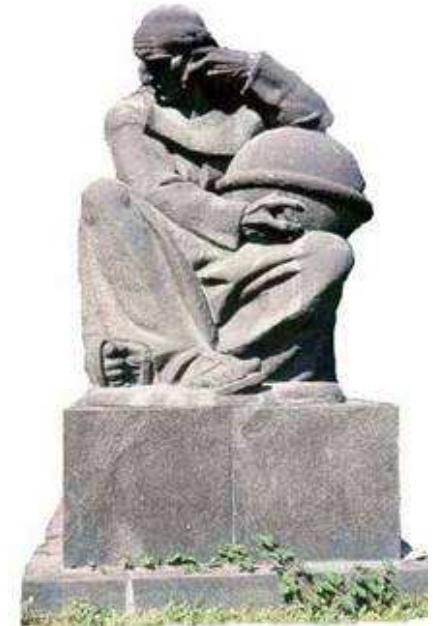


Mogućnosti konzervacije umjetnina od tekstila zračenjem

Branka Katušin-Ražem,
Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Hrvatska



**Stručni skup „Najvažniji postupci za očuvanje ili poboljšanje stanja
umjetnina od tekstila“,
24. - 26. studeni, Muzej Mimara, Zagreb, Hrvatska**

Deterioracija predmeta kulturne baštine

- prirodan proces starenja uslijed:

Biološka deterioracija

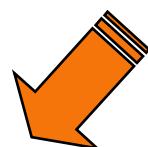
insekti

gljivice



bakterije

plijesni



Mehanička deterioracija

trljanje, šok, vibracije

vjetar, valovi

voda (bubrenje)

Kemijska deterioracija

termalno starenje

zagadjenje

pH

voda (hidroliza)



foto starenje (UV, vidljivo)

Biodeterioracija predmeta kulturne baštine organskog porijekla

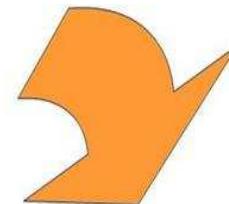
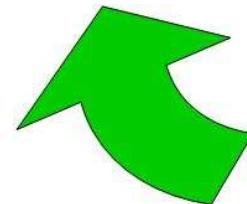
Materijali organskog porijekla: tekstil, drvo, papir, koža, itd.

- podložni biodeteriorantima: insektima, gljivicama, pljesnima, bakterijama itd., koji nastanjuju i hrane se tim materijalima

Biodeterioracija je prirodni proces važan za ravnotežu u ciklusu pretvorbe tvari (ciklus ugljika)

Organski materijali

Fotosinteza



Biološka razgradnja

Mineralni materijali

Nametnici u tekstuilu biljnog porijekla

Pamuk, konoplja, lan, juta, sisal, manila
- glavni sastav je celuloza iz biljnih vlakana

Biodeterioranti u razgradnji tekstila biljnog porijekla:

- **gljivice**, najznačajniji nametnici; rodovi *Chaetomium*, *Myrothecium*, *Memnoniella*, *Stachybotrys*, *Verticillium*, *Alternaria*, *Trichoderma*, *Penicillium* i *Aspergillus*.
- **Bakterije**, manjeg značenja, uglavnom rodovi *Cytophaga*, *Cellulomonas*, *Cellvibrio*, *Bacillus*, *Clostridium* i *Sporocytophaga*.
- **Insekti**, najznačajniji oni iz familija *Blattidae* (žohari), *Lepismatidae* (srebrena ribica) and *Mastotermitidae*, *Hodotermitidae*, *Rhinotermitidae* (termiti)



Nametnici u tekstilu životinjskog porijekla

Vuna i svila, vlakna proteinskih sastava

Vuna:

- **keratinolitske bakterije**, najčešći nametnici, naročito roda *Bacillus* (*B. Mesentericus* & *B. subtilis*), *Proteus* (*P. vulgaris*) i neke vrste *Actinomyceta* (*Streptomyces albus* & *Streptomyces fradiae*), *Pseudomonas aeruginosa*
- **insekti**, uzrokuju najveće štete u tekstilima životinjskog porijekla u muzejima; familije: *Dermestidae*, *Oecophoridae* (smeđi kućni moljac) & *Tineidae* (tekstilni moljac), također *Tinea pellionella*, *T. bisselliella* & *Hofmannophila pseudospretella*,

Svila:

- **bakterije**, prevladavajući nametnik: *B. Megaterium*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Streptomyces* , *Ps. Cepacia*
- **insekti**, uzrokuju značajne štete kao i kod vune.



Tekstilni moljac; *Tinea pellionella*



Odrasle jedinke – ne hrane se

Larve – hrane se tekstilnim vlaknima i odgovorne su za njihovu razgradnju

Posljedice biodeterioracije tekstila

Biološki zagađivači djeluju u svim stupnjevima proizvodnje i uskladištenja tekstila uzrokujući:

- obezbojenje
 - promjenu izgleda, obojane mrlje
 - gubitak čvrstoće i izduživosti
 - djelomičnu ili potpunu razgradnju materijala
- uz prateće kemijske promjene:
- stupnja oksidacije
 - stupnja polimerizacije
 - razgradnje molekularne strukture

Kontrolne metode biodeterioracije tekstila

Predmeti tekstilne baštine obično se čuvaju u zatvorenim prostorima

Preventivni postupak, važna indirektna metoda:

- održavanje propisanih konzervacijskih uvjeta: vlažnost, temperatura, itd.

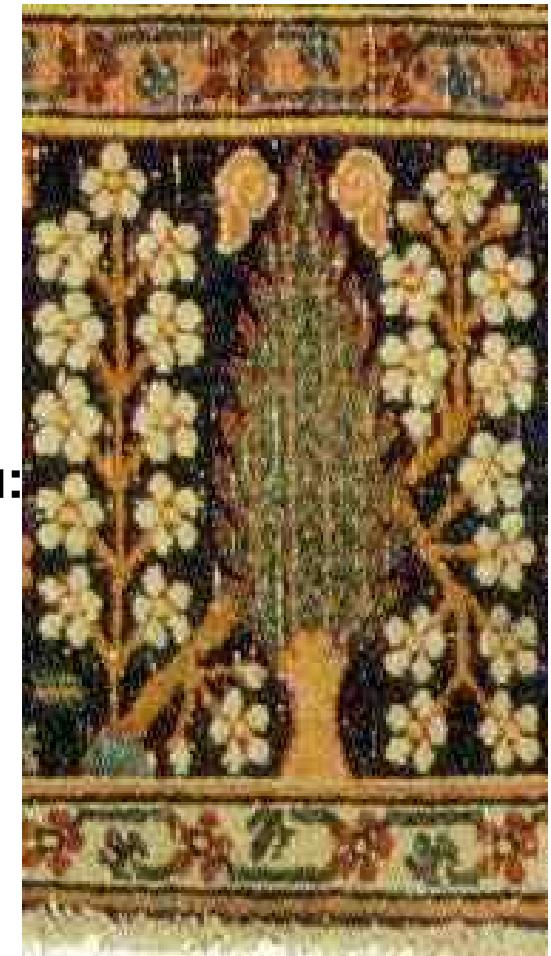
Kurativne metode, nakon izbijanja infekcije

Pri izboru najpovoljnije metode, nužno je uzeti u obzir:

- stanje u kojem se matrijal nalazi
- vrsta nametnika i njihov životni ciklus
- najmanji mogući utjecaj na okoliš

Konzervacijske metode najčešće rabljene u tekstilu:

- kemijska metoda, fumigacija otrovnim plinovima (u postupku zabrane)
- sve više upotreba tretmana s inertnim plinom (N_2)
- metode koje dobivaju sve više pažnje su fizikalne metode, radijacijски postupak, tretman UV zrakama, ultrazvukom, strujom

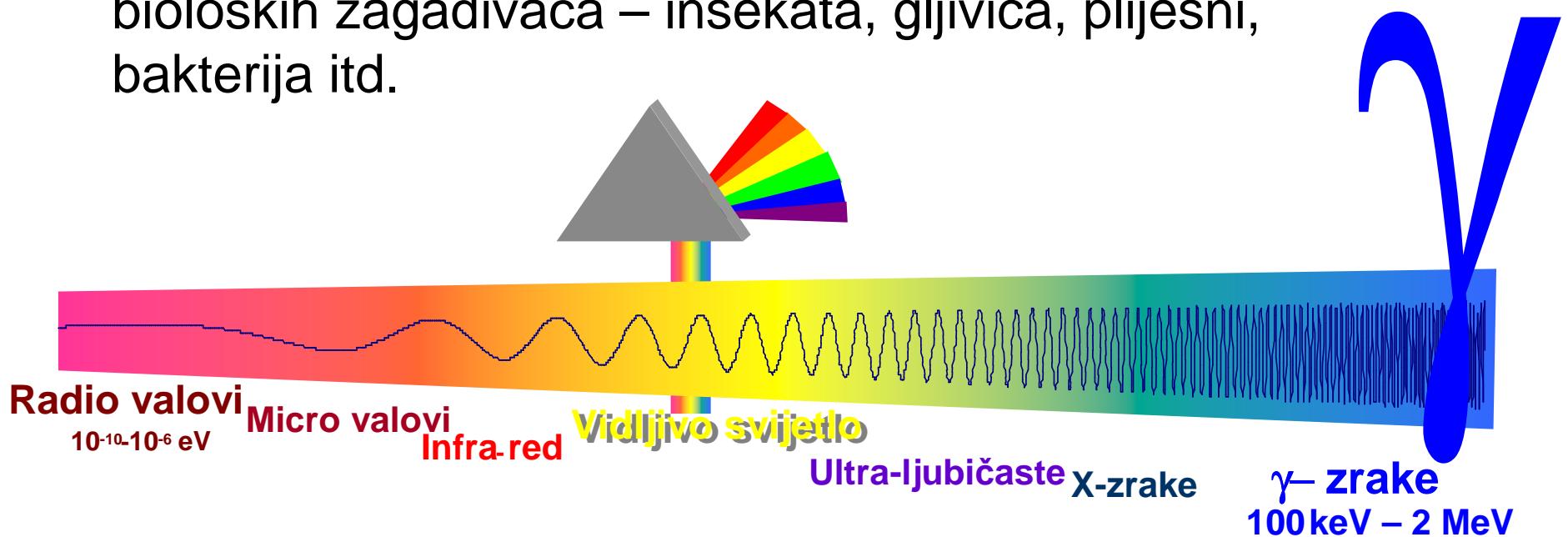


Radijacijska metoda dezinfestacije

- fizikalna metoda, zasniva se na svojstvu

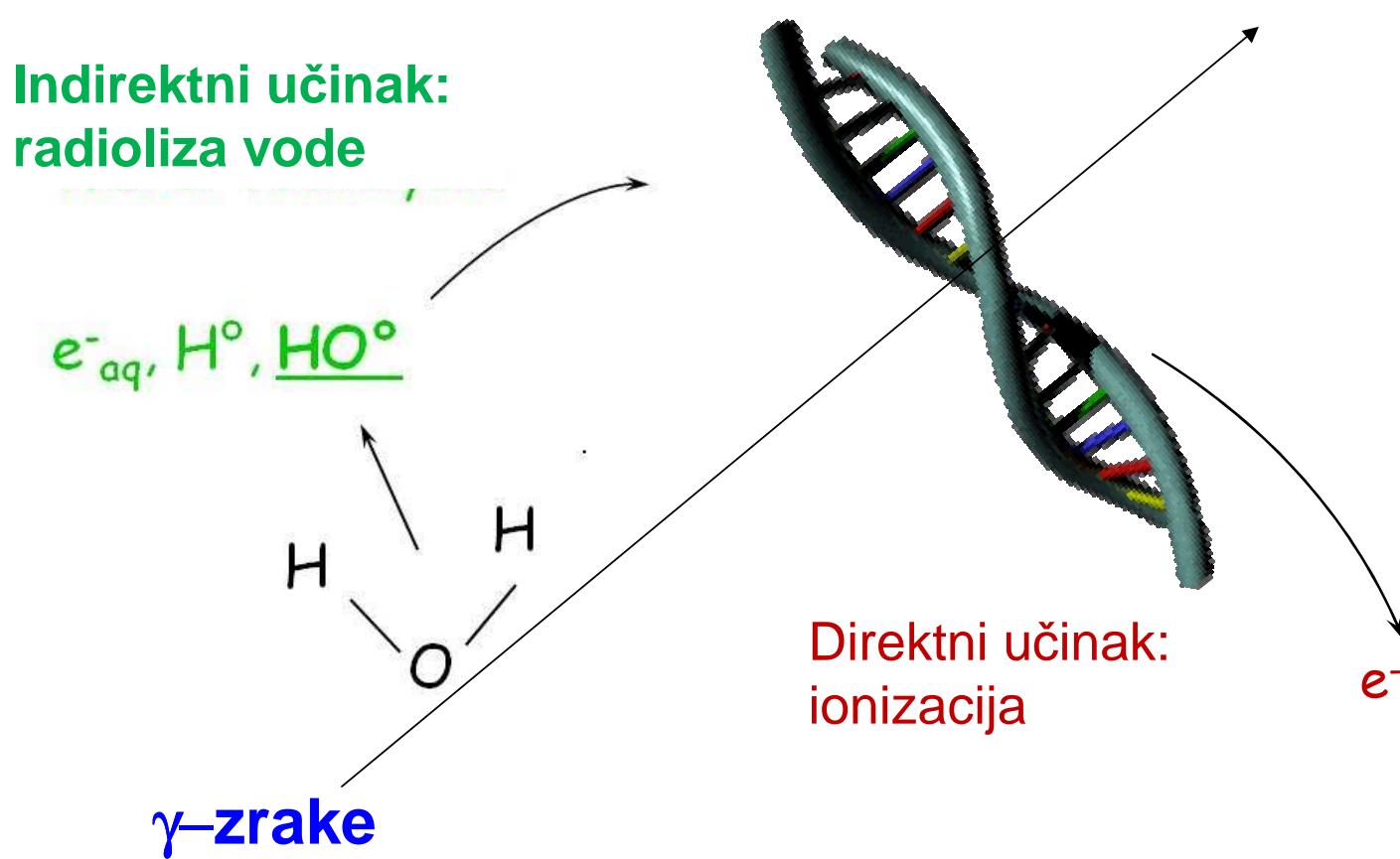
**visokoenergetskih fotona, elektromagnetskog
zračenja iz radioaktivnog ^{60}Co**

da uzrokuje kemijsko oštećenje molekule DNK svih bioloških zagađivača – insekata, gljivica, pljesni, bakterija itd.



Radijacijska metoda dezinfestacije

Biocidni učinak: oštećenje DNA inducirano ionizirajućim zračenjem



Uništava sve kontaminante u svim stadijima životnog ciklusa

Radijacijska metoda obrade predmeta kulturne baštine

Doza zračenja:

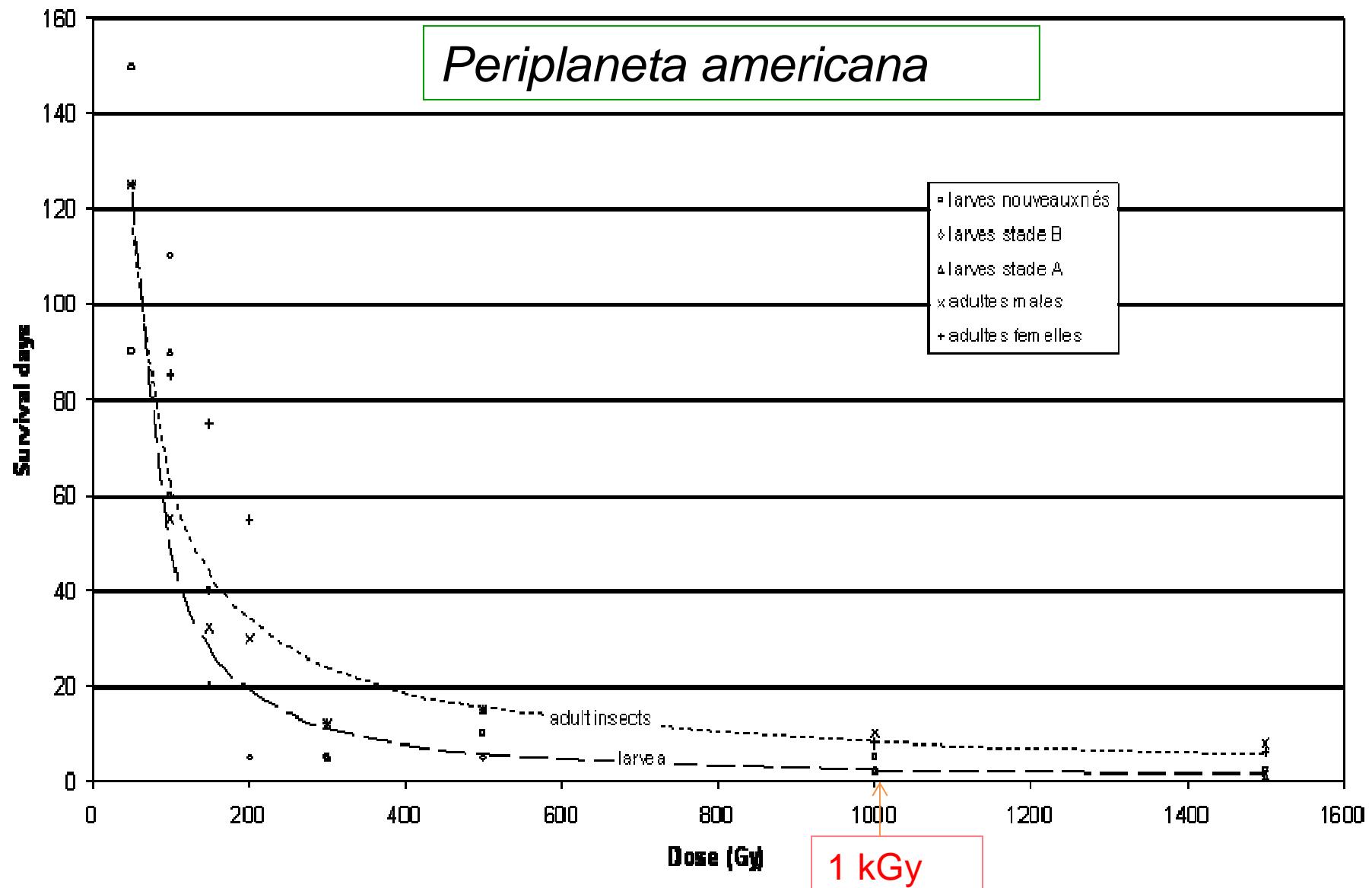
- najvažniji parametar radijacijskog postupka

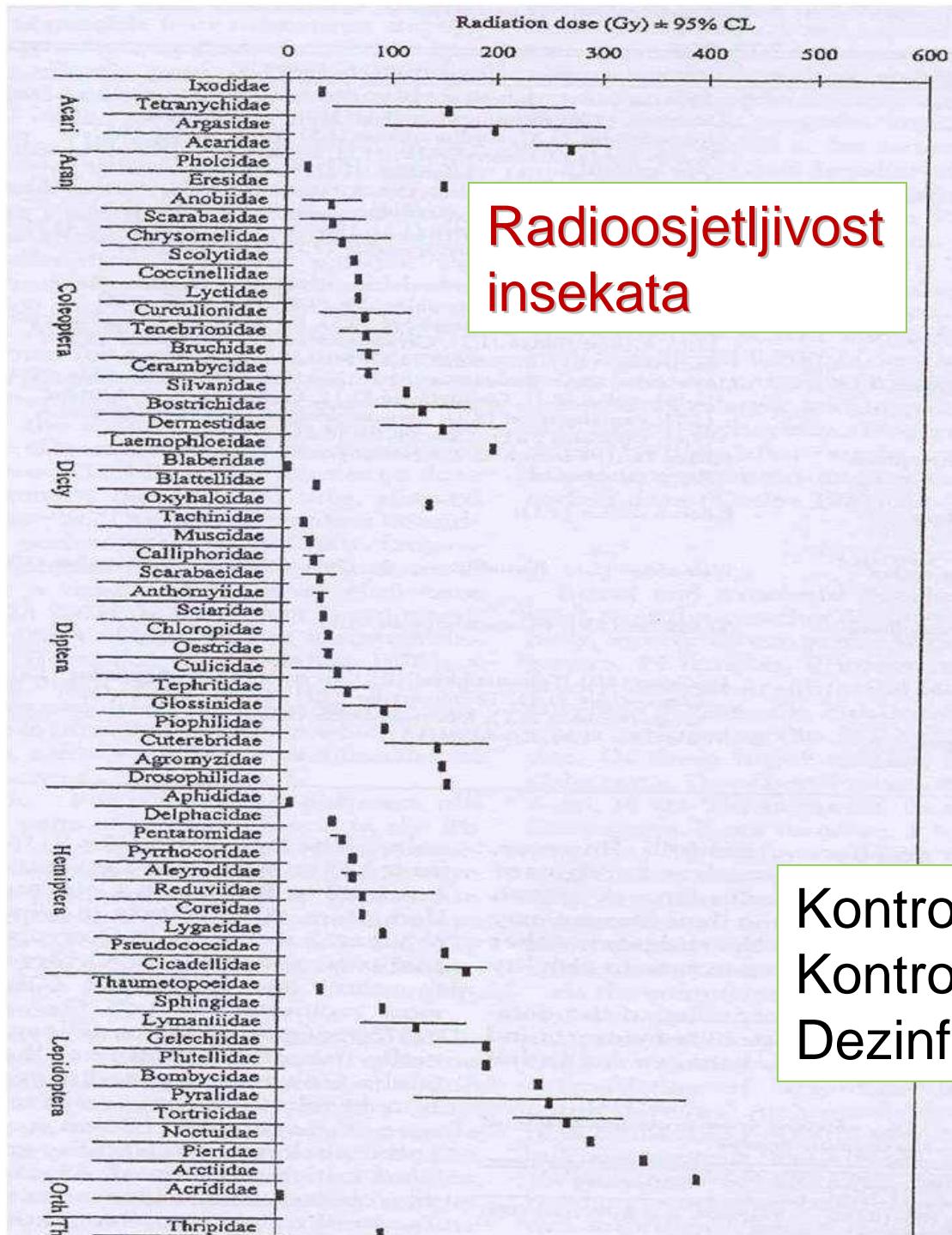
Parametri pri određivanju doze zračenja:

- početna razina biološkog zagađenja
- radioosjetljivost kontaminacijske flore
- prihvatljiv faktor redukcije zagađivača (nametnika)



Preživljivanje insekata poslije ozračivanja





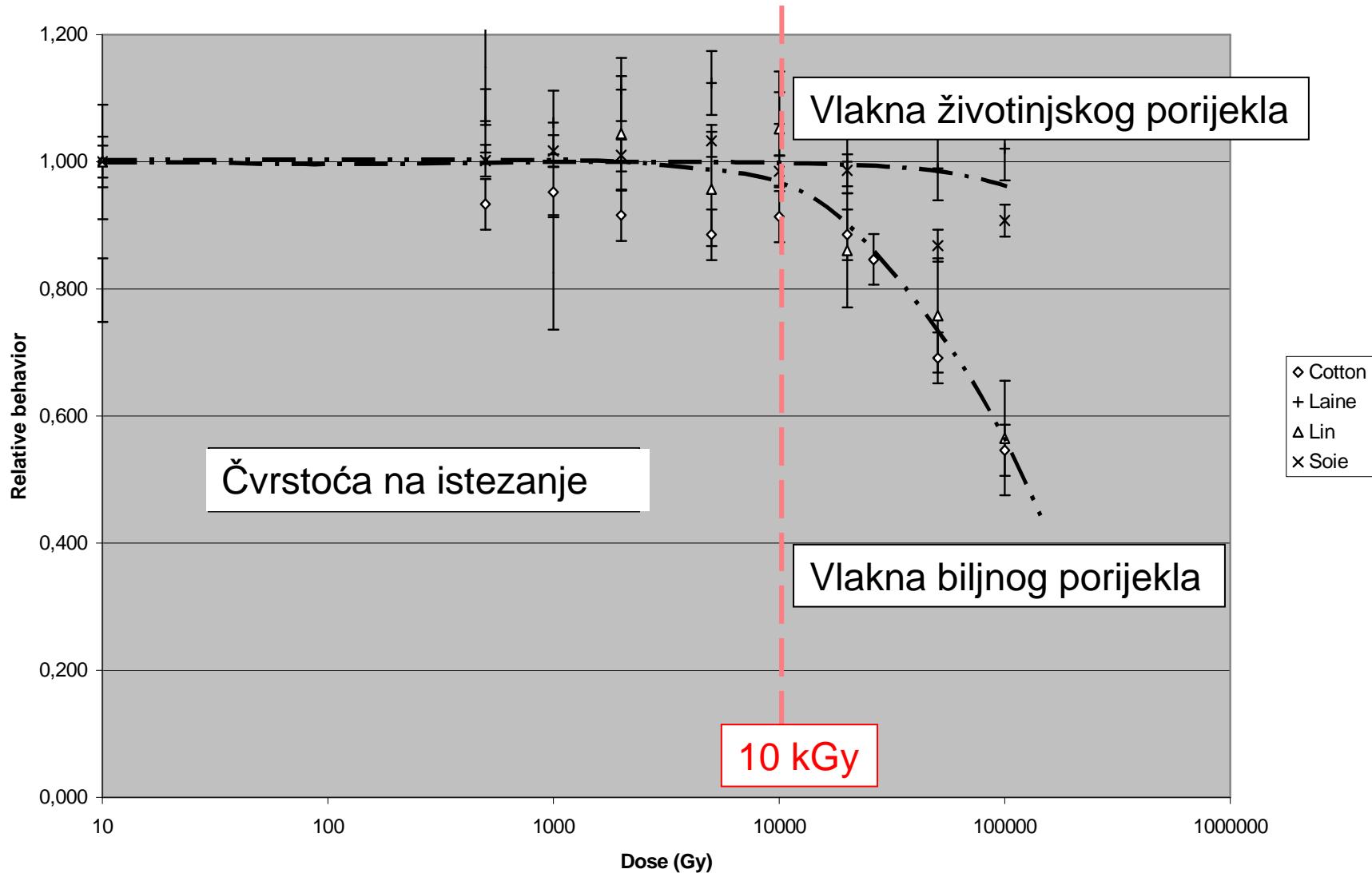
Doze dezinfestacije

- utvđene radioosjetljivosti svih mjerodavnih vrsta nametnika (kao rezultat radio biologije)
- uz poželjni stupanj redukcije kontaminanata, doze za radijacijsku dezinfestaciju su:

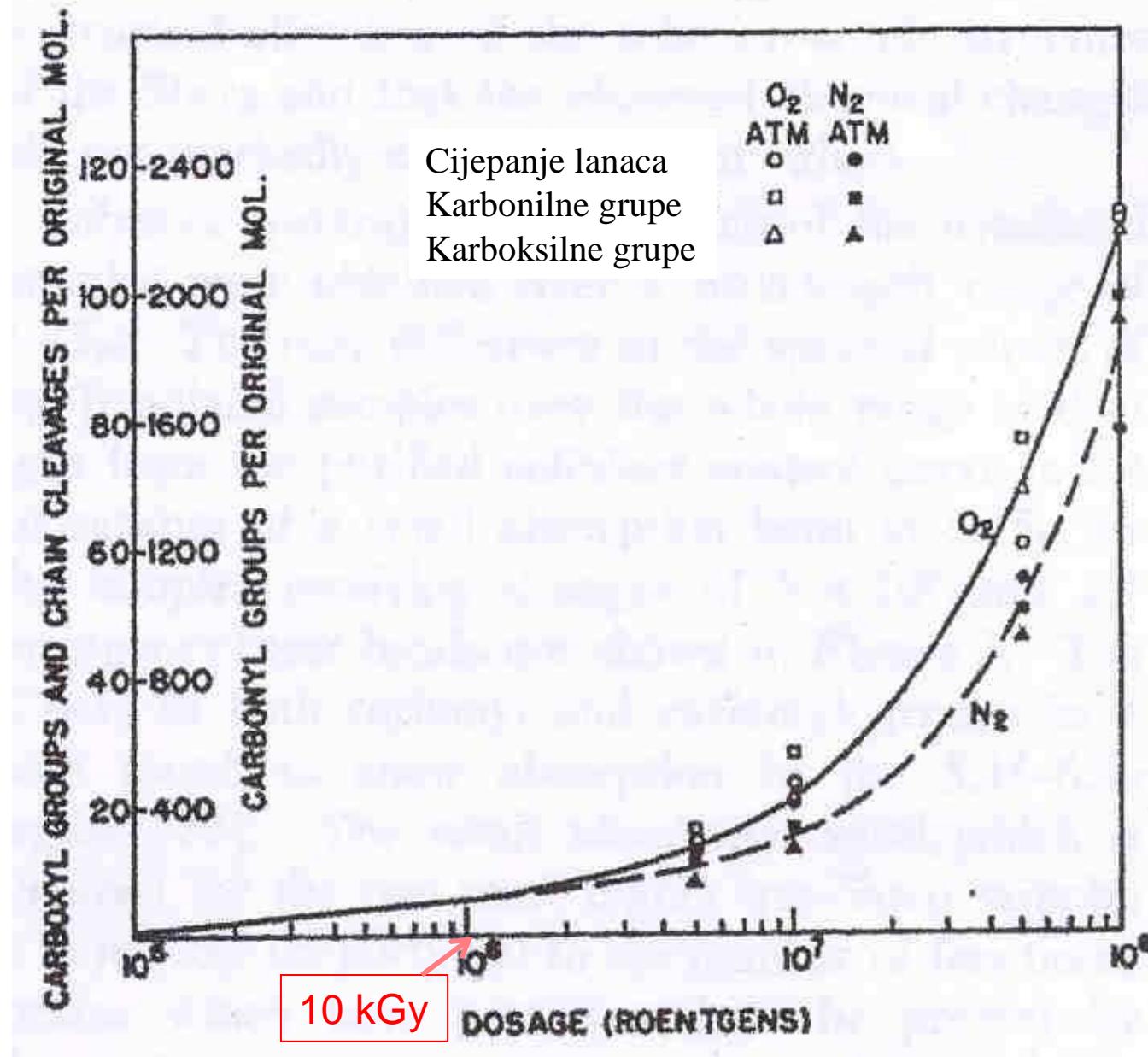
Kontrola insekata	0.5 - 2 kGy
Kontrola gljivica	2 - 10 kGy
Dezinfestacija	5 - 20 kGy

Utjecaj zračenja na fizikalnu razgradnju celuloze

Tekstilne niti podložne su depolimerizaciji djelovanjem fizikalnih, kemijskih i bioloških agenasa; **zračenje je fizički agens**



Utjecaj zračenja na kemijsku razgradnju celuloze



Doze u radijacijskoj obradi tekstilnih predmeta

- Iste kao doze koje se upotrebljavaju u obradi drugih predmeta kulturne baštine, drvenih skulptura i dr.

kontrola insekata $0.5 - 2 \text{ kGy}$

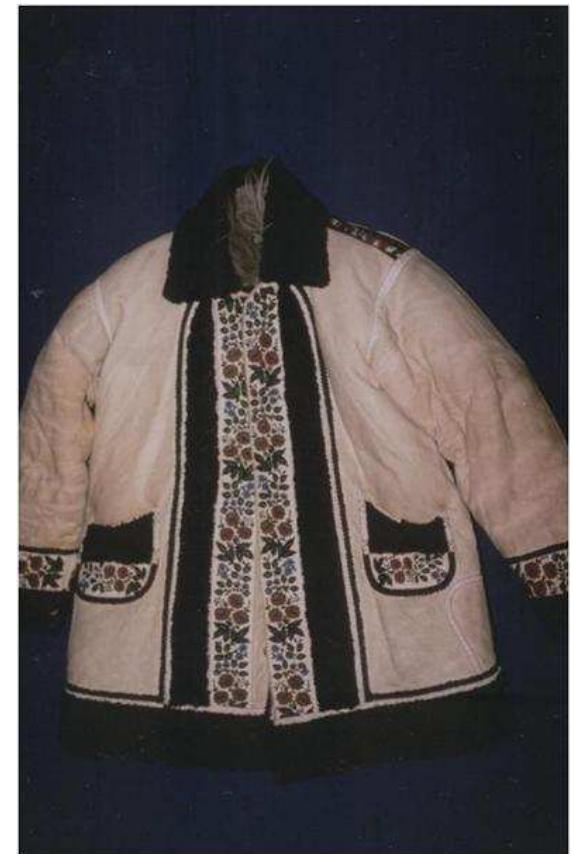
kontrola gljivica $2 - 10 \text{ kGy}$

dezinfestacija $5 - 20 \text{ kGy}$

Preporuke za radijacijsku obradu:

- doza do 2 kGy učinkovito i pouzdano inaktivira sve insekte, a ne izaziva neželjene mjerljive promjene u tekstilu

- opravdanost viših doza, (iznad 5 kGy) treba ispitivati za svaki pojedini slučaj.



Svojstva i prednosti radijacijskog postupka

Prodornost

- prodire kroz svaku ambalažu
- zračenje djeluje svugdje u prostoru

Neselektivnost

- djeluje na sve organizme - zagadživače u svim fazama njihova razvoja

Učinkovitost iskorištavanja energije

- na atomskoj razini
- nema zagrijavanja, "hladni postupak"
- moguća obrada u smrznutom stanju

Sinergističko djelovanje

- senzibilizacija zagadživača toplinom
- zaštita materijala hlađenjem

Radijacijska obrada predmeta kulturne baštine

- omogućena je razvijkom i prihvaćanjem metode radijacijske obrade farmaceutika, kozmetičkih, medicinskih materijala
- **1978 metoda je došla pred oči javnosti radijacijskim postupkom "visokog značaja" : radijacijskom dezinfestacijom mumije Ramsesa II**
- provedenom u NucleArt Laboratoriju u Grenobleu, Francuska
- prikazanom na 5th Triennial Meeting of ICOM, Zagreb



Radiacijski uređaji posvećeni isključivo konzervaciji predmeta kulturne baštine

Vodeći na području u posljednjih 30 godina:

Radiacijski uređaj s vodenim hlađenjem, ARC-NucléArt, Grenoble, Francuska

Radiacijski uređaj, Muzej Središnje Češke, Roztoky pokraj Praga, Češka



Uredaj za ozračivanje u Laboratoriju za radijacijsku kemiju i dozimetriju, IRB

- Panoramski izvor gama zračenja ^{60}Co ; predviđen za 150 kCi

- Početak: 1969. s 3 kCi

Poluindustrijska razina:

- u 1983: 50 kCi
- u 2000: 100 kCi
- danas: oko 50 kCi

Komora za ozračivanje:

četvrtasta, $4.9 \text{ m} \times 3.9 \text{ m} \times 3.5 \text{ m}$

Kapacitet 4 - 6 m^3 materijala



Uređaj za ozračivanje u Laboratoriju za radiacijsku kemiju i dozimetriju, IRB

Jedini svoje vrste u Hrvatskoj

primjene:

- pogodno za raznovrsne primjene zahvaljujući mogućnosti korištenja širokog raspona doza od srednjeg područja važnog u radiobiologiji do visokih doza neophodnih u radiacijskoj obradi materijala i radiacijskoj kemiji

Usluge ozračivanja:

- za osnovna istraživanja i za radiacijsku obradu materijala

D. Ražem:**Twenty years of radiation sterilization in Croatia,
Radiation Physics and Chemistry** 71 (1-2) 595-600 (2004)

Radijacijska obrada predmeta kulturne baštine u IRB

- nakon nadogradnje uređaja 1983. god.
- postupci u preventivne i kurativne svrhe
- dezinsekcija: - doze do 2 kGy predmeta od drva, tekstila, papira, kože, slame, itd.
- dezinfekcija: - doze do 10 kGy drvene predmete

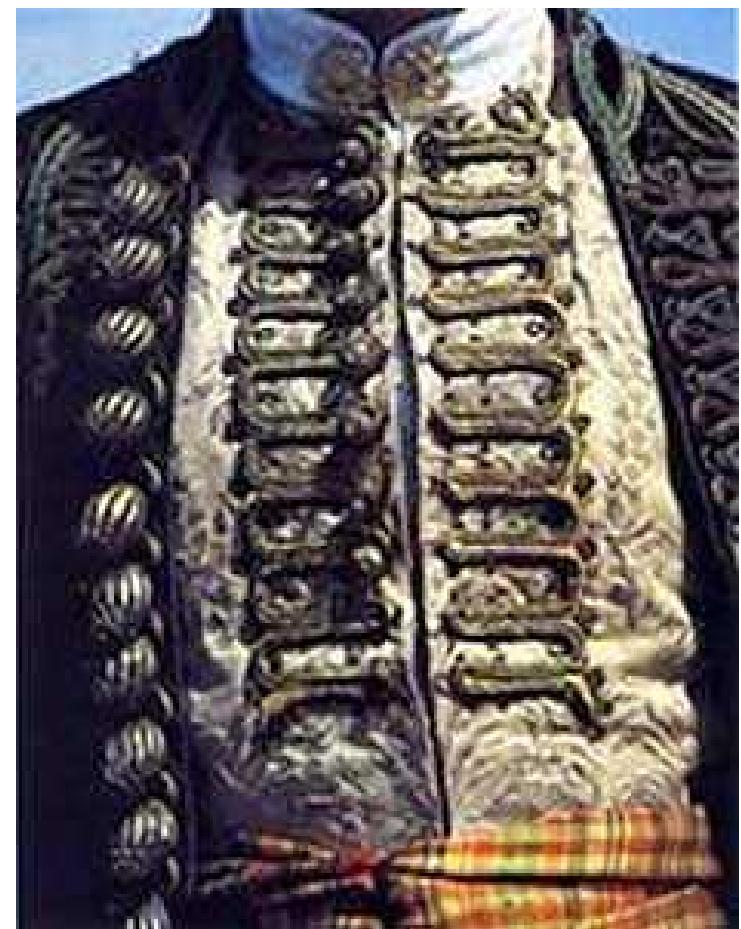


Radijacijska dezinsekcija tekstilnog materijala u IRB

- u našem uređaju, za dezinfekcijske svrhe, ozračivali smo samo suvremeni tekstilni etnološki materijal.
- do sada nemamo iskustva sa starim povijesnim tekstilnim umjetninama.

Sa sigurnošću se može ustvrditi da je radijacijska obrada tekstila do 2 kGy pouzdana, sigurna i sve više prihvaćena dezinfekcija metoda.

Radi osjetljivosti tekstila dezinfekcijski tretman s dozama iznad 10 kGy treba provjeriti u dodatnim istraživanjima.



Izuzetci: radijacijska dezinfestacija tekstila

Visoke doze, preko 10 kGy, za dezinfestaciju tekstila upotrebljene su u posebnim slučajevima, hitnim i masovnim

- Tekstil u neposrednom dodiru s faraonovom mumijom bio je uspješno tretiran s 18 kGy u postupku radijacijske dezinfestacije Ramsesa II, nakon provedenih ispitivanja



- Logoraška obuća (od kože i tekstila), 60.000 kom, bilo je ozračeno s 19 kGy za Državni Muzej u Majdaneku, Poljska

Zaključci: aktivnosti na području radijacijske obrade predmeta kulturne baštine u IRB

Važna nacionalna suradnja:

- Hrvatski restauratorski zavod

Međunarodna suradnja:

- International Atomic Energy Agency (IAEA), regionalni projekti:

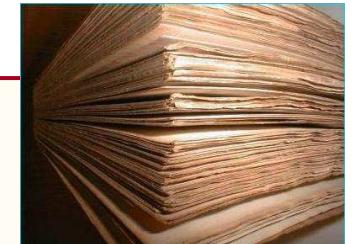
- RER 1006 (2006-2008) : *Nuclear Techniques for the Protection of Cultural Heritage Artefacts in the Mediterranean Region*

- RER 2007030(2009 - 2011): *Nuclear Techniques for the Characterisation and Preservation of Cultural Heritage Artefacts in the Europe Region*

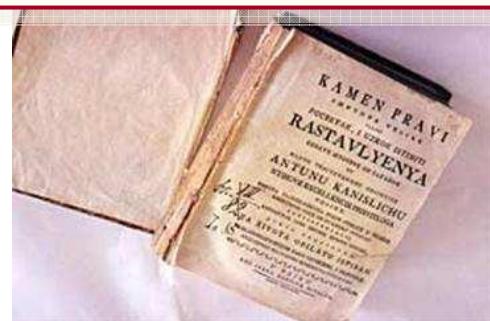
Zaključci: aktivnosti na području radijacijske obrade predmeta kulturne baštine u IRB



obrađeno u poslijednjih 15 god.:



- više od 5000 drvenih skulptura,
dijelova oltara, komada namještaja,
muzičkih instrumenata i drugih drvenih,
papirnih, tekstilnih i kožnih predmeta, itd.



Literatura:

1. D. Ražem: Radijacijska tehnologija. Tehnička enciklopedija, sv. 11, Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb (1988) 386-398.
2. D. Ražem, *Twenty years of radiation processing in Croatia*, Radiat. Phys. Chem., 71(2004)597-602.
3. B. Katušin-Ražem, D. Ražem, M. Braun, *Irradiation treatment for the protection and conservation of cultural heritage artefacts in Croatia*, Radiat. Phys. Chem., u tisku
4. B. Katušin-Ražem, D. Ražem, M. Braun, *Protection and conservation of cultural artefacts by irradiation. Croatian experience*, The 8th European Conference on Research for Protection, Conservation and Enhancement of Cultural Heritage, held in Ljubljana, Slovenia in November, 2008.
5. United Nations Radio; Louise Potterton, Radiation Treatment for Artefacts
<http://www.unmultimedia.org/radio/english/detail/10528.html>



*Hvala na
pozornosti!*