraživanja *F. fujikuroi* uglavnom je posljedica nedostatka učinkovitih istraživačkih tehnologija i molekularnih alata. Tijekom prošlog desetljeća, brzo su se razvile tehnologije za analizu molekularne osnove interakcija između domaćina i patogena i metaboličkih regulacija,

¹⁹⁰ giberelini, skupina biljnih hormona (→ FITOHORMONI) koji reguliraju različite razvojne procese u biljaka, uključujući izduživanje stabljike, klijanje, mirovanje, cvjetanje, razvoj cvijeta te starenje listova i plodova. Ime su dobili po gljivici *Gibberella fujikuroi* (prema lat. *gibber*: grba) iz koje ih je 1926. izolirao japanski znanstvenik Eiichi Kurosawa. Dokazao je da se u filtratu kultiviranih gljivica nalazi tvar koja je uzrokovala produljeni rast stabljike i listova riže, te nemogućnost donošenja sjemenki i nazvao je giberelinom. Prvi prirodni biljni giberelin izoliran je iz sjemenke graha (*Phaseolus coccineus*) 1958. (bio je to GA₁). Danas ih je poznato više od 130. giberelini. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013. – 2024. Pristupljeno 9.5.2024. <<https://www.enciklopedija.hr/clanak/giberelini>>.

posebno na aspektima genetske manipulacije, dok su se u međuvremenu tehnologije industrijske fermentacije nastavile razvijati¹⁹¹.

Gibberella fujikuroi (teleomorf) najšire je poznata po svojoj sposobnosti izazivanja bolesti u riži (*Bakanae*), ali ječam, proso, šećerna trska i kukuruz također su osjetljivi¹⁹². Kod svih zaraženih biljaka pronađeni su slični simptomi, iako je najviše proučavana riža. Najupečatljiviji simptom *Bakanae* je visok, vretenast izgled biljke. To je rezultat giberelina, ili hormona rasta, koje gljiva luči. Zaražene biljke je lako izdvojiti, jer se često uzdižu iznad ostalih zdravih biljaka s redovito lučenim hormonima rasta. Međutim, također je moguće da dođe do zaostajanja u rastu, zajedno s klorozom lišća biljke, oštećenjima korijena ili praznim zrnima biljaka koje su dozrele. Druga interakcija između biljke i patogena je sporulacija micelija na nižim razinama biljke - mogu se uočiti bijele gljivične mase. Konidije, sekundarni inokulum, rezultat su ovih masa spora¹⁹³.

5.1.9. AS10 - *Trametes versicolor* (L.) Lloyd

U uzorku AS10 utvrđena je vrsta *Trametes versicolor*. Kolonija ove gljive dobivena je naciepljivanjem uzorka sa slike 2 (Ikona) na supstrat od nesterilizirane želatine. Kolonija nakon tjedan dana inkubacije na 24 °C doseže promjer 14.9 mm, a nakon dva tjedna 51 mm. Na PDA supstratu kolonija raste pomalo otežano. Iz središnje točke rast je nepravilan, bez određenih zona. Boja je bež krem. Reverzija odgovara obverziji. Materijal se sastoji samo od nesporogenog micelija. Hife hijaline, cilindrične, tankostjene i glatke. Mnoge septe popraćene su kopčama (slika 109).

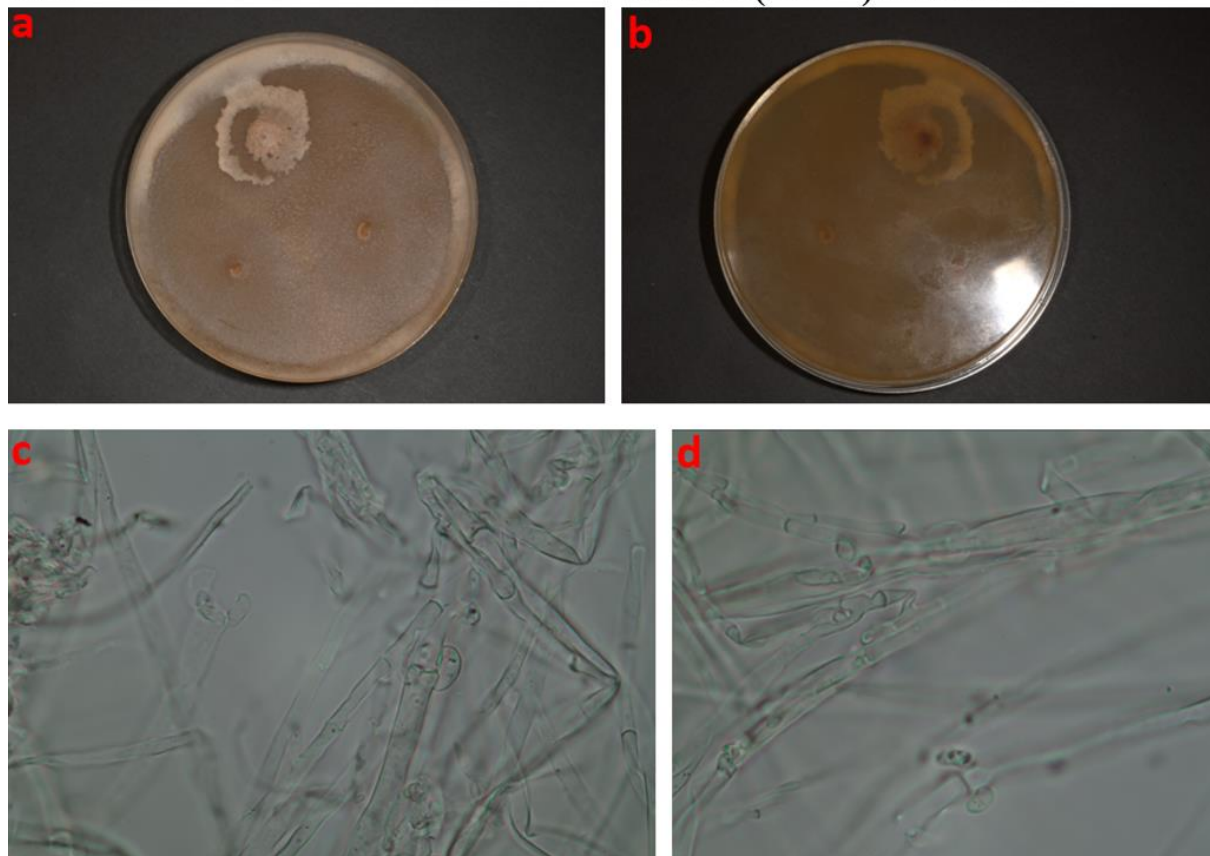
¹⁹¹ CEN, Y.K., LIN, J.G, WANG, Y.L., LIU, Z.Q., ZZHENG, Y.G. (2020) *The Gibberellin Producer Fusarium fujikuroi: Methods and Technologies in the Current Toolkit*. U: *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 8, broj članka 232.

¹⁹² HUSAN, H.M., SALLEH, B., ZAKARIA, L. (2011) *Molecular Identification of Fusarium Species in Gibberella fujikuroi Species Complex from Rice, Sugarcane and Maize from Peninsular Malaysia*. U: *International Journal of Molecular Sciences*, 12, str. 6722-6732.

¹⁹³ GARCÍA-MARTINEZ, J., BRUNK, M., AVALOS, J., TERPITZ, U. (2015) *The CarO rhodopsin of the fungus Fusarium fujikuroi is a light-driven proton pump that retards spore germination*. U: *Scientific Reports*, 5, broj članka 7798.

AS10

2A PDA (GA-''') 26.07.2023.



Slika 109. Vrsta *Trametes versicolor* (L.) Lloyd: a – obverzija, b – reverzija, c – d – mikro snimak

Trametes versicolor, hrv. pureći rep (eng. turkey tail), je mala, žilava gljiva koja raste višeslojno na mrtvom drvetu - uglavnom tvrdom drvetu, poput bukve ili hrasta. *T. versicolor* oblikuje polukružne klobuke oko debla mrtvog drveća. Klobuci su tanki i čvrsti, s vrlo jasnim, baršunastim, koncentričnim prstenovima. Boje su varijabilne mješavine smeđe, žute, sive, ljubičaste, zelene i crne, ali vanjski rub je uvijek blijed - krem ili bijeli¹⁹⁴ (slika 110).

¹⁹⁴ Turkeytail, <https://www.wildlifetrusts.org/wildlife-explorer/fungi/turkeytail> pristupljeno 11.4.2024.



Slika 110. *Trametes versicolor* – cjelina¹⁹⁵ (lijevo) i detalj¹⁹⁶ (desno)

T. versicolor proizvodi vrstu bijele truleži na mrtvom drvu, a prisutna je globalno u svim vrstama šumskog ekosustava u umjerenom, borealnom i tropskom području¹⁹⁷.

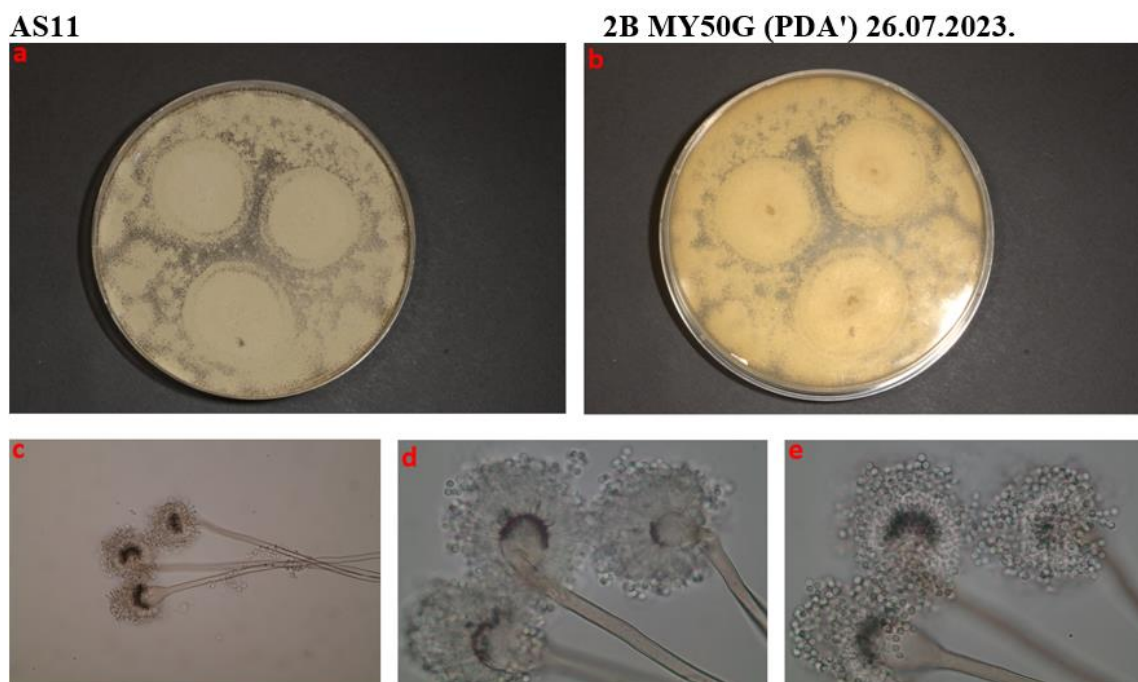
5.1.10. AS11 - *Aspergillus versicolor* (Vuill.) Tirab.

U uzorku AS11 utvrđena je vrsta *Aspergillus versicolor*. Kolonija ove gljive dobivena je naciepljivanjem uzorka sa slike 2 (Ikona) na supstrat od nesterilizirane želatine. Kolonija nakon tjedan dana inkubacije na 24 °C doseže promjer 10.3 mm, a nakon dva tjedna 34 mm. Na MY50G supstratu kolonija raste vrlo uspješno. Čitava kolonija je ujednačene boje i strukture. Površina je fino krupičasta. Rub kolonije tek nešto rahliji. Boja je blijedo sivo zelena. Konidiofori mononematozni, cilindrični, slabo septirani, srednje debelih i glatkih stijenki. Na vrhu je batinasta vezikula koja nosi samo metule. Metule su cilindrično bačvastog oblika. Fijalide su kratko lageniformne, s kratkim vratom. Zrele konidije kuglaste do subglobozne. Stijenke razmjerno tanke, zelenkaste i gotovo glatke (slika 111).

¹⁹⁵ *Trametes versicolor*, https://en.wikipedia.org/wiki/Trametes_versicolor pristupljeno 11.4.2024.

¹⁹⁶ *Trametes versicolor*, <https://www.inaturalist.org/taxa/54134-Trametes-versicolor> pristupljeno 11.4.2024.

¹⁹⁷ JUSTO, A., HIBBETT, D. (2011). *Phylogenetic classification of Trametes (Basidiomycota, Polyporales) based on a five-marker dataset*. U: *Taxon*, 60, str. 1567-1583.



Slika 111. Vrsta *Aspergillus versicolor* (Vuill.) Tirab.: a – obverzija, b – reverzija, c – e – mikro snimak

Aspergillus versicolor je spororastuća filamentozna gljiva koja se nalazi u vlažnim zatvorenim prostorima i na prehrambenim proizvodima. Kolonije mogu jako varirati u boji, počevši od bijele i mijenjajući se u žutu, narančastu i zelenu s ružičastim nijansama koje se miješaju kako sazrijevaju. *A. versicolor* može rasti u uvjetima s vrlo malo vode i posebno je otporan na alkalne uvjete.

Također, *A. versicolor* je oportunistički patogen i uzročnik aspergiloze te, kao i druge vrste iz roda *Aspergillus*, iritira uho, nos i grlo. Kolonizira klimatizacijske sustave i prisutan je u prašini tepiha. Toksini koje proizvodi *A. versicolor* mogu uzrokovati proljev i želučane tegobe. *A. versicolor* je vrlo čest na vlažnim mjestima uključujući: gipsane ploče, tepihe, madrace, tapecirani namještaj i vlažne zidove. Osim sterigmatocistina, može proizvesti mikotoksine i ciklopiaksonsku kiselinu. Prijavljeno je da je sterigmatocistin kancerogen za jetru i bubrege, a može izazvati simptome kao što su proljev i želučane tegobe. Ovaj rod također može uzrokovati infekcije kože kod žrtava opekline i gljivičnu infekciju pluća aspergilozu (sekundarna infekcija AIDS-a)¹⁹⁸.

Najbolji način za rješavanje širenja *A. versicolor* je prevencija koja uključuje smanjenje vlage. S druge strane, *A. versicolor* vrlo je učinkovit u brzom uklanjanju iona olova što ga čini

¹⁹⁸ *Aspergillus versicolor*, <https://microchemlab.com/microorganisms/aspergillus-versicolor/> pristupljeno 11.4.2024.

ekološki prihvatljivom metodom uklanjanja štetnih otpadnih proizvoda iz industrijskih postrojenja. Također, pronađen je na svemirskoj postaji Mir, preživjevši i lansiranje i spuštanje iz svemira¹⁹⁹.

A. versicolor je najvažnija vrsta za kvarenje hrane i toksična vrsta u rodu *Aspergillus* sekciji *Versicolores*. Široko je rasprostranjena i zabilježena u većini vrsta hrane, a glavni izvori uključuju žitarice, uljarice, orašaste plodove i mahunarke iz tropskih i umjerenih regija. Također je pronađen u suhomesnatim proizvodima i tvrdim sirevima te je jedna od gljiva odgovornih za truljenje u svježem krušnom voću, kao i jedan od uzroka neugodnog okusa 'Rio defect'²⁰⁰ u kavi zbog stvaranja trikloranizola²⁰¹.

A. versicolor je glavni proizvođač sterigmatocistina, karcinogena koji je prekursor aflatoksina, ali ova vrsta ne proizvodi aflatoksine. Prijavljena je prirodna pojava sterigmatocistina u riži u Japanu, pšenici i ječmu u Kanadi, proizvodima na bazi žitarica u Ujedinjenom Kraljevstvu i Ras siru. Sterigmatocistin je također zabilježen u zgradama i građevinskim materijalima zahvaćenim plijesni²⁰² (slika 112).



Slika 112. *Aspergillus versicolor*, SEM snimak²⁰³

¹⁹⁹ *Aspergillus versicolor*, <https://microchemlab.com/microorganisms/aspergillus-versicolor/> pristupljeno 11.4.2024.

²⁰⁰ *Rio defect* je neugodan okus kave povezan s neugodnim medicinskim, fenolnim i jodnim notama gdje je 2,4,6-trikloroanizol (TCA) glavni marker ove promjene. *Rio defect* pogađa 20% brazilskih kava, no zabilježen je i kod kava s drugih zemljopisnih područja. ROMANO, A., NAVARINI, L., LONZARICH, V., BOGIALLI, S., PASTORE, P., CAPPELLIN, L. (2022) *2,4,6-Trichloroanisole Off-Flavor Screening in Green Coffea arabica by a Novel Vocus NO⁺ CI-MS Method: A Study on Green Coffee from Different Geographical Origins*. U: *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70, str. 11412-11418.

²⁰¹ HOCKING, A.D. (2006) *17 – Aspergillus and related teleomorphs*. U: *Food Spoilage Microorganisms*, str. 451 – 587.

²⁰² Ibid.

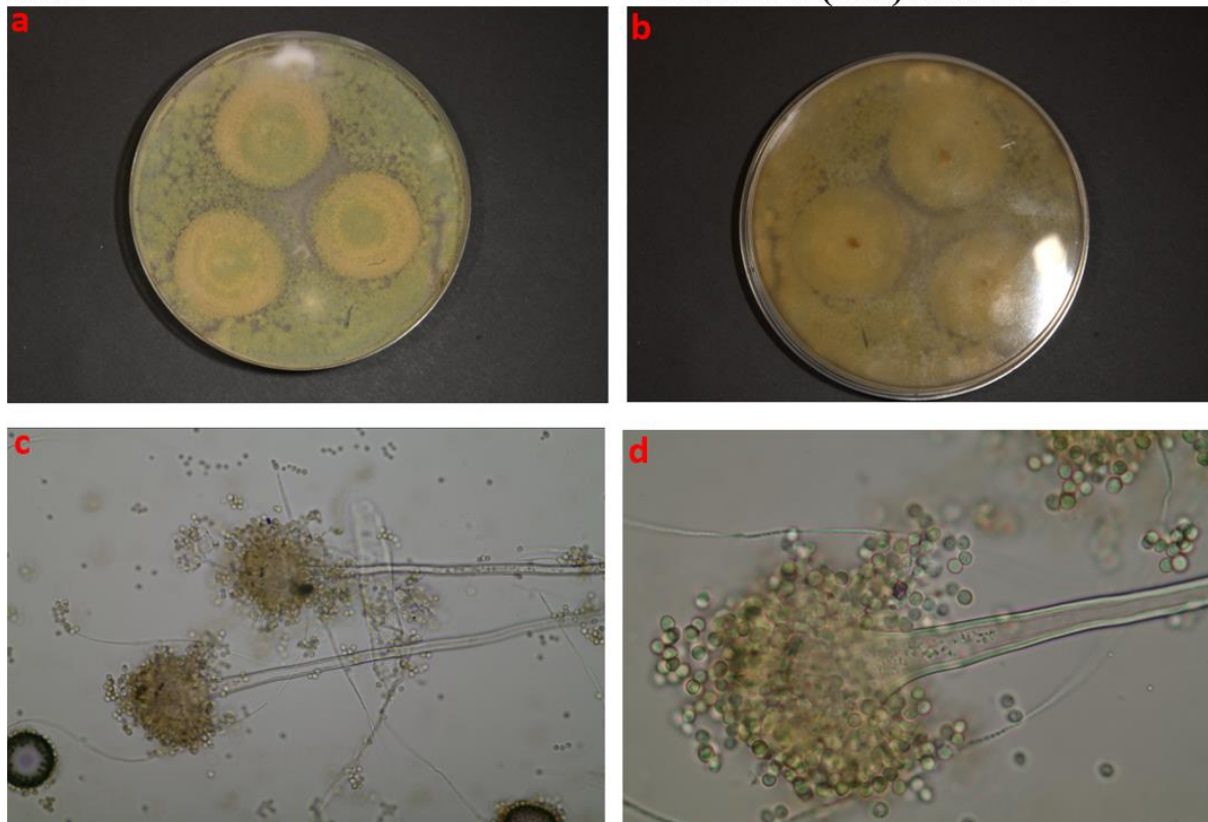
²⁰³ Dennis Kunkel Microscopy/science Photo Library, <https://sciencephotogallery.com/featured/2-mould-aspergillus-versicolor-dennis-kunkel-microscopy-science-photo-library.html> pristupljeno 11.4.2024.

5.1.11. AS12, AS14, AS15 - *Aspergillus creber* Jurjević, S.W. Peterson & B.W. Horn

U uzorku AS12 utvrđena je vrsta *Aspergillus creber*. Kolonija ove gljive dobivena je naciepljivanjem uzorka sa slike 2 (Ikona) na supstrat od nesterilizirane želatine. Kolonija nakon tjedan dana inkubacije na 24 °C doseže promjer 1 mm, a nakon dva tjedna 31.6 mm. Na MY50G supstratu kolonija raste vrlo uspješno (slika 113).

AS12

2C MY50G (GA') 26.07.2023.

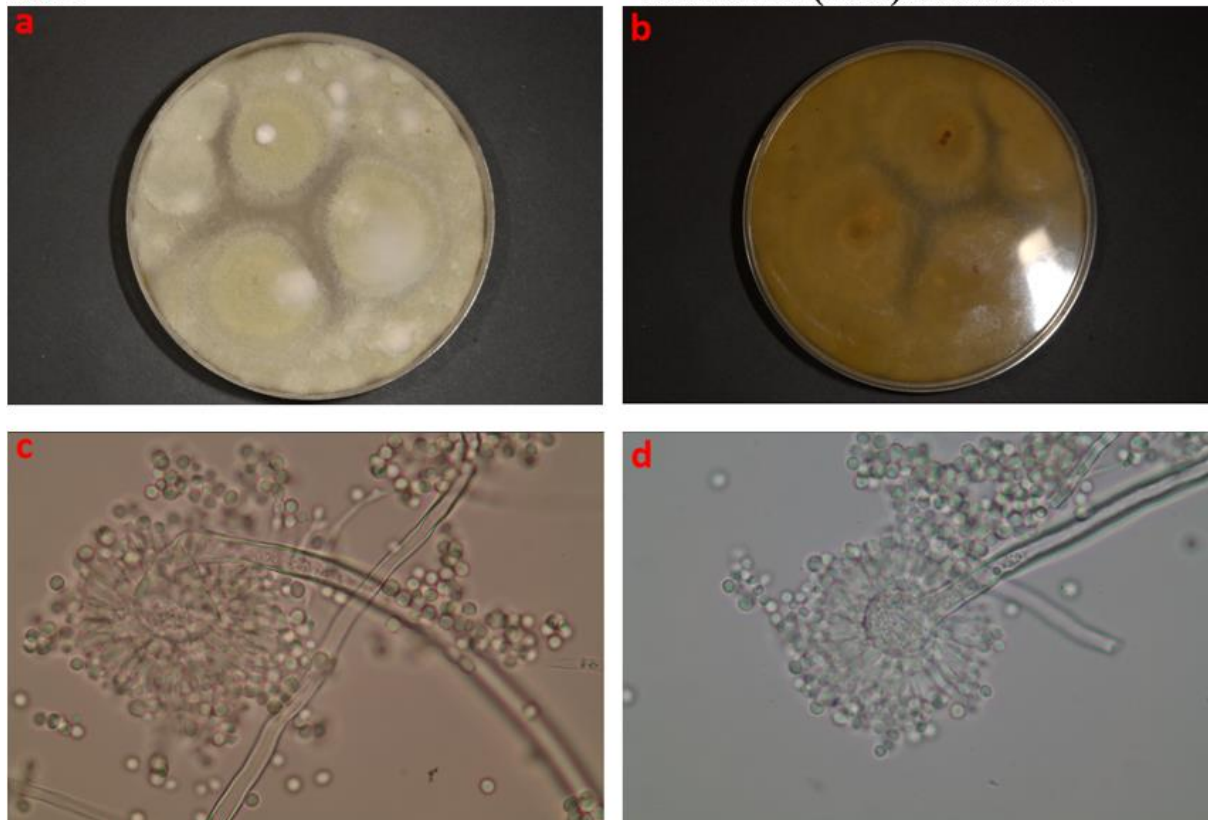


Slika 113. Vrsta *Aspergillus creber* Jurjević, S.W.Peterson & B.W.Horn: a – obverzija, b – reverzija, c – d – mikro snimak

U uzorku AS14 utvrđena je vrsta *Aspergillus creber*. Kolonija ove gljive dobivena je naciepljivanjem uzorka sa slike 3 (Gospodin s naočalama) na supstrat od nesterilizirane želatine. Kolonija nakon tjedan dana inkubacije na 24 °C doseže promjer 1 mm, a nakon dva tjedna 36.6 mm. Na MY50G supstratu kolonija raste vrlo uspješno (slika 114).

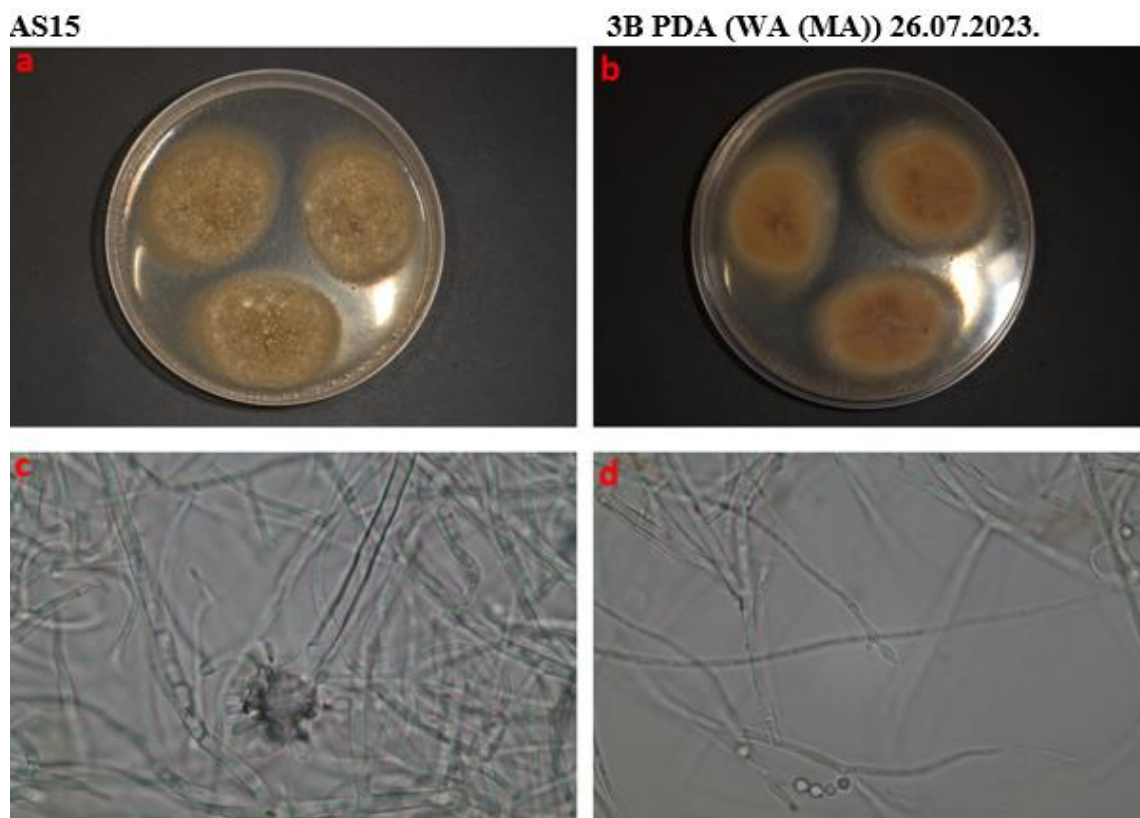
AS14

3A MY50G (PDA) 26.07.2023.



Slika 114. Vrsta *Aspergillus creber* Jurjević, S.W.Peterson & B.W.Horn: a – obverzija, b – reverzija, c – d – mikro snimak

U uzorku AS15 utvrđena je vrsta *Aspergillus creber*. Kolonija ove gljive dobivena je naciepljivanjem uzorka sa slike 3 (Gospodin s naočalama) na supstrat od nesterilizirane želatine. Kolonija nakon tjedan dana inkubacije na 24 °C doseže promjer 4.7 mm, a nakon dva tjedna 22.7 mm. Na PDA supstratu kolonija raste dobro (slika 115).



Slika 115. Vrsta *Aspergillus creber* Jurjević, S.W.Peterson & B.W.Horn: a – obverzija, b – reverzija, c – d – mikro snimak

Opis vrste *Aspergillus creber* temeljen na uzorku AS12:

Šira središnja zona je krupičaste strukture. Boje je zelene zemlje. Središnji pojas je također krupičast, a boja je blijedi oker koji varira do tople svijetlo roze boje. Rub kolonije ne postoji kao posebna zona. Reverzija odgovara obverziji. Konidiofori mononematozni, cilindrični, slabo septirani, izrazito debelostjeni s većim brojem slojeva. Vrh je batinasto glavičast, zadebljan u obliku vezikule. Metule kratke i pravokutne. Fijalide kratko lageniformne do izduženo lageniformne s kratkim vratom. Kolarete vrlo slabo izražene. Zrele konidije subglobozne, vrlo fino bradavičasto ornamentirane. Stijenke srednje debljine, blijedo zelene boje.

Aspergillus creber je vrsta gljive iz roda *Aspergillus*, sekcije *Versicolores*. Vrsta je po prvi put opisana 2012., a riječ je o najčešće izoliranoj vrsti iz uzoraka zraka u zatvorenim prostorima u SAD-u²⁰⁴.

²⁰⁴ JURJEVIC, Z., PETERSON, S.W., HORN, B.W. (2012). *Aspergillus* section *Versicolores*: nine new species and multilocus dNA sequence based phylogeny. U: IMA Fungus, 3, str. 59–79., SIQUEIRA, J.P.Z., SUTTON, D.A., GARCIA, D., GENÉ, J., THOMSON, P., WIEDERHOLD, N., GUARRO, J. (2016) *Species diversity of*

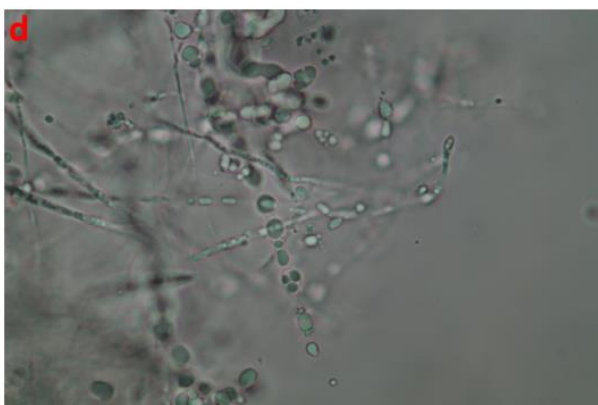
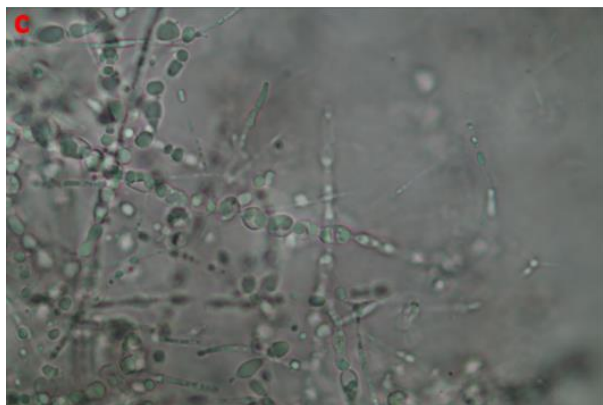
5.1.12.AS13 - *Thelebolales* sp.

U uzorku AS13 utvrđena je neidentificirana vrsta iz reda *Thelebolales*. Kolonija ove gljive dobivena je nacjepljivanjem uzorka sa slike 2 (Ikona) na supstrat od nesterilizirane želatine. Kolonija nakon tjedan dana inkubacije na 24 °C doseže promjer 9.8 mm, a nakon dva tjedna 15.3 mm. Na PDA supstratu kolonija raste dobro, no dosta sporo. Cijela kolonija je glatke i sjajne, koncentrično nabrane forme, krem bijele boje. Rub kolonije je radijalno miceliozan. Konidiofori nisu diferencirani. Micelij se pretežno sastoji od moniliformno napuhanih stanica koje se protežu u cilindrično hifalne vrške. Propagule nisu slobodne. Stanice s funkcijom rasprostranjivanja nisu uočene (slika 116).

AS13



2C PDA (GA-") 26.07.2023.



Slika 116. Vrsta *Thelebolales* sp.: a – obverzija, b – reverzija, c – d – mikro snimak

Thelebolales je red gljiva unutar razreda *Leotiomyces*, odjeljak *Ascomycota*. Pripadnici ovoga reda su globalno rasprostranjeni, s različitim ekološkim karakteristikama. Klasifikacija reda *Thelebolales* do danas je kontroverzna²⁰⁵.

Thelebolales su zabilježeni kao saprotrofi na mrtvom biljnom materijalu, rijetko kao biljni paraziti, također i kao životinjski patogeni, npr. dobro poznata bolest bijelog nosa šišmiša. Osim toga, nekoliko članova *Thelebolales* su keratinofilni; tj. mogu napasti i razgraditi keratinski materijal²⁰⁶.

Porodica *Thelebolaceae* važna je u redu *Thelebolales* zbog nekoliko vrsta koje mogu proizvesti proteine protiv smrzavanja, proteine koji vežu led i neke sekundarne metabolite s potencijalnim vrijednostima primjene koje nude vrijedne resurse za biotehnoško iskorištavanje.

5.1.13. VRSTA *Aspergillus halophilicus*

Vrsta *Aspergillus halophilicus* utvrđena je na svim uzorcima sastruganim direktno sa slika. *Aspergillus halophilicus* je vrsta gljive iz roda *Aspergillus*, sekcije *Restricti*. Vrsta je prvi put opisana 1959.²⁰⁷ Izoliran je iz osušenog kukuruza u Sjedinjenim Američkim Državama i tekstila u Nizozemskoj. Zabilježeno je da proizvodi hetoviridin A, deoksibrevianamid E, pseurotin A, pseurotin D, rugulusovin, stahibotriamid i triprostatin B²⁰⁸. Riječ je o gljivama koje mogu rasti na supstratima s niskom aktivnošću vode i u ekstremnim uvjetima²⁰⁹.

Tipična pojava infestacije *A. halophilicus* javlja se kao širenje rasta bijelog micelija koji stvara raštrkane mrlje, uglavnom na svescima s kožnim ili tkaninskim uvezima. Nedavne studije

²⁰⁵ ZHANG, Z.Y., HAN, Y.F., CHEN, W.H., TAO, G. (2023) *Additions to Thelebolales (Leotiomyces, Ascomycota): Pseudogeomyces lindneri gen. et sp. nov. and Pseudogymnoascus campensis sp.* U: MycoKeys, 95, str.47-60.

²⁰⁶ ZHANG, Z., DONG, C., CHEN, W., MOU, Q., LU, X., HAN, Y., HUANG, J., LIANG, Z. (2020) *The Enigmatic Thelebolaceae (Thelebolales, leotiomyces): One New Genus Solomyces and Five New Species.* U: Frontiers in Microbiology, 11, str. 572 – 596.

²⁰⁷ CHRISTENSEN, C.M., PAPAVIDAS, G.C., BENJAMIN, C.R. (1959) *A new halophilic species of Eurotium.* U: Mycologia, 51, str. 636 – 640.

²⁰⁸ SKLENAR, F., JURJEVIC, Z., ZALAR, P., FRISVAD, J.C., VISAGIE, C.M., KOLARIK, M., HOUBRAKEN, J., CHEN, A.J., YILMAZ, N., SEIFERT, K.A., COTON, M., DÉNIEL, F., GUNDE-CIMERMAN, N., SAMSON, R.A., PETERSON, S.W., HUBKA, V. (2017) *Phylogeny of xerophilic aspergilli (subgenus Aspergillus) and taxonomic revision of section Restricti.* U: Studies in Mycology, 88, str. 161–236.

²⁰⁹ Ibid.

identificirale su kserofilnu gljivu *Eurotium halophilicum* (anamorf *Aspergillus halophilicus*) kao odgovornu za ovu vrstu kontaminacije²¹⁰.

Zbog svojih posebnih uvjeta rasta, ova je gljiva izolirana iz suhe hrane i unutarne prašine s *Aspergillus penicillioides* i grinjama. Od nedavno ju se povezano s biološkim propadanjem knjiga i papira, a posebno kada su prisutne vrlo specifične mikroniše unutar muzeja, knjižnica ili arhiva, gdje se te gljive uspješno razvijaju i kada se opći uvjeti okoliša čine savršenima za očuvanje kulturne baštine. Ove niše karakterizira slaba ventilacija i prisutnost gradijenta vodene pare koji može dovesti do kondenzacije na pojedinim materijalima nakon naglog pada temperature ili termo-higrometrijskih ciklusa noć-dan. Čini se da ovi osebujni, često vrlo lokalni uvjeti zajedno s kišnim periodima u obično suhim okruženjima pogoduju razvoju osmofilnih i kserofilnih vrsta gljiva. Slični obrasci kolonizacije i mikroskopske značajke uočene u nekoliko talijanskih studija koje sugeriraju da bi *E. halophilicum* mogla imati veliku distribuciju u spremištima s *Compactus policama*, ali njeno otkrivanje može biti uvelike podcijenjeno. Neadekvatnost postupaka uzorkovanja i vrlo spor rast gljive na većini medija vjerojatno su glavni razlozi dosadašnjih podcjenjivanja²¹¹.

U proljeće 2013. otkrivena je rasprostranjena gljivična kontaminacija unutar jedne od knjižnica Sveučilišta Ca' Foscari u Veneciji (Italija). Pohranjeno na policama *Compactusa*, više od 27.000 starih knjiga je bilo uočeno s bijelom izraslinom sličnom tipičnoj kolonizaciji *E. halophilicum*, a cilj ove studije bio je provjeriti je li to doista uzrokovano ovom gljivicom. Provedene su aerobiološke analize kako bi se okarakteriziralo okruženje spremišta kako bi se pronašla veza između gljivica koje se prenose zrakom i uočenog fenomena propadanja knjiga²¹². U novije vrijeme, u Italiji i Slovačkoj, prisutnost *A. halophilicum* povezana je s knjižničnom građom. U mnogim slučajevima nakupljanje prašine u arhivama tijekom godina stvorilo je mirkookruženje koje je pogodovalo rastu *A. halophilicum*²¹³.

Rezultati studije provedene u Sloveniji potvrdili su da tolerancija *A. halophilicus* na boju ovisi o vrsti ili soju te da čak i na razini RH od samo 55 %, što neki stručnjaci smatraju

²¹⁰ MICHELUZ, A., MANENTE, S., TIGINI, V., PRIGIONE, V., PINZARI, F., RAVAGNAN, G., VARESE, G.C. (2015) *The extreme environment of a library: Xerophilic fungi inhabiting indoor niches*. U: International Biodeterioration & Biodegradation, 99, str. 1-7.

²¹¹ Ibid.

²¹² Ibid.

²¹³ POLO, A., CAPPITELLI, F., VILLA, F., PINZARI, F. (2017) *Biological invasion in the indoor environment: the spread of Eurotium halophilicum on library materials*. U: International Biodeterioration & Biodegradation, 118, str. 34-44.

graničnom linijom za rast gljiva u muzejskom okruženju, određene kseroofilne gljive vrste mogu još uvijek kontaminirati slikani sloj, posebno ako se nalazi na drvenoj podlozi i ako su prisutni pigmenti na bazi željeza²¹⁴.

5.2. TRETIRANJE ESENCIJALNIM ULJIMA

Prema prethodnim istraživanjima koja su utvrdila minimalnu inhibiciju i minimalne baktericidne koncentracije u tekućem mediju²¹⁵ te potencijalno visoku bioaktivnu fazu pare, a prema kojima je utvrđeno da pojedina EO pokazuju antimikrobnu aktivnost koja ne zahtijeva izravan kontakt s EO, izvedeni su testovi s odabrana četiri eterična ulja: timijan (*Thymus vulgaris* L.²¹⁶), klinčić (*Eugenia caryophyllata* L.²¹⁷), kadulja (*Salvia sclarea* L.²¹⁸) i lavanda (*Lavandula angustifolia* Mill.²¹⁹) na tri vrste iz roda *Aspergillus*; *Aspergillus glabripes* (AS3), *Aspergillus versicolor* (AS11) i *Aspergillus creber* (AS14). Riječ je o komercijalno dostupnim eteričnim uljima.

Nakon tjedan dana sva četiri EO su pokazala antifungalno djelovanje, ali različitih uspješnosti. U ovoj fazi testiranja najučinkovitiji se pokazao timijan koji je kod svih uzoraka pokazao antifungalno djelovanje. Nakon timijana, po učinku djelovanja slijedi klinčić koji je u svim uzorcima pokazao antifungalno djelovanje, ali slabijeg intenziteta, budući da su se djelomično razvile gljive, međutim jasna je zona inhibicije rasta. Kadulja i lavanda su pokazale

²¹⁴ KOSEL, J., KAVČIČ, M., LEGAN, L., RETKO, K., ROPRET, P. (2021) *Evaluating the xerophilic potential of moulds on selected egg tempera paints on glass and wooden supports using fluorescent microscopy*. U: Journal of Cultural Heritage, 52, str. 44 - 54.

²¹⁵ TSIRI, D., GRAIKOU, K., POBŁOCKA-OLECH, L., KRAUZE-BARANOWSKA, M., SPYROPOULOS, C., CHINOI, I. (2009) *Chemosystematic value of essential oil composition of Thuja species cultivated in Poland-Antimicrobial activity*. U: Molecules 14, str. 4707-4715., POATY, B., LAHLAH, J., PORQUERES, F., BOUAFIF, H. (2015) *Composition, antimicrobial and antioxidant activities of seven essential oils from the North American boreal forest*. U: World Journal of Microbiology and Biotechnology 31, str. 907-919., PUŠKÁROVÁ, A., BUČKOVÁ, M., KRAKOVÁ, L., PANGALLO, D., KOZICS, K. (2017) *The antibacterial and antifungal activity of six essential oils and their cyto/genotoxicity to human HEL 12469 cells*, U: Scientific Reports 7, broj članka 8211

²¹⁶ Timijan kenotip linalol, <https://kemig4u.hr/proizvodi-2/timijan-kt-linalol-eter-ulje-5-ml-pranarom/> pristupljeno 10.4.2024.

²¹⁷ Klinčićevac eterično ulje, <https://kemig4u.hr/proizvodi-2/klincicevac-eter-ulje-10-ml-pranarom/> pristupljeno 10.4.2024.

²¹⁸ Kadulja muškata eterično ulje, <https://kemig4u.hr/proizvodi-2/kadulja-muskatna-eter-ulje-10-ml-pranarom/> pristupljeno 10.4.2024.

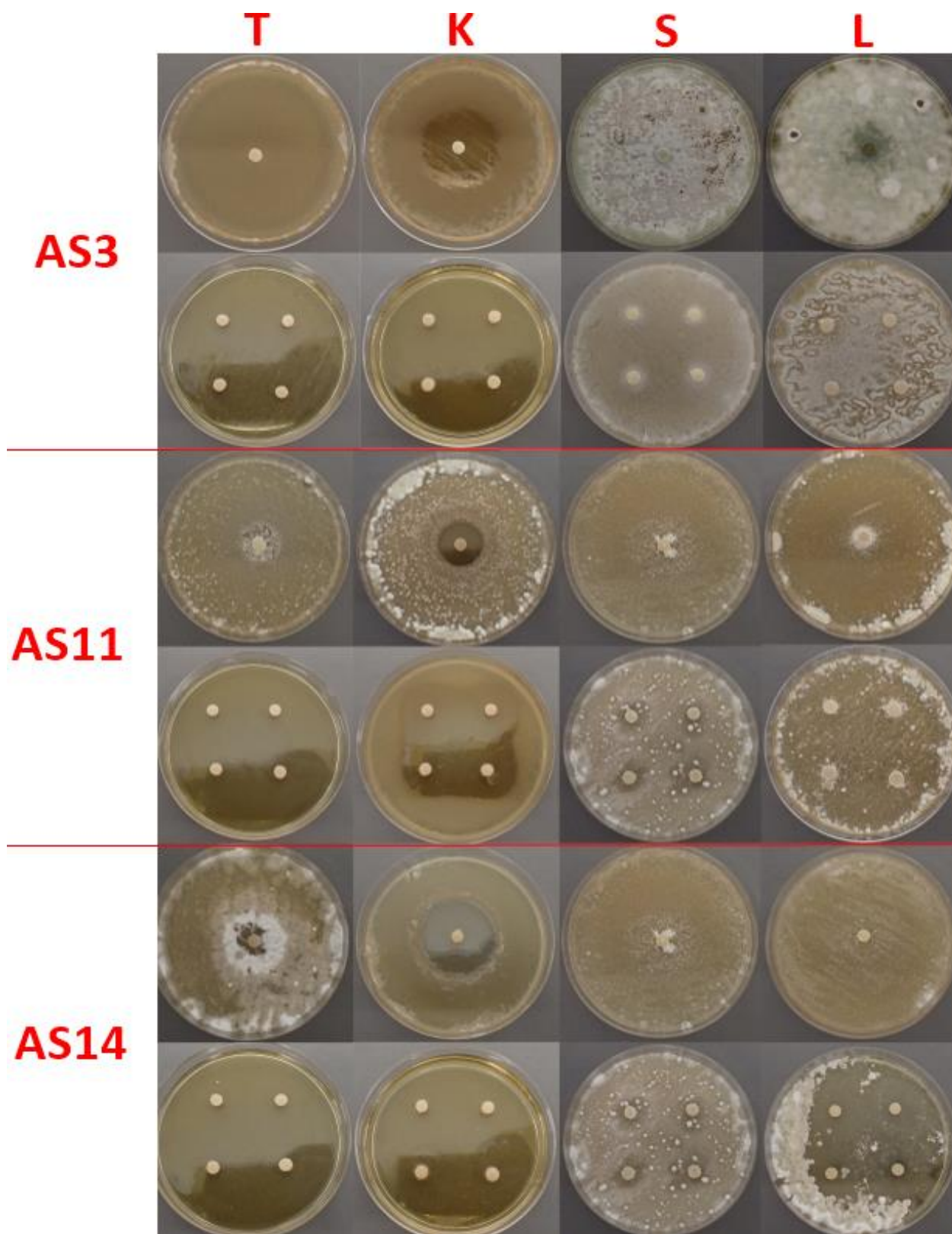
²¹⁹ Lavanda eterično ulje, <https://kemig4u.hr/proizvodi-2/lavanda-eter-ulje-10-ml-pranarom/> pristupljeno 10.04.2024.

najmanju učinkovitost antifungalnog djelovanja na uzorcima i to samo kod uzoraka AS3 i AS11 u Petrijevim zdjelicama s po četiri diska.

Nakon mjesec dana utvrđeno je da su samo dva od četiri EO pokazala učinkovito antifungalno djelovanje. U ovoj fazi testiranja timijan se pokazao manje uspješnim od klinčića. Naime, potpuno antifungalno djelovanje kod timijana je jedino kod uzoraka s četiri diska, dok je kod EO klinčića utvrđeno uspješno antifungalno djelovanje na sve vrste – neovisno o broju diskova u Petrijevim zdjelama. Kadulja i lavanda nisu pokazale antifungalno djelovanje te su u svim uzorcima gljive prerasle Petrijeve zdjelice, uključujući i diskove s uljima.

Komparacijom rezultata tretiranja esencijalnim uljima nakon sedam i mjesec dana pokazalo se neujednačeno djelovanje EO timijana i klinčića. Naime, nakon sedam dana je timijan pokazao snažno antifungalno djelovanje na svim uzorcima i neovisno o broju diskova, dok je klinčić pokazao slabije antifungalno djelovanje u odnosu na timijan.

Nakon mjesec dana, uočena je razlika u antifungalnom djelovanju EO timijana i klinčića te zavisnost o broju diskova. Nakon mjesec dana, kod timijana je uočena inhibicija rasta isključivo u Petrijevim zdjelicama s četiri diska, a u zdjelicama s jednim diskom nisu vidljive zone inhibicije rasta. Kod klinčića je uočena inhibicija rasta u svim Petrijevim zdjelicama, neovisno o broju diskova, te kod svih uzoraka uz manja odstupanja. Kod svih uzoraka u slučaju kadulje i lavande, gljive su u potpunosti prerasle Petrijeve zdjelice, te nije uočena nikakva zona inhibicije rasta neovisno o broju diskova (slika 117)



Slika 117. Rezultati tretiranja EO nakon mjesec dana – T (timijan - *Thymus vulgaris* L.), K (klinčić - *Eugenia caryophyllata* L.), S (kadulja - *Salvia sclarea* L.) i L (lavanda - *Lavandula angustifolia* Mill.) (fotografirao: Antun Škrlec, 10.5.2024.)

6. RASPRAVA

Propadanje umjetničkih predmeta u čuvaonicama unutar kojih su postavljeni uvjeti za koje smatramo da su sigurni za pohranu, zadnjih desetljeća je sve više rastući problem. Naime, diljem svijeta, na različitim umjetničkim predmetima, vidljive su kolonizacije gljiva. To je rezultiralo nizom znanstvenih istraživanja. Na temelju pojedinih istraživanja su započeli i istražni radovi na slici „Portret muškarca“.

Prema člancima Bastholm i sur. (2022), Montanari i sur. (2012) te Liu i sur. (2018), nakon preliminarnog pregleda čuvaonice gdje nisu utvrđeni vanjski izvori vlage (npr. puknuće cijevi, curenje vode i sl.), provedena su istraživanja sa šireg obima kako bi se utvrdili uzroci problema. Navedena istraživanja uključila su provjere zgrade i čuvaonice, uzorkovanje gljiva s površine kontaminiranih predmeta, njihovu izolaciju u čiste kulture i identifikaciju DNA barkodiranjem, te usporedbu dobivenih rezultata sa stručnom literaturom. U čuvaonici Akademije likovnih umjetnosti u Zagrebu gdje je pohranjena istraživana slika također uočavamo isti problem. U prostoru gdje su kontrolirani uvjeti i RH ispod 55% primijećene su kolonije bijelih gljiva na slici. Gljiva sa slike je uzorkovana te je provedeno sekvenciranje DNA s ciljem njezine identifikacije.

Prema Bastholm i sur. (2022), u slučaju danskih čuvaonica, nije utvrđena kolonizacija gljiva na zidovima čuvaonice, već samo na umjetničkim predmetima. Istraživanje je utvrdilo kako se gljive s umjetničkih predmeta nisu razvile na klasičnim podlogama (DG18-agar i V8@agar), već na podlogama s niskom aktivnošću vode (npr. MY50G). Sekvenciranjem DNA utvrđene su visoke koncentracije kserofilnih gljiva, među kojima su *Aspergillus halophilicus*, *Aspergillus domesticus*, *Aspergillus magnivesiculatus* i *Aspergillus vitricola*. Riječ je o gljivama koje karakterizira rast pri niskoj aktivnosti vode, što odgovara niskoj relativnoj vlažnosti u čuvaonicama. Studija je pokazala da se ispitivanjem istih gljiva različitim pristupima mogu dobiti vrlo različiti rezultati. Studija je također naglasila kako smjernice za očuvanje kulturne baštine nisu na odgovarajući način uključile kserofilne gljive. Također, navodi kako bi bliska suradnja mikologa i stručnjaka s područja očuvanja kulturne baštine mogla razviti standardiziranije i ciljanije metode detekcije kolonizacije gljiva i prevencije za čuvaonice. U konačnici, rizik od rasta kserofilnih gljiva treba uključiti u preventivne konzervatorske smjernice očuvanja kulturne baštine te zdravlja muzejskih djelatnika. U ovom

diplomskom radu, DNA sekvenciranjem uzorka gljive direktno sa slike, utvrđena je kserofilna vrsta *Aspergillus halophilicus*. U početku istraživanja se nije znalo o kojoj bi vrsti moglo biti riječ pa se za izolaciju gljive u čistoj kulturi nije na vrijeme koristila adekvatna hranjiva podloga s niskom aktivnošću vode. U ovome istraživanju koristile su se u prvom redu klasične hranjive podloge za izolaciju gljiva (WA i PDA) te s eksperimentalne podlogame koje su trebale oponašati hranjivu podlogu sličnu onima na slikama (GA, RGA).

Montanari i sur. (2012) ispitivali su propadanje povijesne knjižnične građe u arhivima i knjižnicama u Italiji s posebnim naglaskom na Compactus police koje se koriste za čuvanje knjižnične građe. Međutim, posljednjih desetak godina bilo je mnogo izvješća koja navode kolonizacije gljiva unatoč konvencionalnoj kontroli vlage i temperature prema muzejskim standardima. Kontaminacija se očitovala bijelim mrljama micelija promjera 0,5 – 1 cm te koje su u većoj mjeri uočene na predmetima od kože, pergamene i tekstila. Za rast gljiva s niskom aktivnosti vode dovoljne su male promjene mikrokline koje karakteriziraju promjene temperature ili relativne vlage zbog izmjene dana i noći. Rezultati istraživanja su ukazali na *Eurotium halophilicum*, a identitet gljive je utvrđen pomoću kombinacije konvencionalnih, molekularnih i SEM metoda. Izolacija gljive postignuta je samo izravnim nanošenjem na DG18 agar podlogu. Pretpostavlja se da su neuspjesi u prethodnim istraživanjima rezultati neadekvatnih postupaka uzorkovanja i neprikladnih agar podloga. Pojava ove gljive može biti podcijenjena upravo zbog neadekvatnosti klasičnih metoda i njezinog vrlo sporog rasta na tipičnom mediju za uzgoj gljiva. Zaključno, konvencionalne metode za čuvanje knjižničke građe nedostatne su za sprječavanje kolonizacije gljiva, posebno ako se radi o zatvorenim sustavima sa slabom stropnom ventilacijom, kao što su to police tipa Compactus. Pokrenuta su brojna istraživanja u talijanskim knjižnicama te u laboratorijima, s posebnom pažnjom na *Eurotium halophilicum*, metaboličke procese i štetu koja je izazvana na knjigama.

Liu i sur. (2018) istraživali su kolonizaciju gljiva odgovornu za biodeterioraciju umjetničkih predmeta iz čuvaonice muzeja Tianjin, Kina. SEM analizom potvrđena je *Eurotium halophilicum*. Analiza lančane reakcije polimerazom (qPCR) utvrdila je da su gljive glavni uzrok biodeterioracije. ITS sekvenciranjem utvrđene su dvije gljive - *Eurotium halophilicum* i *Aspergillus penicillioides*. Molekularna identifikacija vrsta gljiva s površina umjetnina i iz zraka utvrdila je gljive najbližije vrstama iz rodova *Chaetomium*, *Aspergillus*, *Penicillium* i *Fusarium* te su vidljive razlike u odnosu na sekvenciranje ITS genske regije. Među gljivama otkrivenim ITS sekvenciranjem, većina uzoraka odgovarala je vrsti *Eurotium halophilicum*, gljivu čije je konidalno stanje *Aspergillus halophilicum*. *Eurotium halophilicum* je kserofilna

gljiva s visokom otpornošću na nedostatak vode te je minimalna aktivnost za njeno klijanje 0,675, dok se rast ne događa iznad 0,935. Još jedna kserofilna gljiva, *Aspergillus penicillioides*, je također često izolirana na kontaminiranim knjigama u rukopisima. *A. penicillioides* čest je uzrok propadanja organskih i sintetičkih materijala i često su povezani s oštećenjem muzejskih predmeta zbog lučenja enzima koji razgrađuju celulozne materijale i izazivaju promjene boje.

Zalar i sur. (2023) istraživali su kolonizaciju gljiva na štafelajnim slikama u Sloveniji. Najzastupljeniji rod gljiva je bio *Aspergillus*, zastupljen sa 32 vrste, od kojih je 9 kserofilnih. Gljive istraživane u ovom diplomskom radu koje su utvrdili i Zalar i sur. (2023) jesu sljedeće vrste: *Penicillium chrysogenum*, *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus creber* i *Aspergillus halophilicus*.

Pregledom dostupne literature, u slučaju slike „Portret muškarca“, „Portret muškarca s naočalama“ i ikone „Bogorodica s Djetetom“ utvrđeno je 12 vrsta gljiva, od kojih su *Aspergillus halophilicus*, *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus creber* i *Penicillium chrysogenum* najčešće izolirane gljive u ostalim istraživanjima.

Nakon identifikacije vrsta gljiva napravljene su probe tretiranja esencijalnim uljima na uzorcima AS3, AS11 i AS14. Probe su pripremljene prema prethodnim istraživanjima koja proveli Puškarova i sur. (2017) i Kubinec i sur. (2020). Iz spomenutih radova preuzeta su četiri esencijalna ulja za testove, zbog toga što su pokazali izvrsna antifungalna svojstva na rod *Aspergillus*. Također, testirana je pretpostavka o većoj učinkovitosti ulja u parnoj fazi, što je i potvrđeno rezultatima promatranja unutar mjesec dana. U slučaju ovog istraživanja, samo su dva od četiri EO pokazala učinkovito antifungalno djelovanje. Timijan se pokazao manje uspješnim od klinčića. Potpuno antifungalno djelovanje timijana na sve tri testirane gljive jedino je uočeno samo kada su gljive bile izložene ulju sa četiri diska. Ovaj podatak ukazuje na mogućnost djelovanja bioaktivne faze pare timijana, kako su pretpostavili Puškarova i sur. (2017). Ovaj rezultat ukazuje na uspješnost antifungalnog djelovanja timijana u parnoj fazi, u situacijama kada je koncentracija viša. Ovu pretpostavku potrebno je potvrditi dodatnim znanstvenim istraživanjima, kao i utvrditi točnu koncentraciju učinkovitog djelovanja EO timijana. S druge strane, klinčić je pokazao inhibiciju rasta na svim uzorcima, neovisno o broju diskova. Također, klinčić na neke vrste gljiva djeluje jače, a na neke slabije.

7. ZAKLJUČAK

Na temelju rezultata istraživanja kolonizacije gljivama na slikama „Portret muškarca“ te kontrolnoj slici „Portret muškarca s naočalama“ i ikoni „Bogorodica s Djetetom“ proizlaze sljedeći zaključci:

- DNA sekvenciranjem uzorka gljive direktno sa slike utvrđena je kserofilna vrsta *Aspergillus halophilicus*.
- Izolacijom gljiva u čistim kulturama nije postignut cilj dobivanja gljive *Aspergillus halophilicus* u čistoj kulturi jer ona za rast zahtijeva posebnu formulaciju podloge za rast kserofilnih gljiva.
- Izolacijom gljiva u čiste kulture nije dobivena vrsta koja je razvijena na slici u čuvaonici ALU, no sekvencioniranjem gljiva dobivenih u čistim kulturama potvrđene su vrste koje inače kontaminiraju prostore u kojima se čuvaju umjetnine te daju bolji uvid u problematiku kontaminacije gljivama na umjetninama.
- Identificirane vrste iz izabranih 15 kolonija dobivenih u čistim kulturama su: *Fomes fomentarius*, *Porostereum spadiceum*, *Aspergillus glabripes*, *Penicillium chrysogenum*, *Aureobasidium pullulans*, *Penicillium solitum*, *Beauveria* sp., *Fusarium fujikuroi*, *Trametes versicolor*, *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus creber* i *Thelebolales* sp.
- Najučestalije vrste gljiva koje kontaminiraju umjetnine pripadaju rodu *Aspergillus*.
- Standardne metode preventivne konzervacije za čuvanje umjetnina u čuvaonicama ne uključuju i kserofilne gljive.

Mnogobrojna istraživanja potvrđuju probleme izazvane kontaminacijama kserofilnih gljiva unutar kontroliranih uvjeta muzejskih prostora. Takva istraživanja postavljaju novo pitanje oko rješavanja problematike kroz daljnja istraživanja. To pitanje djelomično je odgovoreno kroz probe tretiranja esencijalnim uljima. Da bi odgovor bio potpun, nužno je nastaviti testiranje esencijalnim uljima te utvrditi njihovo djelovanje na samu materiju umjetnine i konzervatorsko restauratorske materijale te najbolji način njihove primjene.

8. POPIS LITERATURE

Pisana literatura:

1. APIRAJKAMOL, N.B., HOGARTY, T.M., MAINALI, B., TAYLOR, P.W., WALSH, T.K., TAY, W.T. (2023) *Virulence of Beauveria sp. and Metarhizium sp. fungi towards fall armyworm (Spodoptera frugiperda)*. U: Archives of Microbiology, 205, broj članka 328
2. ASHELFORD, J. (1996) *The Art of Dress: Clothes and Society, 1500-1914*. London: National Trust
3. BACH, I. ur. (1955) *Tkalčičev zbornik*. Zbornik radova posvećen sedamdesetgodišnjici Vladimira Tkalčića. Prvi svezak. Zagreb: Muzej za umjetnost i obrt
4. BARBARIN, A.M., JENKINS, N.E., RAJOTTE, E.G., THOMAS, M.B. (2012). *A preliminary evaluation of the potential of Beauveria bassiana for bed bug control*. U: Journal Invertebrate Pathology, 111, str. 82 - 85.
5. BERGKVIST, T.P. (2007) *Antimicrobial activity of four volatile essential oils*. Master thesis in Pharmacy, Charles Sturt University, Goteborg, Sweden
6. BLUMBERG, B.J., SHORT, S.M., DIMOPOULOS, G. (2016). *Employing the Mosquito Microflora for Disease Control*. U: Genetic Control of Malaria and Dengue. Elsevier, London UK., str. 335 - 362.
7. BOURHIS, K. ur (1989) *The Age of Napoleon: Costume from Revolution to Empire 1789-1815*. New York: The Metropolitan Museum of Art
8. BYRDE, P. (1992) *Nineteenth Century Fashion*. London: Batsford
9. CEN, Y.K., LIN, J.G, WANG, Y.L., LIU, Z.Q., ZZHENG, Y.G. (2020) *The Gibberellin Producer Fusarium fujikuroi: Methods and Technologies in the Current Toolkit*. U: Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 8, broj članka 232.
10. CORONADO-RUIZ, C., AVENDAÑO, R., ESCUDERO-LEYVA, E., CONEJO-BARBOZA, G., CHHAVERRI, P., CHAVARRÍA, M. (2018) *Two new cellulolytic fungal species isolated from a 19th-century art collection*. U: Scientific Reports 8, broj članka 7492

11. CHI, Z., WANG, F., CHI, Z., YUE, L. ZHANG, G (2009) *Bioproducts from Aureobasidium pullulans, a biotechnologically important yeast*. U: Applied Microbiology and Biotechnology 82, str. 793–804.
12. CHRISTENSEN, C.M., PAPAVIDAS, G.C., BENJAMIN, C.R. (1959) *A new halophilic species of Eurotium*. U: Mycologia, 51, str. 636 – 640.
13. CUMMING, V. ur.(2010) *The Dictionary of Fashion History*. New York: Berg
14. DAVIDSKON, H. (2019) *Dress in the Age of Jane Austen: Regency Fashion*. New Haven: Yale University Press
15. DENIS, B. ur.(2015) *Fashioning the Body: An Intimate History of the Silhouette*. New Haven: Yale University Press
16. DESNICA, V. (2012) *Instrumentalna analiza – skripta*. V1.1., Zagreb: Odsjek za restauriranje i konzerviranje umjetnina, Akademija likovnih umjetnosti
17. DUČAKIJEVIĆ, M., IGREC, E. (2019) *Stalni postav starih majstora*, Varaždin: Gradski muzej Varaždin
18. FIERRO, F., VACA, I., CASTILLO, N.I., GARCIA-RICO, R.O., CHÁVEZ, R. (2022) *Penicillium chrysogenum, a Vintage Model with a Cutting-Edge Profile in Biotechnology*. U: Microorganisms 10, broj članka 573
19. FOSTER, V. (1984) *A Visual History of Costume: The Nineteenth Century*. London: BT Batsford
20. FROMTLING, R.A., KOSANKE, S.D., JENSEN, J.M., BULMER, G.S. (1979) *Fatal Beauveria bassiana infection in a captive American alligator*. U: Journal of the American Veterinary Medical Association, 175, str. 934-936.
21. GARCÍA-MARTINEZ, J., BRUNK, M., AVALOS, J., TERPITZ, U. (2015) *The CarO rhodopsin of the fungus Fusarium fujikuroi is a light-driven proton pump that retards spore germination*. U: Scientific Reports, 5, broj članka 7798.
22. GEORG, L.K., (1962). *Mycotic pulmonary disease of captive giant tortoise due to Beauveria bassiana and Paecilomyces fumosoroseus*. U: Sabouraudia, 2, str. 80-86.,
23. GINSBURG, M. (1990) *The Hat: Trends and Traditions*. London: Studio Editions
24. GONÇALVES, V.N., CAMPOS, L.S., MELO, I.S. et al. (2013) *Penicillium solitum: a mesophilic, psychrotolerant fungus present in marine sediments from Antarctica*. U: Polar Biology, 36, str. 1823 – 1831.
25. GOSTINČAR, C., OHM, R.A., KOGEJ, T., SONJAK, S., TURK, M., ZAJC, J., ZAPAR, P. GRUBE, M., SUN, H., HAN, J., SHARMA, A., CHINIQUY, J., NGAN,

- C.Y., LIPZEN, A., BARRY, K., GIRGORIEV, I.V., GUNDE-CIMERMAN, N. (2014) *Genome sequencing of four Aureobasidium pullulans varieties: biotechnological potential, stress tolerance, and description of new species*. U: BMC Genomics 15, broj članka 549.
26. HAGIUDA, R., ODA, H., KAWAKAMI, Y., HIROSE, D. (2022) *Species Diversity based on Revised Systematics of Xerophilic Aspergillus section Restricti Isolated from Storage Rooms and Houses in Japan*. U: Biocontrol Science 27, str. 65 – 80.
27. HARLEY, R.D. (2001). *Artists' Pigments: c. 1600-1836*. London : Archetype Publications
28. HE, Z.H., WU, J., XU, L., HU, M.Y., XIE, M.M., HAO, Y.J., LI, S.J., SHAO, Z.Z., YANG, X.W. (2021) *Chemical Constituents of the Deep-Sea-Derived Penicillium solitum*. U: Marine Drugs, 19, broj članka 580
29. HENKE, M.O., DE HOOG, G.S., GROSS, U., ZIMMERMANN, G., KRAEMER, D., WEIG, M. (2002) *Human deep tissue infection with an entomopathogenic Beauveria species*. U: Journal of Clinical Microbiology, 40, str. 2698-2702.
30. HOCKING, A.D. (2006) *17 – Aspergillus and related teleomorphs*. U: Food Spoilage Microorganisms, str. 451 – 587.
31. HUSAN, H.M., SALLEH, B., ZAKARIA, L. (2011) *Molecular Identification of Fusarium Species in Gibberella fujikuroi Species Complex from Rice, Sugarcane and Maize from Peninsular Malaysia*. U: International Journal of Molecular Sciences, 12, str. 6722-6732.
32. INOUE, S., ABE, S., YAMAGUCHI, H., ASAKURA, M. (2003) *Comparative study of antimicrobial and cytotoxic effects of selected essential oils by gaseous and solution contacts*. U: International. Journal of Aromatherapy 13, str. 33–41.
33. INOUE, S. UCHIDA, K., ABE, S. (2006) *Vapor activity of 72 essential oils against a Trichophyton mentagrophytes*. U: Journal of Infection and Chemotherapy 12, str. 210–216.
34. JUDOVA, J., DUBIKOVA, K., GAPEROVA, S., GAPER, J., PRISTAS, P. (2012) *The occurrence and rapid discrimination of Fomes fomentarius genotypes by ITS-RFLP analysis*. U: Fungal Biology 116, str. 155 – 160.
35. JUSTO, A., HIBBETT, D. (2011). *Phylogenetic classification of Trametes (Basidiomycota, Polyporales) based on a five-marker dataset*. U: Taxon, 60, str. 1567-1583.

36. JURJEVIC, Z., PETERSON, S.W., HORN, B.W. (2012). *Aspergillus section Versicolores: nine new species and multilocus DNA sequence based phylogeny*. U: IMA Fungus, 3, str. 59–79.
37. KALITUKHA, L., SARI, M. (2021) *Chemical Composition and Ultraviolet Absorption Activity of an Aqueous Alkali Extract from the Fruiting Bodies of the Tinder Conk Mushroom, Fomes fomentarius (Agaricomycetes)*. U: International Journal of Medicinal Mushrooms 23, str. 23 – 37.
38. KISLA, T.A., CU-UNJIENG, A., SIGLER, L., SUGAR, J. (2000). *Medical management of Beauveria bassiana keratitis*. U: Cornea, 19, str. 405 – 406.
39. KOSEL, J., KAVČIČ, M., LEGAN, L., RETKO, K., ROPRET, P. (2021) *Evaluating the xerophilic potential of moulds on selected egg tempera paints on glass and wooden supports using fluorescent microscopy*. U: Journal of Cultural Heritage, 52, str. 44 - 54.
40. KUTEN, G. (1885) *Metodika prostoručnoga crtanja za obće pučke i gradjanske škole. Knjiga XVII*. Zagreb: Hrvatski pedagogijsko-književni sbor
41. LADOVIĆ, V. (1968) *Portreti Zagrepčana u 19. stoljeću. Izložba studeni – prosinac 1968*. Zagreb: Muzej grada Zagreba
42. LAVER, J. (2012) *Costume and Fashion: A Concise History*, Peto izdanje. London: Thames & Hudson, Ltd
43. LE BOURHIS, K. ur (1989) *The Age of Napoleon: Costume from Revolution to Empire 1789-1815*. New York: The Metropolitan Museum of Art
44. LEE, Y.M., LEE, H., HEO, Y.M., HONG, JOO-HYUN, JANG, S., KANG, K.Y., KIM, J.J. (2017) *Phylogenetic analysis of wood-inhabiting molds and assessment of soft-rot wood deterioration. Part 5. Genus Aureobasidium* U: Holzforschung 5, str. 437 - 443
45. LE JOHNSTON, L., KITE, M., PERSSON, H., DAVIS, R., DAVIS, L. (2005) *Nineteenth Century Fashion in Detail*. London: V&A Publications
46. LIU, X., WANG, X., ZHOU, F., XUEL, Y., LIU, C. (2024) *Genomic insights into Penicillium chrysogenum adaptation to subseafloor sedimentary environments*. U: BMC Genomics 25, broj članka 4
47. MICHELUZ, A., MANENTE, S., TIGINI, V., PRIGIONE, V., PINZARI, F., RAVAGNAN, G., VARESE, G.C. (2015) *The extreme environment of a library: Xerophilic fungi inhabiting indoor niches*. U: International Biodeterioration & Biodegradation, 99, str. 1-7.

48. MITTAL, J., SZYMCZAK, W.A., PIROFSKI, L.A., GALEN, B.T. (2018) *Fungemia caused by Aureobasidium pullulans in a patient with advanced AIDS: a case report and review of the medical literature*. U: JMM Case Reports 5, broj članka e005144
49. NUGARI, M.P., REALINI, M., ROCCARDI, A. (1993). *Contamination of mural paintings by indoor airborne fungal spores*. U: Aerobiologia, 9, str. 131-139.
50. PARFITT, D., HUNT, J., DOCKRELL, D., ROGERS, H.J., BODDY, L. (2010) *Do all trees carry the seeds of their own destruction? PCR reveals numerous wood decay fungi latently present in sapwood of a wide range of angiosperm trees*. U: Fungal Ecology 3, str. 338 – 346.
51. PHILIPS, R. (1981) *Mushrooms and Other Fungi of Great Britain and Europe*. London: Pan Books
52. PITT, J. I. (1991). *Penicillium solitum Revived, and its Role as a Pathogen of Pomaceous Fruit*. U: Phytopathology, 81, broj članka 1108
53. POATY, B., LAHLAH, J., PORQUERES, F., BOUAFIF, H. (2015) *Composition, antimicrobial and antioxidant activities of seven essential oils from the North American boreal forest*. U: World Journal of Microbiology and Biotechnology 31, str. 907–919
54. POLO, A., CAPPITELLI, F., VILLA, F., PINZARI, F. (2017) *Biological invasion in the indoor environment: the spread of Eurotium halophilicum on library materials*. U: International Biodeterioration & Biodegradation, 118, str. 34-44.
55. PUŠKÁROVÁ, A., BUČKOVÁ, M., KRAKOVÁ, L., PANGALLO, D., KOZICS, K. (2017) *The antibacterial and antifungal activity of six essential oils and their cyto/genotoxicity to human HEL 12469 cells*, U: Scientific Reports 7, broj članka 8211
56. REHNER, S.A., MINNIS, A.M., SUNG, G.H., LUANGSAARD, J.J., DEVOTTO, L., HUMBER, R.A. (2011). *Phylogeny and systematics of the anamorphic, entomopathogenic genus Beauveria*. U: Mycologia, 103, str. 1055 – 1073.
57. ROMANO, A., NAVARINI, L., LONZARICH, V., BOGIALLI, S., PASTORE, P., CAPPELLIN, L. (2022) *2,4,6-Trichloroanisole Off-Flavor Screening in Green Coffea arabica by a Novel Vocus NO⁺ CI-MS Method: A Study on Green Coffee from Different Geographical Origins*. U: Journal of Agricultural and Food Chemistry, 70, str. 11412-11418.
58. SCHNEIDER, M. (1973) *Portreti 1800. – 1870. Katalog muzejskih zbirki IX*. Zagreb: Povijesni muzej Hrvatske

59. SEVERA, J. L. (1995) *Dressed for the Photographer: Ordinary Americans and Fashion 1840-1900*. Kent, OH: Kent State UP
60. SHRIMPTON, J. (2016) *Victorian Fashion*. Oxford: Shire Publications
61. SIQUEIRA, J.P.Z., SUTTON, D.A., GARCIA, D., GENÉ, J., THOMSON, P., WIEDERHOLD, N., GUARRO, J. (2016) *Species diversity of Aspergillus section Versicolores in clinical samples and antifungal susceptibility*. U: Fungal Biology, 120, str. 1458–1467.
62. SKLENÁŘ, F., JURJEVIĆ, Ž., ZAPAR, P., FRISVAD, J.C., VISAGIE, C.M., KOLAŘÍK, M., HOUBRAKEN, J., CHEN, A.J., YILMAZ, N., SEIFERT, K.A., COTON, M., DÉNIEL, F., GUNDE-CIMERMAN, N., SAMSON, R.A., PETERSON, S.W., HUBKA, V. (2017) *Phylogeny of xerophilic aspergilli (subgenus Aspergillus) and taxonomic revision of section Restricti*. U: Studies in Mycology 88, str. 161 – 236.
63. STAHLJAK, M. (1955) *Zagrebačka risarska škola i njezini prvi učitelji (1781–1821)*. u BACH, I. ur. *Tkalčičev zbornik. Zbornik radova posvećen sedamdesetgodišnjici Vladimira Tkalčiča. Prvi svezak.*, Zagreb: Muzej za umjetnost i obrt, str. 147 – 152
64. STERFLINGER, K., VOITL, C., LOPANDIC, K., PIÑAR, G., TAFER, H. (2018) *Big Sound and Extreme Fungi—Xerophilic, Halotolerant Aspergilli and Penicillia with Low Optimal Temperature as Invaders of Historic Pipe Organs*. U: Life 8, article number 22
65. SUMMERECKER, S. (1975) *Tehnike emulzione tempere*, Beograd: Uiverzitet umetnosti u Beogradu
66. SUMMERECKER, S. (1973) *Podloge stafelajne slike*, Umetnička akademija u Beogradu, Beograd
67. SUNG, G.H., HYWEL – JONES, N.L., SUNG, J.M., LUANGSA-ARD, J.J., SHRESTHA, B., SPATAFORA, J.W. (2007). *Phylogenetic classification of Cordyceps and the clavicipitaceous fungi*. U: Studies in Mycology, 57, str. 5 - 59.
68. SUŠAC, I. (2022) *Povijest odijevanja – skripta za studente Kazališne režije i radiofonije*. Zagreb: Akademija Dramske umjetnosti Sveučilišta u Zagrebu
69. TORTORA PHYLLIS, G. EUBANK, K. (2010) *Survey of Historic Costume*, Peto izdanje. New York: Fairchild Books
70. TSIRI, D., GRAIKOU, K., POBŁOCKA-OLECH, L., KRAUZE-BARANOWSKA, M., SPYROPOULOS, C., CHINOU, I. (2009) *Chemosystematic value of essential oil composition of Thuja species cultivated in Poland-Antimicrobial activity*. U: Molecules 14, str. 4707-4715.

71. TUCKER, D.L., BERESFORD, C.H., SIGLER, L., ROGERS, K. (2004). Disseminated *Beauveria bassiana* infection in a patient with acute lymphoblastic leukemia. U: Journal of Clinical Microbiology, 42, str. 5412-5414.
72. TULLIO, V et al. (2007) *Antifungal activity of essential oils against filamentous fungi determined by broth microdilution and vapour contact methods*. U: Journal of Applied Microbiology 102, str.1544–1550.
73. TYAGI, A.K., MALIK, A. (2010) *Liquid and vapour-phase antifungal activities of selected essential oils against Candida albicans: microscopic observations and chemical characterization of Cymbopogon citratus*. U: BMC Complementary and Alternative Medicine 10, str. 1–11.
74. TYAGI, A.K., MALIK, A. (2011) *Antimicrobial potential and chemical composition of Eucalyptus globulus oil in liquid and vapour phase against food spoilage microorganisms*. U: Food Chemistry 126, str. 228–235.
75. UKRAINČIK, T. (2014) *Lakovi u restauriranju štafelajnih slika*, Zagreb: ALU
76. VISAGIE, C.M., HIROOKA, Y., TANNEY, J.B., WHITEFIELD, E., MWANGE, K., MEIJER, M., A,EMD, A.S., SEIFERT, K.A., SAMSON, R.A. (2014) *Samson Aspergillus, Penicillium and Talaromyces isolated from house dusta samples collected around the world*. U: Studies in Mycology 78, str. 63 – 139.
77. VUJASINOVIĆ, E. (2023) *Slike i analiza*. Zagreb: Tekstilno-tehnološki fakultet
78. WAUGH, N. (2015) *The Cut of Men's Clothes: 1600-1900*. New York and London: Routledge, Taylor and Francis Group
79. WEBER, D.C., BLACKBURN, M.B., JARONSKI, S.T. (2022) *Chapter 13 - Biological and behavioral control of potato insect pests*. U: Insect Pests of Potato (Second Edition), str. 231 – 276.
80. WESTWOOD, G.S., HUANG, S.W., KEYHANI, N.O. (2006) Molecular and immunological characterization of allergens from the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. U: Clinical and Molecular Allergy. 4, broj članka 12.
81. ZALAR, P., GOSTINČAR, C., DE HOOG, G.S., URŠIČ, V., SUDHADHAM, M., GUNDE-CIMERMAN, N. (2008) *Redefinition of Aureobasidium pullulans and its varieties*. U: Studies in Mycology 61, str. 21 – 38.
82. ZHANG, D., SPADARO, D., VALENTE, S., GARIBALDI, A., GULLINO, M.L. (2012) *Cloning, characterization, expression and antifungal activity of an alkaline serine protease of Aureobasidium pullulans PL5 involved in the biological control of*

- postharvest pathogens*. U: International Journal of Food Microbiology 153, str. 453–464.
83. ZHANG, Z.Y., HAN, Y.F., CHEN, W.H., TAO, G. (2023) *Additions to Thelebolales (Leotiomyces, Ascomycota): Pseudogeomyces lindneri gen. et sp. nov. and Pseudogymnoascus campensis sp.* U: MycoKeys, 95, str.47-60.
84. ZHANG, Z., DONG, C., CHEN, W., MOU, Q., LU, X., HAN, Y., HUANG, J., LIANG, Z. (2020) *The Enigmatic Thelebolaceae (Thelebolales, leotiomyces): One New Genus Solomyces and Five New Species*. U: Frontiers in Microbiology, 11, str. 572 – 596.
85. ZUBIN FERRI, T. (2022) *Elaborat 64/2022*. Pula: ArcheoLab
86. ŽILIC, D. (2008) *Tajne uljane boje: vodič kroz materijal uljanog slikarstva*, Zagreb: vlastita naklada

Mrežne stranice:

1. Agarose Gel Electrophoresis <https://www.addgene.org/protocols/gel-electrophoresis/> pristupljeno 10.4.2024.
2. Aspergillus versicolor, <https://microchemlab.com/microorganisms/aspergillus-versicolor/> pristupljeno 11.4.2024.
3. Aureobasidium pullulans, <https://www.adelaide.edu.au/mycology/fungal-descriptions-and-antifungal-susceptibility/hyphomycetes-conidial-moulds/aureobasidium>, pristupljeno 11.4.2024.
4. Beauveria, <https://library.bustmold.com/beauveria/> pristupljeno 11.4.2024.
5. Beauveria, <https://en.wikipedia.org/wiki/Beauveria> pristupljeno 11.4.2024.
6. Bugačica – upojni papir, <https://www.crescat.hr/proizvod/bugacica-upojni-papir/> pristupljeno 10.4.2024.
7. Caput Mortuum, reddish, <https://shop.kremerpigments.com/us/shop/pigments/48701-caput-mortuum-reddish.html> pristupljeno 4.3.2024.
8. Caput Mortuum Synthetic 180 M, <https://shop.kremerpigments.com/us/shop/pigments/48220-caput-mortuum-synthetic-180-m.html> pristupljeno 4.3.2024
9. Caput Mortuum, violet, <https://shop.kremerpigments.com/us/shop/pigments/iron-oxide-pigments/48750-caput-mortuum-violet.html> pristupljeno 4.3.2024.

10. CASTAGNOTTO, E., LOCARDI, F., SLIMANI, S., PEDDIS, D., GAGGERO, L., FERRETTI, M. (2021) *Characterization of the Caput Mortuum purple hematite pigment and synthesis of a modern analogue*. U: *Dyes and Pigments*. 185 Part A: 108881.
11. Dennis Kunkel Microscopy/science Photo Library, <https://sciencephotogallery.com/featured/2-mould-aspergillus-versicolor-dennis-kunkel-microscopyscience-photo-library.html> pristupljeno 11.4.2024.
12. Fomes fomentarius, https://commons.wikimedia.org/wiki/Fomes_fomentarius# pristupljeno 11.4.2024.
13. FRANKLIN, H. (2020) *Fashion history timeline, 1810 – 1819*. <https://fashionhistory.fitnyc.edu/1810-1819/> pristupljeno 1.4.2024.
14. FRANKLIN, H. (2020) *Fashion history timeline 1820 – 1829*, <https://fashionhistory.fitnyc.edu/1820-1829/#> pristupljeno 1.4.2024.
15. FRANKLIN, H. (2020) *Fashion history timeline 1840 – 1849*, <https://fashionhistory.fitnyc.edu/1840-1849/> pristupljeno 1.4.2024.
16. FRANKLIN, H. (2020) *Fashion history timeline 1850 – 1859*, <https://fashionhistory.fitnyc.edu/1850-1859/> pristupljeno 1.4.2024.
17. giberelini. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013. – 2024. Pristupljeno 9.5.2024. <<https://www.enciklopedija.hr/clanak/giberelini>>.
18. Graybill, J.R., Burgess, D.S., Hardin, T.C. (1997) Key issues concerning fungistatic versus fungicidal drugs. *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, Jan, 16(1), pg. 42 - 50. doi: 10.1007/BF01575120. PMID: 9063673.
19. Hygrometer synthetic 68 mm, <https://fischer-barometer.de/en/shop/work/338/150-hygrometer-synthetic-68-mm>, 21. 2. 2024.
20. Kadulja muškatna eterično ulje, <https://kemig4u.hr/proizvodi-2/kadulja-muskatna-eter-ulje-10-ml-pranarom/> pristupljeno 10.4.2024.
21. Klinčićevac eterično ulje, <https://kemig4u.hr/proizvodi-2/klincicevac-eter-ulje-10-ml-pranarom/> pristupljeno 10.4.2024.
22. konidije. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013. – 2024. Pristupljeno 10.4.2024. <<https://www.enciklopedija.hr/clanak/konidije>>.

23. Kristalna smola Pebeo Gedeo bezbojn, umjetnička smola, https://www.artmie.hr/kristalna-smola-pebeo-gedeo-bezbojna-PBO766crrre?gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMI88ubsqT5hAMVYp9oCR3npA-PEAAAYASAAEgIpI_D_BwE, pristupljeno 21.2.2024.
24. kserofiti. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013. – 2024. Pristupljeno 1.5.2024. <<https://www.enciklopedija.hr/clanak/kserofiti>>.
25. Lavanda eterično ulje, <https://kemig4u.hr/proizvodi-2/lavanda-eter-ulje-10-ml-pranarom/> pristupljeno 10.04.2024.
26. Lead sulfate, https://cameo.mfa.org/wiki/Lead_sulfate#:~:text=A%20white%2C%20heavy%20powder%20that,lithography%20and%20in%20weighting%20fabrics pristupljeno 4.3.2024.
27. MCCOUAT, P. (2019) *The life and death of mummy brown*, <https://www.artinsociety.com/the-life-and-death-of-mummy-brown.html> pristupljeno 4.3.2024.
28. OLIVIERA, L.F.C.de, EDWARDS, H.G.M., FROST, R.L., KLOPROGGE, J.T., MIDDLETON, P.S. (2002) *Caput mortuum: spectroscopic and structural studies of an ancient pigment*. U: *Analyst*. 127 (4), str. 536–541.
29. Ötzi the Iceman, <https://www.iceman.it/en/equipment/> pristupljeno 11.4.2024.
30. *Penicillium chrysogenum*, <https://www.britannica.com/science/Penicillium-chrysogenum> pristupljeno 11.4.2024.
31. *Penicillium chrysogenum*, <https://www.thermofisher.com/allergy/wo/en/allergen-fact-sheets/penicillium-chrysogenum.html> pristupljeno 11.4.2024.
32. Polymerase Chain Reaction (PCR), <https://www.addgene.org/protocols/pcr/> pristupljeno 10.4.2024.
33. *Porostereum spadiceum*, <https://mycocosm.jgi.doe.gov/Porspa1/Porspa1.home.html#> pristupljeno 11.4.2024.
34. portret Vincenza Gortana, *Muzej za umjetnost i obrt*, <https://repositorij.muio.hr/?pr=i&id=32962> pristupljeno 1.4.2024.
35. Prussian blue. Britannica. <https://www.britannica.com/technology/Prussian-blue> pristupljeno 4.3.2024.
36. Prussian Blue LUX, <https://www.kremer-pigmente.com/en/shop/pigments/45202-prussian-blue-lux.html> pristupljeno 4.3.2024.

37. *Quick-DNA Fungal/Bacterial Miniprep Kit*, <https://zymoresearch.eu/products/quick-dna-fungal-bacterial-miniprep-kit> pristupljeno 10.4.2024.
38. Ruby Dry DH600 Reviews (2019), <https://www.qualityreview.co.uk/urun/2934/ruby-dry-dh600>, pristupljeno 21. 2. 2024.
39. Timijan kenotip linalol, <https://kemig4u.hr/proizvodi-2/timijan-kt-linalol-eter-ulje-5-ml-pranarom/> pristupljeno 10.4.2024.
40. *Trametes versicolor*, https://en.wikipedia.org/wiki/Trametes_versicolor pristupljeno 11.4.2024.
41. *Trametes versicolor*, <https://www.inaturalist.org/taxa/54134-Trametes-versicolor> pristupljeno 11.4.2024.
42. Turkeytail, <https://www.wildlifetrusts.org/wildlife-explorer/fungi/turkeytail> pristupljeno 11.4.2024.
43. WOODCOCK, S. (2022) *Mummy Brown: A modern Pigment's Problematic Past*, <https://harvardartmuseums.org/tour/770/slide/12414> pristupljeno 4.3.2024

9. POPIS SLIKA

Slika 1. Portret muškarca – cjelina (fotografirao Antun Škrlec, 1.9.2022.)

Slika 2. William Owen (Britanac, 1769-1825). *Portret muškarca*, oko 1815. Ulje na platnu; (83 1/2 x 55 in). New Haven, Connecticut: Yale Center for British Art, B1973.1.44. Paul Mellon Collection. Izvor: [Yale Center for British Art](https://www.britishart.org/)

Slika 3. Nepoznati dizajner (Amerika). Kaput, ca. 1815. Lan. New York: The Metropolitan Museum of Art, 1997.508. Kupljen, NAMSB Foundation Inc. Gift, 1997. Izvor: [The Metropolitan Museum of Art](https://www.metmuseum.org/)

Slika 4. Sir Martin Archer Shee (Irac, 1769-1850). *William Roscoe*, 1815-1817. Ulje na platnu; (91.73 x 65.55 in). Liverpool, U.K.: Walker Art Gallery, WAG 3130. Izvor: [Wikimedia](https://www.wikimedia.org/)

Slika 5. Rudolph Ackermann (Englez, 1764-1834). *Fashion Plate: "Full dress of a Gentleman" for "The Repository of Arts"*, 1810. New York: The Metropolitan Museum of Art, b17509853. Poklon Woodman Thompson-a. Izvor: [The Met Digital Collections](https://www.metmuseum.org/)

- Slika 6. Nepoznati umjetnik (Francuz). *Fashion Plate: Costume Parisien*, 1817. Hand-colored engraving. London: The Victoria & Albert Museum, E.22396:95-1957. Poklon od House of Worth. Izvor: [The Victoria & Albert Museum](#)
- Slika 7. Thomas Sully (Amerikanac 1783-1872). *Daniel La Motte*, 1812-1813. Ulje na platnu; (36 3/8 x 29 in). Washington, D.C.: Smithsonian American Art Museum, 1983.76. Poklon gđina. i gđe. Ferdinand La Motte III. Izvor: [Smithsonian American Art Museum](#)
- Slika 8. Frizure i obuća empire stila
- Slika 9. Nepoznati umjetnik (Francuz). *Costume Parisien Fashion Plate*, 1826. New York: The Metropolitan Museum of Art, b17509853. Poklon od Woodman Thompson-a. Izvor: [The Met Digital Collections](#)
- Slika 10. George Cruikshank (Britanac, 1792-1878). *Monstrosities of 1822*, October 19, 1822. Ručno bojani bakropis. Washington, D.C.: Library of Congress, PC 1 - 14438. Izvor: [Wikimedia](#)
- Slika 11. Nepoznati dizajner (Britanac). *Dress coat and slip waistcoat*, 1820-30. Pamuk. London: The Victoria & Albert Museum, T.153-1931. Poklon gđice. E. M. Coulson. Izvor: [The Victoria & Albert Museum](#)
- Slika 12. Nepoznati autor (Francuz). *Costume Parisien*, 1829. Ručno bojana gravura. London: The Victoria & Albert Museum, E.22396:124-1957. Poklon od House of Worth. Izvor: [The Victoria & Albert Museum](#)
- Slika 13. Nepoznati dizajner (Britanac). *Cossack trousers*, 1820-30. Svila, podstava od pamuka. London: The Victoria & Albert Museum, T.197-1914. Poklon gđin. Frederick Gill. Izvor: [The Victoria & Albert Museum](#)
- Slika 14. Nepoznati dizajner (Britanac). *Cossack trousers*, 1820-30. Svila, podstava od pamuka. London: The Victoria & Albert Museum, T.197-1914. Poklon gđin. Frederick Gill. Izvor: [The Victoria & Albert Museum](#)
- Slika 15. Eugène Delacroix (Francuz, 1798-1863). *Louis-Auguste Schwiter*, 1826-30. Ulje na platnu; 217.8 x 143.5 cm. London: The National Gallery, NG3286. Kupljeno, 1918. Izvor: [The National Gallery](#)
- Slika 16. Thomas Lawrence (Englez, 1769-1830). *Portrait of Frederick H. Hemming*, ca. 1824-25. Ulje na platnu; (30 x 25 3/8 in). Fort Worth, TX: Kimbell Art Museum, ACF 1963.01. Oporučnoo stavili gđa. i gđin. Kay Kimbell, 1964. Izvor: [Wikimedia](#)
- Slika 17. Eden Upton Eddis (Britanac, 1812.-1901.). Edward Gordon Douglas-Pennant (1800. – 1886.), 1. lord Detalj poderotine (fotografirao Antun Škrlec, 1.9.2022.)
- Slika 18. Tekstura preparacije vidljiva pod bočnim svjetlom (lijevo) i zakrpa (desno) (fotografirao Antun Škrlec, 1.9.2022.)
- Slika 19. Penrhyn od Llandege, 1842. Ulje na platnu; 261,5 x 145 cm. Bangor, Wales: National Trust, Penrhyn Castle, 1421758. Prihvaćeno od strane riznice HM-a od Lady Janet Pelham i Johna Charlesa Harpera i dodijeljeno Nacionalnoj zakladi, 1951. Izvor: Art UK
- Slika 20. Dizajner nepoznat (Britanac). Frak, oko 1840. Vuna, pamuk. Edinburgh: Nacionalni muzej Škotske, H.TI 5. Izvor: Nacionalni muzej Škotske

- Slika 21. Dizajner nepoznat (engleski). Muški komplet (frak, prsluk, hlače, tkanina oko vrata), 1840-e. Frak: vuneni keper, pun (široki), s metalnim gumbima. prsluk: pamuk ravnog tkanja, tiskan. Los Angeles: Muzej umjetnosti okruga Los Angeles, M.59.24.2a-f. Fond Vijeća za kostime. Izvor: Muzej umjetnosti okruga Los Angeles
- Slika 22. Nepoznati umjetnik (španjolski). O Corrieo das Damas: Modna ploča, 25. travnja 1843. New York: Metropolitan Museum of Art, b17509853. Poklon Woodmana Thompsona. Izvor: The Met Digital Collections
- Slika 23. Dizajner nepoznat (engleski). Muški prsluk, ca. 1840. Svileni kroj i prazni baršun. Los Angeles: Muzej umjetnosti okruga Los Angeles, M.2007.211.818. Kupljeno sredstvima Suzanne A. Saperstein te Michaela i Ellen Michelson. Izvor: Muzej umjetnosti okruga Los Angeles
- Slika 24. Parsons & Co. Littlefield (Amerikanac, 1858.-1866.). Dagerotip muškarca u pajsli prsluku, Fotografija: kasne 1840-e, slučaj: 1860-e. Fotografiska ploča s baršunastom kutijom; 9,5 x 16,5 cm. Washington, D.C.: Nacionalni muzej afroameričke povijesti i kulture, 15.9.2008. Zbirka Nacionalnog muzeja afroameričke povijesti i kulture Smithsonian. Izvor: NMAAHC
- Slika 25. David Octavius Hill i Robert Adamson (Škot, Hill: 1802.-1870., Adamson: 1821.-1848.). John Murray, 1840. Kalotipija; (8 3/4 x 6 inča). London: Nacionalna galerija portreta, NPG x26046. Dobila Škotska nacionalna galerija portreta: Edinburgh: UK, 1970. Izvor: Nacionalna galerija portreta
- Slika 26. Herbert Watkins (Britanac, 1828.-1916.). Augustus Frederick Glossop Harris, kasne 1850-e. Tisak albumena; (7 3/8 in x 6). London: Nacionalna galerija portreta, NPG P301(103). Kupnja, 1985. Izvor: Nacionalna galerija portreta
- Slika 27. Dizajner nepoznat (Sjeverna Irska). Fraket i hlače, ca. 1852. Vuna, lan. Los Angeles: Muzej umjetnosti okruga Los Angeles, M.2010.33.8a-b. Kupljeno sredstvima Michaela i Ellen Michelson. Izvor: Muzej umjetnosti okruga Los Angeles
- Slika 28. Nepoznati umjetnik (Francuski). L'Elegant: Muška modna ploča, lipanj 1852. New York: Metropolitan Museum of Art, b17509853. Poklon Lea Van Witsena. Izvor: The Met Digital Collections
- Slika 29. Dizajner nepoznat (Amerikanac). Muški frak, ca. 1850. Vuna. New York: Muzej u FIT-u, 82.33.2. Dar Roberta Rileya. Izvor: Muzej na FIT-u
- Slika 30. Podokvir je sastavljen od četiri letvice koje su spojene utorom i perom (fotografirao Antun Škrlec, 1.9.2022.)
- Slika 31. Bočni pogled (ugao slike); vidljivo je skraćenje dimenzija slike, oštećenje platna i slikanog sloja te novi čavlići (fotografirao Antun Škrlec, 1.9.2022.)
- Slika 32. Zona oker pozadine uz zonu lakune; ispod oštećenog izvornog nosioca vidljivo je novo platno (lijevo) te detalj novog platna (desno) snimljeno Dino Lite-om, povećanje 50x (lijevo) i 150x (desno) (snimio Antun Škrlec, 17.3.2024.)

- Slika 33.Bočni pogled; vidljivo je skraćenje dimenzija slike, oštećenje platna i slikanog sloja te novi čavlići (fotografirao Antun Škrlec, 1.9.2022.)
- Slika 34.Zona oker pozadine uz zonu lakune; snimljeno Dino Lite-om, povećanje 200x (snimio Antun Škrlec, 17.3.2024.)
- Slika 35.Zona oker pozadine uz zonu lakune, detalj crvene osnove; snimljeno Dino Lite-om, povećanje 150x (lijevo) i 250x (desno) (snimio Antun Škrlec, 17.3.2024.)
- Slika 36.Zona oker pozadine uz zonu lakune, detalj teksture; snimljeno Dino Lite-om, povećanje 150x (1 i 2) i 250x (3 i 4) (snimio Antun Škrlec, 17.3.2024.)
- Slika 37.Pogled na sliku pod bočnim svjetlom (fotografirao Antun Škrlec, 1.9.2022.)
- Slika 38.,„Portret muškarca“, poledina – total (fotografirao Antun Škrlec, 1.9.2022.)
- Slika 39.,„Portret muškarca“ – cjelina (fotografirao Antun Škrlec, 1.9.2022.)
- Slika 40.Prikaz teksture i bijelih mrlja – kolonije gljiva fotografiran pod bočnim svjetlom (fotografirao Antun Škrlec, 1.9.2022.)
- Slika 41.Bijele mrlje – kolonije gljiva na površini; lijeva strana ovratnika (lijevo) i kaput iznad lijeve ruke (desno) (fotografirao Antun Škrlec, 1.9.2022.)
- Slika 42.Kolonizacija bijelih gljiva u zoni lakune, snimljeno na kaputu, Dino Lite, povećanje 54x (fotografirao Antun Škrlec, 25.01.2023.)
- Slika 43.Bijele gljivice s poledine slike (fotografirao Antun Škrlec, 1.9.2022.)
- Slika 44.Fotografije bijele gljivice s poledine; primjeri kolonizacije gljiva (fotografirala dr. sc. Ivana Kušan, 12.1.2023.)
- Slika 45.Snimak pod UV svjetlom (a), vidljivi su brojni retuši (b i c) (fotografirao Antun Škrlec, 1.9.2022.)
- Slika 46.Detalji retuša na kaputu (fotografirao Antun Škrlec, 1.9.2022.)
- Slika 47.Presjek zgrade Akademije likovnih umjetnosti – Odsjeka za konzerviranje i restauriranje; čuvaonica je označena crvenim pravokutnikom (skenirao Antun Škrlec, 9. 2. 2024.)
- Slika 48.Tlocrt zgrade Akademije likovnih umjetnosti – Odsjeka za konzerviranje i restauriranje; čuvaonica je označena crvenim pravokutnikom (skenirao Antun Škrlec, 9. 2. 2024.)
- Slika 49.Čuvaonica Akademije likovnih umjetnosti; crvena strelica označava mjesto na kojem se nalazila slika (fotografirao Antun Škrlec, 9.2.2024.)
- Slika 50.Higrometar²²⁰ (lijevo) i termometar (desno) (fotografirao Antun Škrlec. 9.2.2024.)

²²⁰ Sintetički higrometar za mjerenje vlažnosti u prostoriji. Područje upotrebe – u zatvorenom prostoru. Točnost mjerenja higrometra: ± 5% RH (20 ... 100%), + 1 podjela ljestvice. Hygrometer synthetic 68 mm, <https://fischer-barometer.de/en/shop/work/338/150-hygrometer-synthetic-68-mm>, 21. 2. 2024.

Slika 51. Odvlaživač Ruby Dry (fotografirao Antun Škrlec, 9.2.2024.)

Slika 52. Ventilacija; otvor je označen crvenom strelicom (fotografirao Antun Škrlec, 9.2.2024.)

Slika 53. Primjer slike iz čuvaonice s infestacijom bijelom plijesni/gljivama (fotografirao Antun Škrlec, 9.2.2024.)

Slika 54. Mjesta uzorkovanja uzoraka. Uzorak tamne pozadine portreta muškarca numeriran je kao AŠ1, a uzorak s kaputa kao AŠ2 (uzorkovanje Antun Škrlec, 28. 11. 2022.)

Slika 55. Fotografija mikropresjeka uzorka AŠ1 pri uvećanju $P = 50x$ (fotografirala dr. sc. Tea Zubin Ferri, 13. – 20. 12. 2022.)

Slika 56. Fotografija mikropresjeka uzorka AŠ1 pri uvećanju $P = 100x$ (fotografirala dr. sc. Tea Zubin Ferri, 13. – 20. 12. 2022.)

Slika 57. Fotografija mikropresjeka uzorka AŠ1 pri uvećanju $P = 200x$ (fotografirala dr. sc. Tea Zubin Ferri, 13. – 20. 12. 2022.)

Slika 58. Prikaz načina očitavanja spektra FTIR uređaja

Slika 59. Način snimanja FTIR spektra u uređaju Caput mortuum Synthetic M 180²²¹ (lijevo), Caput Mortuum Reddish²²² (sredina) i Caput Mortuum violet²²³ (desno)

Slika 60. Uzimanje uzorka FTIR s Portreta muškarca (uzorkovanje Antun Škrlec, fotografirala izv. prof. art. Barbara Horvat Kavazović, 27.10.2022.)

Slika 61. Uzimanje uzoraka FTIR sa slike Portret muškarca (uzorkovanje Antun Škrlec, fotografirala izv. prof. art. Barbara Horvat Kavazović, 27.10.2022.)

Slika 62. Uzimanje uzoraka za FTIR sa slike Portret muškarca (uzorkovanje Antun Škrlec, fotografirala izv. prof. art. Barbara Horvat Kavazović, 27.10.2022.)

Slika 63. FTIR pigmenata, laka i voska i stavljanje suhog uzorka na dijamant za FTIR snimanje (fotografirao izv. prof. art. Barbara Horvat Kavazović (lijevo i sredina) i Antun Škrlec (desno), 27.10.2022.)

Slika 64. Oznake mjesta uzorkovanja

Slika 65. Uzorak 1 prirodni vosak, pčelinji vosak (spektar snimio izv. prof. dr. sc. Domagoj Šatović, 27.10.2022.)

Slika 66. Uzorak 2 kalcij sulfat (gips), ostaci voska, vjerojatno zbog dubliranja, olovni sulfat (moguće olovno bjelilo), caput mortuum u tragovima (spektar snimio izv. prof. dr. sc. Domagoj Šatović, 27.10.2022.)

²²¹ Kemijski sastav: Fe_2O_3 , crveni pigment, plavkasto tamno crvena željeznog oksida, perzijska crvena (> 3 nm). Caput Mortuum Synthetic 180 M, <https://shop.kremerpigments.com/us/shop/pigments/48220-caput-mortuum-synthetic-180-m.html> pristupljeno 4.3.2024

²²² Kemijski sastav: Mješavina prirodnog barijevog sulfata ($BaSO_4$) i željeznih oksida (Fe_2O_3 i Fe_3O_4), crveni pigment. Caput Mortuum, reddish, <https://shop.kremerpigments.com/us/shop/pigments/48701-caput-mortuum-reddish.html> pristupljeno 4.3.2024.

²²³ Kemijski sastav: Mješavina koja sadrži 46 - 79 % željeznog oksida (Fe_2O_3) i titanovog dioksida (TiO_2), ljubičasti pigment. Caput Mortuum, violet, <https://shop.kremerpigments.com/us/shop/pigments/iron-oxide-pigments/48750-caput-mortuum-violet.html> pristupljeno 4.3.2024.

- Slika 67. Uzorak U3 crvena preparacija – malo vosak, proteinsko vezivo? Olovno bjelilo, hematit (crveni pigment), leadhillite (olovni sulfat, sintetički pigment) (spektar snimio izv. prof. dr. sc. Domagoj Šatović, 27.10.2022.)
- Slika 68. Uzorak 4 mummy bitumenski pigment, caput mortum (spektar snimio izv. prof. dr. sc. Domagoj Šatović, 27.10.2022.)
- Slika 69. Uzorak U5 olovni karbonat, šelak (spektar snimio izv. prof. dr. sc. Domagoj Šatović, 27.10.2022.)
- Slika 70. Uzorak 6 prusko plava, proteinsko vezivo, olovni karboat (spektar snimio izv. prof. dr. sc. Domagoj Šatović, 27.10.2022.)
- Slika 71. Caput mortuum Synthetic M 180²²⁴ (lijevo), Caput Mortuum Reddish²²⁵ (sredina) i Caput Mortuum violet²²⁶ (desno)
- Slika 72. Tube pigmenta „mumija“. Harvard Art Museums/Straus Center for Conservation and Technical Studies, Forbes Pigment Collection²²⁷
- Slika 73. Prusko plava²²⁸
- Slika 74. Proba uklanjanja šelaka etanolom (fotografirao Antun Škrlec, 27.10.2022.)
- Slika 75. Zona kaputa nakon uklanjanja laka šelakom; snimljeno Dino Lite-om, povećanje 200x (snimio Antun Škrlec, 17.3.2024.)
- Slika 76. Ikona „Bogorodica s Djetetom“, inv. br. OKIRU 250
- Slika 77. Slika „Portret muškarca s naočalama“, inv. br. OKIRU 142
- Slika 78. *Aspergillus glaucus* – 1. konidije, 2. nosač (konidiofor)²²⁹
- Slika 79. Mikroskopski prikaz fragmenata gljivljih struktura uzorkovanih direktno sa slike „Portret muškarca“, Zeiss Axioskop 40 - Nikon Z6, povećanje 1000x. (fotografirao Neven Matočec, 12.01.2023.)
- Slika 80. Laminarij (mikrobiološki kabinet) – priprema podloga, izlivanje iz bočica u Petrijeve zdjelice (lijevo) i numeracije (desno) (fotografirala dr.sc. Ivana Kušan, 23.3.2023.)

²²⁴ Kemijski sastav: Fe₂O₃, crveni pigment, plavkasto tamno crvena željeznog oksida, perzijska crvena (> 3 nm). Caput Mortuum Synthetic 180 M, <https://shop.kremerpigments.com/us/shop/pigments/48220-caput-mortuum-synthetic-180-m.html> pristupljeno 4.3.2024

²²⁵ Kemijski sastav: Mješavina prirodnog barijevog sulfata (BaSO₄) i željeznih oksida (Fe₂O₃ i Fe₃O₄), crveni pigment. Caput Mortuum, reddish, <https://shop.kremerpigments.com/us/shop/pigments/48701-caput-mortuum-reddish.html> pristupljeno 4.3.2024.

²²⁶ Kemijski sastav: Mješavina koja sadrži 46 - 79 % željeznog oksida (Fe₂O₃) i titanovog dioksida (TiO₂), ljubičasti pigment. Caput Mortuum, violet, <https://shop.kremerpigments.com/us/shop/pigments/iron-oxide-pigments/48750-caput-mortuum-violet.html> pristupljeno 4.3.2024.

²²⁷ Fotografija preuzeta sa WOODCOCK, S. (2022) *Mummy Brown: A modern Pigment's Problematic Past*, <https://harvardartmuseums.org/tour/770/slide/12414> pristupljeno 4.3.2024

²²⁸ Kemijski sastav: NH₄ Fe[Fe(CN)₆] x 3H₂O, plavi pigment. Prussian Blue LUX, <https://www.kremerpigmente.com/en/shop/pigments/45202-prussian-blue-lux.html> pristupljeno 4.3.2024.

²²⁹ konidije. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013. – 2024. Pristupljeno 10.4.2024. <<https://www.enciklopedija.hr/clanak/konidije>>.

- Slika 81. Proučavanje površine ikone „Bogorodica s Djetetom“ i uzimanje uzorka za mikroskopiranje (fotografirao Antun Škrlec, 23.3.2023.)
- Slika 82. Uzimanje uzorka za mikroskopiranje s površine ikone „Bogorodica s Djetetom“ (fotografirala doc.art. Barbara Horvat Kavazović, 23.3.2023.)
- Slika 83. Rast micelija gljive na ikoni „Bogorodica s Djetetom“, Zeiss Stereo Discovery.V8 (fotografirao Antun Škrlec, 23.3.2023.)
- Slika 84. Uzimanje uzorka sterilnom iglicom za naciepljivanje na hranjivu podlogu s površine slike „Portret muškarca s naočalama“ (fotografirala doc.art. Barbara Horvat Kavazović, 23.3.2023.)
- Slika 85. Gljive iz srpnja 2023. nakon probiranja i uzimanja uzpraka za izolaciju DNA (fotografirao Antun Škrlec, 13.9.2023.)
- Slika 86. ZYMO Quick-DNA Fungal/Bacterial Miniprep kit²³⁰
- Slika 87. Priprema uzorka za centrifugiranje, Eppendorf Centrifuge 547R (fotografirala dr. sc. Ivana Kušan, 12.10.2023.)
- Slika 88. Sveukupna količina uzoraka (lijevo) i uzorci u PCR uređaju, PCR max (desno) (fotografirao Antun Škrlec, 12.10.2023.)
- Slika 89. Gel elektroforeza na agaroznom gelu (lijevo), elektroforeza molekula DNA (sredina) i gel za ITS regiju (desno) (fotografirao Antun Škrlec, 12.10.2023.)
- Slika 90. Priprema predloška po kojemu će se slagati bugačica u Petrijeve zdjelice (fotografirao Antun Škrlec, 11.4.2024.)
- Slika 91. Testiranje upijanja esencijalnog ulja na diskove od bugačice (fotografirala dr.sc. Ivana Kušan, 12.4.2024.)
- Slika 92. Postavljanje diskova od bugačice u Petrijeve zdjelice (fotografirala dr.sc. Ivana Kušan, 11.4.2024.)
- Slika 93. Postavljanje diskova od bugačice prema predlošku na podloge u Petrijeve zdjelice – prije (lijevo) i nakon (desno) (fotografirala dr.sc. Ivana Kušan, 11.4.2024.)
- Slika 94. Apliciranje 20 µL esencijalnog ulja na diskove od bugačice (fotografirala dr.sc. Ivana Kušan, 11.4.2024.)
- Slika 95. Svi uzorci nakon apliciranja esencijalnih ulja (fotografirao Antun Škrlec, 11.4.2024.)
- Slika 96. Vrsta *Fomes fomentarius* (L.) Fr.: a – obverzija, b – reverzija, c – e – mikro snimak
- Slika 97. *Fomes fomentarius* na drvetu²³¹ (lijevo) i *Fomes fometarius* koji su pronađeni kod Ötzi-a²³² (desno)

²³⁰ Quick-DNA Fungal/Bacterial Miniprep Kit, <https://zymoresearch.eu/products/quick-dna-fungal-bacterial-miniprep-kit> pristupljeno 10.4.2024.

²³¹ *Fomes fomentarius*, https://commons.wikimedia.org/wiki/Fomes_fomentarius# pristupljeno 11.4.2024.

²³² Ötzi the Iceman, <https://www.iceman.it/en/equipment/> pristupljeno 11.4.2024.

Slika 98. Vrsta *Porostereum spadiceum* (Pers.) Hjortstam & Ryvarden: a – obverzija, b – reverzija, c – e – mikro snimak

Slika 99. *Porostereum spadiceum*²³³

Slika 100. Vrsta *Aspergillus glabripes* F. Sklenář, Jurjević & Hubka: a – obverzija, b – reverzija, c – e – mikro snimak

Slika 101. Vrsta *Penicillium chrysogenum* Thom: a – obverzija, b – reverzija, c – e – mikro snimak

Slika 102. Vrsta *Penicillium chrysogenum* Thom: a – obverzija, b – reverzija, c – e – mikro snimak

Slika 103. *Penicillium chrysogenum*, skenirana elektronskoj mikrografija u boji (povećanje 1800×)²³⁴

Slika 104. Vrsta *Aureobasidium pullulans* (de Bary & Löwenthal) G. Arnaud: a – obverzija, b – reverzija, c – e – mikro snimak

Slika 105. Vrsta *Penicillium solitum* Westling: a – obverzija, b – reverzija, c – e – mikro snimak

Slika 106. Vrsta *Beauveria* sp.: a – obverzija, b – reverzija, c – e – mikro snimak

Slika 107. Cvrčak kojeg je ubila *Beauveria* (lijevo) i sporulacija kod skakavaca (desno)²³⁵

Slika 108. Vrsta *Fusarium fujikuroi* Nirenberg: a – obverzija, b – reverzija, c – d – mikro snimak

Slika 109. Vrsta *Trametes versicolor* (L.) Lloyd: a – obverzija, b – reverzija, c – d – mikro snimak

Slika 110. *Trametes versicolor* – cjelina²³⁶ (lijevo) i detalj²³⁷ (desno)

Slika 111. Vrsta *Aspergillus versicolor* (Vuill.) Tirab.: a – obverzija, b – reverzija, c – e – mikro snimak

Slika 112. *Aspergillus versicolor*, SEM snimak²³⁸

Slika 113. Vrsta *Aspergillus creber* Jurjević, S.W.Peterson & B.W.Horn: a – obverzija, b – reverzija, c – d – mikro snimak

Slika 114. Vrsta *Aspergillus creber* Jurjević, S.W.Peterson & B.W.Horn: a – obverzija, b – reverzija, c – d – mikro snimak

Slika 115. Vrsta *Aspergillus creber* Jurjević, S.W.Peterson & B.W.Horn: a – obverzija, b – reverzija, c – d – mikro snimak

²³³ *Porostereum spadiceum*, <https://mycocosm.jgi.doe.gov/Porspa1/Porspa1.home.html#> pristupljeno 11.4.2024.

²³⁴ *Penicillium chrysogenum*, <https://www.britannica.com/science/Penicillium-chrysogenum> pristupljeno 11.4.2024.

²³⁵ *Beauveria*, <https://en.wikipedia.org/wiki/Beauveria> pristupljeno 11.4.2024.

²³⁶ *Trametes versicolor*, https://en.wikipedia.org/wiki/Trametes_versicolor pristupljeno 11.4.2024.

²³⁷ *Trametes versicolor*, <https://www.inaturalist.org/taxa/54134-Trametes-versicolor> pristupljeno 11.4.2024.

²³⁸ Dennis Kunkel Microscopy/science Photo Library, <https://sciencephotogallery.com/featured/2-mould-aspergillus-versicolor-dennis-kunkel-microscopy-science-photo-library.html> pristupljeno 11.4.2024.

Slika 116. Vrsta *Thelebolales* sp.: a – obverzija, b – reverzija, c – d – mikro snimak

Slika 117. Rezultati tretiranja EO nakon mjesec dana – T (timijan - *Thymus vulgaris* L.), K (klinčić - *Eugenia caryophyllata* L.), S (kadulja - *Salvia sclarea* L.) i L (lavanda - *Lavandula angustifolia* Mill.) (fotografirao: Antun Škrlec, 10.5.2024.)

Tablica 5. Razvoj kultura na slici „Portret muškarca“

Tablica 6. Razvoj kultura na ikoni „Bogorodica s Djetetom“

Tablica 7. Razvoj kultura na slici „Portret muškarca s naočalama“

Tablica 8. Rezultati DNA barkodiranja uzoraka AS1 – AS15

10. KRATKI ŽIVOTOPIS

Antun Škrlec rođen je 30. ožujka 1998. godine u Zaboku. Osnovnu školu završava u Zlataru 2013. godine. Iste godine upisuje Školu za umjetnost, dizajn, grafiku i odjeću u Zaboku, smjer grafički dizajn. Kroz srednjoškolsko obrazovanje sudjelovao je na mnogim likovnim kolonijama, vršnjačkim edukacijama i imao je nekoliko skupnih izložba u Zagrebu, Zaboku, Zlataru i Bruxellesu. Volontirao je u udruzi Mreža udruga Zagor i Regenerator. Sudjelovao je 2016. godine na skupu mladih umjetnika u Bruxellesu koji je sazvala organizacija WYA (World Youth Alliance). Nakon završetka srednje škole, 2018. godine upisuje integrirani preddiplomski i diplomski studij konzerviranja i restauriranja umjetnina – smjer slikarstvo na Akademiji likovnih umjetnosti Sveučilišta u Zagrebu. Prve konzervatorsko-restauratorske zahvate izvodi na drugoj godini studija na dvjema ikonama „Rođenje Hristovo“ te „Sv. Dimitrije“ iz druge polovice 19. stoljeća, nepoznatog autora, uz stručno vodstvo prof. mr. art. Tamare Ukrainčik i izv. prof. art. Barbare Horvat Kavazović. 2020. godine. Također iste godine izvodi konzervatorsko-restauratorske zahvate na drvenoj polikromiranoj i pozlaćenju skulpturi „Anđeo iz skupine navještenja“ s početka 20. stoljeća, nepoznatog autora, uz stručno vodstvo doc. art. Ane Božičević i prof. mr. art. Zvezdane Jembrih. Godine 2022. sudjeluje na konzerviranju-restauriranju zidne slike Branka Šenoa u Kući Šenoa u Zagrebu i zidne slike u crkvi Sv. Vinka u Svetvinčentu, uz stručno vodstvo prof. mr. art. Neve Pološki. Tijekom studija sudjeluje na završnim izložbama studenata ALU. Sudjelovao je na 1. Ikar fest-u (međunarodni konzervatorsko-restauratorski festival) u gradskom muzeju Varaždin 2023. godine

Od druge godine studija radi u obrtu za restauriranje i konzerviranje umjetnina DOK-ART pod stručnim nadzorom Andreja Dokića, dipl. konz.-rest. Konzervatorsko-restauratorske radove izvodi na raznim drvenim polikromiranim objektima pod zaštitom Ministarstva kulture i medija RH: glavni oltar sv. Josipa, pobočni oltar Presvetog Srca Isusovog te propovjedaonica iz župne crkve sv. Josipa u Grubišnom Polju, propovjedaonica iz župne crkve sv. Leonarda u Goričanu, bočni oltar sv. Antuna Padovanskog iz kapelice sv. Vida u Sokolovcu, bočni oltar sv. Sebastijana i sv. Fabijana u Župnoj crkvi Uznesenja Blažene Djevice Marije i sv. Nikole biskupa u Jasenovcu, bočni oltar sv. Izidora iz župne crkve Uznesenja Blažene Djevice Marije u Bednji, bočni oltar sv. Antuna Padovanskog iz crkve sv. Vida u Donjem Vidovcu, kućište orgulja i oltar Presvetog Srca Isusovog iz crkve Uznesenja Blažene Djevice Marije u Sv. Mariji, glavni oltar sv. Katarine Aleksandrijske u istoimenoj crkvi franjevačkog samostana u Krapini,

sedilija i bočni oltar sv. Ane u crkvi sv. Ivana Krstitelja franjevačkog samostana u Varaždinu, kućište orgulja i oltarna slika u crkvi uznesenja BDM u Novoj Rači, glavni oltar sv. Margarete i bočni oltar sv. Nikole u kapeli sv. Margarete u Kapelščaku, bočni oltari sv. Valentina i sv. Josipa iz crkve Pohoda BDM u Višnjici, pobočni oltar sv. Ane u crkvi Uznesenja BDM u Savskom Nartu, kućište orgulja iz crkve sv. Franje Ksaverskog u Dropkovcu. Radio je na konzervatorsko restauratorskim radovima na zidnom osliku i štuko dekoracijama u Umjetničkom paviljonu u Zagrebu, zidnom osliku i drvenoj stolariji u ateljeu Meštrović u Zagrebu, štuko dekoracijama sa fasade pročelja zgrade Centra za odgoj i obrazovanje „Slava Raškaj“ u Zagrebu te je izvodio pozlatu na svodu crkve sv. Marka u Zagrebu.

10.1. IZJAVA O AUTORSTVU

Na temelju članka 74. statuta Sveučilišta u Zagrebu, izjavljujem da sam autor diplomskog rada pod naslovom Istraživanje kontaminacije gljiva na slici „Portret muškarca“ – identifikacija i moguće rješenje.

Antun Škrlec, u Zagrebu 6. lipnja 2024.

Potpis:

11. ZAHVALA

Prije sega največ fala moje komentorice Ivane Kušan i glavnemu suradniku Nevenu Matočecu. Fala im koj su me trpeli lete dan, fala na ugodnomu pripovedanju, na vriednomu znanju, a največ na dobri spiti kupicami.

Fala mentorice Barbare Horvat Kavazović koj me je pratila ovih lete dan, ali i zadnjih 5 let. Fala sem na faksu i sem koj su pripomogli pri diplomskomu.

Fala sem prijateljem koj me trpiju Alme, Kike, Angeline, Andre, Judite, Jasmine, Petre, Dominiku, Andreju...

Fala moje familije na mene.

Fala rožom koj cveteju, vode koj teče, kamenju koj stoji, tičem koj po zraku letiju, fala gljivam, a največ na fermentacije.

Fala Antun tebe koj nigda nisam sam, koj tolke delaš za me, koj me financiraš, koj veruješ vu me, koj mi ne daš ni jen dan fraja i mira i največ fala koj mi daješ takvu sposobnost preživljanja.

Fala Antun!

Audentes fortuna iuvat.