

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/180



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

| | |
|--|--|
| Šifra projekta | J7-4208 |
| Naslov projekta | Mikrobiološke in strukturne preiskave biološko poškodovanega tekstila iz slovenskih muzejev |
| Vodja projekta | 16103 Polona Zalar |
| Tip projekta | J Temeljni projekt |
| Obseg raziskovalnih ur | 7886 |
| Cenovni razred | C |
| Trajanje projekta | 07.2011 - 06.2014 |
| Nosilna raziskovalna organizacija | 481 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta |
| Raziskovalne organizacije - soizvajalke | 622 Slovenski etnografski muzej 1555 Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta 2316 Javni zavod Republike Slovenije za varstvo kulturne dediščine |
| Raziskovalno področje po šifrantu ARRS | 7 INTERDISCIPLINARNE RAZISKAVE |
| Družbeno-ekonomski cilj | 10. Kultura, rekreacija, religija in sredstva javnega obveščanja |
| Raziskovalno področje po šifrantu FOS | 2 Tehniške in tehnološke vede 2.05 Materiali |

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

2. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

Številni objekti kulturne dediščine so izpostavljeni mikrobnim razgradnjam, in skorajda ni materiala, ki pred mikrobiološko aktivnostjo ne bi bil občutljiv. Za ohranjanje zgodovinskih predmetov, tudi tekstila kot izdelka iz organskih materialov, predstavljajo

glive med mikrobi največji rizični dejavnik. Projekt je obravnaval biološko načrt zgodovinski tekstil in združil interdisciplinarno skupino strokovnjakov, kot so kustosi muzejev, restavratorji tekstila, mikrobiologi/mikologi, raziskovalci tekstila, biologi in kemiki, ki smo vsak na svojem področju prepoznali in reševali probleme, ki so nastali zaradi poškodb vrednih objektov kulturne dediščine s privzemanjem zadnjih napredkov iz posameznih področij. Za proučevanje problemov, diagnosticiranje in razvoj primernih pristopov omejitve oz. ustavitve dolgotrajnih reakcij z namenom ohranitve zgodovinskega tekstila za naslednje generacije, smo uporabili metode proučevanja na nano, mikro in makro nivoju. Z namenom doseganja novih standardov dokumentacije tovrstnih problemov smo uporabili moderne mikrobiološke, strukturne in kemijske metode, s posebnim poudarkom na nedestruktivnih analitičnih metodah. Kot glavnega vektorja prenosa glivnih propagul smo prvič v zgodovini vzorčili zrak v slovenskih muzejih. Glive smo detektirali na tekstilnih objektih z uporabo klasičnih gojitvenih metod in tudi na osnovi analize celotne DNA v vzorcih. Z optično mikroskopijo, vrstično elektronsko mikroskopijo, infrardečo spektroskopijo s Fourierjevo transformacijo in s proučevanjem mehanskih lastnosti, kot so natezne, smo pridobili informacije o strukturnih spremembah na račun glivnih razkrojnih procesov. Na nivoju čistih kultur smo določili aktivnost specifičnih encimov izbranih gliv na laboratorijskih vzorcih (umetno staran, z glivo inokuliran tekstil). Uporabili smo sanacijske metode za odstranitev gliv iz tekstila, ki smo jih primerjali na poskusih izvedenih na omenjenih laboratorijskih vzorcih. Aplicirali smo nov biološki pristop razbarvanja glivnih pigmentov melaninov, ki so kot posledica kolonizacije tekstila z glivami opazni tudi po uspešnih sanacijskih metodah. To je potekalo z aplikacijo encimov bele trohnobe gliv lakaz, ki razgrajujejo melaninom po sestavi podobne lignocelulozne substrate, ter z uporabo biomimetričnega sistema, ki oponaša aktivni center lignin peroksidaz: kompleks bakra, piridina, vodikovega peroksida v vodi. Učinke procesov razbarvanja smo proučili s sodobnimi strukturnimi metodami, ter ugotovili, da v tem kontekstu metode razbarvanja niso uporabne. Končni rezultati tega projekta so: (i) vzpostavljene povezave med naravoslovnimi strokami in končnimi uporabniki – konservatorji-restavratorji, (ii) novi parametri spremljanja in zgodnjega odkrivanja prisotnosti gliv na tekstilu, (iii) priporočila za dokumentacijo in dolgotrajno ohranitev tekstilnih predmetov v muzejih (v pripravi).

ANG

Many important cultural heritage objects are at risk of microbial deterioration. Almost no material is inert to microbial attack. Among microorganisms, fungi are the main deteriorative agents of historical objects, including textiles typically consisting of most susceptible organic materials. The presented study dealt with biodegraded historical and archaeological textiles and gathers an interdisciplinary team of professionals including museum curators, textile restorers, microbiologists/mycologists, textile researchers, biologists and chemists able to recognize and solve problems of deterioration of valuable cultural heritage objects by adopting last advances in different fields. Nano, micro and macro technologies have been used to investigate the problem, diagnose the agents and develop correct approaches to invert or slow down the long term reactions caused on the materials necessary for the preservation of the historical textiles for the next generations. Modern microbiological, structural and chemical methods have been applied to reach new standards of documentation. Specifically, modern non destructive analytical methods have been used. Air, the main vector for the transmission of fungal propagules, has been monitored the first time for fungi in Slovenian museums. Fungi have been detected on textile objects by classical culturing and by DNA based approaches. Optical microscopy, scanning electron microscopy, Fourier transform spectroscopy, Raman spectroscopy and mechanical testing, like measurement of the textile tensile strength have provide information on structure modifications potentially due to fungal degradative processes. The activity of specific degradative enzymes has been determined in pure cultures for the selected fungi by analysis of laboratory (artificially aged, inoculated) specimens. Up to date and already established methods of sanitation of infested textile objects with fungi have been tested and compared in the laboratory on artificially aged textiles infested with selected fungal species. A new biological approach of destaining fungal melanins present on textiles due to fungal infestation and which are not removed by sanitation methods has been checked in two ways: by employing laccases - enzymes from wood decomposing fungi able to degrade lignocellulose substrates, and by using biomimetic system, mimicking the active center of lygnin peroxidases - complex of copper, pyridine, and hydrogen peroxide in water. The de

staining processes have been followed by sophisticated methods analysing the structural properties of textile; we concluded, that destaining methods in this context are not useful. The conclusive results of this research project are (i) established connections between natural science disciplines and end-users conservators-restorers, (ii) new parameters for early detection of fungi on textile, (iii) guidelines for documentation and the preservation of textile materials in museums (in preparation).

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu²

S predstavljenim projektom smo želeli vzpostaviti povezavo med različnimi strokovnjaki v Sloveniji in v Evropi, ki delujejo vsak v svoji stroki na ohranjanju kulturne dediščine. Kot nalogo smo si zadali proučiti kombinacijo modernih tehnik in znanja, predvsem na nivoju naravoslovnih znanosti, da smo pridobili vpogled v kompleksnost razgradnih procesov tekstila kot posledico delovanja gliv. Na ta način smo doprinesli k oblikovanju novih standardov monitoringa in dokumentacije, ter lahko komentiramo uporabo obstoječih metod za ohranjanje tako pomembnega dela kulturne dediščine, ki pa vsekakor zavisijo od samega materiala ter aktualne okužbe. V okviru inerdisciplinarnega projekta smo znanja posredovali neposrednim uporabnikom, konservatorjem-restavratorjem ter kustosem muzejev, ter jim z izsledki tega projekta nakazali bolj kvalitetno preventivno, represivno in reparativno zaščito tekstilnih predmetov kulturne dediščine.

V okviru predlaganega projekta smo si zadali in dosegli naslednje cilje:

(a) V analizo smo zajeli 88 muzejskih tekstilnih predmetov iz osmih slovenskih muzejev. Izolirali in določili smo 180 sevov gliv, ki so se pojavljali na in so odgovorni za degradacijo muzejskega tekstila glede na sestavo materiala (celuloza, proteini). Ugotovili smo nekatere povezave med notranjimi možnimi viri kontaminacij znotraj muzejev, kot so zrak, sistemi za zračenje in filtracijo zraka, arhitekturne posebnosti, kot so plesnive stene. Kjer je bilo mogoče (iz 15 vzorcev), smo za analizo celotne DNA ter za analizo materialov odvzeli minimalne koščke primerkov. Za izolacijo DNA smo uporabili klasične in komercialne postopke.

Ugotovitve:

(i) 73 % vzorčenih predmetov je bilo okuženo s plesnimi. Okužba je bila večinoma pogojena s pogoji hranjenja predmetov v prostorih z relativno visoko zračno vlago. Najpogosteje identificirane kontaminante smo uvrstili v rodove gliv *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium*, ki se tudi sicer pogosto pojavljajo in razširjajo z zrakom. Ključna je bila uporaba za kserofile prilagojenih gojišč, ki so nam omogočila deteksijo kontaminant na tistih vzorcih, ki so dejansko izgledali plesnivi.

(ii) Okolje zelo pogojuje plesnenje tekstila, ključna je visoka zračna vlaga. Zračne analize, ki smo jih opravili, so odraz stanja hranjenih muzejskih predmetov. Rokovanje s plesnivimi predmeti se odrazi v povečani koncentraciji spor. Iz zraka smo osamili več kot 110 sevov gliv ter jih tudi identificirali. Prisotnost gradbenih nepravilnosti, kot je

zamakanje, je tudi potrdilo kontaminacijo v takem prostoru shranjenih predmetov, saj so bile v nekaterih primerih potrjene iste vrste plesni.

(iii) Vse izolate smo shranili v mikrobiološko zbirko Ex (katalog na spletu: <http://www.ex-genebank.com/>), ter izolirali njihovo DNA. Celotno DNA smo izolirali iz vzorcev, kjer je bil odvzem minimalnih koščkov materiala mogoč. Najuspešnejši smo bili z uporabo kita za izolacijo DNA iz biofilmov proizvajalca MoBio. Na osnovi tako izolirane celotne DNA smo z metodo tehnike sekvenciranja naslednje generacije (NGC – next generation sequencing) odkrili glive, ki jih nismo zaznali z gojitvenimi metodami. Kot primerna se je izkazala tudi metoda DGGE metoda, s pomočjo katere smo lahko sklepali na raznolikost, ne pa na taksonomsko uvrstitev kontaminant.

(iv) Kot najbolj problematični predmeti so se izkazale slike na platnu izhajajoče iz cerkva in drugih objektov z nekontrolirano zračno vlago in nestalno temperaturo.

(b) Z uporabo modernih analitskih metod na mikro (SEM mikroskopija svetlobna mikroskopija, FTIR) smo določili strukturne poškodbe zgodovinskega tekstila kontaminiranega z glivami.

Ugotovitve:

(i) Z optično mikroskopijo smo analizirali vlakna, ki so bila v večini bombažna, svilena in lanena, nekaj pa je bilo tudi volnenih, konopljinih in drugih, ki jih nismo uspeli identificirati.

(ii) S FTIR spektroskopijo smo določili materialno sestavo neidentificiranih vzorcev ter identificirali strukturo oz. spremembe strukture vlaken, ki so nastale zaradi vplivov staranja in zaradi vplivov delovanja gliv. FTIR spektroskopija pokaže strukturne spremembe, ki pa jih zaradi nepoznavanja zgodovine predmetov ne moremo pripisati določenim vplivom. Strukturne spremembe v večini primerov niso izrazite, kar kaže na to, da se je razgradnja šele začela.

(iii) Tudi SEM mikroskopija je kazala na začetek razgradnje vlaken. Poškodbe so bile vidne predvsem kot razpoke in poškodbe povrhnjice. Pri najbolj poškodovanih vlaknih je prišlo tudi do prelomov.

(c) Moč razgradnje tekstilnih materialov smo ovrednotili s proučevanjem encimske aktivnosti izbranih glivnih izolatov, gojenih neposredno na modernih in umetno staranih laboratorijskih tekstilnih vzorcih štirih izbranih materialov.

Ugotovitve:

(i) Za detekcijo encimskih aktivnosti izbranih gliv (*Cladosporium variable*, *Aspergillus conicus*, *Bjerkandera adusta*, *Chaetomium globosum*, *Eurotium amstelodami*) smo uporabili minimalno gojišče, ki smo mu za začetno rast kot vir ogljika dodali 0,1% glukoze, nato pa je edini vir ogljika in energije v gojišču predstavljala krpica tkanine (bombaž, lan, volna, svila). Za merjenje encimskih aktivnosti smo uporabili naslednje komercialne encimske teste: celulazna aktivnost (Azo-CM-Cellulose), hemicelulazna aktivnost (Azo-Xylan (Birchwood)), proteazna aktivnost (Protazyme AK). Lipazno aktivnost smo stestirali s testom QuantiChrom™ Lipase Assay Kit in lakazno s testom 2,2'-

Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt $\geq 98\%$ (HPLC). Aktivnosti so se zelo razlikovale glede na substrat in izbrano glivo.

(ii) Umetno starane laboratorijske vzorce, tako nekontaminirane, kot tudi načrtno kontaminirane s sevi izbranih kultur smo analizirali z različnimi strukturnimi metodami. Uporabili smo neinvazivne, kot tudi invazivne ter destruktivne metode. Strukturno vlaken smo določili s FTIR spektroskopijo in ramansko spektroskopijo. Obe metodi sta neinvazivni in zato še posebej primerni za analizo zgodovinskih materialov, kjer je odvzem vzorca pogosto izredno otežen. Rezultate kristaliničnosti vlaken smo primerjali z rezultati dobljenimi z rentgensko difrakcijo. Kljub različni razraslosti gliv na površini vzorcev, pri istovrstnem tekstilu nismo opazili večjih razlik v obliki in količini mehanskih poškodb. Predvsem smo opazili, da se poškodbe v večji meri pojavljajo samo pri določenih vrstah tekstila.

(d) Na laboratorijskih vzorcih, ki so bili moderni in umetno stari vzorci tekstila, okuženi in neokuženi z izbranimi glivami, smo proučili uporabo različnih sanacijskih procesov, uporabljenih v restavratorstvu – konservatorstvu, ter detektirali tudi njihov neposreden vpliv na sam tekstilni material (bombaž, lan, volna, svila). Izmed proučevanih metod smo proučili vpliv gama obsevanja, avtoklaviranje, hranjenja v atmosferi brez kisika – anoksi atmosfera.

Ugotovitve:

(i) gama sevanje: Uporabljena doza uniči vse izbrane vrste gliv, a hkrati tudi vpliva na strukturo in lastnosti vlaken. V vlaknih nastajajo nove razpoke, občasno prihaja tudi do luščenja kutikule.

(ii) avtoklaviranje: Avtoklaviranje je bilo uporabljeno kot metoda, uporabljena za dezinfekcijo materialov v različnih laboratorijih. Sicer se v konservatorstvu – restavratorstvu avtoklaviranje ne smatra za primerno. Kljub temu se je izkazalo, da metoda manj vpliva na strukturo in lastnosti vlaken kot pričakovano. Pred uporabo v praksi pa bi bilo potrebno preveriti še njene učinke na druge materiale, ki so pogosto del predmetov, ki vsebujejo tekstilije (barvila, kovine, les, karton).

(iii) anoksi atmosfera: Poskus uničenja gliv z anoksi atmosfero je pokazal, da zgolj odvzem kisika, ob primerni temperaturi in vlagi uniči le dve izmed šest izbranih gliv. Vpliv odvzema kisika na vlakna ni bil enoznačen.

(iv) Izbor najprimernejše metode je odvisen od kontaminacije, pogojev hranjenja ter stopnje degradacije. Ugotovili smo, da glivne kontaminante različno prenašajo gama sevanje in anoksi atmosfero, zato je potrebna predhodna raziskava, v prvi vrsti kontaminacije, in nadalje testiranja. Za vse sanacijske metode pa velja, da je bil vpliv gliv izrazitejši od vpliva sanacijskih metod. V vsakem posameznem primeru na realnih predmetih pa se je potrebno odločiti, ali smo pripravljeni dopustiti poškodbe, ki nastanejo ob uporabi sanacijskih metod.

(v) Izbrane glive so na primeru bombaža povzročale naslednje

degradacijske spremembe: struktura celuloze se je spremenila v bolj kristalino, ob sočasni depolimerizaciji celuloznih makromolekul; strukturne spremembe so povzročile zmanjšanje mehanskih lastnosti vlaken, vidnih kot razpoke v vlaknih ter zmanjšanje specifične napetosti.

(e) Preizkusili smo še neuveljavljene metode za odstranitev barvnih madežev (glivni melanin) s pomočjo oksidativnih encimov gliv bele trohnobe in biomimetičnim kompleksom bakra v piridinu z dodatkom vodikovega peroksida.

Ugotovitve:

(i) Izvedli smo razbarvanje gliv z biomimetičnim (deluje podobno kot aktivni center glivnih peroksidaz) sistemom, ki ga sestavljajo bakrov kompleks s piridinom ter vodikov peroksid. Ugotovili smo, da raztopina uspešno razbarva barvila v hifah gliv (ključno barvilo melanin), močno pa vpliva tudi na vlakna, predvsem na volno, ki jo v 5 dneh povsem razgradi. Strukturne analize kažejo, da biomimetični kompleks močno vpliva na strukturo vlaken, celo bolj kot sanacijske metode.

(ii) Izvedli smo tudi test razbarvanja hif gliv s pomočjo lakaz.

Pričakovano lakaze skorajda niso imele vpliva na barvila v hifah gliv.

(iii) Iz zgornjih navedb sledi, da nobena od izbranih metod ni primerna za razbarvanje z glivami okuženega tekstila.

(f) Pripravljamo smernice za hranjenje tekstilnih predmetov v muzejih, kjer predlagamo nove parametre spremljanja in zgodnjega odkrivanja tako prisotnosti za tekstil potencialno nevarnih gliv, kot tudi biorazgradnje muzejskega tekstila. Objavljene bodo v Priročniku Muzejske konservatorske in restavratorske dejavnosti: Konserviranje in restavriranje gradiva iz posameznih materialov, in sicer kot poglavje: 3.6.1: Mikrobiološko napaden tekstil. Objavljen bo v l. 2015.

Struktura poglavja:

1. Uvod - Predstavitev in prepoznavanje plesni
2. Prepoznavanje strukture in poškodb vlaken s stališča mikroorganizmov
3. Evidentiranje mikrobiološkega napada
4. Metode uničevanja plesni in odstranjevanje plesni s površine
5. Metode odstranjevanja produktov plesni
6. Hramba zgodovinskih tekstilij
7. Varnosti pri delu s plesnimi

Člani projektne skupine smo se sestali šestkrat, in sicer 11.8.2011, 20.12.2011, 4.6.2012, 29.5.2013, 15.5.2014, 20.2.2015. Na prvem sestanku smo določili strategije vzorčenja in dela v prvem polletju, na drugem pa smo se že seznanili z rezultati raziskav prvih mesecev, ter v nadaljnih komentirali in usermerjali potek dela in zasnovali publikacije.

Trije člani programske skupine smo se od 19. do 24. Septembra 2011 udeležili mednarodnega kongresa na Dunaju, 15th International

Biodeterioration and Biodegradation Symposium, kjer smo sodelovali v sekciji Biodeterioracija kulturne dediščine. L. 2014 je bil naslednji, 16. kongres, ki smo se ga prav tako udeležili z izsledki raziskav. Posamezni člani projektne skupine so se udeleževali tekočih kongresov v svojih strokah.

Sodelovali smo z naslednjimi tujimi inštitucijami in strokovnjaki:

- Institut Rudjer Bošković, Hrvatska: gama sevanje laboratorijskih vzorcev (Branka Mihaljević, Irina Pucić).
- University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Dunaj, Avstrija: ena največjih strokovnjakinj na področju mikrobiologije v restavraciji, dr. Katja Sterflinger je na Biotehniški fakulteti, Oddelku za biologijo, 5.11.2014 imela predavanje o mikrobni razgradnji predmetov kulturne dediščine in o načinih sanacije: "Microbes, art and conservation - a winning game?".
- Danska tehniška univerza, prof. dr. Jensom Frisvadom: s prof. smo sodelovali na tematiki identifikacije sekundarnih metabolitov v tej raziskavi na novo odkritih vrst plesni rodu *Aspergillus*.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Projekt je potekal po planih, zastavljene cilje smo večinoma realizirali. Zadali smo si cilj doseči vsaj dva pomembna rezultata v obdobju do 24 mesecev, ter vsaj štiri pomembne rezultate v obdobju do 36 mesecev. Na osnovi rezultatov projekta smo objavili 6 znanstvenih člankov, sodelovali smo s predavanji in postri na 12. mednarodnih in domačih konferencah. Objavili smo eno poglavje v knjigi. Znanje pridobljeno v projektu smo posredovali slovenskim restavracijem-konservatorjem v obliki delavnice in predavanja na letnem srečanju 2014. Končni zadani cilj projekta, objaviti smernice za obravnavo in hrambo muzejskih tekstilij za slovenske muzeje še nismo dosegli in je še v pripravi. Objavljen bo kot poglavje 3.6.1: Mikrobiološko napaden tekstil v Priročniku Muzejske konservatorske in restavratorske dejavnosti.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁴

Projektna skupina se je delno spremenila na Biotehniški fakulteti in sicer že po polovici leta. Zaradi prenehanja zaposlitve dr. Silve Sonjak (šifra 23963) se je končala tudi njena raziskovalna aktivnost na tem projektu. Kot zamenjava je na projektu deloval dr. Cene Gostinčar, raziskovalec z vsemi potrebnimi znanji za raziskovalno delo na tem projektu. Zaradi porodniškega dopusta nas je s februarjem 2012 začasno zamenjala dr. Tina Kogej (šifra 20395), ki jo je nadomestila Mojca Šere (šifra 34810), ki ima veliko tehničnih izkušenj na podobnih projektih. V tretjem letu projekta je dr. Katjo Kavkler (šifra 31457), ki je odšla na porodniški dopust, septembra 2013 nadomestila raziskovalka Petra Bešlagić (šifra 36302).

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

| | | | |
|----|--------------------|---------|----------------|
| | Znanstveni dosežek | | |
| 1. | COBISS ID | 3274831 | Vir: COBISS.SI |

| | | |
|--------------|---|---|
| Naslov | SLO | Glivna kontaminacija tekstilnih predmetov shranjenih v slovenskih muzejih in sakralnih objektih |
| | ANG | Fungal contamination of textile objects preserved in Slovene museums and religious institutions |
| Opis | SLO | Preiskava gliv na zgodovinskem tekstilu shranjenem v slovenskih muzejih in religioznih institucijah je sprva nakazovala razmeroma pogoste glivne okužbe. Podroben pregled pa je pokazal, da je bilo od 38 predmetov z glivami okuženih le 21, medtem ko so bili drugi predmeti obarvani ali spremenjeni na račun drugih dejavnikov. Na predmetih, ki so bili shranjeni pri pogojih nizke relativne zračne vlage in temperature, je glivna razrast ostala nespremenjena tudi več let. Čeprav je bila večina tekstilnih vzorcev okuženih z glivami shranjena na institucijah brez nadzora notranjih okoljskih pogojev, je bila stopnja razgradnje tekstila zaradi rasti plesni na splošno nizka. Prevladujoče glive kontaminante, detektirane z gojitvenimi tehnikami in identificirane z uporabo rodovno specifičnih genskih označevalcev, pripadajo rodovom <i>Penicillium</i> , <i>Aspergillus</i> in <i>Cladosporium</i> . Mikroskopska analiza vlaken je pokazala, da je rast gliv na večini teh predmetov omejena na površino. Določili smo encimski profil izbranih izolatov in ugotovili močno beta-glukozidazno ter amilazno aktivnost. Pregled strukturnih in fizikalnih sprememb vlaken na okuženih in neokuženih predmetih je pokazal najizrazitejše strukturne spremembe na lanu in drugih celuloznih vlaknih, medtem ko proteinska vlakna (npr, volna in svila) niso bila prizadeta. |
| | ANG | The investigation into fungal growth on historical textiles stored in museums and religious institutions (churches and cloisters) in Slovenia initially indicated relatively widespread fungal contamination. Closer investigation revealed that only 21 objects out of 38 were positive for fungal contamination, with the other objects being discoloured or stained due to other factors. On the objects that were stored at low humidity and temperature, fungal growth remained restricted for several years, even if the objects were contaminated before storage. Although most of the textile specimens contaminated by fungi were from those institutions without any control of internal environmental conditions, the rate of textile degradation due to fungal growth was generally low. The dominant contaminant fungal species, detected by culture-dependent techniques and identified by the use of current molecular genus-specific barcodes, belonged to the genus <i>Penicillium</i> , followed by <i>Aspergillus</i> and <i>Cladosporium</i> . Microscopy analyses of the fungal growth revealed that on most of these objects fungal growth was limited to the surface. The enzymatic profile of selected isolates was determined, particularly by strong beta-glucosidase activity and amylase activity. Examination of the structural and physical changes to the fibres on contaminated and non-contaminated objects showed the most pronounced structural changes on flax and other cellulosic fibres, while proteinaceous fibres (e.g., wool and silk) were generally not affected. |
| Objavljeno v | Elsevier Applied Science; International biodeterioration & biodegradation; 2015; Vol. 97; str. 51-59; Impact Factor: 2.235; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.143; WoS: DB, JA; Avtorji / Authors: Kavkler Katja, Gunde-Cimerman Nina, Zalar Polona, Demšar Andrej | |
| Tipologija | 1.01 Izvirni znanstveni članek | |
| 2. COBISS ID | 3329103 | Vir: COBISS.SI |
| Naslov | SLO | Razgradnja sodobnega in umetno staranega bombaža z izbranimi glivnimi vrstami |
| | ANG | Deterioration of contemporary and artificially aged cotton by selected fungal species |
| | | Namen pričujoče raziskave je bila analiza razgradnje bombažnih vlaken, ki |

| | | | |
|----|--------------|--|---|
| | Opis | SLO | so jo povzročile izbrane vrste gliv, izolirane z zgodovinskih bombažnih predmetov. Umetno starane in nestarane bombažne tkanine smo okužili s šestimi najpogostejšimi vrstami gliv, izoliranimi s tekstilnih predmetov iz različnih slovenskih muzejev. Izbrane glive so bile: <i>Aspergillus clavatus</i> , <i>Cladosporium cladosporoides</i> , <i>Fomes fomentarius</i> , <i>Hypoxylon fragiforme</i> , <i>Penicillium chrysogenum</i> in <i>Penicillium corylophilum</i> . Njihov vpliv na staran in nestaran bombaž smo opazovali z ramansko spektroskopijo, infrardečo spektroskopijo, vrstično elektronsko mikroskopijo in nateznimi trsti. Med analiziranimi glivami je <i>P. chrysogenum</i> najmanj vplivala na vzorce, <i>C. cladosporoides</i> , <i>F. fomentarius</i> in <i>H. fragiforme</i> pa najbolj. Glavne strukturne spremembe so bile hidroliza, depolimerizacija in zmanjšana urejenost molekul. Čeprav ne škodujejo vse izbrane glive bombažu in posledično muzejskim predmetom, pa vse povzročajo vidne spremembe na površini tekstilij. Depolimerizacijo celuloznih makromolekul povzročajo tudi neustrezni pogoji, ki jih moramo preprečiti za vsako ceno, da bi ohranili zgodovinske predmete. |
| | | ANG | The scope of this study was an analysis of the deterioration of cotton fibres caused by selected strains of fungal species from historical cotton textile objects. Aged and non-aged cotton fabric specimens were inoculated with representative strains of the six highest frequency fungal species isolated from museum textile objects from different Slovene museums. The selected fungi were <i>Aspergillus clavatus</i> , <i>Cladosporium cladosporoides</i> , <i>Fomes fomentarius</i> , <i>Hypoxylon fragiforme</i> , <i>Penicillium chrysogenum</i> and <i>Penicillium corylophilum</i> . Their effects on contemporary and artificially aged cotton was examined by Raman spectroscopy, infrared spectroscopy, scanning electron microscopy, and tensile behaviour. These fungal species affected the cellulose structure and fabric properties differently. Among the fungi analysed, <i>P. chrysogenum</i> was least harmful to cotton-cellulose samples, while <i>C. cladosporoides</i> , <i>F. fomentarius</i> and <i>H. fragiforme</i> showed the greatest effects. The main structural changes were hydrolysis, depolymerisation, and decreased molecular order. Although not all of these fungal species are dangerous to cotton fibres, and hence to museum objects, they all cause visible changes that can lead to disintegration of these objects. Another important factor that accelerates the depolymerisation of cellulose macromolecules in cotton fibre is inappropriate storage conditions, which should be avoided at all costs, to preserve historical objects and artefacts. |
| | Objavljeno v | Applied Science Publishers Ltd; Polymer degradation and stability; 2015; Vol. 113; str. 1-9; Impact Factor: 2.633; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.242; WoS: UY; Avtorji / Authors: Kavkler Katja, Gunde-Cimerman Nina, Zalar Polona, Demšar Andrej | |
| | Tipologija | 1.01 Izvirni znanstveni članek | |
| 3. | COBISS ID | 512665387 | Vir: COBISS.SI |
| | Naslov | SLO | Vpilv gliv na sodobna in umetno starana volnena vlakna |
| | | ANG | Impact of fungi on contemporary and accelerated aged wool fibres |
| | Opis | SLO | V pričujoči raziskavi smo opazovali strukturne in mehanske lastnosti volnenih tekstilij okuženih z glivami. Sodobne nestarane in umetno starane volnene tekstilije so bile okužene s šestimi različnimi vrstami gliv, izbranimi med številnimi vrstami, izoliranimi z muzejskih predmetov. Opazili smo nekatere strukturne spremembe, ki so negativno vplivale na mehanske lastnosti vlaken. Poslabšale so se natezne lastnosti tkanin, opazili pa smo tudi mehanske poškodbe vlaken. Glive so intenzivneje vplivale na umetno starane tekstilije kot na nestarane |
| | | | In the present study we observed structure and mechanical properties of fungal deteriorated wool textiles. Contemporary non-aged and accelerated aged wool textiles were inoculated with six different fungal strains, which |

| | | | |
|----|--------------|-----------|---|
| | | ANG | were selected among several strains isolated from museum textile objects. Some structural changes occurred, which influenced mechanical properties of the fibers in a negative way. Several mechanical damages were observed after inoculation and tensile properties of the threads decreased. Accelerated aged fibers were more affected by fungi than non-aged fibers. |
| | Objavljeno v | | Applied Science Publishers Ltd; Polymer degradation and stability; 2012; Vol. 97, no. 5; str. 786-792; Impact Factor: 2.770; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.005; A': 1; WoS: UY; Avtorji / Authors: Kavkler Katja, Demšar Andrej |
| | Tipologija | | 1.01 Izvirni znanstveni članek |
| 4. | COBISS ID | 2727792 | Vir: COBISS.SI |
| | Naslov | SLO | Uporaba FTIR in Ramanske spektroskopije za kvalitativno analizo strukturnih sprememb celuloznih vlaken |
| | | ANG | Application of FTIR and Raman spectroscopy to qualitative analysis of structural changes in cellulosic fibres |
| | Opis | SLO | Vlakna sodijo v skupino organskih materialov, zato so občutljiva na zunanje vplive, ki povzročajo spremembe strukture materialov. Posledica strukturnih sprememb vlaken so tudi spremembe njihovih lastnosti. Na zunanje vplive zelo občutljiva so celulozna naravna vlakna, ki so bila v preteklosti pogosto uporabljena v oblačilih, uporabnih in okrasnih predmetih. Strukturno vlaken lahko analiziramo z vibracijskimi spektroskopskimi metodami. Infrardeča in ramanska spektroskopija sta komplementarni metodi, s katerimi lahko analiziramo nadmolekulske strukture vlaken (kristalnost in polimorfne oblike celuloze). V pričujoči raziskavi smo obe metodi uporabili za analizo starih in z glivami okuženih celuloznih tekstilij. Izkazalo se je, da smo z izbranimi metodama lahko analizirali nadmolekulske strukturne spremembe v okuženih vzorcih, ki so se kazale kot depolimerizacija celuloznih makromolekul in spremembe urejenosti nadmolekulske strukture vlaken. Ugotovili smo, da daljši čas aktivne okužbe povzroči večje spremembe nadmolekulske strukture vlaken. |
| | | ANG | Fibres belong to organic materials, and are therefore susceptible to external influences, causing structural changes of the materials. Consequences of the structural changes in fibres are changes in their properties. Cellulose natural fibres, which were in the past often used for clothing, decorative and applied arts, are very susceptible to external influences. Fibre structure can be analysed with vibrational spectroscopic methods. Infrared and Raman spectroscopies are complementary methods, allowing us to analyse fibre super-molecular structure (crystallinity and different polymorph structures of cellulose). In the present work both methods were applied for analysis of aged cellulose textiles degraded by fungi. Selected methods turned out to be appropriate for analysis of super-molecular structural changes in the biodegraded textiles, such as depolymerisation of cellulose macromolecules and changes in arrangement of the macromolecules. Prolonged time of active contamination with fungi led to more intensive super-molecular structural changes. |
| | Objavljeno v | | Zveza inženirjev in tehnikov tekstilcev; Splošno združenje tekstilne industrije; Tekstilec; 2012; Letn. 55, št. 1; str. 19-44; Avtorji / Authors: Kavkler Katja, Demšar Andrej |
| | Tipologija | | 1.01 Izvirni znanstveni članek |
| 5. | COBISS ID | 512456491 | Vir: COBISS.SI |
| | Naslov | SLO | FTIR spektroskopija biološko razgrajenega zgodovinskega tekstila |
| | | ANG | FTIR spectroscopy of biodegraded historical textiles |
| | | | V pričujoči raziskavi smo uporabili dve različni FTIR spektroskopski metodi |

| | | |
|--------------|---|--|
| Opis | SLO | (mikrospektroskopijo z uporabo diamantne celice ter ATR spektroskopijo) za analizo strukturnih sprememb na okuženih in neokuženih tekstilnih vlaknih iz slovenskih muzejev in sakralnih objektov. Na okuženih in neokuženih celuloznih predmetih smo lahko identificirali številne strukturne spremembe, medtem ko na predmetih iz proteinskih vlaken nismo opazili sprememb. Ob tem smo izračunali tudi indeks kristalnosti celuloznih tekstilij, kjer smo primerjali dve razmerji višin absorpcijskih trakov. Ugotovili smo, da indeks kristalnosti I1372/I2900 razdeli vlakna v dve skupini: okužena vlakna imajo večinoma nižji indeks kristalnosti. |
| | ANG | In the research two different FTIR spectroscopy methods (microspectroscopy with diamond anvil cell and ATR spectroscopy) were used to investigate structural changes on biodeteriorated and non-affected textile fibres obtained from different Slovene museums and sacral objects. Several structural changes were observed in spectra of biodeteriorated as well as of non-affected cellulosic fibres, whereas no changes were observed in proteinaceous fibres. In the scope of spectral analysis also crystallinity index has been calculated by comparing two different band ratios. The research showed that the crystallinity index, calculated from the band intensity ratio I1372/I2900 groups fibres into two groups; biodeteriorated fibres have predominantly lower crystallinity index. |
| Objavljeno v | Applied Science Publishers Ltd; Polymer degradation and stability; 2011; Vol. 96, no. 4; Str. 574-580; Impact Factor: 2.769; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.978; A': 1; WoS: UY; Avtorji / Authors: Kavkler Katja, Gunde-Cimerman Nina, Zalar Polona, Demšar Andrej | |
| Tipologija | 1.01 Izvirni znanstveni članek | |

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁶

| | | | |
|----------------------------|-----------|---|---------------------------------------|
| Družbeno-ekonomski dosežek | | | |
| 1. | COBISS ID | 3003504 | Vir: COBISS.SI |
| | Naslov | SLO | Razpad starih tekstilij na račun gliv |
| | | ANG | Fungal deterioration of aged textiles |
| Opis | SLO | Poglavje avtorjev Katje Kavkler, Nine Gunde-Cimerman, Polone Zalar in Andreja Demšarja opisuje raziskave vpliva gliv na zgodovinske tekstilne objekte. Ohranjanje zgodovinskih objektov je izjemno pomembno za prihodnje generacije, saj imajo tovrstni predmeti veliko socialno, zgodovinsko, kulturno in izobraževalno vrednost. Glivne kontaminacije tekstilnih predmetov lahko zlasti spremenijo njihov videz ter povzročijo spremembe strukturnih in mehanskih lastnosti. Predmet je posledično težko ohraniti oz. ga povrniti v izvirno stanje. Poglavje opisuje interdisciplinarni pristop mikologov, tekstilnih znanstvenikov in restavradorjev tekstila, da bi bolje razumeli vpliv gliv na zgodovinske tekstilne predmete. V poglavju je opisana raznolikost in pogostost pojavljanja različnih vrst gliv na različnih definiranih materialih zgodovinskega tekstila (bombaž, lan, svila, volna), ter povzeta obstoječa literatura iz tega področja. Dodatno so prikazani preučeni vplivi izbranih vrst gliv, ki so v čistih kulturah umetno inokulirani na laboratorijske vzorce tkanin v nadzorovanem okolju. Prikazana je analiza vpliva prisotnosti gliv na te materiale z nedestruktivnimi analitičnimi metodami, nateznimi preizkusi, vrstično elektronsko mikroskopijo, Ramansko spektroskopijo in infrardečo spektroskopijo s Fourierjevo transformacijo. | |
| | | The book chapter, written by authors Katja Kavkler, Nina Gunde-Cimerman, Polona Zalar in Andrej Demšar, deals with the investigations of | |

| | | | |
|----|--------------|--|--|
| | | ANG | <p>hystorical textile objects attacked by fungi. Preservation of historical objects is of the outmost importance for future generations, as such objects have great social, historical, cultural and educational value. Fungal contaminations of textile objects in particular can alter the appearance, the structural and mechanical properties of an object, which can consequently prove difficult to conserve or to return to its former state. The present chapter describes an interdisciplinary approach for mycologists, textile scientists, and art restorers to better understand the impact of fungi on historical textile objects. The diversity and frequency of occurrence of different fungal species for each selected material (cotton, linen, silk, wool) is here investigated, and the available literature is reviewed. The impacts of selected fungal species are further examined by inoculation of pure cultures on artificially prepared laboratory samples, with incubation in a controlled environment. Analyses of the fungal impact on hystorical textile objects are presented, with the accent on non-destructive analytical methodologies, including tensile tests, scanning electron microscopy, Raman spectroscopy, and Fourier transform infrared spectroscopy.</p> |
| | Šifra | B.06 | Drugo |
| | Objavljeno v | Nova Science Publishers; Textiles; 2014; Str. [315]-342; A': 1; Avtorji / Authors: Kavkler Katja, Gunde-Cimerman Nina, Zalar Polona, Demšar Andrej | |
| | Tipologija | 1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji | |
| 2. | COBISS ID | 3216719 | Vir: COBISS.SI |
| | Naslov | SLO | Interdisciplinarne raziskave gliv na zgodovinskih tekstilnih predmetih |
| | | ANG | Interdisciplinary research on fungi infesting historical textile objects |
| | Opis | SLO | <p>Veliko zgodovinskih in kulturno pomembnih predmetov je ogroženih zaradi razgradnih mikrobioloških procesov. Med materiali je tekstil najbolj dovzeten za mikrobiološki napad. Prispevek je obravnaval biološko napaden zgodovinski in arheološki tekstil, shranjen v slovenskih muzejih. Osredotočili smo se na probleme v konservatorstvu, analizo materialov, diagnosticiranje povzročiteljev poškodb in razvoj primernih pristopov za upočasnitev ali zaustavitev že dolgotrajnih degradacijskih procesov, ter tudi sanaciji in konserviranju zgodovinskih materialov. Pri analizi smo uporabili nedestruktivne metode, uporabne za analizo majhnih vzorcev. Dodatno smo opravili zračno analizo gliv. Glive naj bi bile med glavnimi povzročitelji razgradnje zgodovinskih predmetov. Izolirali in identificirali smo jih z uporabo klasičnih gojitvenih metod, kot tudi z negotovitvenimi, kot je pirosekvenciranje. Določili smo tudi aktivnost nekateih glivnih encimov, in sicer na izbranih glivnih kulturah, inokuliranih na laboratorijske vzorce tekstila.</p> |
| | | ANG | <p>Cultural heritage objects are at risk of microbial deterioration. The material typically of any historical object, but specifically textiles is susceptible to fungi that are the main deteriorative agents. The presented study deals with biodegraded historical and archaeological textiles stored in Slovenian museums. Our tasks focus on conservation problems, material composition analyses, diagnosing decomposition agents and development of suitable approaches to slow down or stop the already long lasting decomposition processes and to repair and conserve the historical materials. Non destructive methods applicable to small textile samples were used. In addition, indoor air, which is the main vector for the transmission of fungi, was monitored. Fungi were isolated and identified from textile objects through classical culturing methods and culture independent approaches were used to identify involved microbes with the help of DNA barcodes using, for example, pyrosequencing. The activity of involved fungal enzymes was determined in vitro by using artificially aged textile</p> |

| | | |
|----|--------------|--|
| | | specimens. |
| | Šifra | B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci |
| | Objavljeno v | [s.n.]; The 10th International Mycological Congress, 4 - 8 August 2014, Bangkok, Thailand; 2014; Str. 924; Avtorji / Authors: Zalar Polona, Kavkler Katja, Demšar Andrej, Tavzes Črtomir, Gostinčar Cene, Belšagič Petra, Gunde-Cimerman Nina |
| | Tipologija | 1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci |
| 3. | COBISS ID | 513234219 Vir: COBISS.SI |
| | Naslov | <i>SLO</i> Glivni pigmenti na tekstilu |
| | | <i>ANG</i> Mould stains on textiles |
| | Opis | <i>SLO</i> V tem referatu na mednarodni znanstveni konferenci smo predstavili občutljivost organskih materialov kulturne dediščine (tekstilije kot eden najpomembnejših) na razgradnjo zaradi zunanjih, biotskih ali abiotskih, vplivov. Glive so zelo nevarne razkrojevalke organskih materialov, tiste, ki proizvajajo melanin (glivni melanini so temno obarvani fenolni polimeri z visoko molekularsko maso), pa za seboj pustijo neželene madeže še dolgo za tem, ko smo okužbo predmeta že odpravili. Predstavili smo uspešnost biomimetičnega oksidativnega sistema pri razbarvanju melaninskih madežev na različnih vrstah melaniniziranih tekstilij ter relativne koncentracije sestavin in kinetiko delovanja sistema pri teh reakcijah (vsi vzorci zadovoljivo razbarvani že po 300 µl kontinuiranega dodajanja H ₂ O ₂). Postopek razbarvanja je povzročil zelo različne spremembe fizikalnih lastnosti tretiranih tekstilij, od popolne dezintegracije volne do le manjših sprememb na celuloznih substratih. Kot najpomembnejši korak pri nadaljnjem razvoju metode smo predlagali izboljšave v načinu aplikacije sistema na madeže plesni (prostorska specifičnost tretiranja). |
| | | <i>ANG</i> This oral presentation (and associated printed Abstract) reflects on the sensitivity of organic materials of cultural heritage (textiles being one of the most prominent) sensitive to the degradation by external influences (abiotic and biotic). Fungi are the most severe decomposers of organic materials, and melanin-producing fungi (fungal melanins are dark-pigmented high-molecular-weight phenolic polymers) may leave behind undesirable stains long after the fungal infestation has been controlled. The ability of the oxidative biomimetic system to bleach melanin stains on various types of melanised model textiles was presented, and relative concentrations of the bleaching reagents and the reaction kinetics for decolourisation of melanin stains ascertained (by 300 µl H ₂ O ₂ of continuous delivery, all samples were adequately bleached). The effects of decolourisation procedures on physical characteristics of treated textile substrates were tested, as the treatment had various effects on different textiles, from a complete disintegration in case of wool, to minor modifications in case of cellulosic substrates. Further improvement in application methods (spatial specificity of administration) was proposed as the most important step in further research. |
| | Šifra | B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci |
| | Objavljeno v | International Biodeterioration & Biodegradation Society; Abstract book; 2014; Str. 60; Avtorji / Authors: Tavzes Črtomir, Bešlagič Petra, Kavkler Katja, Zalar Polona |
| | Tipologija | 1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci |
| 4. | COBISS ID | 3120719 Vir: COBISS.SI |
| | Naslov | <i>SLO</i> Interdisciplinarne raziskave zgodovinskega tekstila - pomen vpletenosti mikrobiologov |
| | | <i>ANG</i> Interdisciplinary research of historical textile - the importance of microbiology |

| | | | |
|--------------|---|---|----------------|
| Opis | SLO | Slovenskim restavratorjem smo na osnovi študije biološko razgrajenega oz. načetega zgodovinskega in arheološkega tekstila na račun gliv pokazali, kako lahko interdisciplinarna skupina strokovnjakov vključno z mikrobiologi, doprinese h konservatorsko-restavratorskim posegom. Predstavili smo glive kot zajetno skupino mikrobov, predstavniki katere so sposobni rasti ob pogojih relativno nizke zračne vlage in so zaradi tega problematični tudi v muzejih. Pomembne so tudi z zdravstvenega stališča, saj lahko povzročajo alergije, astmo in druge respiratorne bolezni. Predstavili smo možnost posredne analize prisotnosti gliv v prostorih, kot je zračna analiza. | |
| | ANG | The study of biological damaged historical objects from Slovenian museums, biodegraded due to fungal attack, was presented to Slovene restorers as an example of collaboration among interdisciplinary team, including microbiologists, and their joint contribution to conservation-restoration procedures. We have presented the kingdom of fungi, the representatives of which grow at very low relative humidity, and therefore present the risk group for museum objects. This group is also important because it can cause allergies, asthmatic attacks and other respiratory problems. We have presented the possibility of indirect analysis of the presence of fungi indoor, such as air sampling. | |
| Šifra | F.18 Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference) | | |
| Objavljeno v | Skupnost muzejev Slovenije; Konservator-restavrator; 2014; 2014; str. 69; Avtorji / Authors: Zalar Polona | | |
| Tipologija | 1.13 Objavljeni povzetek strokovnega prispevka na konferenci | | |
| 5. | COBISS ID | 3277903 | Vir: COBISS.SI |
| Naslov | SLO | Mikrobiologija v restavratorstvu | |
| | ANG | Microbiology in restoration-conservation | |
| Opis | SLO | V okviru Društva restavratorjev Slovenije smo za slovenske konservatorje-restavratorje pripravili delavnico, v okviru katere je potekalo predavanje z naslovom Mikrobiologija v restavratorstvu. Predavanje je podalo pregled čez mikrobiološke raziskave v restavratorstvu na obstoječih slovenskih primerih. Poudarek je bil na pomenu mikrobiologije v restavratorsko-konservatorski stroki, poseben poudarek pa je bil na plesnenju tekstila in zaščiti restavratorjev-konservatorjev, ko rokujejo s tovrstnim materialom. To je bilo prvo predavanje v sklopu omenjenega društva, kjer so bili direktni uporabniki strokovno poučeni o možni nevarnosti plesni na njihovo zdravje, kot tudi o negativnih učinkih plesenja na predmete. | |
| | ANG | In the context of Slovenian Society for Conservation and Restoration a workshop was organized, within which the lecture entitled Microbiology in Restoration-Conservation was presented. The lecture gave an overview of microbiological research in restoration with examples on Slovenian cases, where applicable. It emphasized the importance of microbiology for conservation- restoration, and gave a special attention on moldy textile and protection of restorers against molds when dealing with such material. This was the first lecture organized by this Society, where direct users were acquainted with the possible danger of molds on their health, as well as on deterioration of material. | |
| Šifra | F.18 Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference) | | |
| Objavljeno v | 2014; Avtorji / Authors: Zalar Polona | | |
| Tipologija | 3.25 Druga izvedena dela | | |

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine²

V letu 2014 so sodelujoči na projektu opravili osem naravoslovnih preiskav umetniških tekstilnih predmetov, raziskovalci so sodelovali še z naslednjim referatom na domači konferenci: ZALAR, P., KAVKLER, K., DEMŠAR, A., BELŠAGIČ, P., GUNDE-CIMERMAN, N. Kserofilne glive okužujejo tekstilne predmete kulturne dediščine. V: 6. kongres Slovenskega mikrobiološkega društva, 24.-26. september 2014, Bled, Slovenija, str. 67. [COBISS.SI-ID 3213647]

Tri raziskovalke sodelujoče v projektu so v šol. l. 2013-2014 prvič sodelovale kot predavateljice na 2. stopnji bolonjskega programa Konservatorstvo - restavratorstvo, s predmetom z naslovom Mikroskopija - praktikum. V okviru tega predmeta so študentom podale tudi izsledke te raziskave.

V pisanju so trije znanstveni članki, ter za mesec maj 2015 napovedana delavnica v sklopu Društva restavratorjev Slovenije z naslovom "Plesni na tekstilu".

V pisanju je tudi poglavje Priročnika Muzejske konservatorske in restavratorske dejavnosti: KONSERVIRANJE IN RESTAVRIRANJE GRADIVA IZ POSAMEZNIH MATERIALOV, in sicer poglavje: 3.6.1: Mikrobiološko napaden tekstil

avtorjev: Polona Zalar, Katja Kavkler, Ana Motnikar, Andrej Demšar, Črtomir Tavzes, Nina Gunde Cimerman. V poglavju bomo sklenili dognanja tega projekta. Rok za odajo: 31.7.2015.

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

V okviru predlaganega projekta smo analizirali zgodovinski tekstil shranjen v slovenskih muzejih. Tekstil je organskega izvora in je zaradi svoje sestave biorazgradljiv, zato je njegovo ohranjanje izrednega pomena. Raziskava je bila izrazito interdisciplinarna in je doprinesla k razvoju različnih znanstvenih področij in poklicev. Glavni doprinos je k pogosto raziskovalno zanemarjenemu področju konservatorstva. Glavni namen naše raziskave je bil poiskati metode za preprečitev razvoja gliv v muzejih in najti najustreznejše metode za odpravljanje sprememb na okuženih predmetih, kar je izrednega pomena za predmete. Ena od nalog predlaganega projekta je bila izbor metode ali kombinacije metod, ki bi v tekstilu povzročile kar najmanj sprememb, še vedno pa bi bile učinkovite pri odstranjevanju živih struktur. Ugotovili smo, da ni univerzalnega postopka, temveč da je reševanje predmetov odvisno od materialov, pa tudi od same okužbe. V primeru kontaminant, občutljivih na odsotnost kisika, je najustreznejša anoksi metoda, ki je že uveljavljena ter dostopna v skorajda vseh muzejih. V primeru neobčutljivih kontaminant na kisik (3 od 5-ih v tej raziskavi) in obsežnejših okužb pa se je potrebno poslužiti invazivnejših metod, kot je gama sevanje, za kar pa smo dokazali, da lahko povzroča poškodbe tekstila. Uspeh pa ni dolgoročen, če v muzejih ni poskrbljeno za ustrezne stalne okoljske parametre, predvsem zračno vlago, ki ne smo presegati 60 %. Raziskava je pomembno razširila znanje o muzejski mikoflori in glivah, za kar smo ugotovili, da lahko dolgoročno ogrozijo predmete ter takih, ki povzročijo le vizualne spremembe. Nabor vrst okuževalk tekstila je velik in ima rezervoar v zraku in prahu. V raziskavi smo izluščili pomembno skupino okužb na račun kserofilnih gliv, ki jih zaradi nuje uporabe specifičnih gojišč nemalokrat prezremo. Negojitvene metode, ki smo jih spridoma uporabili (metagenomika na osnovi izbranega taksonomskega markerja, DGGE analiza pomnožkov celotne DNA) na neinvazivno odvzetih vzorcih, premestijo tovrstne probleme, vendar pa njihova cena, predvsem prve omenjene, v današnjem času še ne omogoča rutinske uporabe. Prvič smo uvedli metodiko FTIR analiz za ugotavljanje poškodb tekstila na račun gliv. Izvedene analize na laboratorijskih tekstilnih vzorcih, modernih in umetno staranih tekstilov, so omogočile interpretacijo stanja zgodovinskega tekstila, kar je pomemben dosežek, saj je metoda izvedljiva na izjemno majhnem odvzetem vzorcu.

Projekt v opisanih razsežnostih je eden prvih v svetovnem merilu. Čeprav so bile na papirnatih predmetih izvedene številne podobne raziskave, v literaturi ne najdemo podatkov o tako obsežni študiji na zgodovinskih tekstilijah, kot je bila predlagana v tem projektu. Ta študija je zajela odkrivanje okužbe z glivami in spremembe struktur zaradi njihovega vpliva ter sanacijske metode za dezinfekcijo gliv na tekstilnih muzejskih predmetih. Analize na muzejskih predmetih so relativno redke zaradi občutljivosti in razgradljivosti materiala, ki je zato le slabo zastopan v muzejih. V projektu smo delovali v smislu premoščanja vrzeli v znanju, kar bo omogočilo optimizacijo ravnanja z muzejskim tekstilom. Izvirni izsledki predlaganih raziskav prispevajo k

razvoju znanosti oziroma nekaterih strok (mikologija, tekstilstvo, restavratorstvo, konservatorstvo, varstvo kulturne dediščine), nekatera nova spoznanja pa smo že objavili v mednarodni znanstveni literaturi. Raziskave smo predstavili na domačih in mednarodnih znanstvenih konferencah in slovenskih strokovnih srečanjih in tako prispevali k razpravi in izmenjavi mnenj v znanstveni skupnosti, kar je prvi pogoj za uspešen razvoj znanosti.

ANG

Suggested project studied the historical textile stored in Slovenian museums. Textiles are mainly composed of organic materials, which are due to its structure biodegradable, therefore their preservation presents a unique specialty. The research was clearly interdisciplinary and contributed to the development of different scientific fields and professions. The main contribution was to the often scientifically disregarded conservation field. Projects main objective was to find methods for prevention of fungal growth in museums and additionally to find methods for remedy of the appearance of objects, which is of great importance for the museum objects. One of the tasks of the proposed project was a selection of a method or a combination of them, which causes least structural and visual changes to the objects and is still effective in total removal of viable structures and possibly in prevention of further growth. Based on our results we have concluded that there is no universal procedure to achieve this, but that solving these problems depends on materials as well as on the contaminant. If the contaminants are sensitive to oxygen depletion, the best method is anoxy method, which is a standard method implemented in museums. In case of non-sensitive fungi on oxygen depletion (in our case 3 of 5 studied), other, more invasive methods have to be used, as for example gamma irradiation, which can harm the textile itself. The success of the selected method is not guaranteed if the most important storage conditions are not maintained, mainly relative air humidity, which should not be higher than 60 %.

Additionally, the research provided further knowledge on museum mycoflora and the information about fungi that can endanger the objects and those which cause only visible changes. The list of contaminant fungal genera and species to textile artefacts is big and has its main reservoir in air and dust. The research pointed out a specialised group of fungi infecting museum textile objects, so called xerophilic fungi, which are due to their special culturing necessities often overlooked. Non-culturing methods, which we have used (metagenomics based on selected marker gene and DGGE analyses of specific gene regions from total DNA), have well overcome these problems, but especially former is due to high costs not yet routinely used. For the first time FTIR method was used in studying damages of textile due to fungal attack. The performed analyses on laboratory samples, contemporary and artificially aged textile samples, allowed interpretation of historical textile condition. This is important since the method is non-invasive and can be done on small sample size.

The project in this extent is probably one of the first worldwide. Although many similar investigations have been carried out on paper objects, there are no reports in the literature of such an extensive study on historical textiles, as performed within this research. The study included detection of fungal contamination and its consequent structural changes and remedy methods for fungal disinfection on textile museum objects. The project bridged the gaps in knowledge that will enable optimizing the management of museum textiles. Original results of the proposed research will and already contributed to the development of science in some fields (mycology, textiles, restoration, conservation, protection of cultural heritage), all the latest findings have been and will be published in international scientific literature. Selected themes have been presented in the scientific and technical journals. Research has been presented at national and international scientific and professional conferences and in this way contributed to the discussion and exchange of views in the scientific community, which is a prerequisite for the successful development of science.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Projekt je ustrezal tematskim usmeritvam Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo za dodelitev proračunskih sredstev (Resolucija o Nacionalnem raziskovalnem in razvojnem programu za obdobje 2006 – 2010 (ReNRRP)) " tehnologije za trajnostno gospodarstvo" in " razvoju razumevanja humanosti, nacionalne identitete in razpoznavnosti, k spoznavanju

sodobne slovenske zgodovine ter ohranjanju bogastva naravne in kulturne dediščine, vključno z raziskovanjem slovenskega jezika". Predmet raziskave je ustrezal strategiji razvoja na nacionalni in mednarodni ravni. Rezultati projekta so okrepili slovenske povezave restavratorske stroke z naravoslovnimi znanostmi, kot tudi sodelovanje naravoslovnih strok s tujimi institucijami (Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Hrvaška; Danska tehniška univerza, Lyngby, Danska; BOKU, Avstrija), kar je ojačalo bilateralne vezi ter omogočilo dostop do tujega znanja. Implementacija projekta je pomembno doprinesla k razumevanju pomembnosti interdisciplinarnega pristopa, povezanim z varstvom kulturne dediščine. Delo z zgodovinskimi predmeti poda pričanja o človeški družbi v preteklosti, ki so pomembna za dvig zavesti ljudi. Skupino raziskovalcev so v projektu predstavljali tako izkušeni kot tudi mladi raziskovalci iz štirih različnih ustanov. Razvoj in širjenje monitoringa in analitskih metod s stališča varovanja in ohranjanja kulturne dediščine je omogočilo povezave s svetovno znanstveno srenjo na vseh raziskovalnih področjih vključenih v projekt. Doseženo znanje je bilo delno tudi predmet implementacije v izobraževalne programe, predvsem v 2. Stopnjo Bolonjskega študija na Akademiji za likovno umetnost in oblikovanje, smer Restavracija-konservatorstvo. Pri projektu sta sodelovali dve akademski inštituciji (Biotehniška fakulteta in Naravoslovnotehniška fakulteta). Neposredne izsledke projektnih raziskav smo lahko sproti vključevati v pedagoške procese na področju tekstilnih znanosti in mikrobiologije. Prenos v izobraževanje smo dosegli z vključitvijo snovi v predavanja in vaje, prav tako potekajo še nedokončana magistrska dela (študij Mikrobiologije). Na obeh fakultetah je potekla bolonjska prenova študijskih programov tudi v smislu hitrejšega pretoka informacij iz raziskovalne sfere v pedagoško. Raziskovalci, ki smo vključeni v projekt in smo hkrati tudi visokošolski pedagogi, smo imeli priložnost neposrednega vpliva na oblikovanje novih bolonjskih programov z izsledki projektnih raziskav. Čeprav sta restavratorska in mikrobiološka stroka v večini evropskih držav dobro povezani, smo znanstveniki naravoslovnih strok v Sloveniji šele v zadnjih nekaj letih udeleženi v restavratorsko-konservatorske posege/raziskave, kar je zasluga tega iztečenega projekta. Občasno smo priča velikim problemom - mikrobiološkim kontaminacijam muzejskih eksponatov, ki so večinoma rezultat neustreznih razmer v depojih muzejev in neopremljenosti in pomanjkanju regulacije okoljskih parametrov. Zaradi zdravja ljudi (restavratorjev, obiskovalcev muzejev) kot tudi v namen uspešnih sanacijskih postopkov lahko sodelovanje mikrobiologov bistveno izboljša prepoznavanje, razumevanje in reševanje tovrstnih problemov. Iztečeni projekt je pripomogel k vzpostavitvi sodelovanj in povezav med različnimi inštitucijami in je obravnaval aktualne, pa tudi nove naravoslovno raziskovalne tehnike za prepoznavanje kontaminacije in določanje stopnje razgradnje materialov. Raziskovalci smo se vključevali tudi v poljudne razprave o tematiki, ki smo jih v obliki radijskih in televizijskih dogodkov približali javnosti. Tematika je bila podana tudi neposrednim uporabnikom (navedeno kot družbeno-ekonomski dosežki 4 in 5), kot so konservatorji-restavratorji, kar je velikega pomena za vzpostavitev povezav te stroke z naravoslovnimi znanostmi.

ANG

The proposed project was consistent with the thematic focus of the Ministry of Higher Education, Science and Technology for the allocation of budgetary resources (Resolution on the National Research and Development Programme for the period 20062010 (ReNRRP)) "technology for a sustainable economy" and "developing understanding of humanity, national identity and visibility, to understand the modern Slovenian history and to preserve the rich natural and cultural heritage, including research of the Slovenian language". The topic of the research, therefore, was fitting in the strategy development at national and international level. The results of the project did strengthen the Slovenian and European research area and collaboration with foreign institutions (Institute Ruđer Bošković, Zagreb, Croatia; Danish technical university, Lyngby; BOKU, Austria) and with this the bilateral bonds and allow access to foreign knowledge. The project implementation did contribute to the perception of the interdisciplinary approach importance related to protection of our cultural heritage. Working with historical objects gives evidence of past human societies, which is important to raise public awareness about history. The project team of this project consisted of experienced as well of young scientists coming from four different institutions. The development and dissemination of monitoring and analytical methods in the view of cultural heritage protection and maintenance allowed contacts with the world scientific community in all areas of the research involved in the project. It is also necessary to stress that there are two academic institutions (Biotechnical Faculty and Faculty of Natural Sciences and Engineering) involved in the proposed project. This ensured that the

knowledge, acquired in the course of the project's research activity, has been directly incorporated in the education processes in the fields of textile sciences as well as in microbiology. The obtained knowledge has partly already been implemented into the education programs of the second Bologna level at the Academy of fine arts and design, program conservation-restoration, where a new subject, entitled Practicum in microscopy partly addressed also topics studied in the project. Two master students of Microbiology have been involved in the project, but have not yet finished the study.

The so called Bologna process of restructuring has just completed one generation of students, and several programmes were revised at the Biotechnical Faculty, in order to increase faster flow of information from research into teaching practice. Therefore, the researchers, who are also higher education pedagogues, had used the best opportunity to include the findings of the research, conducted at the proposed project, into Bologna process of course restructuring. Although art restorers and natural scientists work hand-in-hand in the majority of European countries, such collaborations have been established in Slovenia only recently. In Slovenia, we occasionally witness significant microbiological problems on museum objects that may have developed because of improper storage conditions (relative humidity, temperature). The involvement of experienced microbiologists is here very important because fungi and bacteria also threaten the health of restorers and museum visitors. The collaboration of microbiologists and restorers is essential for the successful remediation of art objects. The finished project established co-operations between the participating institutions and worked on actual as well as new research techniques for contamination detection and for determination the rate of degradation of textile materials. The researchers have contributed to popular debate on the issue in the form of radio and television events closer to the public. The research findings have also been given to direct users as conservators-restorers, which is an important connection of this profession to natural sciences.

10. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!

Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni

| Cilj | | |
|-------------|--|---|
| F.01 | Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.02 | Pridobitev novih znanstvenih spoznanj | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.03 | Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.04 | Dvig tehnološke ravni | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.05 | Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | | |

| | | |
|-------------|--|---|
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.06 | Razvoj novega izdelka | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.07 | Izboljšanje obstoječega izdelka | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.08 | Razvoj in izdelava prototipa | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.09 | Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.10 | Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.11 | Razvoj nove storitve | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.12 | Izboljšanje obstoječe storitve | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.13 | Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.14 | Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | | |

| | | |
|-------------|---|---|
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.15 | Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.16 | Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.17 | Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.18 | Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference) | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.19 | Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off") | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.20 | Ustanovitev novega podjetja ("spin off") | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.21 | Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.22 | Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.23 | Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |

| | | |
|-------------|--|---|
| F.24 | Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.25 | Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.26 | Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.27 | Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.28 | Priprava/organizacija razstave | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.29 | Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.30 | Strokovna ocena stanja | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.31 | Razvoj standardov | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.32 | Mednarodni patent | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.33 | Patent v Sloveniji | |
| | | |

| | | |
|-------------|-----------------------------|---|
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.34 | Svetovalna dejavnost | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |
| F.35 | Drugo | |
| | Zastavljen cilj | <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE |
| | Rezultat | <input type="text"/> |
| | Uporaba rezultatov | <input type="text"/> |

Komentar

| |
|--|
| |
|--|

11. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!
Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

| | Vpliv | Ni vpliva | Majhen vpliv | Srednji vpliv | Velik vpliv | |
|-------------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|
| G.01 | Razvoj visokošolskega izobraževanja | | | | | |
| G.01.01. | Razvoj dodiplomskega izobraževanja | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.01.02. | Razvoj podiplomskega izobraževanja | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.01.03. | Drugo: <input type="text"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.02 | Gospodarski razvoj | | | | | |
| G.02.01 | Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.02.02. | Širitev obstoječih trgov | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.02.03. | Znižanje stroškov proizvodnje | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.02.04. | Zmanjšanje porabe materialov in energije | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.02.05. | Razširitev področja dejavnosti | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.02.06. | Večja konkurenčna sposobnost | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.02.07. | Večji delež izvoza | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.02.08. | Povečanje dobička | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.02.09. | Nova delovna mesta | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.02.10. | Dvig izobrazbene strukture zaposlenih | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.02.11. | Nov investicijski zagon | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.02.12. | Drugo: <input type="text"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.03 | Tehnološki razvoj | | | | | |
| G.03.01. | Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| | Tehnološko prestrukturiranje | | | | | |

| | | | | | | |
|--------------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|
| G.03.02. | dejavnosti | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.03.03. | Uvajanje novih tehnologij | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.03.04. | Drugo: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.04 | Družbeni razvoj | | | | | |
| G.04.01 | Dvig kvalitete življenja | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.04.02. | Izboljšanje vodenja in upravljanja | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.04.03. | Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.04.04. | Razvoj socialnih dejavnosti | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.04.05. | Razvoj civilne družbe | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.04.06. | Drugo: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.05. | Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete | | | | | |
| G.06. | Varovanje okolja in trajnostni razvoj | | | | | |
| G.07 | Razvoj družbene infrastrukture | | | | | |
| G.07.01. | Informacijsko-komunikacijska infrastruktura | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.07.02. | Prometna infrastruktura | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.07.03. | Energetska infrastruktura | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.07.04. | Drugo: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |
| G.08. | Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva | | | | | |
| G.09. | Drugo: | | | | | |

Komentar

| |
|--|
| |
|--|

12.Pomen raziskovanja za sofinancerje¹¹

| | | | | |
|----|--|-------|-----|--|
| | Sofinancer | | | |
| 1. | Naziv | | | |
| | Naslov | | | |
| | Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala: | | EUR | |
| | Odstotek od utemeljenih stroškov projekta: | | % | |
| | Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja | Šifra | | |
| | | 1. | | |
| | | 2. | | |
| | | 3. | | |
| | | 4. | | |
| | | 5. | | |
| | Komentar | | | |
| | Ocena | | | |

-
- ¹ Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)
- ² Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)
- ³ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)
- ⁴ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)
- ⁵ Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)
- ⁶ Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.
- Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.
- Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)
- ⁷ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ni voden v sistemu COBISS). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ⁸ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja [Nazaj](#)
- ⁹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)
- ¹⁰ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)
- ¹¹ Rubrike izpolnite / prepisite skladno z obrazcem "izjava sofinancerja" <http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>, ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)
- ¹² Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2014 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2015 v1.00a
46-1C-65-E5-C4-31-F1-E2-76-9F-40-59-44-D8-14-48-09-20-2D-5C

Priloga 1

VEDA: INTERDISCIPLINARNO

Področje: 3.01 Mikrobiologija in imunologija, 2.14 Tekstilstvo in usnjarstvo

Dosežek: znanstveni članek: KAVKLER, Katja, GUNDE-CIMERMAN, Nina, ZALAR, Polona, DEMŠAR, Andrej. Fungal contamination of textile objects preserved in Slovene museums and religious institutions. *International biodeterioration & biodegradation*, ISSN 0964-8305. [Print ed.], 2015, vol. 97, str. 51-59, doi: 10.1016/j.ibiod.2014.09.020.



Opis dosežka oziroma učinka

Preiskava gliv na zgodovinskem tekstilu shranjenem v slovenskih muzejih in religioznih institucijah je sprva nakazovala razmeroma pogoste glivne okužbe. Podroben pregled pa je pokazal, da je bilo 55 % predmetov okuženih z glivami, medtem ko so bili drugi predmeti obarvani ali spremenjeni na račun drugih dejavnikov. Na predmetih, ki so bili shranjeni pri pogojih nizke relativne zračne vlage in temperature, je glivna razrast ostala nespremenjena tudi več let. Čeprav je bila večina tekstilnih vzorcev okuženih z glivami shranjena na ustanovah brez nadzora notranjih okoljskih pogojev, je bila stopnja razgradnje tekstila zaradi rasti plesni na splošno nizka. Prevladujoče glive kontaminante, detektirane z gojitvenimi tehnikami in identificirane z uporabo rodovno specifičnih genskih označevalcev, pripadajo rodovom *Penicillium*, *Aspergillus* in *Cladosporium*. Mikroskopska analiza vlaken je pokazala, da je rast gliv na večini teh predmetov omejena na površino. Določili smo encimski profil izbranih izolatov in ugotovili močno beta-glukozidazno ter amilazno aktivnost. Pregled strukturnih in fizikalnih sprememb vlaken na okuženih in neokuženih predmetih je pokazal najizrazitejše strukturne spremembe na lanu in drugih celuloznih vlaknih, medtem ko proteinska vlakna (npr. volna in svila) niso bila prizadeta.

Priloga 2

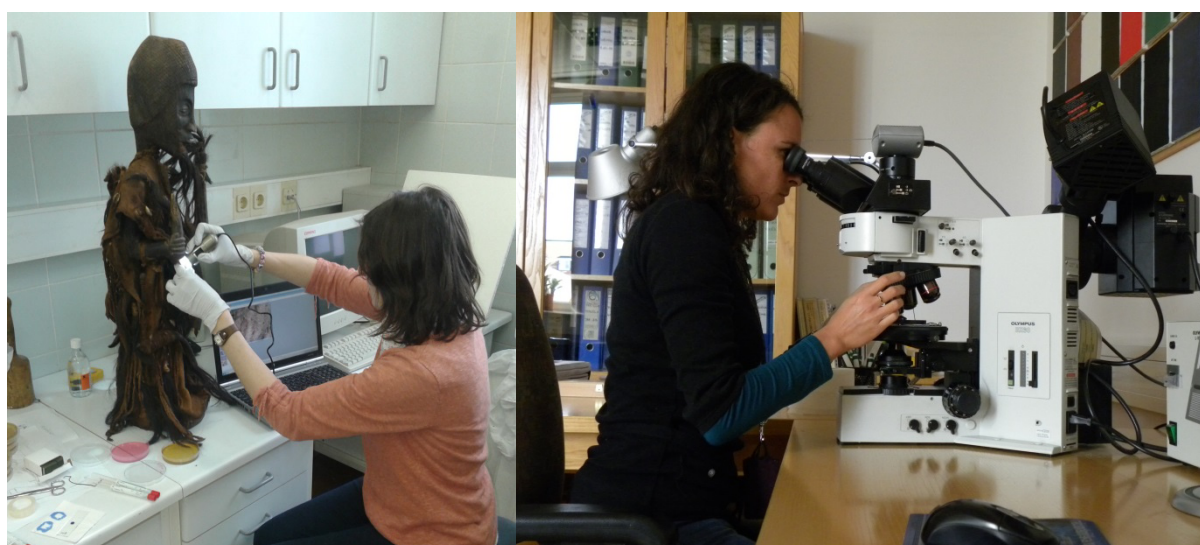
VEDA: INTERDISCIPLINARNO

Področje: 3.01 Mikrobiologija in imunologija, 2.14 Tekstilstvo in usnjarstvo

Dosežek: Delavnica za restavratorje-konservatorje tekstila

ZALAR, Polona. Mikrobiologija v restavraciji : Društvo restavratorjev Slovenije, Ljubljana, 20. 11. 2014. Ljubljana, 20. nov. 2014. [COBISS.SI-ID 3277903] in

KAVKLER, Katja. Osnove identifikacije naravnih tekstilnih vlaken : [predavanje na delavnici mikroskopiranja, 20. 11. 2014, Restavratorski center, Ljubljana]. Ljubljana, 2014. [COBISS.SI-ID 513266219] .



Levo: Priprava za odvzem vzorca za mikrobiološko analizo.

Desno: Mikroskopija vzorcev tekstila.

Opis dosežka oziroma učinka

Restavratorska delavnica je potekala v sklopu delavnic Društva restavratorjev Slovenije, in sicer na Restavratorskem centru Zavoda za varstvo kulturne dediščine Slovenije. Prvo predavanje je obravnavalo pregled čez mikrobiološke raziskave v restavraciji – koliko pozornosti nameniti mikrobiologiji in zakaj je le-ta pomembna pri konservatorsko- restavratorskih posegih. Poseben poudarek je bil na plesnenju tekstila in predstavitvi zdravju ogrožujočih plesni. V drugem delu delavnice je bilo predstavljeno nekaj teoretskih osnov o kemični sestavi in morfologiji naravnih vlaken, ki sta osnova za mikroskopsko identifikacijo le-teh, temu pa je sledila še praktična delavnica mikroskopiranja, kjer so se udeleženci seznanili s pripravo preparatov tekstilnih vlaken in identifikacijo najpogostejših tekstilnih vlaken na podlagi njihovih optičnih lastnosti.