

# Novi funkcionalni materijali i primjene

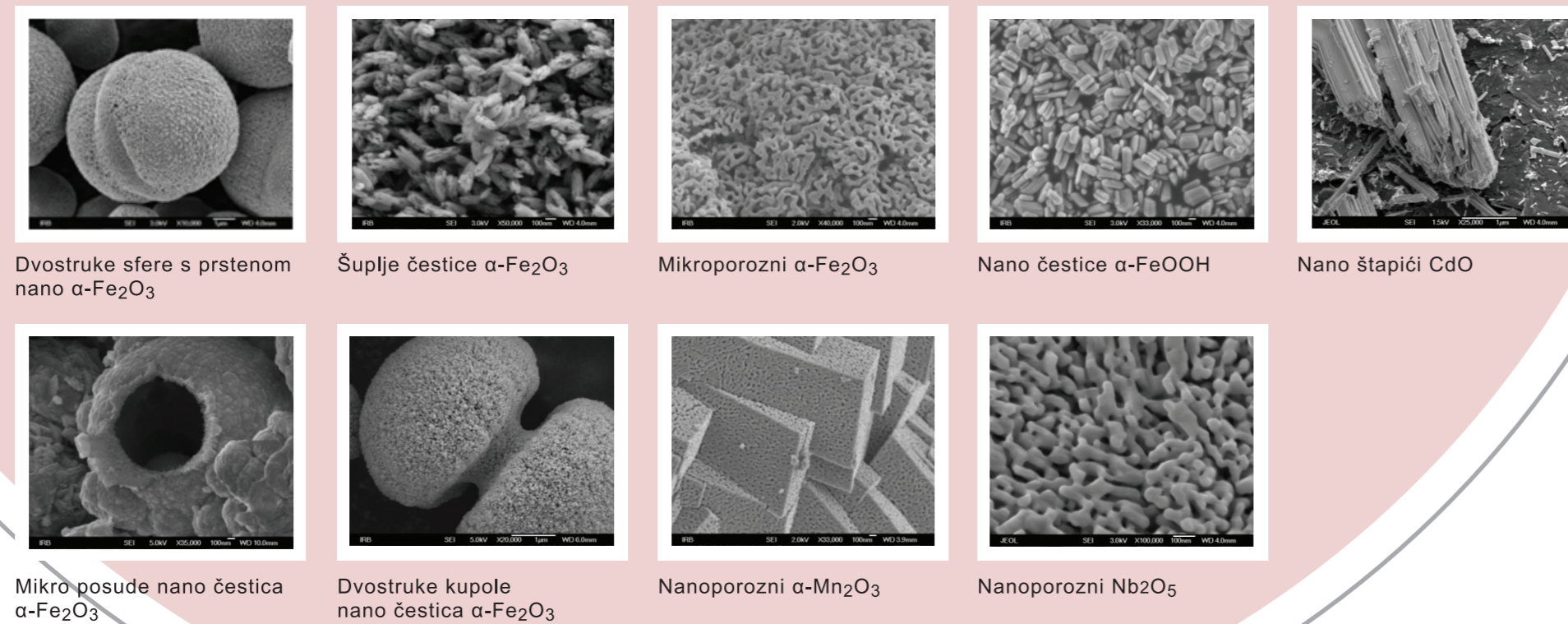
## Sinteza i mikrostruktura metalnih oksida i oksidnih stakala



Prostorni elektronski mikroskop s emisijom polja elektrona Jeol JSM 7000F

Istraživanja metalnih oksida imaju dugu tradiciju. Sadašnje aktivnosti su (a) istraživanje kinetike i mehanizama taloženja metalnih oksida, (b) istraživanje odnosa između kemijske sinteze na jednoj strani te kemijskih, mikrostrukturnih i fizikalnih svojstava na drugoj strani, (c) razvoj novih metoda sinteze metalnih oksida, (d) uspostavljanje novih instrumentalnih tehnika za sintezu ili karakterizaciju metalnih oksida.

### Primjeri istraživanja nanostrukturnih metalnih oksida



Dvostruki slojevi s prstenom nano  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Šuplje čestice  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Mikroporozni  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Nano čestice  $\alpha$ -FeOOH

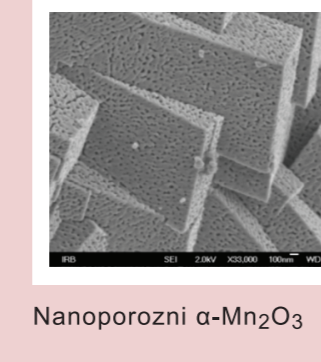
Nano štapići CdO



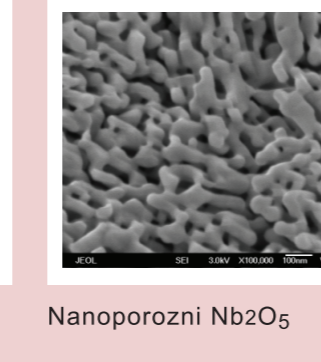
Mikro posude nano čestica  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>



Dvostruke kupole nano čestica  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>



Nanoporozni  $\alpha$ -Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>



Nanoporozni Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

## Fizičko-kemijski učinci ionizirajućeg zračenja u materijalima

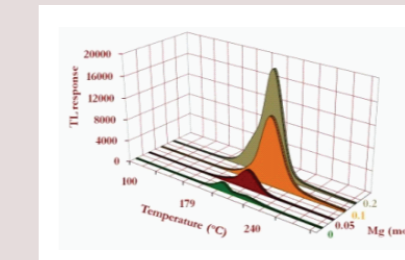
Istraživanja međudjelovanja ionizirajućeg zračenja i tvari usmjerena su na (a) kemijske posljedice osnovnih međudjelovanja zračenja i tvari, u kojima nastaju reaktivne kratkožive čestice: elektroni, ioni, pobuđene molekule i slobodni radikali, (b) istraživanja tehnološki zanimljivih fizičkih, kemijskih i bioloških promjena, te (c) na metode mjerenja doze zračenja u širokom rasponu, od doza u okolišu do tehnoloških megadoza.

Sposobnost ionizirajućeg zračenja da djeluje biometički pruža mogućnost da se proizvode biološki relevantni slobodni radikali i da se njihova sudbina prati u kontroliranim uvjetima, gdje se, izolirano od interferirajućih bioloških procesa, može istraživati njihov kemizam, što može voditi do mogućih rješenja za minimalizaciju njihova štetnog djelovanja u organizmima.



Razvijene su metode kemijske dozimetrije visokih doza, koje su u uporabi diljem svijeta i predmet su jednog ISO/ASTM standarda, te metoda kemijske dozimetrije akcidentalnih doza.

Istraživanja pomoću termoluminescentne (TL) i radiofotoluminescentne (RPL) dozimetrije omogućavaju kvantitativno poznavanje doza za osoblje koje je profesionalno izloženo zračenju, za pacijente u dijagnostičkim i terapijskim situacijama, te doza od prirodnog fona zračenja u okolišu, što omogućava optimizaciju zaštite od zračenja. Ova znanja temelj su za djelovanje Sekundarnog standardnog dozimetrijskog laboratorija i osnovica za buduća istraživanja.



Istraživanja u području dozimetrije zračenja obuhvaća karakterizaciju TL, PTL, odziva TL detektora na nektone, istraživanja visokosjetljivih TL detektora na gama i rendgensko zračenje, te utjecaj aktivatora na odziv TL detektora (na slici).



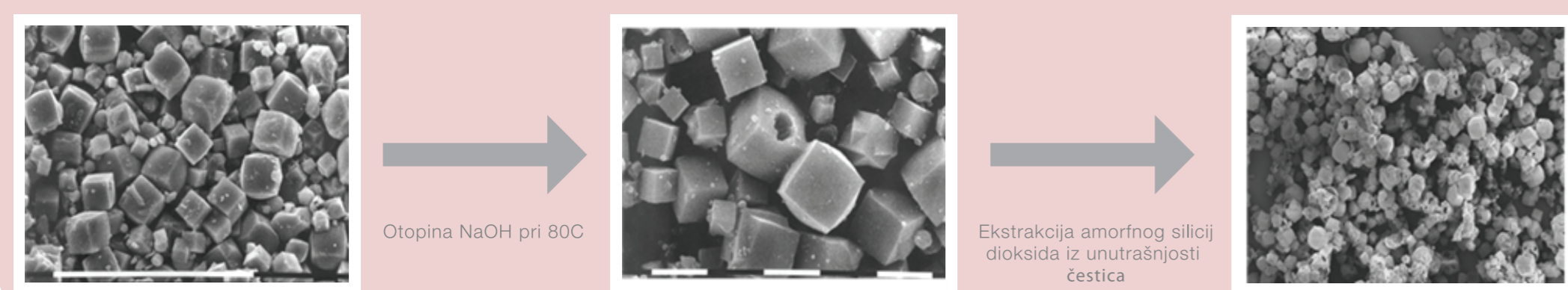
Istraživanja relevantna za razvoj radijacijske tehnologije obuhvaća sterilizaciju farmaceutika i drugih srodnih materijala i sirovina pomoću zračenja.

## Istraživanje i primjene zeolita

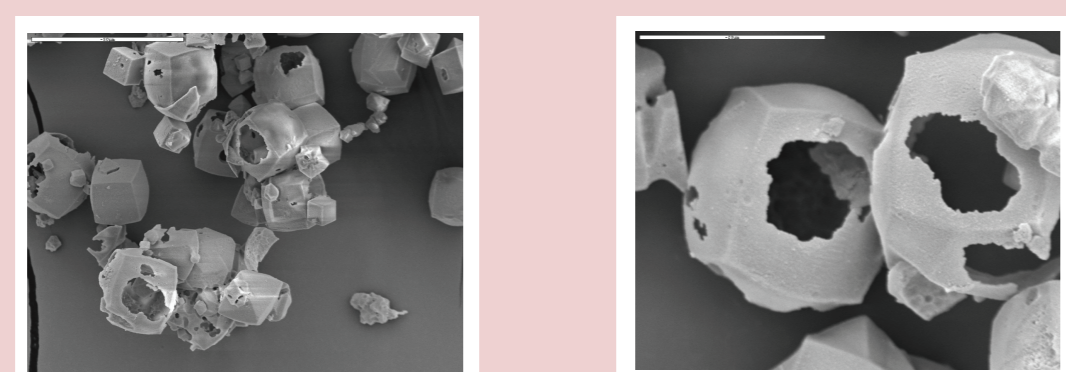
U području kemije zeolita istražuju se kritični procesi pri nastajanju zeolita, kao što su otapanje gela, nukleacije i rast kristala zeolita. Modeliraju se procesi hidrotermalne kristalizacije i transformacije zeolita. Istražuju se visokotemperaturne transformacije zeolita te ionsko izmjenjivačka svojstva zeolita koja imaju važnu primjenu pri čišćenju otpadnih voda.

### Priprava mulitnih mikro-posudica iz zeolita kombinacijom visoko-temperaturnog i hidrotermalnog postupka

FAZA I: Pseudoformna transformacija amonijevske forme zeolita A u mulit  
FAZA II: Kemijska (hidrotermalna) obrada mulita

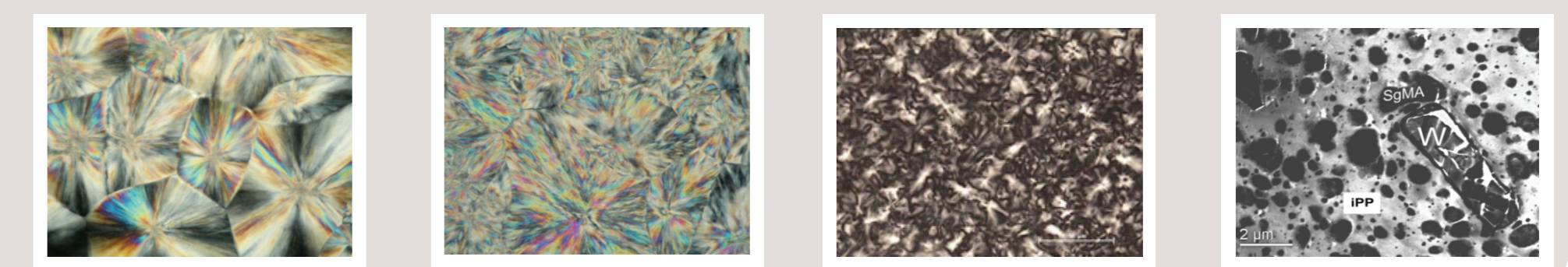


Multine mikro-posudice nastale hidrotermalnom kristalizacijom (nakon stvaranja otvora na plohama čestica i ekstrakcije amornog silicij dioksida iz unutrašnjosti čestica) mogu se koristiti za "skladištenje" različitih plinova i tekućina, kao nosači lijekova te kao mikro-reaktori za sintezu specijalnih kemijskih spojeva.



## Strukturalna svojstva modificiranih polimernih sustava

Istraživanja strukture, svojstava i modificiranja polimernih materijala (kompozita i mješavina) koja su u Hrvatskoj slabo zastupljena. Posebnost ovih istraživanja sastoji se u dodatnim mogućnostima koje nudi primjena radijacijskih metoda i u sustavnoj primjeni različitih komplementarnih metoda istraživanja strukture. Ovakvo upotpunjena istraživanja omogućavaju ciljano dizajniranje modificiranih polimernih materijala.



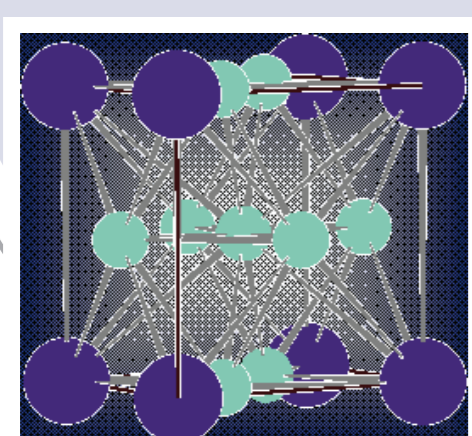
Modificiranje polimera dodacima i zračenjem dovodi do strukturalnih promjena polimera, osobito nadmolekularnih strukturalnih promjena koje se vizualno opažaju u promjeni morfologije (SI: poli(etilen oksid) ozračenog gama zračenjem, dozom od 200 kGy).

Polarizacijska mikografija čistog polipropilena s dodatkom od 2 % nanosilike.

Postizanje optimiranih mehaničkih svojstava polimernih kompozita ostvarivanjem morfologije jezgra ljuska (core-shell) (SI: polipropilen/wollastonit/SEBS-g-MA kopolimer).

## Metalni hidridi u čistim energetske sustavima

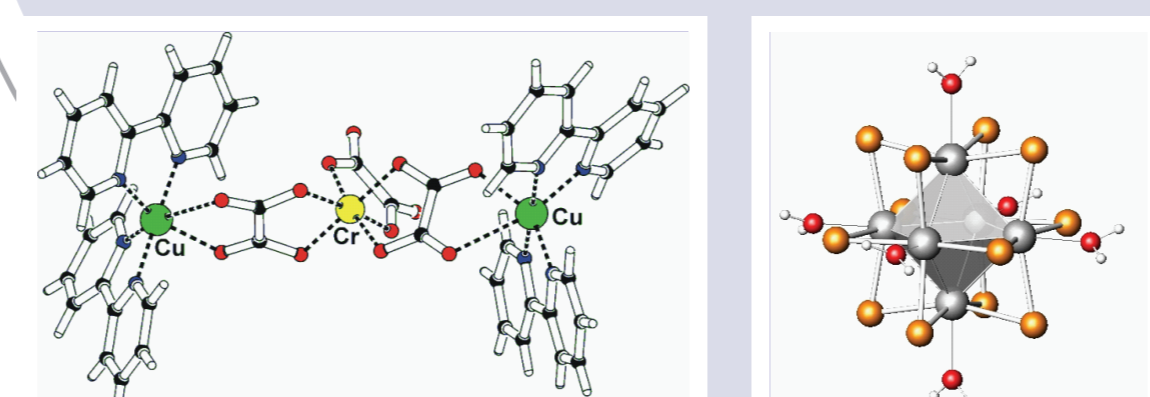
Istraživani su novi intermetalni spojevi i njihova interakcija s vodikom i kisikom. Izabrani materijali posjeduju specifična svojstva u reakciji s vodikom i kisikom pa su zbog toga zanimljivi i za praktičnu primjenu kao spremnici vodika u obnovljivim NIMH baterijama ili kao visokotemperaturni supravodiči. Cilj istraživanja je proširenje fundamentalnih saznanja o metalnim materijalima i nalaženje novih materijala za moguću praktičnu primjenu.



## Višenuklearni metalni sustavi: sinteza i svojstva

Nastojanja su usmjerena prema dobivanju novih anorgansko-organskih sustava koji bi imali predvidiva i poželjna svojstva (magnetska, električna, optička ili druga) i mogli poslužiti kao novi materijali. Naglasak je na istraživanju (a) višenuklearnih kompleksnih spojeva prijelaznih metala te (b) heksanuklearnih halogenidnih klastera niobija i tantala.

Prvi pravac istraživanja uključuje pripremu homo- i heteronuklearnih visokospinskih sustava s dva ili više metalnih atoma međusobno povezanih prenosnim ligandom (oksalatna i/ili CN-skupina) koji ima sposobnost posredovanja u mehanizmu magnetske izmjene među paramagnetskim centrima. U okviru heksanuklearnih klastera proučavaju se pretežno spojevi s paramagnetskim jedinkama ( $M_xX_{12}^{3+}$ ), s ciljem stjecanja novih spoznaja o magnetskim svojstvima ovih nanodimenzijskih čestica, te mješovito-halogenidni klasteri, što daje mogućnost promjene njihovih (nano)strukturnih i drugih svojstava. Klasterne se jedinice uspješno koriste i kao građevni blokovi za pripremu novih vrsta polimernih materijala.



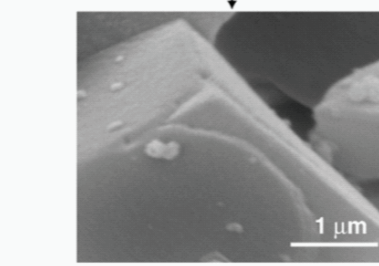
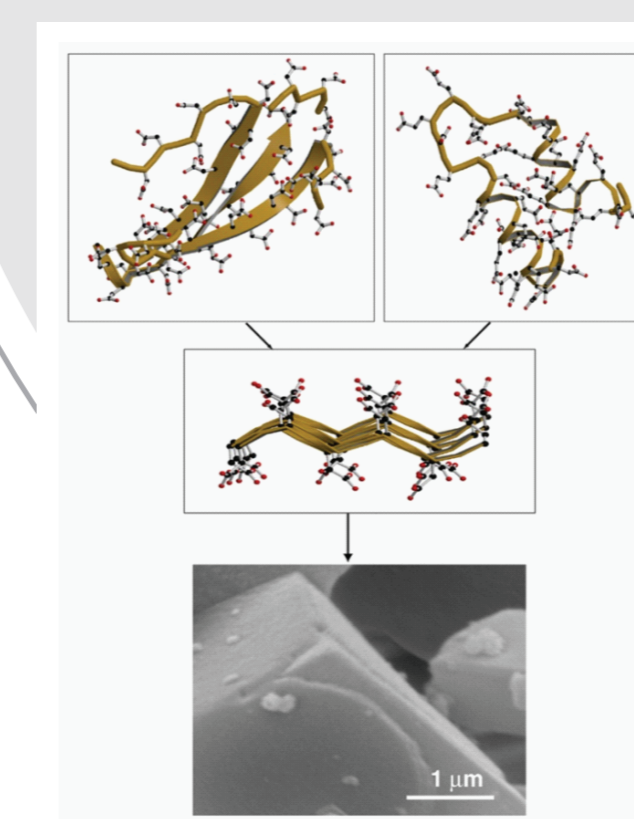
Heteronuklearni kompleks [(Cu)<sub>2</sub>(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(Bpy)<sub>2</sub>Cl(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(NO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O]<sub>2</sub> i feromagnetskom interakcijom omrežna izmeha atoma Cu<sup>II</sup> i Zn<sup>II</sup>

Klasterne jedinice kao mali magnet u građevni blok u pripremi anorganskih polimernih materijala

## Organsko-anorganski kompozitni materijali

Koristeći sintetske analoge kiselih glikoproteina (poli-L-asparaginska kiselina), za koje je poznato da imaju važnu ulogu u nastajanju ljuštura školjaka, ostvaren je značajan doprinos rasvjetljavanju uloge sekundarne strukture makromolekula u oblikovanju prirodnih bioanorganskih kompozitnih materijala, čija mehanička svojstva čak 3000 puta nadilaze svojstva klasičnih mineralnih faza.

Slika prikazuje model koordinativnih interakcija bočnih karbonsilnih skupina sintetskih polipeptida (analoge prirodnih kiselih glikoproteina izoliranih iz sedefastog sloja ljuštura školjaka) sekundarne strukture beta-nabranoga sloja.



1 μm