

Materiali v konservatorstvu-restavratorstvu – glivam praktično ni mar, kaj pa nam?

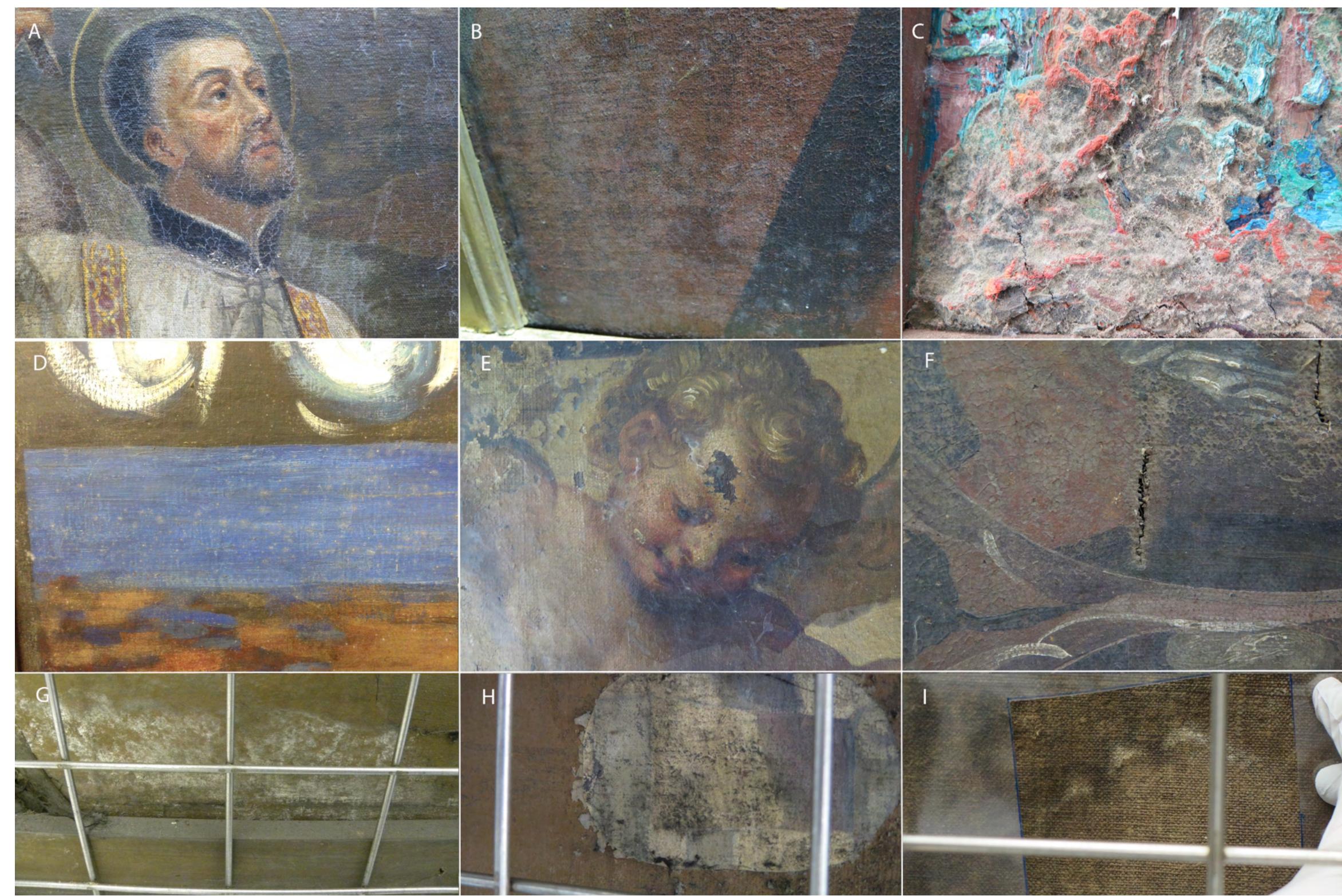
Sodelavci: Mojca Matul, Mitja Gajšek,
Natalija Govedič (UL BF)

¹ Biotehniška fakulteta, Odd. za biologijo, Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana; Tel: 013203392, polona.zalar@bf.uni-lj.si

² Biotehniška fakulteta, Odd. za biologijo, Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana; Tel: 013203385, amela.kujovic@bf.uni-lj.si

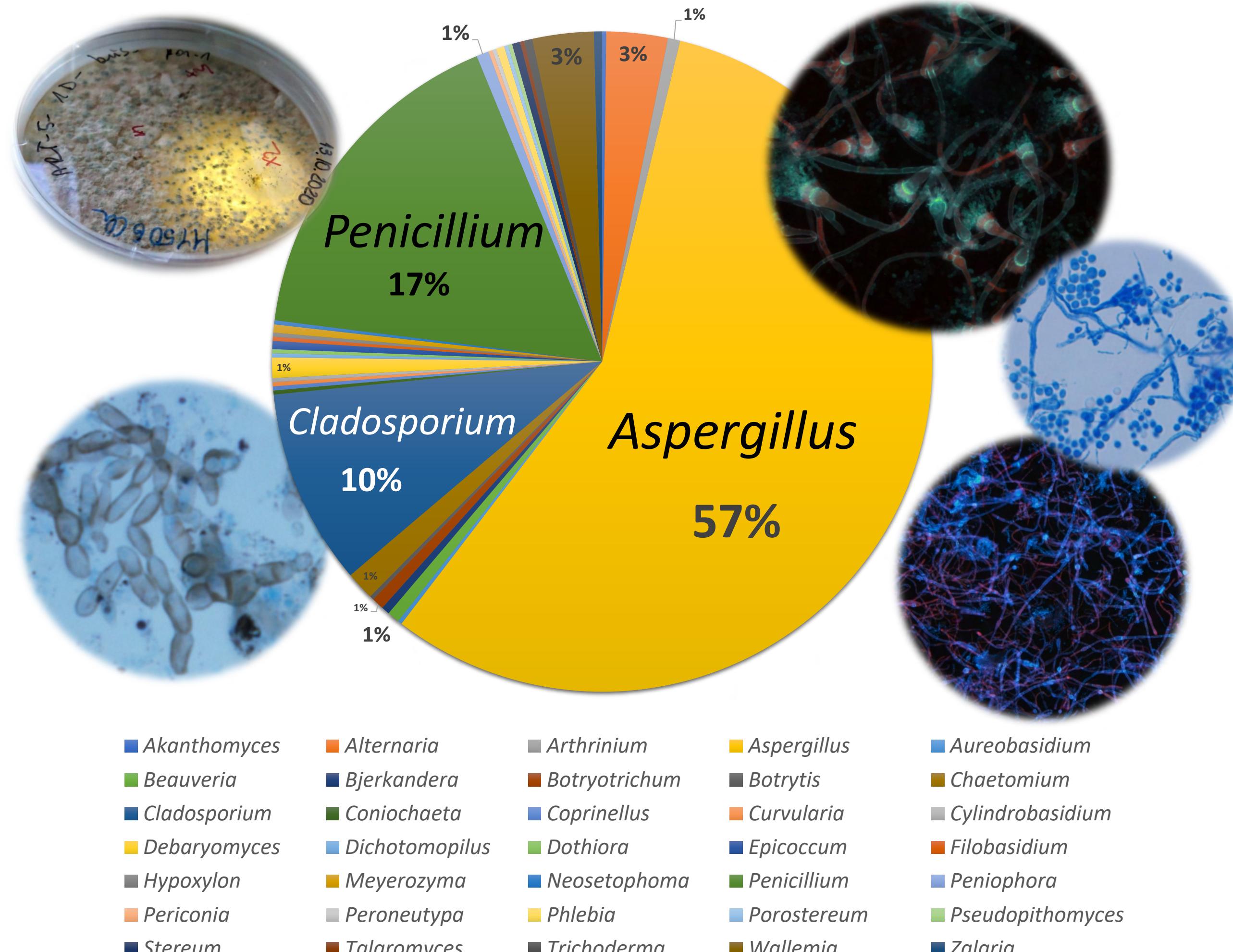
³ Javni zavod republike Slovenije za varstvo kulturne dediščine, Metelkova ulica 6, 1000 Ljubljana; Tel: 012343168, katja.kavkler@rescen.si

UVOD: Slike na platnu so dovetne za **biološko razgradnjo**, saj vsebujejo številne organske snovi, ki jih mikroorganizmi lahko uporabljajo za rast. Najpomembnejši dejavnik, ki upočasnuje njihovo propadanje, so stabilne okoljske razmere, predvsem nizka razpoložljivost vode. Slednjemu kljubujejo **kserofilni mikroorganizmi**, ki lahko v relativno suhem okolju razkrajajo tako nosilce na osnovi celuloze, kot tudi materiale, uporabljeni pri pripravi platna (klej), veziva barv (rumenjak, jajce, kazein in laneno olje) ter površinske sloje (lake). Okužbe slik s plesnimi lahko povzročijo vizualne spremembe in strukturne poškodbe (Slika 1).



Slika 1: Fotografije poškodb slik. A: rast plesni v razpokah barv; B-D: plesnivi madeži; E: luščenje barve; F: raztrganine; G-L: plesni na hrbtni strani slik.

Glive v primerjavi z bakterijami predstavljajo večje tveganje za razgradnjo slik v bolj ali manj stabilnih okoljih. V naravi imajo pomembno vlogo pri razgradnji najrazličnejših substratov, od preprostih sladkorjev, beljakovin in maščob do težko razgradljivih polimernih organskih spojin, kot so celuloza, škrob, lignin, hitin, melanin, keratin in različni ogljikovodiki. To izhaja iz načina njihovega prehranjevanja, saj v okolje izločajo različne encime, topne produkte razgradnje pa absorbirajo. Encimska pestrost je eden glavnih atributov gliv tudi pri razgradnji naravnih snovi kot tudi sintetičnih polimerov.



Slika 2: Delež posameznih rodov osamljenih z okuženih slik – prevladujejo izolati rodov Aspergillus, Penicillium in Cladosporium.

MATERIALI in METODE: V študiji smo s **24 umetniških slik na platnu** iz slovenskih cerkva, datiranih **od 16. do 21. stoletja**, izolirali približno **600 sevov gliv** ter jih uvrstili v približno **35 rodov**. Najpogosteje vrste smo uvrstili v rodove *Aspergillus*, *Penicillium* in *Cladosporium* (Slika 2), **številne so bile za znanost nove**. Izbrane predstavnike posameznih vrst smo testirali na zmožnost rasti v pogojih nizke vodne aktivnosti (ksero-, halotoleranca), encime (esteraze, proteaze, celulaze, ureaze, amilaze, lakaze), razgradnjo ogljikovodikov (mineralna olja, N-heksadekan), raztopljanje CaCO₃ in na tvorbo različnih barvil in organskih kislin (Slika 3).

REZULTATI: Vrste rodov *Aspergillus*, *Penicillium* in *Cladosporium*, ki se sicer nahajajo v zračnem prahu, pomenijo največje tveganje za vse naravne organske materiale slik (Tabela 1), saj so suholjubne (kserofilne →, ksertolerantne →) in v pogojih relativno nizke zračne vlage sintetizirajo številne encime in razgrajajo substrate. Glice, ki so sicer znane z insektov, imajo še razširjen nabor potencialnih substratov (→). Zmožnost tvorbe kislin in tovrsten nespecifičen napad na materiale je značilnost rodu *Penicillium*.

Rod	vrsta	EXF številka	Kserofilija/-toleranca	Proteaze (Kazein)	Proteaze (Želatina)	Celulaze (CMC)	Esteraze (Tweenz 80)	Lipaza (lajčni rumenjak)	Amilaze	Ureaze	Lakaze (ABTS, Egijskak)	Heksadekan	Minerale	raztopljanje CaCO ₃	sprememba pH (od 7)
<i>Akanthomyces</i>	<i>muscarius</i>	10648	-/+	-/+	-	-	-	-	-/+	+	-	+	+ +	+ +	/
	<i>sp.</i>	10559	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	/
<i>Alternaria</i>	<i>sp.</i>	10651	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	6
	<i>conicus</i>	7660	+	-/+	-	+	-	-	-	-/+	+	-	-	-	6
	<i>creber</i>	7677	+	-/+	+	+	-	-	-/+	+	-	-/+	-/+	/	6
	<i>destruens</i>	7651	+	-	-	+	-	-	-/+	-	-	-	-	-	6
	<i>domesticus</i>	10360	+	-	-	+	-	-	-/+	-	-	-	-	-	6
	<i>halophilicus</i>	10624	+	-	-	-	-	-	/	-	-	-	-	-	6
	<i>infrequens</i>	10450	+	-	-	-	-	-	-/+	-/+	-	-	-	-	6
	<i>jenseii</i>	10405	+	-/+	-	+	-	-	-/+	+	-	+	-	-	6
	<i>magnivesiculatus</i>	10353	+	-	-	+	-	-	-/+	+	-	-	-	-	6
<i>Aspergillus</i>	<i>penicillioides</i>	10425	+	-/+	+	+	-	-	/	-	-	-	-	-	6
	<i>proliferans</i>	15555	+	-/+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
	<i>pseudoglaucus</i>	15119	+	-	-	+	-	-	-/+	+	-	-	-	-	6
	<i>puulauensis</i>	14316	+	-	-	+	-	-	-/+	-	-	-	-	-	6
	<i>reticulatus</i>	10429	+	-	-	+	-	-	-/+	+	-	-	-	-	6
	<i>salincola</i>	10401	+	-	-	-	-	-	-/+	+	-	-	-	-	6
	<i>sloani</i>	7656	+	-	+	+	-	-	-/+	-	-	-	-	-	6
	<i>tardicrescens</i>	10431	+	-	+	+	-	-	-/+	-	-	-	-	-	6
	<i>vitricola</i>	15210	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
	<i>10463</i>	10463	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
<i>Aureobasidium</i>	<i>melanogenum</i>	10372	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	6
	<i>pullulans</i>	14317	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	6
<i>Beauveria</i>	<i>pseudobassiana</i>	10556	-/+	-/+	-	-	-	-	-/+	+	+	+	-	-	6
<i>Bjerkandera</i>	<i>adusta</i>	15111	-	-/+	+	-	-/+	-	+	-	-	-	-	-	6
<i>Botryotrichum</i>	<i>domesticum</i>	10840	-/+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	6
<i>Chaetomium</i>	<i>globosum</i>	7690	-/+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	6,1
	<i>cochlioides</i>	7669	-/+	-/+	/	-/+	-	-	-/+	+	-	-	-	-	6
	<i>allicinum</i>	10573	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	6,1
	<i>pseudoocladosporioides</i>	10496	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,1
<i>Cladosporium</i>	<i>westerdijkiae</i>	10492	+	-/+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	6,1
	<i>xylophilum</i>	10656	+	-/+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	6
	<i>pseudoocladosporioides</i>	14314	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	6
<i>Coniochaeta</i>	<i>ligninaria</i>	15505	-/+	-/+	-	+	-	-	-/+	+	-	-	-	-	6
<i>Cylindrobasidium</i>	<i>sp.</i>	15086	-/+	-/+	+	-	-	-/+	-	/	-	-	-	-	6
<i>Debaryomyces</i>	<i>hansenii</i>	10652	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
<i>Dichotomopilus</i>	<i>pseudoerectus</i>	10508	-/+	-	/	+	-	-	-/+	-	-	-	-	-	6
<i>Parengyodontium</i>	<i>album</i>	10663	-/+	+	-	+	-	-	-/+	+	-	-	-	-	6
	<i>bialowiezense</i>	10584	+	-	+	+	-	-	-/+	+	-	-	-	-	5
	<i>brevicompactum</i>	10484	+	-	+	+	-	-	-/+	+	-	-	-	-	5
	<i>chrysogenum</i>	10495	+	-	+	+	-	-	-/+	+	-	-	-	-	4,7
<i>Penicillium</i>	<i>15508</i>	15508	+	-	+										