

IZLOŽBA
ZNANSTVENE
FOTOGRAFIJE
'Znanost je igra'

Autor izložbe:
dr. sc. Danijela Poljuha

Stalni postav
Metris (IDA), Pula

Izložba znanstvene fotografije „Znanost je igra“ od 2012. godine u stalnom je postavu u Centru za istraživanje materijala Istarske županije – METRIS u Puli, s ciljem opće edukacije i popularizacije znanosti, a ujedno i oplemenjivanja prostora Centra.

Kroz seriju od 56 fotografija različitih autora iz Hrvatske i inozemstva izložba nas najprije vodi kroz tajne molekula, upoznajući nas s njihovom strukturom i načinima na koje ih možemo analizirati i vizualizirati.

Uranja zatim u čarobni nanosvijet mora viđen "okom" nanoskopa te u bogatstvo onkraj okom vidljivog, skriveno u površinama koje nas okružuju.

Slijedi igra kamena i kristala, a daruje nam se i prilika zaviriti u biljni svijet na jedan drugačiji način od onoga uobičajenog.

Metali naši svagdašnji tema su dvaju cjelina u kojima ih upoznajemo kroz prizmu njihove zaštite i projektiranja.

Poseban dio izložbe čini ciklus fotografija koje ilustriraju povijest elektronske mikroskopije u Hrvatskoj, a rijetka je to prilika da vidimo i prve originalne elektronsko-mikroskopske fotografije snimljene na našim, hrvatskim mikroskopima prije više od pola stoljeća.

Odgovor na pitanje "Kako preživjeti ugriz zmije otrovnice?" nudi nam sljedeći ciklus fotografija, kroz koji saznajemo ponešto i o etičkom korištenju i njezi laboratorijskih životinja u istraživanju.

Znanstvena šetnja završava veselim bojama šarolikih stanica uhvaćenih pogledom kroz leće mikroskopa.

1. TAJNA PROTEINA

dr. sc. Bojan Žagrović

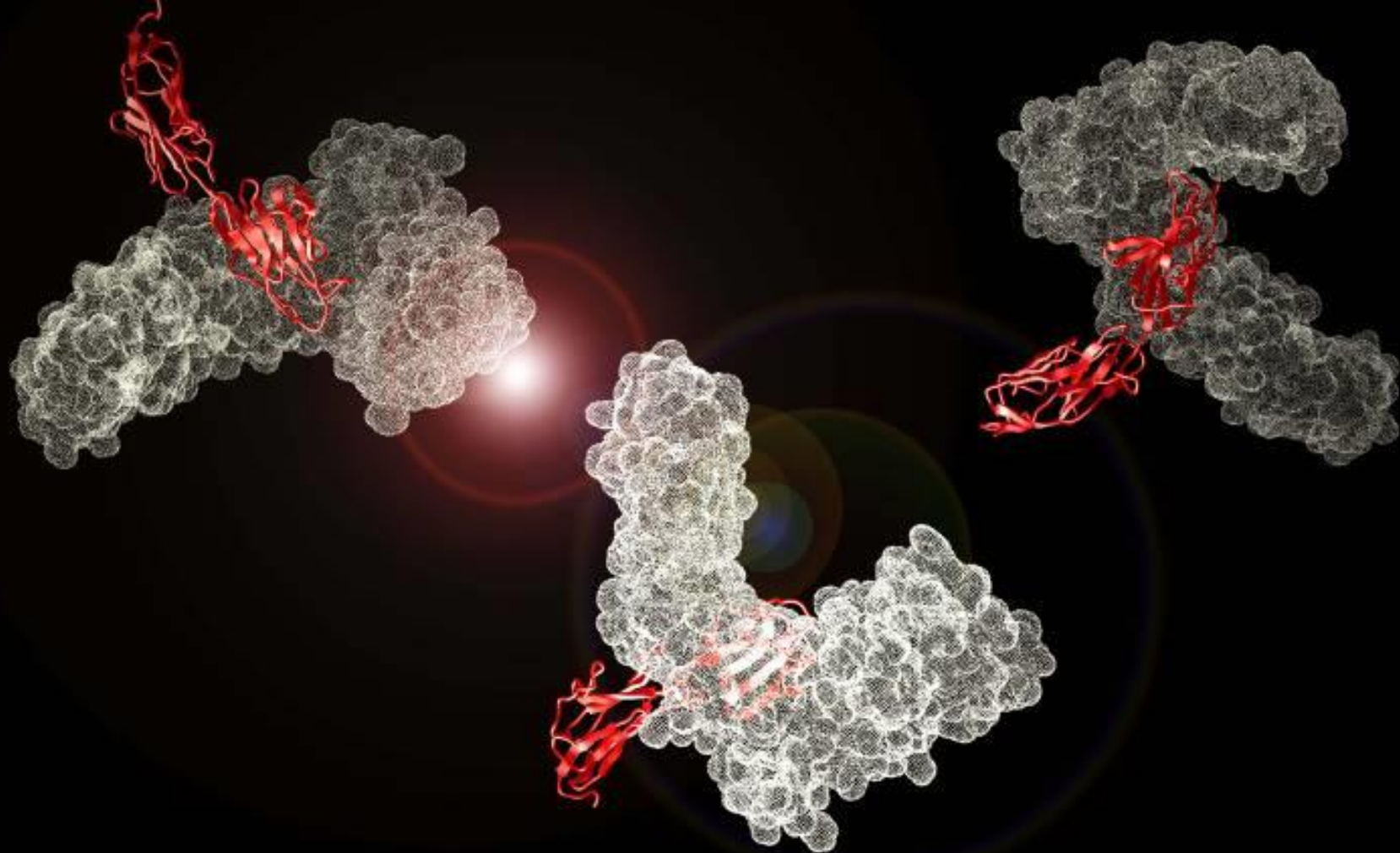
MedILS, Split

Biomolekule (proteini, DNA i dr.) imaju precizno definiranu 3D strukturu koja im pomaže u obavljanju njihovih funkcija. Slično kao kod strojeva koje svakodnevno koristimo, poput automobila ili aparata za kavu. Načelo "struktura je funkcija" je vrlo općenito. Stoga je poznavanje izgleda biomolekule osnova za razumijevanje njene funkcije. Da bi odredili strukturu biomolekula, biolozi koriste različite eksperimentalne tehnike, od kojih su dvije najvažnije: difrakcija X-zraka i nuklearna magnetska rezonanca (NMR). Koristeći obje tehnike znanstvenici mogu sakupiti veliku količinu eksperimentalnih podataka koji im posredno govore o određenoj strukturi. Sljedeći korak, pod nazivom "rješavanje strukture" podrazumijeva kreiranje 3D modela koji zadovoljava sve eksperimentalne informacije. Upravo u ovom koraku, računala i bioinformatika osiguravaju neophodnu pomoć.

Koristeći sofisticirane algoritme i kombinirajući eksperimentalne podatke s prethodnim znanjima fizike, računala određuju 3D koordinate određene biomolekule. Na taj način strukturu možemo gledati, rotirati, njome rukovati i analizirati je.

Sve strukture prikazane u ovom ciklusu dobivene su rendgenskom kristalografijom te vizualizirane pomoću softvera za molekulsko modeliranje. Autori su članovi istraživačke grupe Biophysics and Bioinformatics of Bacterial Cells, MedILS, Split

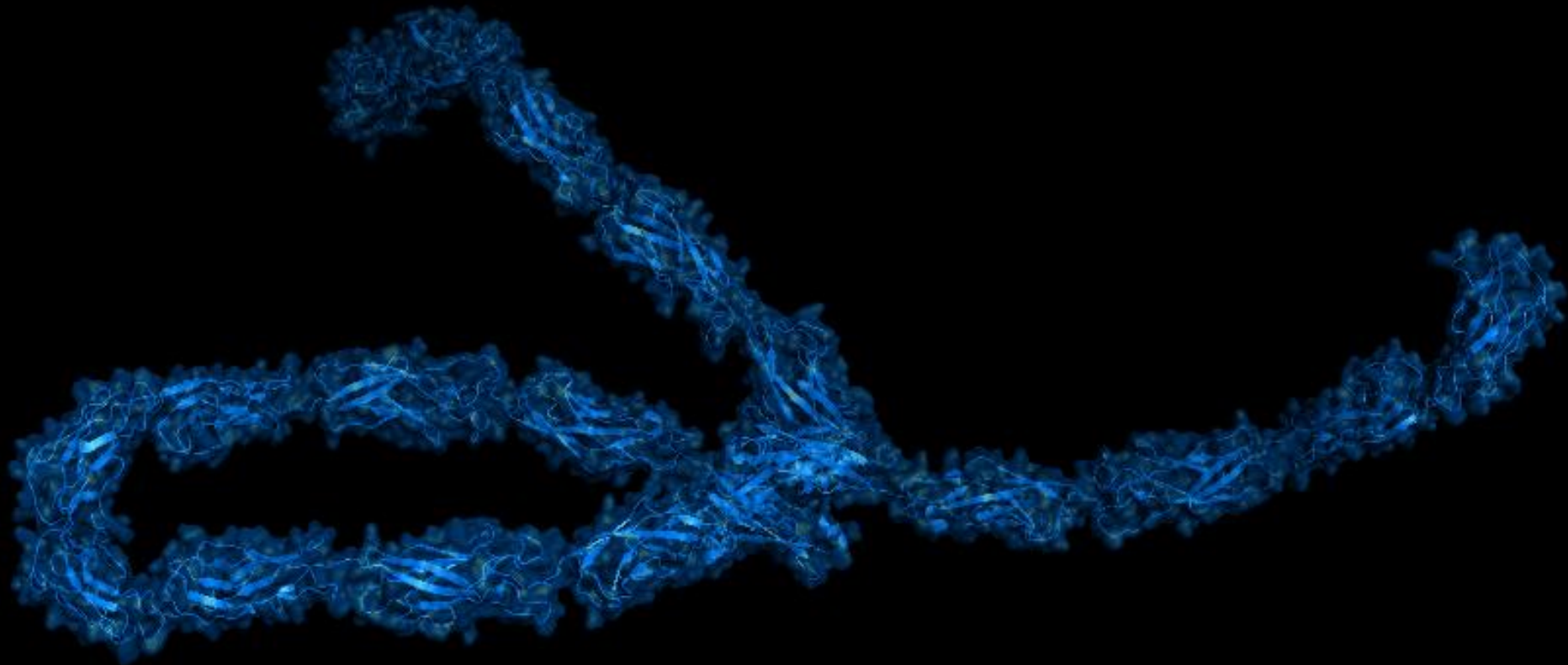




INTERAKCIJA DVIJE JEDINICE PROTEINA PRIJENOSNIKA MASTI

Jedan od najvećih poznatih proteina predmet je ove slike. *Apolipoprotein B100 (apoB)* sastavni je dio lipoproteina male gustoće, čestica koje su glavni prijenosnici kolesterola u ljudskoj plazmi. One prenose kolesterol iz hrane do perifernih tkiva koje ga koristi za izgradnju staničnih membrana. Međutim, kod prekomjernog unosa kolesterola, kao i kod oksidacije lipoproteina male gustoće, čestice se talože na stjenkama krvnih žila i uzrokuju njihovo začepljenje, aterosklerozu.

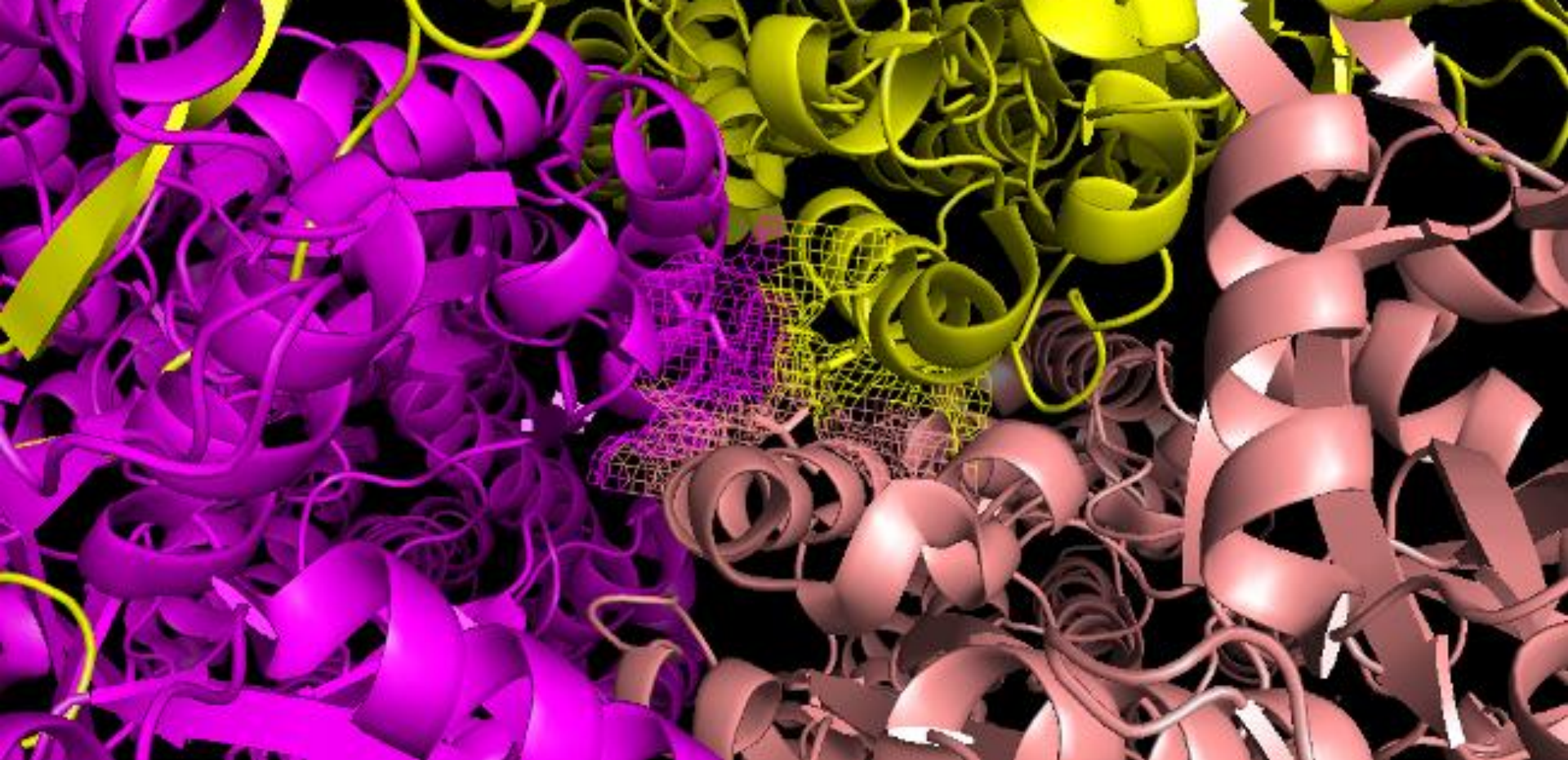
Autor fotografije: dr. sc. Anita Kriško, MedILS, Split



SPAJALICE DRŽE NAŠE TIJELO NA OKUPU

Naše se tijelo sastoji od trilijuna stanica koje nas, radeći ujedinjeno, nastoje održati na životu. Među stanicama krije se složena mreža „molekularnih kabela“ i veznih proteina koje stanice drže jedne uz druge. *Kadherin* je jedna od takvih molekula koje imaju ulogu međustaničnog „ljepila“. Ovaj dugi protein proteže se među membranama susjednih stanica, spajajući ih poput spajalice. Njegov vanjski dio sastoji se od niza omotanih domena i kalcijevih iona vezanih između njih, čineći strukturu krutom.

Autor fotografije: dr. sc. Anita Kriško, MedILS, Split



PROTEINSKI KANAL – TRANSPORTER LIJEKOVA

Glavnu zapreku učinkovitom liječenju bakterijskih infekcija predstavlja njihova prirodna sposobnost promjene koja ih čini otpornima na različite lijekove. Otpornost bakterija javlja se djelomično i kao rezultat aktivnosti proteina koji se nalaze u staničnoj membrani – lipidnom ovoju koji odvaja stanicu od okoline, obavljajući istovremeno niz vitalnih funkcija. Ovi proteini nazivaju se transporteri lijekova i predstavljaju glavnu zapreku napretku liječenja jer imaju sposobnost promjene smjera kretanja lijeka. Naime, oni mogu aktivno pumpati molekule lijeka, kao i drugih, za bakteriju toksičnih tvari van iz stanice. Razvoj spojeva koji bi inhibirali aktivnost takvih proteina učinio bi veliki broj starih lijekova ponovno aktivnim i korisnim. Slika predstavlja detalj jednog takvog proteinskog kanala sačinjenog od tri podjedinice, predstavljene različitim bojama.

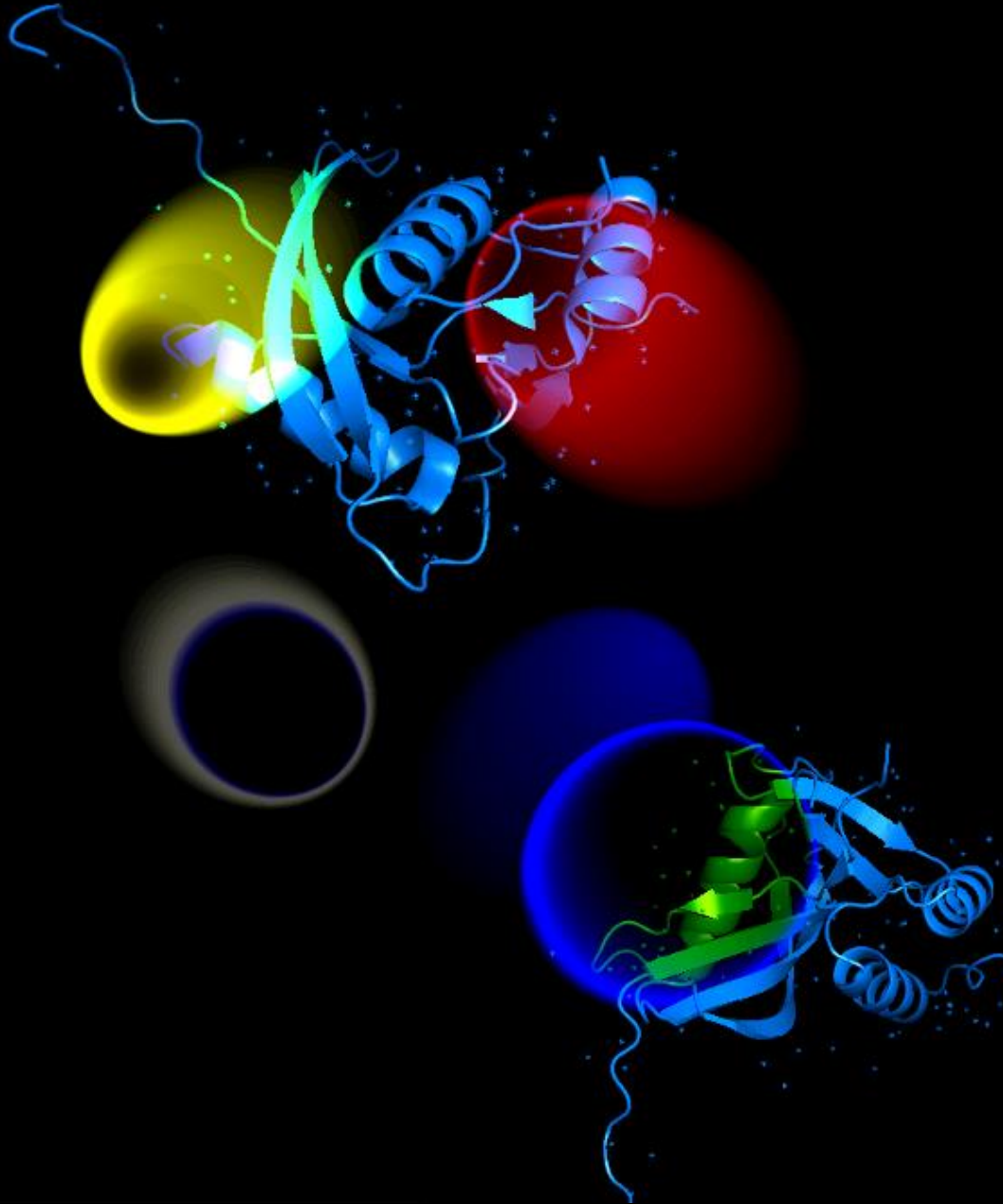
Autor fotografije: dr. sc. Anita Kriško, MedILS, Split

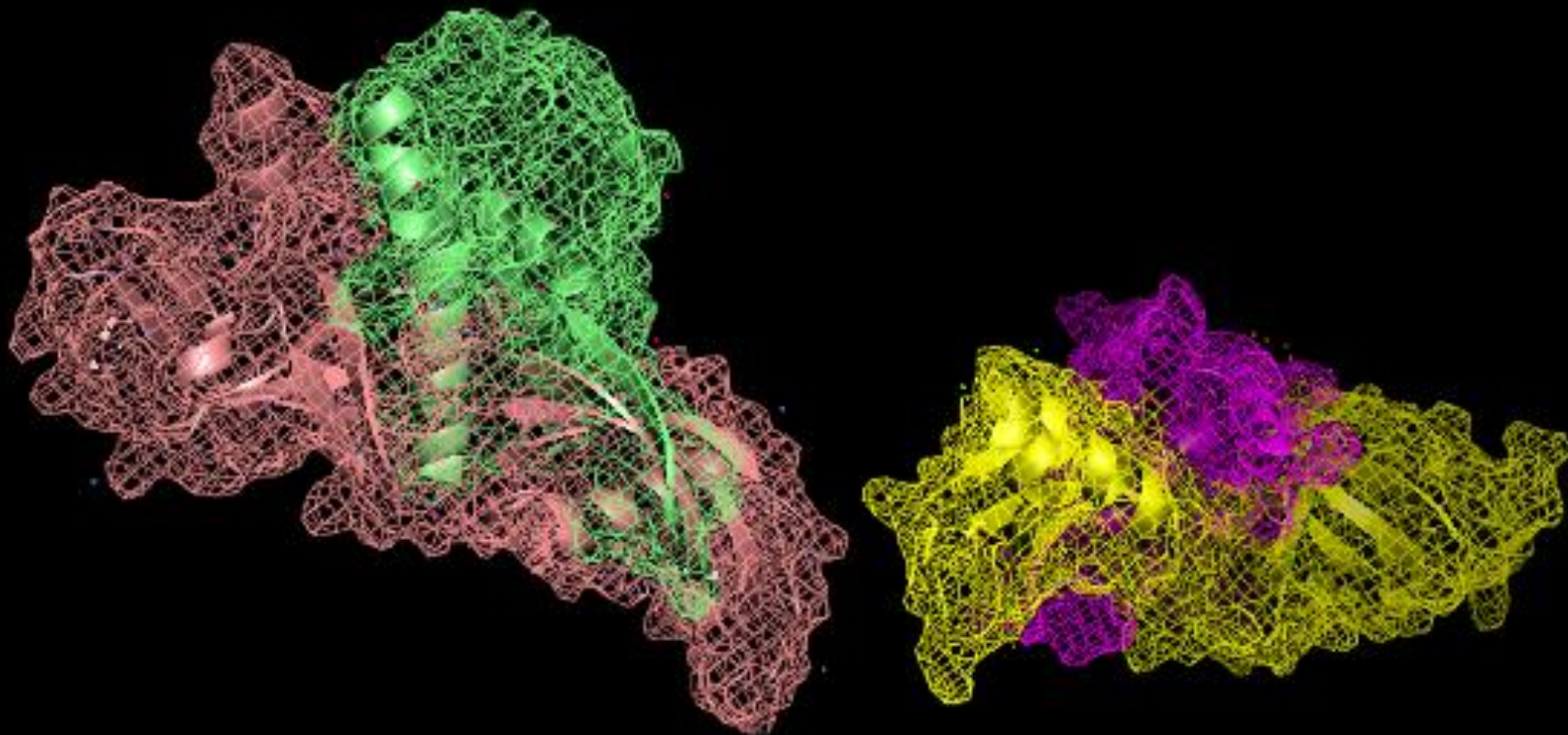
NUDIX HIDROLAZA-MISTERIJ REPA

DNA je neprekidno izložena oštećenjima koje izazivaju različiti čimbenici okoliša (UV zračenje, kisik), a samim time i dijelovi od kojih je građena - nukleotidi. Ako se takav, oštećeni nukleotid ugradi u DNA molekulu, tada se genetski kod stanice mijenja (mutira) i ne osigurava stanici točnu informaciju. Protein *Nudix hidrolaza* prepoznaje oštećene nukleotide u stanici i cijepa ih u komadiće koji se mogu ukloniti iz stanice prije nego li se iskoriste za izgradnju molekule DNA.

Član obitelji proteina *Nudix hidrolaza* na slici odlikuje se misterioznim repom, čiju zagonetnu funkciju znanstvenici trenutno pokušavaju razumjeti.

*Autor fotografije: Dr. sc. Omar Awile,
Institut f. Theoretische Informatik,
Zürich, Suisse*





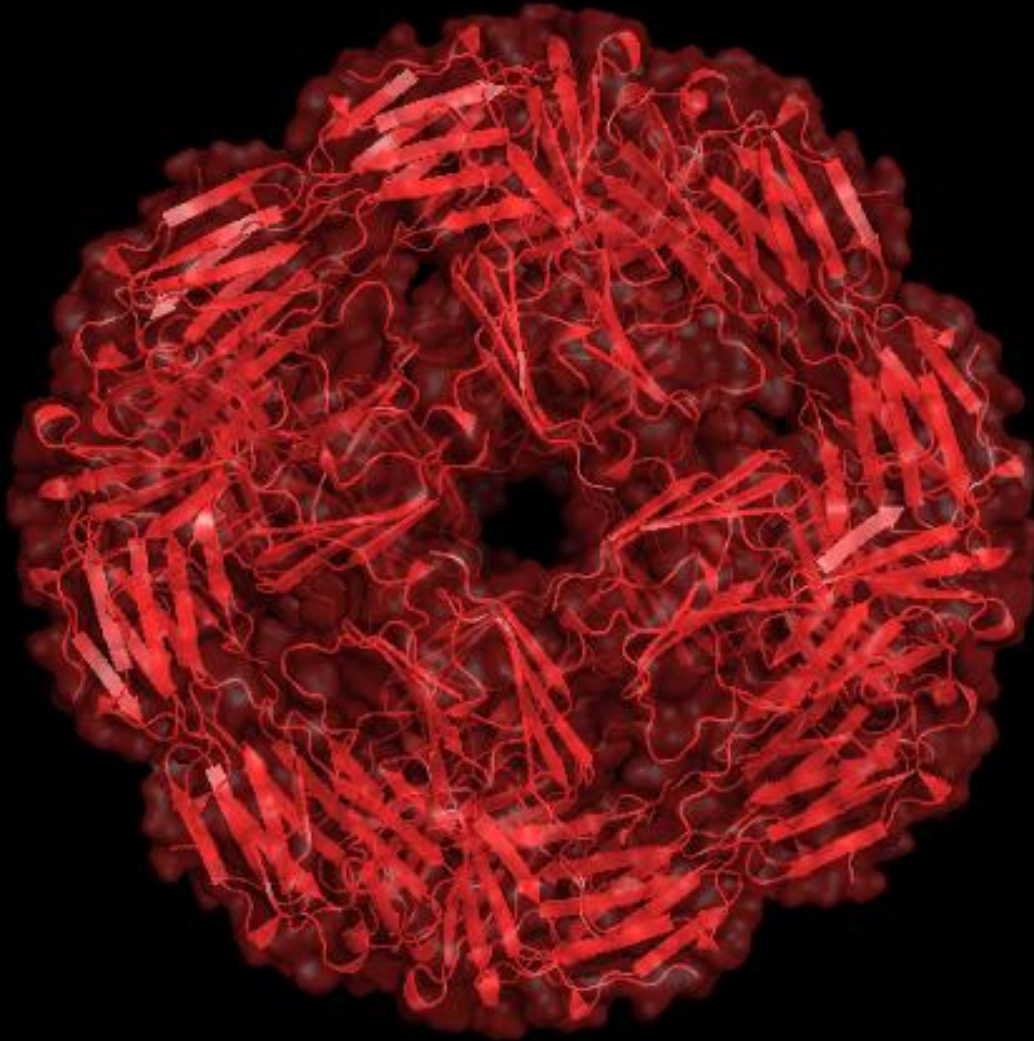
RNA POLIMERAZA-KLJUČ OPSTANKA

Svima je poznato da DNA (deoksiribonukleinska kiselina) u svojem kodu sadrži dragocjenu informaciju života. No, znamo li tko je zaslužan za njen prijenos? Upravo je protein na slici, enzim *RNA polimeraza*, ključan za stvaranje molekule RNA (ribonukleinske kiseline) prema predlošku molekule DNA. Ovaj enzim djeluje kao „prepisivač“ informacije sadržane u molekuli DNA, u procesu koji zovemo „transkripcija“ ili ekspresija gena, nositelja genetičke informacije. *RNA polimerazu* pronalazimo u svim živim organizmima i ona je neophodna za život, što znači da u slučaju njenog oštećenja stanica ne može opstati. Osim toga, radi se o vrlo složenom enzimu koji kontrolira niz drugih proteina. Tako i u vrlo jednostavnoj bakteriji kakva je *Escherichia coli*, više od 100 različitih čimbenika kontrolira aktivnost *RNA polimeraze*.

Slika predstavlja *RNA polimerazu* arheje *Methanococcus janaschii*. Ona je izgrađena od dvije podjedinice, od kojih svaka ima dva lanca, predstavljena različitim bojama.

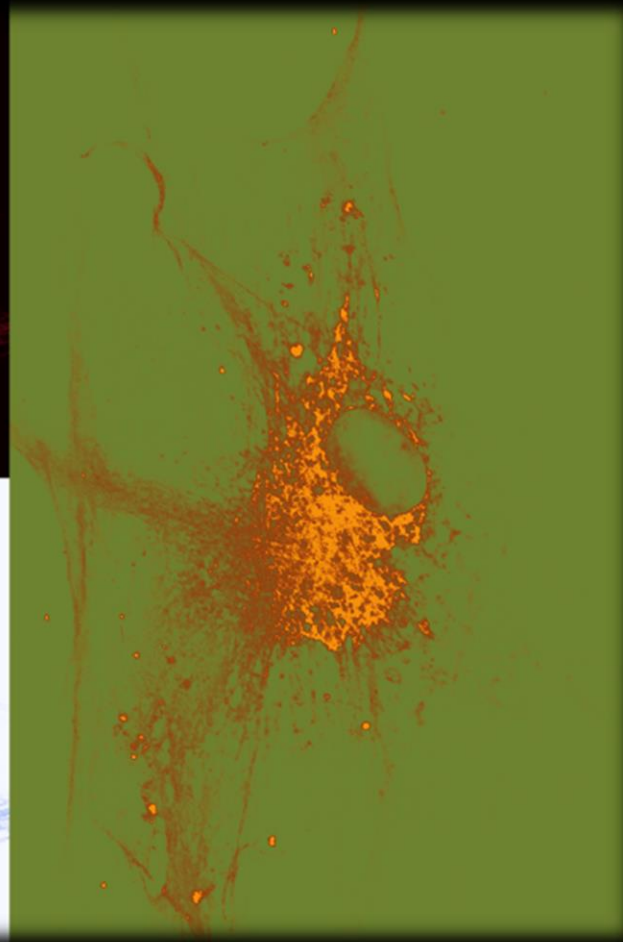
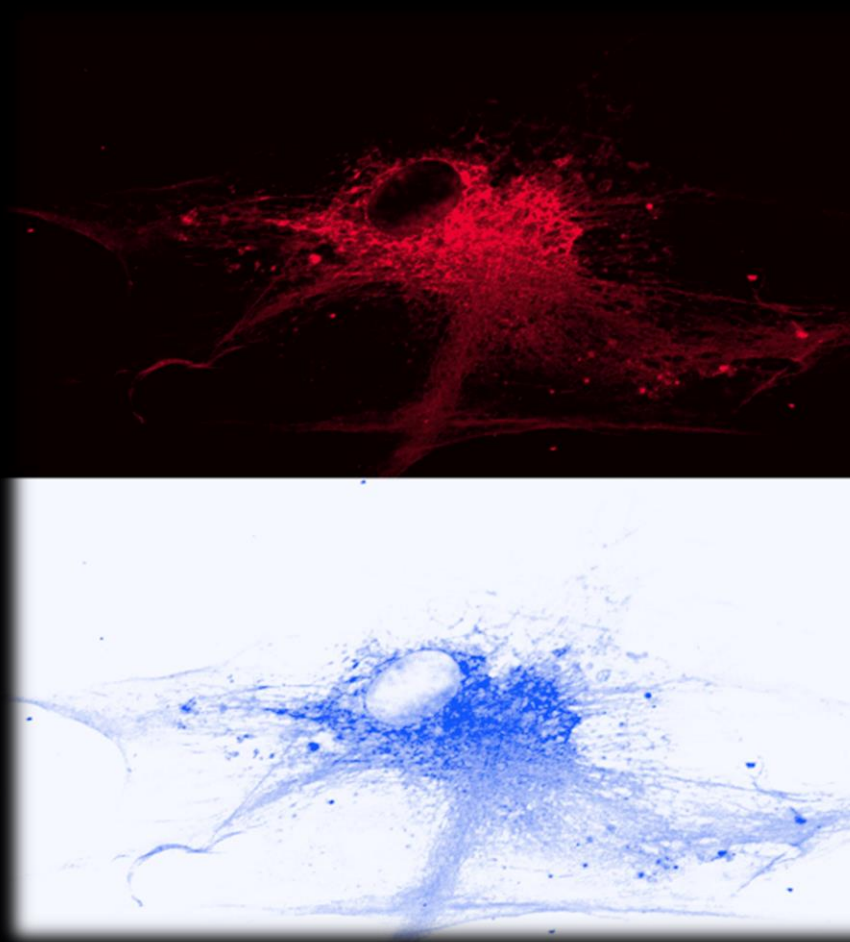
Autor fotografije: dr. sc. Anita Kriško, MedILS, Split

STANIČNA HITNA SLUŽBA



Jedna od najvećih opasnosti za stanicu predstavlja gubitak prirodne 3D-strukture i funkcije njenih proteina. Ta tzv. „denaturacija“ može biti izazvana različitim utjecajima, poput starenja ili topline. Upravo je denaturacija jedan od razloga zbog kojih prozirni bjelanjak jajeta postaje zamućen kad se skuha. Posebni proteini pratioci, tzv. „*chaperoni*“, spašavaju denaturirane proteine ponovno im vraćajući njihovu prvobitnu strukturu. Zovemo ih stoga molekularnim doktorima stanice. Slika predstavlja molekularnog pratioca, člana porodice malih „*heat shock*“ proteina. Zanimljivo je da točan način djelovanja ovih proteina još uvijek nije poznat. Međutim, greška na tom proteinu može dovesti do ozbiljnih bolesti poput Alzheimerove bolesti, katarakte ili Parkinsonove bolesti.

*Autor fotografije: dr. sc. Anita Kriško,
MedILS, Split*



LJUDSKI NEURON

Ljudski je mozak jedna od najvećih neriješenih tajni današnjice. Složenost neurona i danas fascinira znanstvenike potičući ih na otkrivanje nepoznatog. Jedna od tehnika koje se često koriste u ovakvim istraživanjima je fluorescencijska mikroskopija. U neuronima na slici posebnom bojom označeni su karbonilirani proteini. Oštećeni oksidacijom prestaju biti funkcionalni i usmjereni su prema staničnoj mašineriji za razgradnju. Na taj način stanica biva potaknuta da sintetizira svježije funkcionalne proteine.

Autori fotografije: dr. sc. Anita Kriško i dr. sc. Dinko Relković, MedILS, Split

2. MORSKI NANOSVIJET

Prof. dr. sc. Vesna Svetličić

Institut Ruđer Bošković, Zagreb

Kapljica mora na dlanu samo je kapljica. Ili?

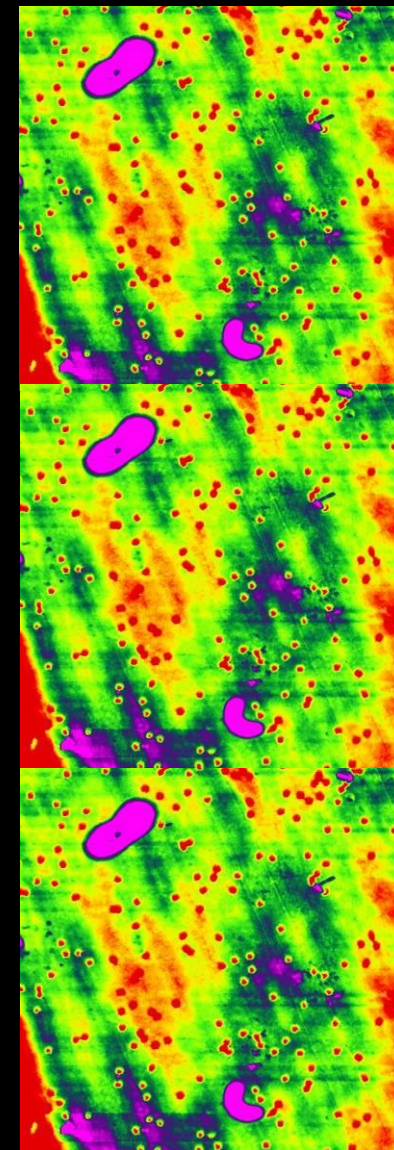
Pogledamo li okom znanstvenika, pomoću nanoskopa otkrit ćemo u njoj cijeli jedan svijet. Nanosvijet. Nanoskop pripada novoj generaciji uređaja kojim gledamo organizaciju atoma i molekula tvari i organizama.

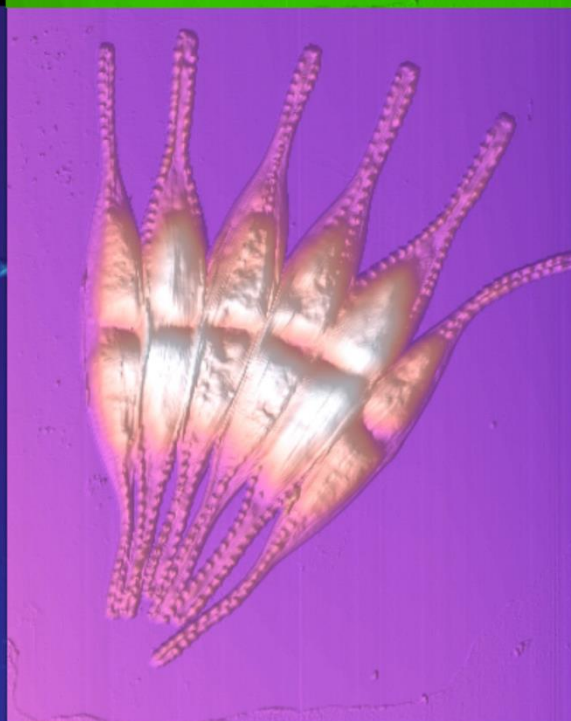
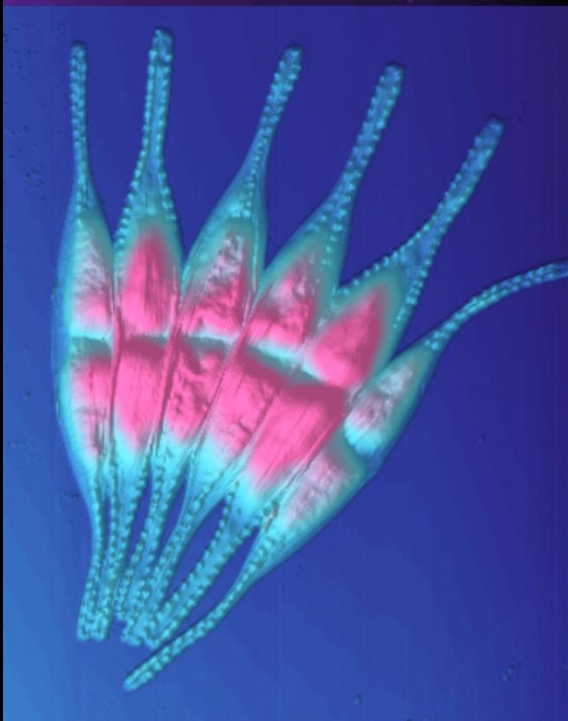
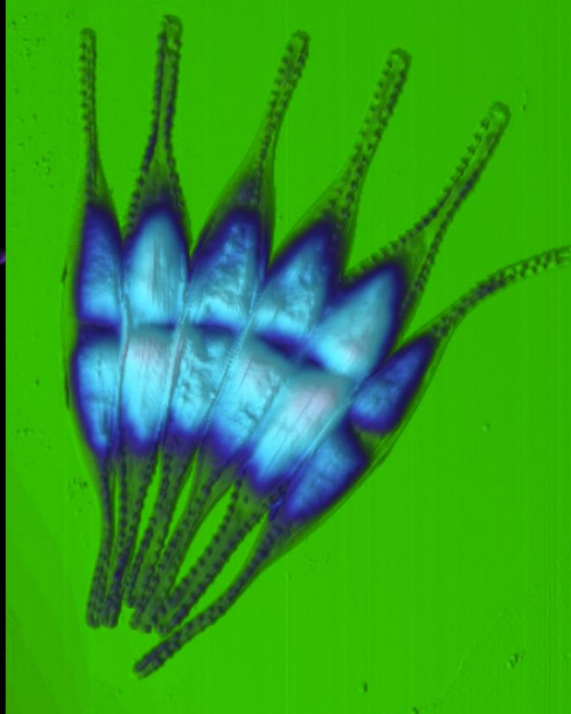
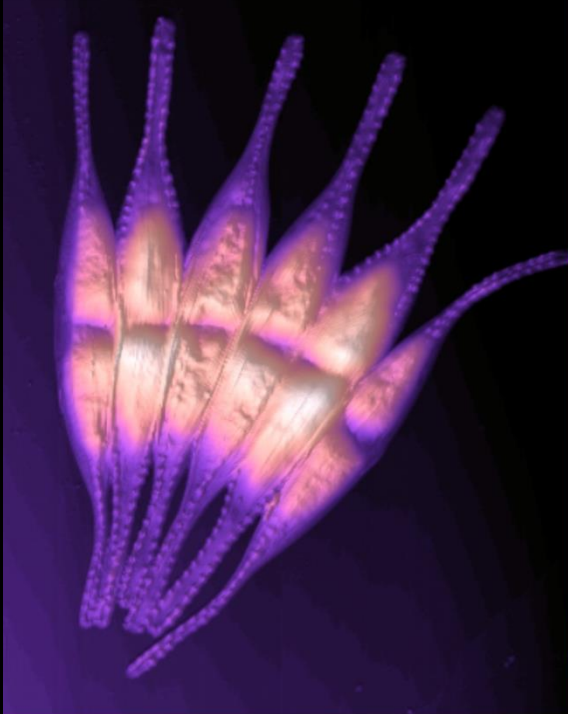
Prikazane slike rezultat su istraživanja *Cvjetanje mora na nanoskali* mikroskopom atomskih sila.

Cvjetanje mora povremena je i u novije vrijeme sve učestalija pojava u sjevernom Jadranu. Pojava cvjetanja mora takvog je opsega da se na morskoj površini opaža iz satelita. Radi se o ogromnoj masi želatinozne tvari koja potječe od jednostaničnih algi koje su zarobile sunčevu energiju i proizvele duge lančaste molekule polisaharida za vrijeme velike gustoće populacije - cvata fitoplanktona (jednostaničnih morskih algi). Ovaj fenomen privlači pažnju velikog broja znanstvenika iz cijelog svijeta. Intenzivno ga istražuju oceanolozi, biolozi i kemičari. Međutim, osnovni mehanizam nastanka pojave još nije razjašnjen pa tako ne postoji ni pouzdan način njenog predviđanja.

Otkriće AFM-a (*Atomic Force Microscope*, mikroskop atomskih sila iz porodice nanoskopa) objavljeno prije dvadesetak godina, omogućilo je mjerenje površinskih atomskih sila za oslikavanje živih i neživih organskih struktura s molekularnom i submolekularnom rezolucijom u ambijentalnim uvjetima. Ovo su pionirska istraživanja morskog svijeta mikroskopijom atomskih sila.

Autori prikaza koji slijede su prof. dr. sc. Vesna Svetličić; dr. sc. Tea Mišić Radić; Galja Pletikapić, dipl. inž. i Vida Čadež, dipl. inž. iz Laboratorija za bioelektrokemiju i oslikavanje površina, Zavoda za istraživanje mora i okoliša, Instituta Ruđer Bošković, Zagreb.



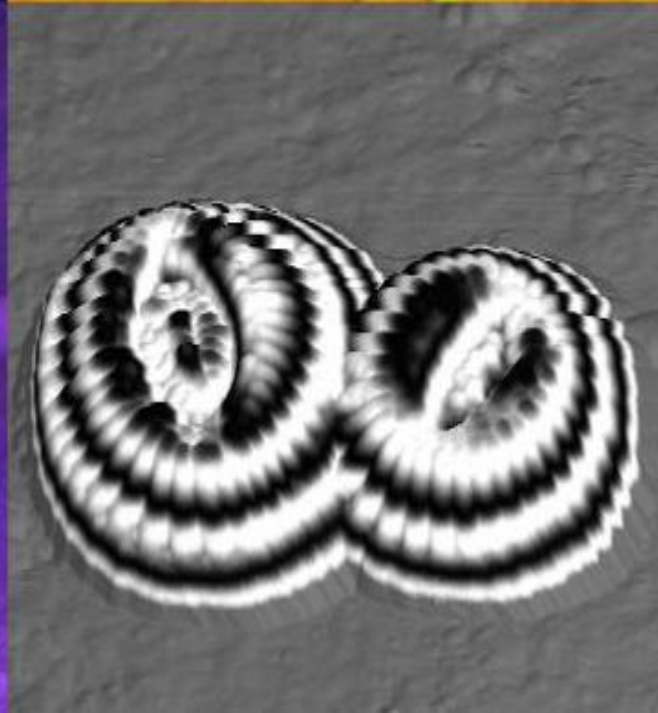
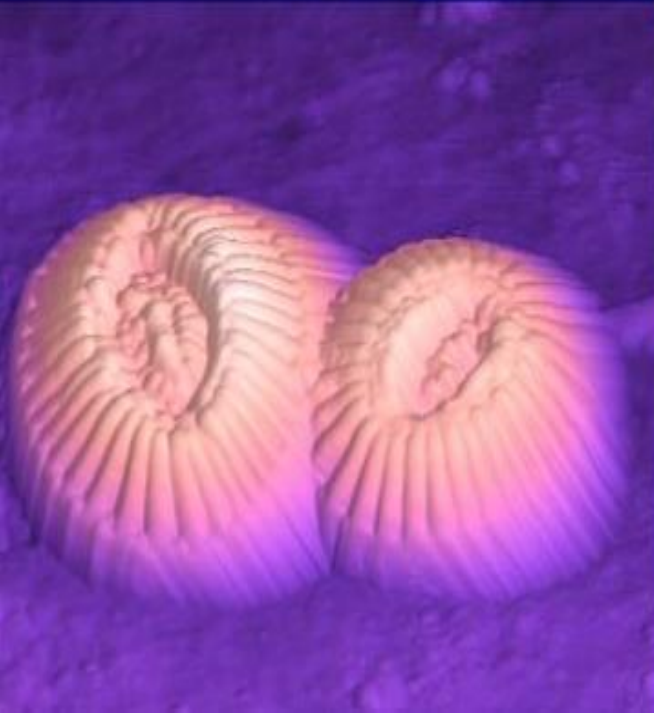
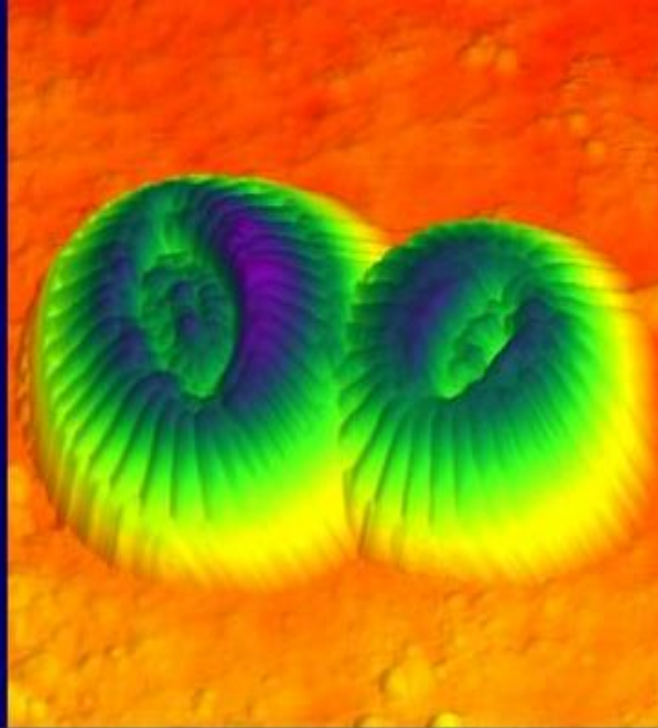
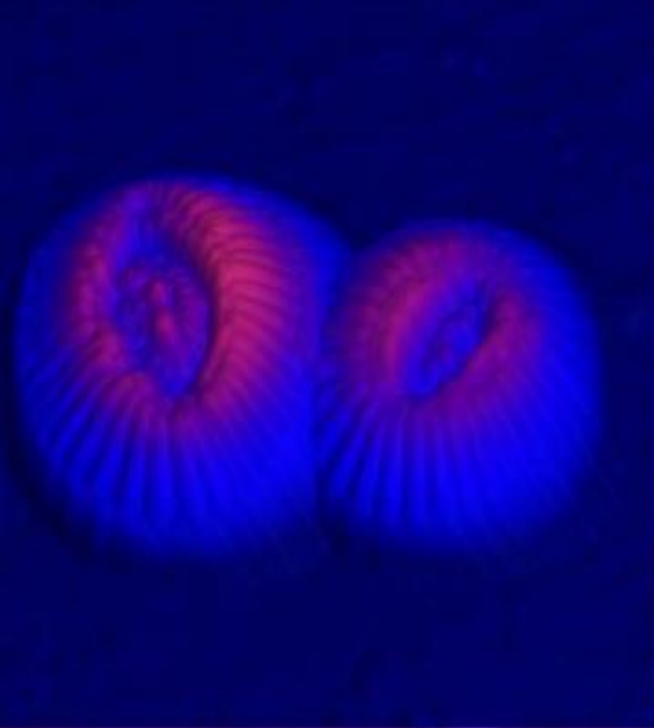


MORSKI AFM WARHOL

Nije Marilyn, no prava je morska ljepotica. Ova alga kremenjašica stanovnik je svih mora i oceana, a često se pronalazi i u Jadranskom moru. Za živopisni *make-up* kolonije na slici zaslužni su mikroskop atomskih sila (AFM), prikladan softver te razigrana mašta autorice prikaza Galje Pletikapić iz Laboratorija za bioelektrokemiju i oslikavanje površina, Zavoda za istraživanje mora i okoliša, Instituta Ruđer Bošković, Zagreb.

*Ova je fotografija nagrađena prestižnom međunarodnom nagradom „Bruker Nano“

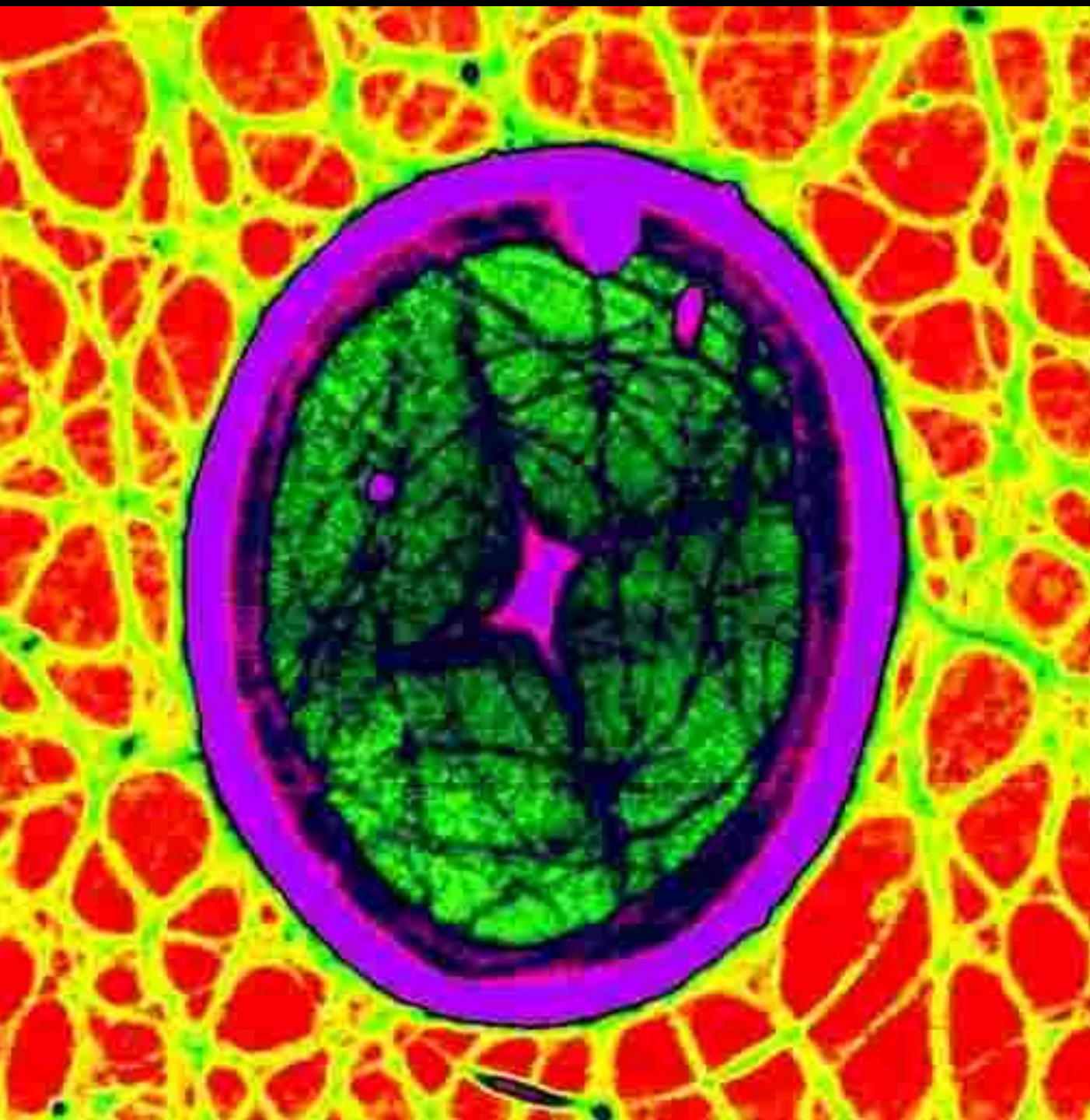
Diatom biofilm (*Cylindrotheca closterium*)
Scan size: 35 μm x 35 μm , vertical scale 1.5 μm



MORSKI KOLAČIĆI U ČETIRI OKUSA

Iako izgledaju kao meki kolačići, ustvari su to vrlo čvrste strukture koje štite sitne, okom nevidljive, morske organizme. Kad ti organizmi uginu, njihovi sićušni zaštitni oklopi padaju na dno mora. S vremenom se od njih napravi debeli sloj. Naravno, za to su potrebni milijuni godina. Taj se sloj postupno stvrdne i sabije u mekan vapnenac koji nazivamo kreda. Najbolje školske krede sadrže oko 95 % krede.

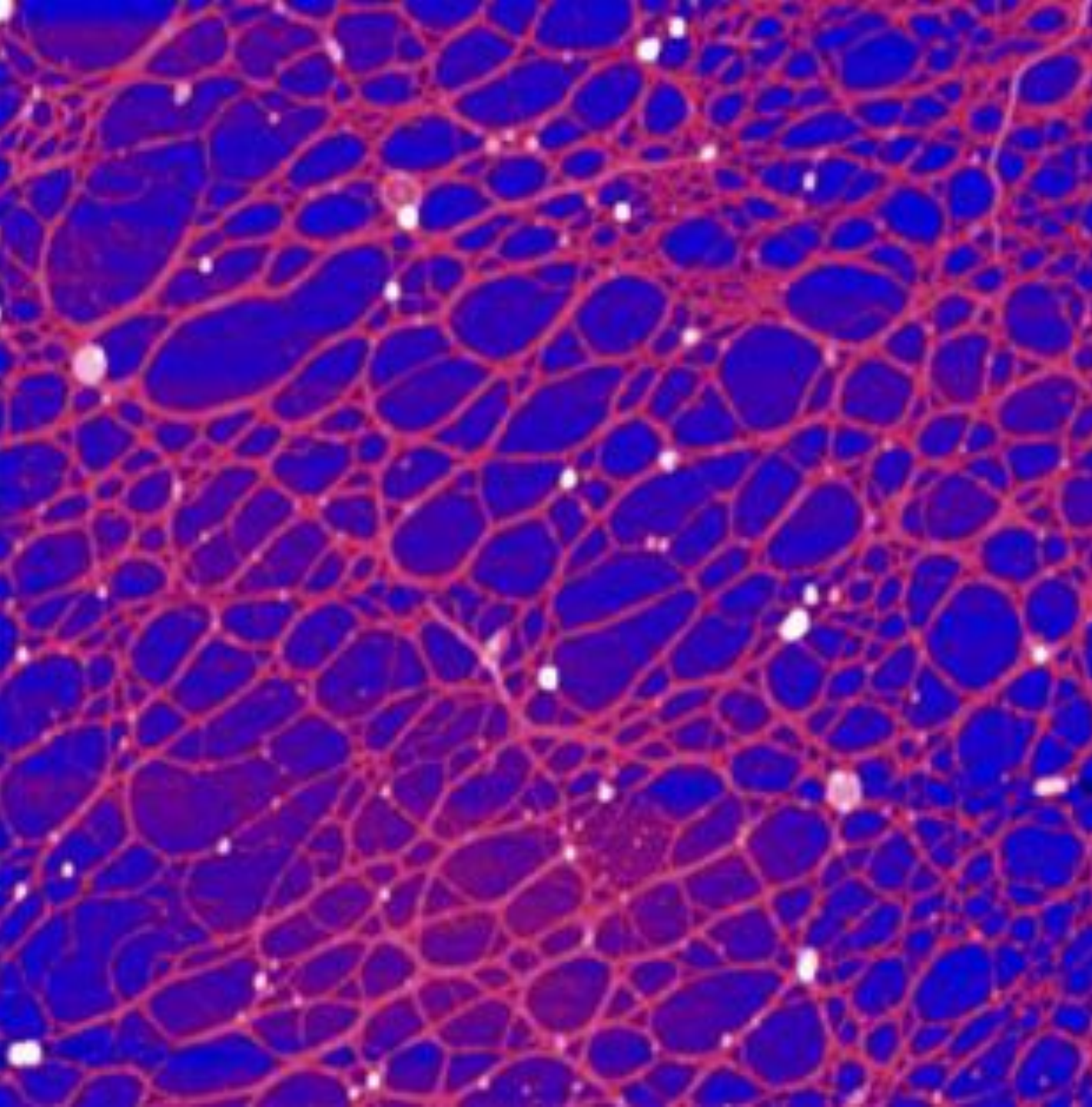
Microplankton body scale - Cocolith (*Emiliania huxley*)
Scan size 8 μm x 8 μm , vertical scale 1.5 μm



MORSKA SNOVOLOVKA (DREAM CATCHER)

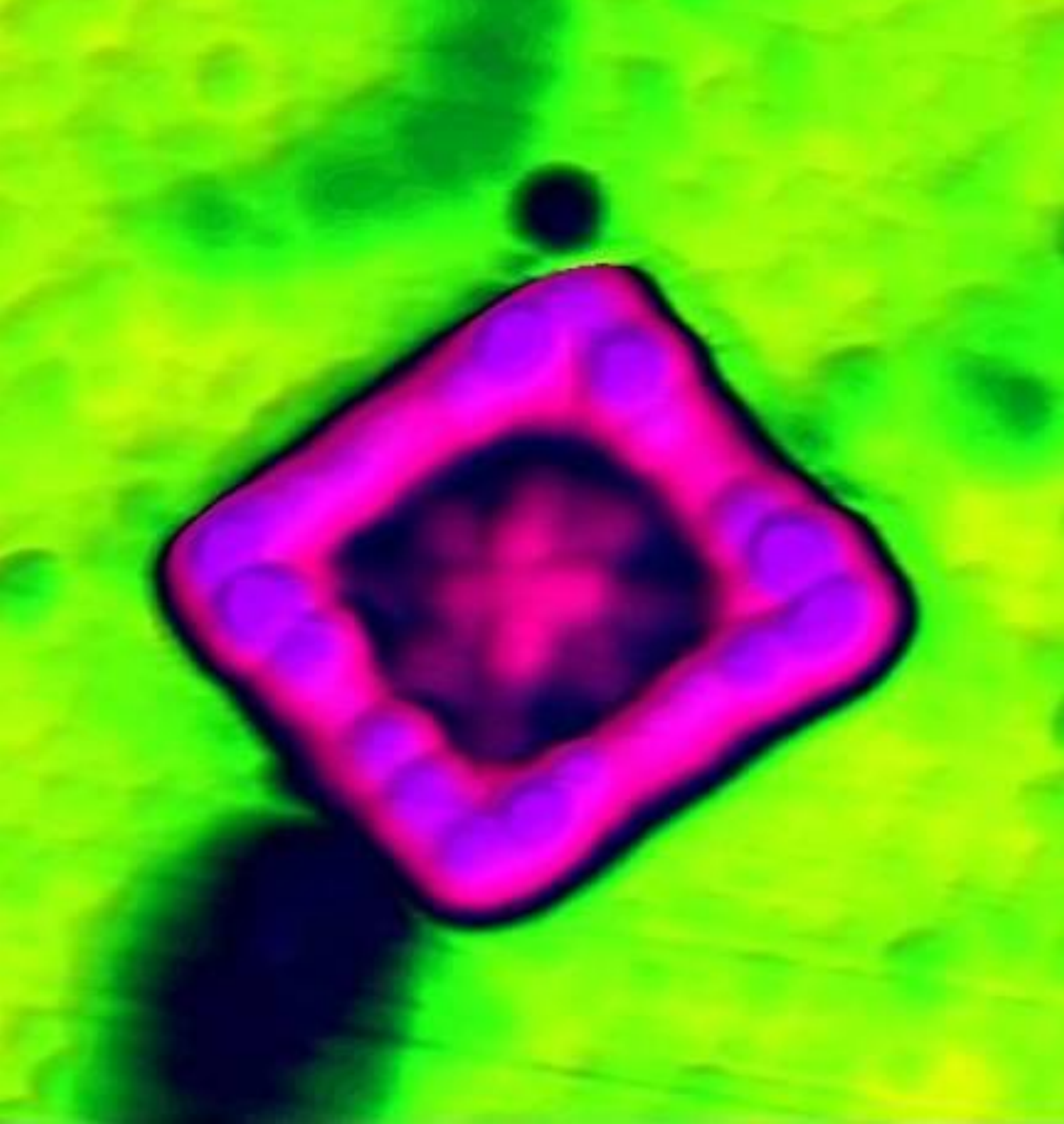
Kao rukom Indijanaca istkana snovolovka, ovo je u stvari pokrovna pločica morske nanoalge uhvaćene u mrežu morskog gela. Ova snovolovka stotinu puta je manja od stanice crvenog krvnog zrnca.

Nanoplankton body scale (*Chrysochromulina polylepis*) interlaced with polysaccharide fibrils of marine gel
Scan size: 3 μm x 3 μm , vertical scale 15 nm



MORSKA ČIPKA

Niti ove prirodne rukotvorine proizvele su vrijedne ljepotice mora (alge kremenjašice), a u mrežu saplele morske struje i valovi.



MORSKI KRIŽ

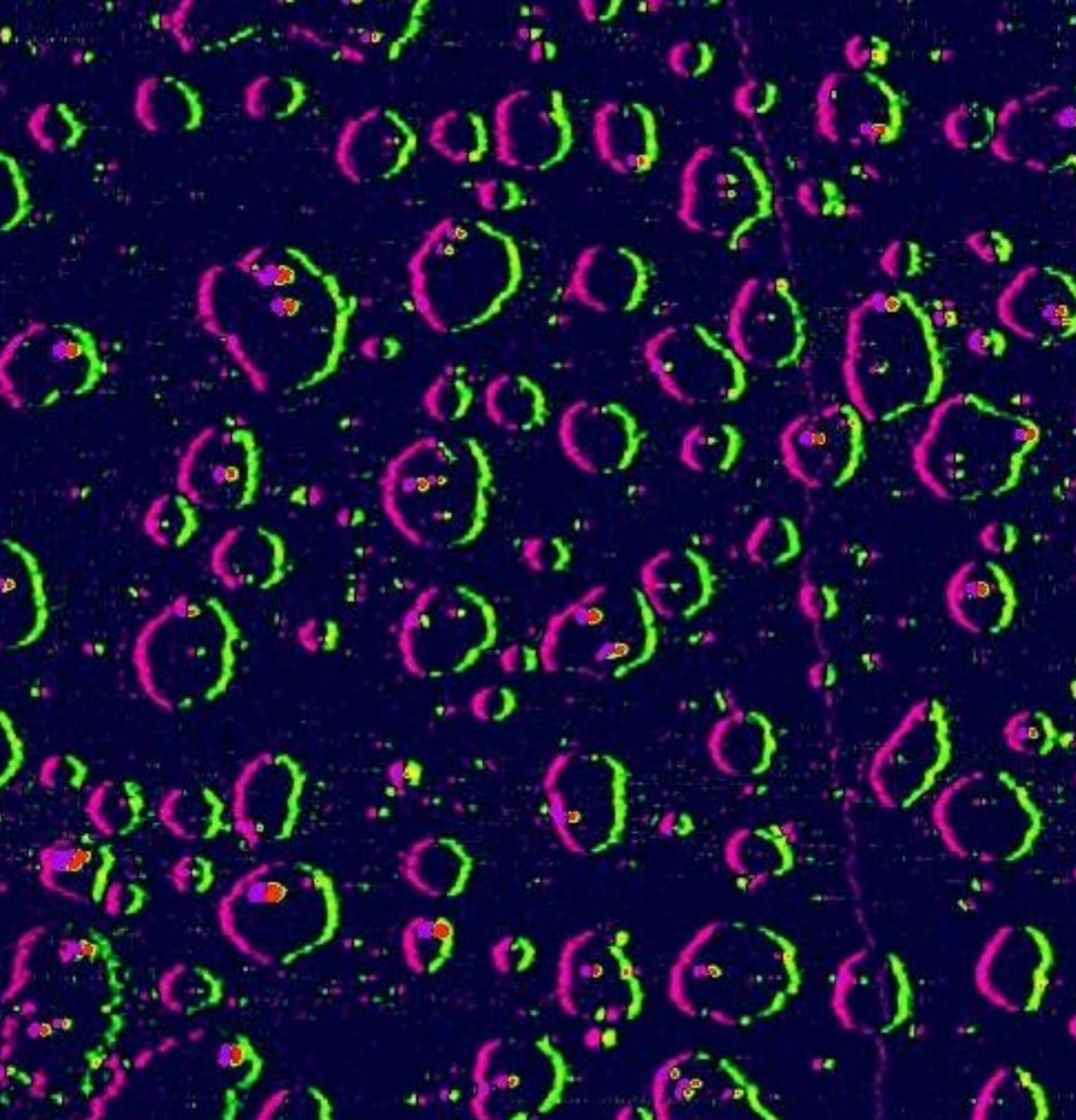
Ovaj prekrasni ornament sjevernog Jadrana zapravo je dio oklopa sićušne morske alge. Oko 500 puta je manji od stanice crvenog krvnog zrnca.



MORSKI KRISTAL

Priroda se voli poigrati s oblicima. Među brojnim mineralnim mikro i nano česticama u moru, neke imaju oblik pravilnih kristala.

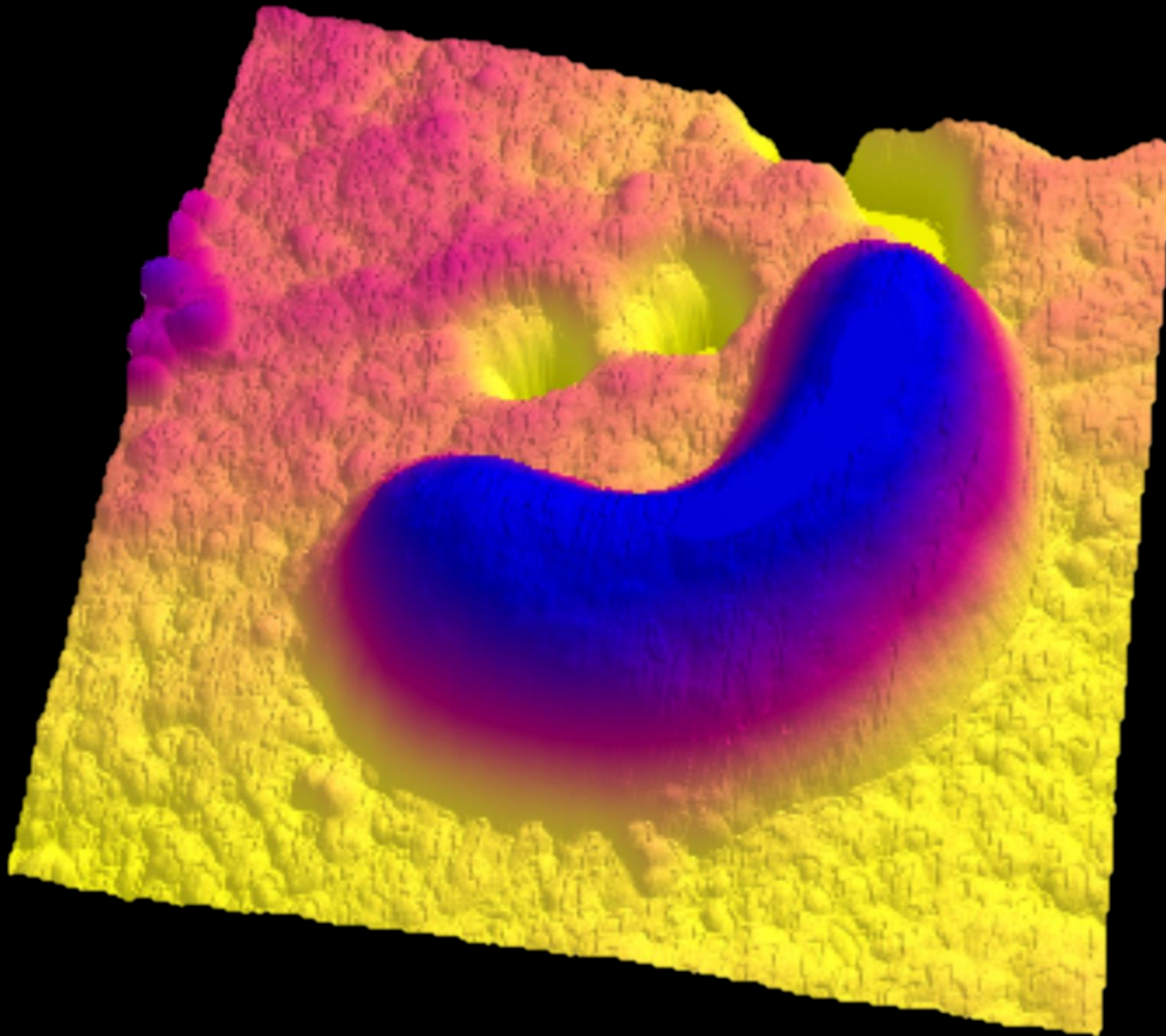
Cubic crystal of zeolite A
Scan size: 2 μm x 2 μm , vertical scale 1.2 μm



BALONI MORSKE SAPUNICE

Ova morska kupka krije brojne, još nerazriješene tajne. Nešto nam je dopustila otkriti, a ostalo je još znanstveni izazov. Za početak, recimo samo da opnu balončića čine masne kiseline i lipidi, a onda se prepustimo ljepoti slike.

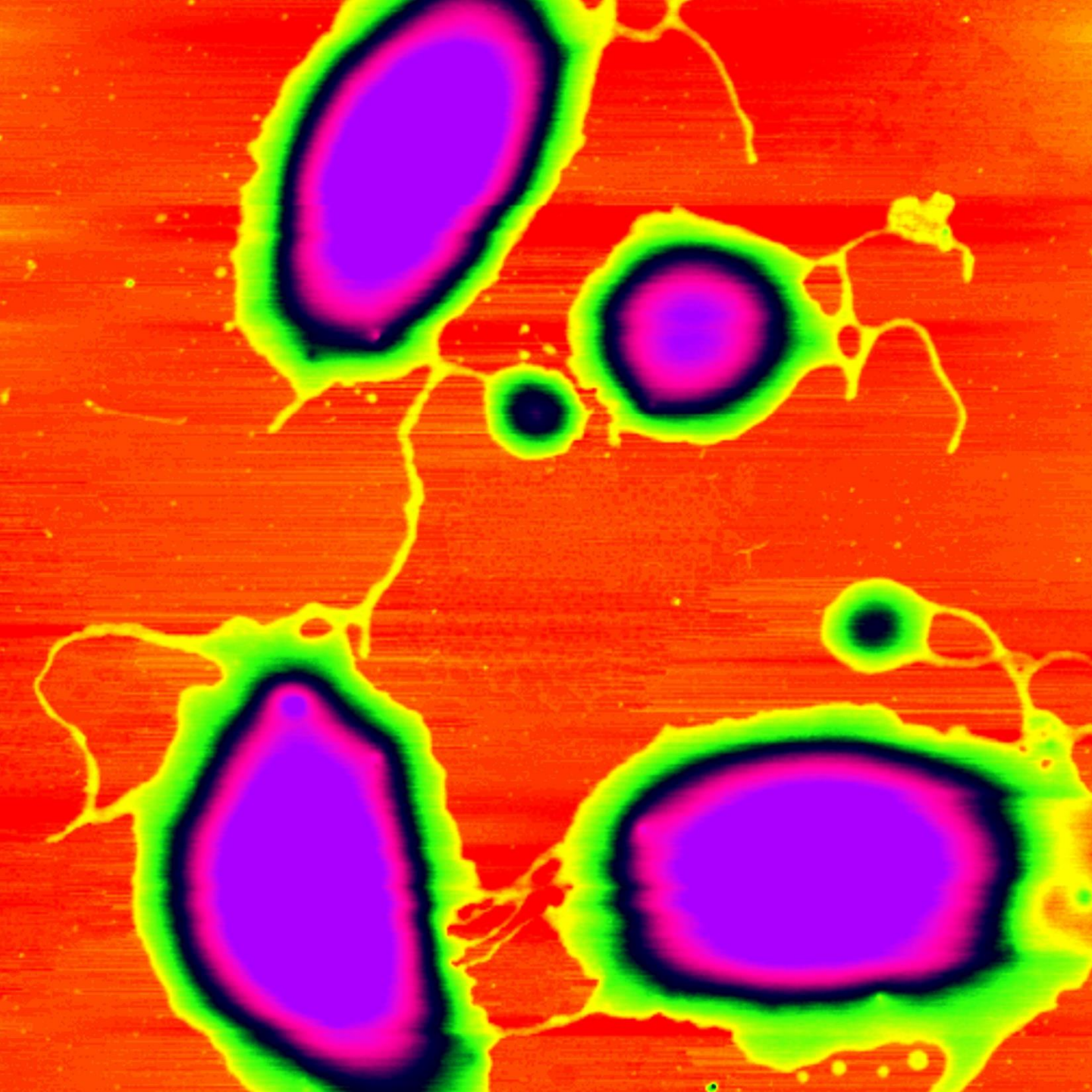
Marine vesicles
Scan size: 10 μm x 10 μm , vertical scale 3 nm



SMAJLIĆ - VESELA BAKTERIJA

Ako mislite da ste sami dok bezbrižno plivate modrinama našega Jadrana, varate se. Oko vas sve vrvi životom i u društvu ste mnoštva bakterija. No, ne brinite, morske bakterije su dobroćudne, a ima ih barem milijun u jednom mililitru.

Marine bacterium on polycarbonate filter
Scan size: 1 μm x 1 μm , vertical scale 50 nm



ODBJEGLI MORSKI BALONI

Poput veselih rođendanskih ukrasa, ovi produkti fitoplanktona plutaju u strukturama što organizacijom podsjećaju na dijelove živih stanica, dajući tako naslutiti svoju važnu ulogu u životnim procesima.

Interconnected marine vesicles
Scan size: 10 μm x 10 μm , vertical scale 80 nm

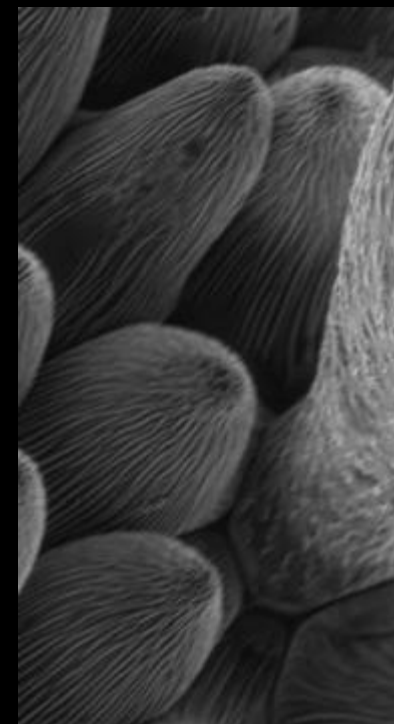
3. PRETRAŽIMO NANOSVIJET

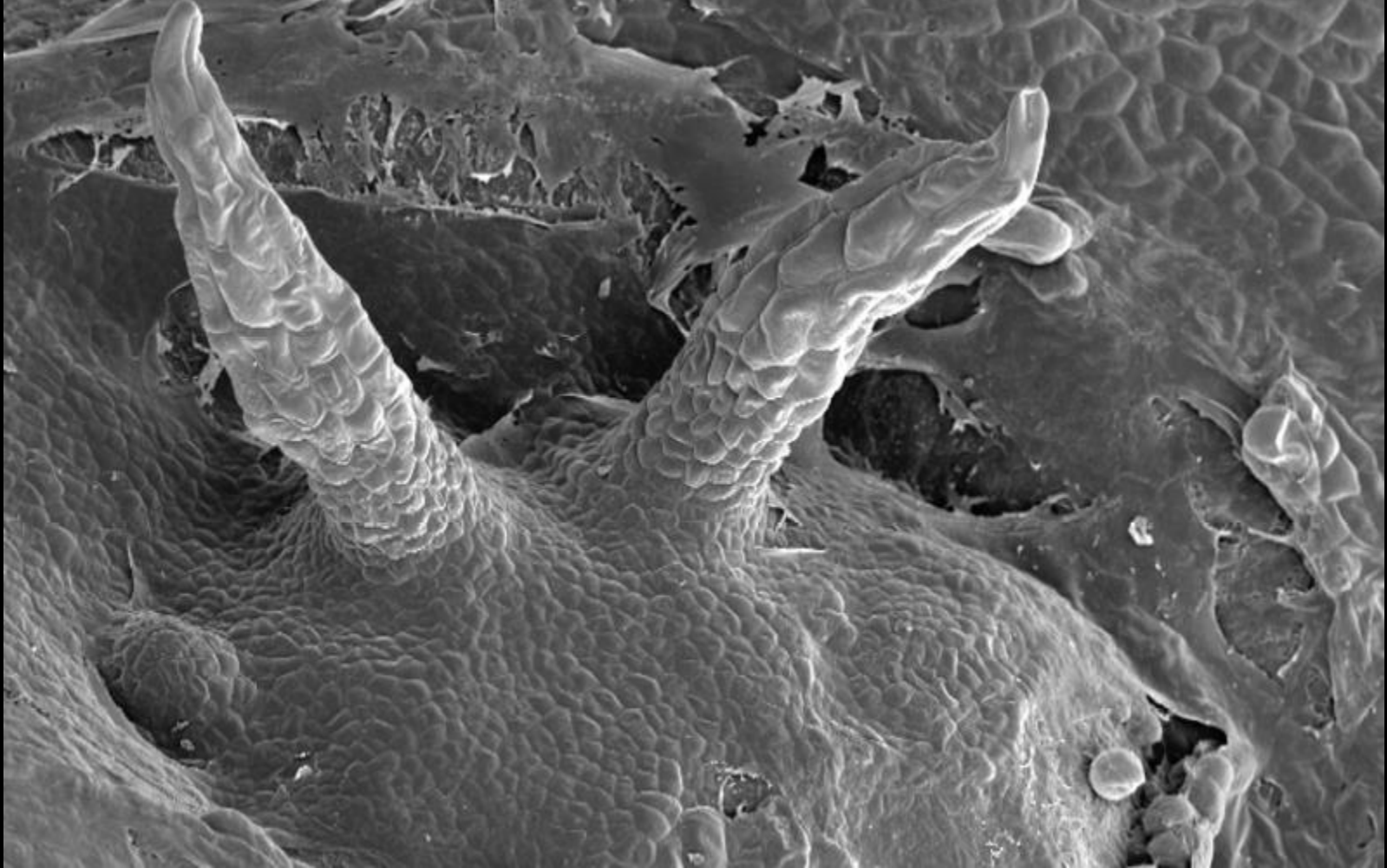
dr. sc. Danijela Poljuha

Centar za istraživanje metala Istarske županije METRIS

Istarska razvojna agencija, Pula

Pretražni elektronski mikroskop (*Scanning electron microscope, SEM*), razvijen 60-tih godina prošlog stoljeća, je uređaj koji radi na principu skeniranja površine ispitivanog uzorka precizno fokusiranim snopom elektrona. U interakciji s atomima uzorka, elektroni proizvode signal koji sadrži informacije o topografiji i sastavu površine te drugim osobinama uzorka, poput električne vodljivosti. U odnosu na druge mikroskope, SEM ima prednosti u području niza osnovnih mjerenja i metoda. U prvom redu, to je njegova rezolucija – sposobnost da se "vide" vrlo mali objekti. Zatim, dubina polja – sposobnost da objekti različite "visine" na uzorkovanoj površini ostanu u fokusu te mikroanaliza – sposobnost da se analizira sastav uzorka. Sredinom 80-tih godina 20. st. razvijen je Atmosferski (*Environmental*) SEM (ESEM) koji je omogućio analizu uzoraka u uvjetima promjenjivih atmosferskih parametara (tlak, temperatura, smjesa plinova) okoline uzorka. Pomoću ovog mikroskopa vlažni, masni, prljavi i električno nevodljivi uzorci mogu biti ispitani u prirodnom stanju bez modifikacije i pripreme, uz visoku rezoluciju slike. Današnji su uređaji vrlo često kombinacija SEM-a i ESEM-a i odlikuju se izvanrednim mogućnostima „uvida“ u različite materijale do nano-razine. Jedan takav sofisticirani uređaj, imenom FEI QUANTA FEG 250 nalazi se pred Vama, u Centru Metris. Sljedeći ciklus vodi nas u čarobni svijet onkraj okom vidljivog, gledan „okom“ SEM-a.

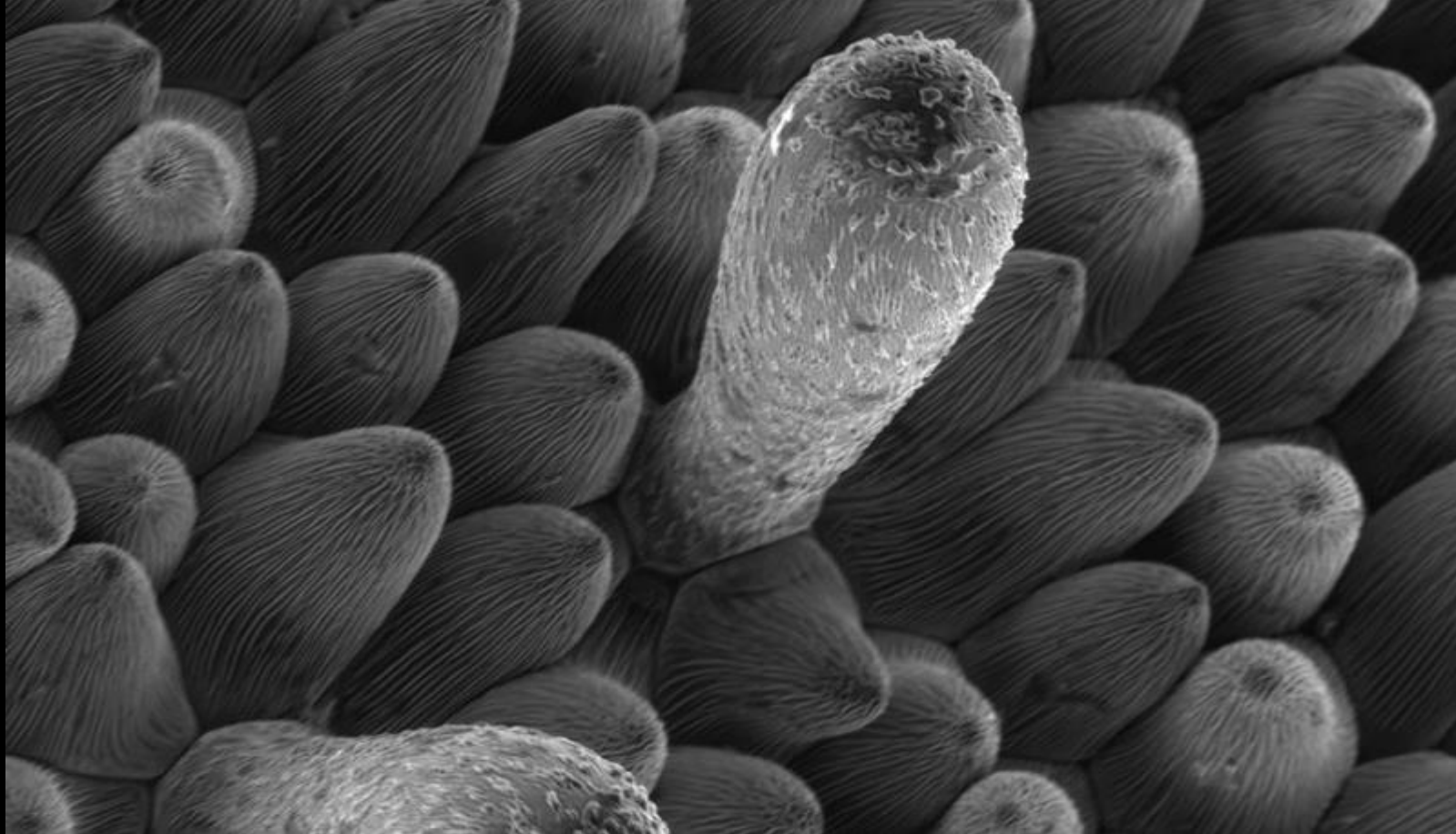




MITSKO ČUDOVIŠTE U VOĆNOJ SALATI

Biće s drugog planeta ili mitsko čudovište? Ne. Uobičajeni zeleni sastojak naših voćnih salata-kivi. Točnije, organogeneza u kulturi tkiva kivija (*Actinidia deliciosa* A. Chev. C. F. Liang). Rošćići na glavi stvora? Ne. Vrh izdanka s dvije supke što izlaze iz izbočina kalusa. Snimljeno pomoću pretražnog elektronskog mikroskopa (SEM), u sklopu istraživanja međustanične signalizacije tijekom morfogeneze u kulturi biljnog tkiva.

Autori fotografije: Dr. sc. Marzena Popielarska-Konieczna (Uniwersytet Jagielloński, Kraków, Polska) i Dr. sc. Jerzy Bohdanowicz (Uniwersytet Gdański, Gdańsk, Polska)



NANOTEHNOLOGIJA U VAŠEM VRTU

Jedna je od naizgled posve običnih proljetnica koje krasi većinu vrtova ovoga podneblja. Snježno bijela, nježno narančasta, baršunasto ljubičasta ili sunčano žuta maćuhica (*Viola sp.*) poput ove što se krije iza slike. Možda niste znali, no ona je primjer vrhunskog dizajna prirode po uzoru na koji se danas razvijaju suvremeni biomimetički superhidrofobni materijali. Svojom hijerarhijski dizajniranom površinom latica s mikropapilama, na vrhu presvučenom voštanom kutikulom, postiže superhidrofobna svojstva, danas nužna kod modernih materijala s širokom paletom primjene. Priroda nam nudi savršena rješenja. Dovoljno je samo osvrnuti se, uočiti i od nje naučiti.

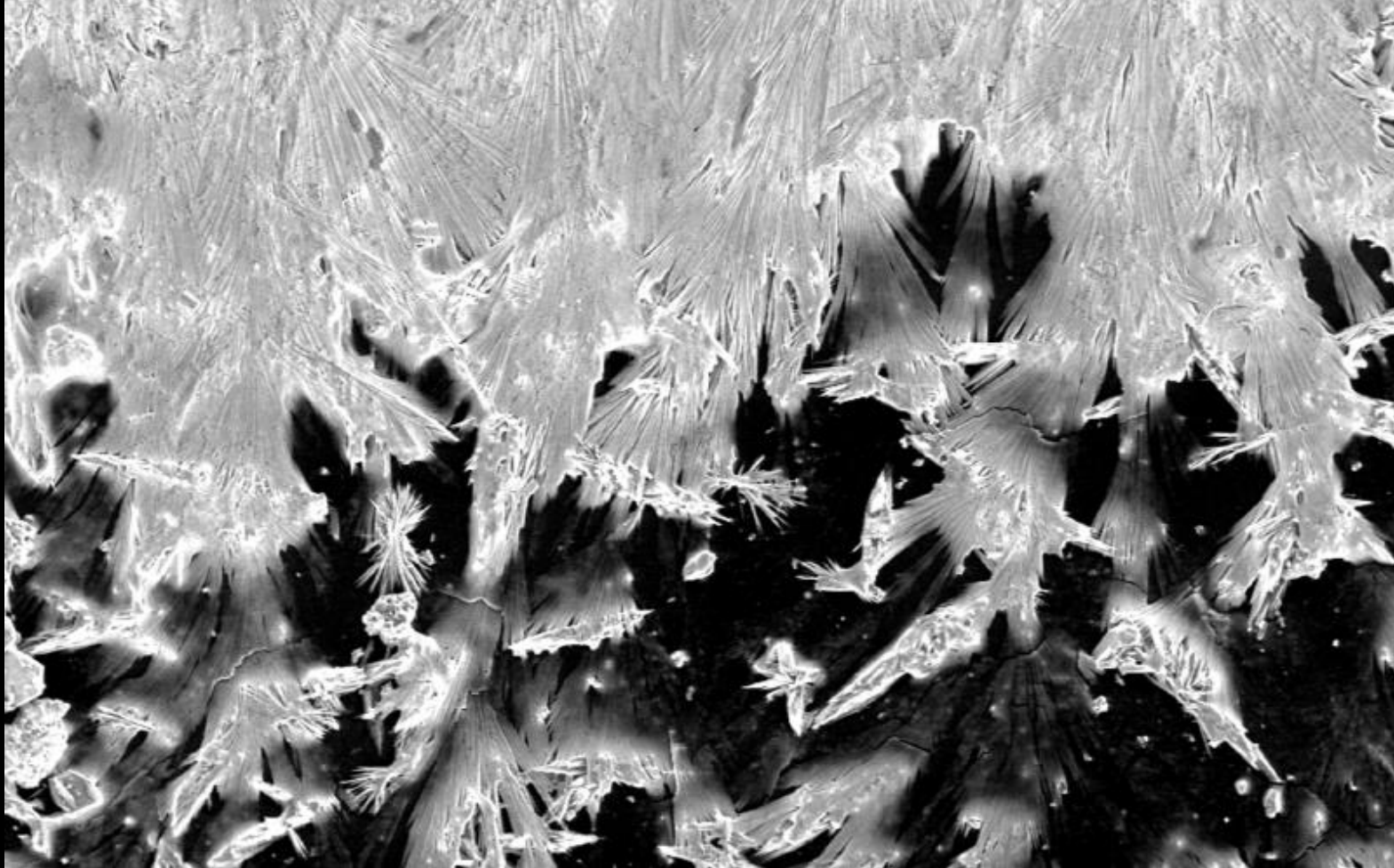
*Autori fotografije: Vedrana Grozdanić, mag. chem. i dr. sc. Danijela Poljuha
Centar za istraživanje metala Istarske županije-METRIS*



ARMAGEDON

Posljednji trenuci našeg planeta u srazu s meteoroidima ili nešto sasvim drugo? Riječ je doista samo o skupini čestica staklenog abraziva, vrlo oštih rubova, među kojima se kao uljez našla okrugla čestica promjera 300 μm .

*Autori fotografije: Vedrana Grozdanić, mag. chem. i Tea Zubin, dipl. konz.
Centar za istraživanje metala Istarske županije-METRIS*



ZIMSKA IDILA

Poput inja na prozoru u Božićno jutro, evocirajući toplinu djetinje radosti, ovi nas kristali griju ljepotom ledenih oblika. Ne, nije sniježilo u našem elektronskom mikroskopu, nego su vjekovi prekrili antički mozaik štetnim topivim solima. Projekt konzervacije prelijepog mozaika s prikazom Hipokampa u Franjevačkom samostanu u Puli predvidio je i identifikaciju prisutnih soli. Na prikazu je vidljiv razvoj dendritnih kristala thenardita, bezvodnog minerala natrijevog sulfata, Na_2SO_4 .

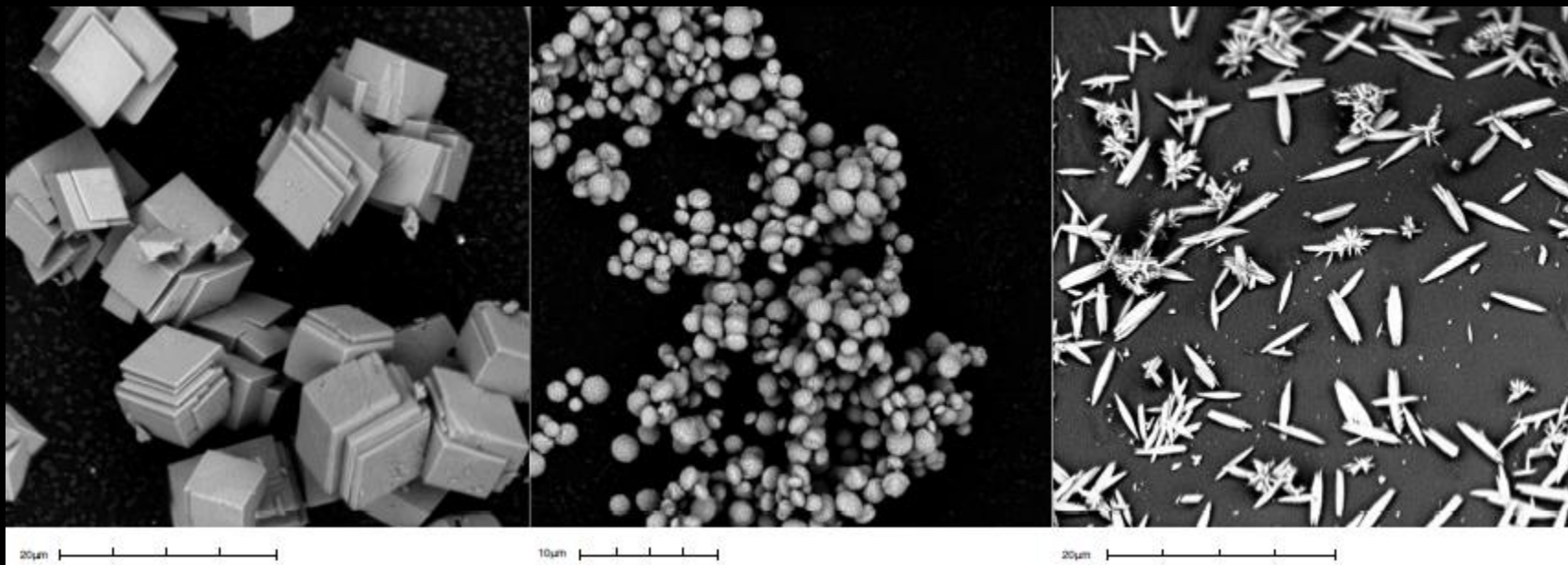
*Autori fotografije: Vedrana Grozdanić, mag. chem. i Tea Zubin, dipl. konz.
Centar za istraživanje metala Istarske županije-METRIS*



DOVOLJNO JE REĆI-ZLATO

Na slici su vidljive dvije populacije (promjera 250 nm i 10 μm) zlatnih čestica snimljene tehnikom SEM (*Scanning Electron Microscopy*). U sklopu istraživanja na površinu zlatnih nanočestice nanosi se sloj biofunkcionalnih molekula (amino-kiselina, peptida i proteina) kako bi se promijenila površinska svojstva i dobivene čestice koristile kao nosači ljekovitih supstanci.

Autori fotografije: dr. sc. Tajana Preočanin, Zavod za fizikalnu kemiju, Prirodoslovno matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu i Dr. sc. Andreja Gajović, Laboratorij za molekulsku fiziku, Zavod za fiziku materijala, Institut Ruđer Bošković, Zagreb



TRI OBLIKA ISTE TVARI

Kalcijev karbonat (CaCO_3) čini 4% Zemljine kore. Najčešće se pojavljuje u obliku krede, vapnenca ili mramora, a nastao je sedimentacijom fosiliziranih morskih mikroorganizama tijekom milijuna godina. Ti mikroorganizmi podliježu otapanju i naknadnom taloženju u obliku neke od polimorfni modifikacija. Kalcijev karbonat može taložiti iz elektrolitnih otopina u obliku hidratiziranih soli (kalcijev karbonat monohidrat, $\text{CaCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; kalcijev karbonat heksahidrat, $\text{CaCO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; amorfni kalcijev karbonat, $\text{CaCO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) ili polimorfa (kalcit, aragonit i vaterit). Pri atmosferskom tlaku i temperaturama koje vladaju na površini Zemlje kalcit je stabilna modifikacija dok su sve ostale nestabilne i podliježu transformaciji. Na slici su redom prikazana sva tri polimorfa kalcijeva karbonata dobivena sintetskim putem: KALCIT, VATERIT, ARAGONIT.

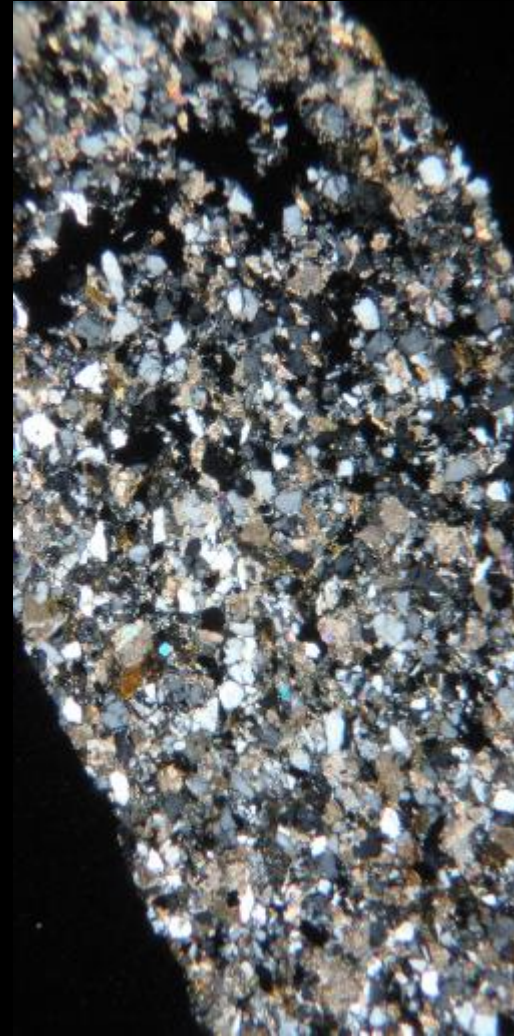
*Autor fotografije: Dr. sc. Branka Njegić Džakula, Laboratorij za procese taloženja
Zavod za kemiju materijala, Institut Ruđer Bošković*

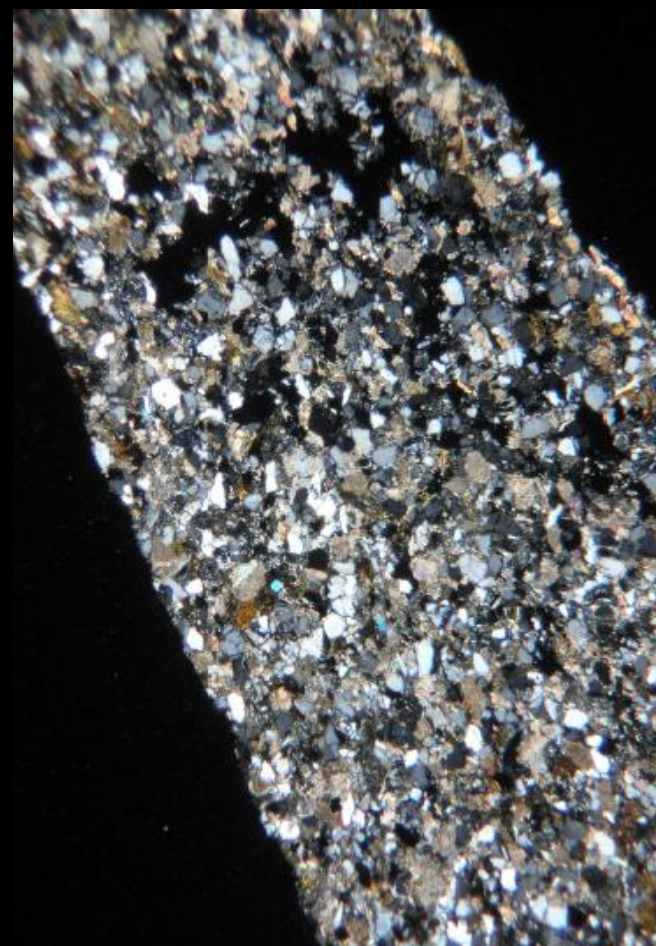
4. KAMENJE I KRISTALI

Prof. dr. sc. Vlasta Ćosović

Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu

Koliko ste se puta zapitali kako nastaje kamenje koje nas okružuje? Ili zašto se kamenje razlikuje izgledom ili rasprostranjem? Privlače nam pažnju različitim nijansama i kombinacijama crne, crvene, zelene ili sive, izgledom prirodnih stupova, lukova, „gljiva“, debelih tepiha ili „torti“ sastavljenih od slojeva. Uvjeti nastanka stijena i različiti sastav zaslužni su za njihovu neponovljivost u prirodi! Kamenje, kako običnim jezikom zovemo stijene, sastoje se od minerala (jednog ili više). Minerali osebujnih kemijskih i fizikalnih osobina, stvaraju kristale, pravilne atomske strukture jednog ili više elemenata. Kristali, iako dio nežive prirode, i rastu, evoluiraju i izumiru. Rast minerala započinje u otopinama, talinama ili parama (u morima, jezerima, magmi, lavi) okupljanjem atoma oko „jezgre“, a kako vrijeme odmiče novi se atomi dodaju prema „zadanom“ prostornom rasporedu i kristali rastu. Kakav će oblik dobiti ovisi o temperaturi, tlaku, volumenu prostora u kojem rastu i osobinama elemenata koji se „uključuje“ u građu. Rezultat je raznolikost i savršenstvo forme i simetrija, odnosno obilje geometrijskih formi, boja, sjaja... Danas brojimo više od 4400 minerala. Svega desetak minerala postojalo u trenutku formiranja Sunčevog sustava, a razvoj polovice modernih mineralnih vrsta podudara se evolucijom života na Zemlji (najstariji biološki procesi zbili prije nekih 3,8 – 3,6 milijardi godina). Naš je život vezan s evolucijom minerala/kristala i stijena/kamenja i ova izložba je još jedan podsjetnik na tu vezu...





CRNO-BIJELI SVIJET

Polarizatori (ne) čine čuda. Škotski geolog i fizičar William Nicol (1768?–1851), izumitelj je istoimene (Nicolove) prizme koja u svjetlosnoj mikroskopiji služi za polariziranje svjetlosne zrake. Polarizacijska svjetlosna mikroskopija neizbježna je tehnika u mineralogiji, a i sama je prizma kristal islandskog kalcita. Da tlo kojim hodamo ne vide svi na isti način, dokazuje i ova slika. Polarizacijski mikroskop vidi ga različito, ovisno o svjetlosti koju koristi. Svaki mineral u prikazanom preparatu reagira drugačije na nepolariziranu (lijevo) i polariziranu (desno) svjetlost, otkrivajući tako svoj mineralni sastav, pa i podrijetlo. U ovom slučaju radi se o „istarskom sivcu“ snimljenom na Zeissovom petrografskom mikroskopu.

*Autor fotografije: Prof. dr. sc. Nenad Tomašić, Geološki odsjek
Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu*



IGRA KRISTALIMA

Kristali interesantna oblika napravljeni su i snimljeni 2002. godine u sklopu istraživanja benzofenonskih derivata provedenog u okviru znanstveno-istraživačkog projekta "Slabe interakcije i molekulske prepoznavanje u sintezi materijala". Kristali su nastali sporim isparavanjem otopine 4-metilbenzofenona u heptanu. Fotografije kristala snimljene su na stereolupi *Olympus* s integriranim digitalnim fotoaparatom *Olympus Camedia 4040*.

*Autor fotografije: Dr. sc. Dominik Cinčić, Zavod za opću i anorgansku kemiju
Kemijski odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu*



ŠTO TO KRIJU ANTIBIOTICI

Kristali azitromicina napravljeni su i snimljeni 2005. godine u sklopu istraživanja kristalizacijskih metoda provedenog u okviru znanstveno-istraživačkog projekta "Slabe interakcije i molekulske prepoznavanje u sintezi materijala". Kristali su nastali sporim isparavanjem otopine azitromicina u smjesi vode i acetona. Fotografije kristala snimljene su na stereolupi *Olympus* s integriranim digitalnim fotoaparatom *Olympus Camedia 4040*.

*Autor fotografije: Dr. sc. Dominik Cinčić,
Zavod za opću i anorgansku kemiju, Kemijski odsjek,
Prirodoslovno-matematički fakultet
Sveučilište u Zagrebu*

5. STANOVNICI EDENA

Prof. dr. sc. Marijana Krsnik-Rasol

Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu

Biljke su posvuda oko nas. Toliko smo na njih naviknuti da ih najčešće ni ne opažamo, osim ako nisu upravo u cvatu i ako njihovi cvjetovi nisu naročito lijepi, poput onih orhideje, tulipana, ruže, ili božura. Privlače nas i ukusni zreli plodovi, ali o njima ne mislimo kao o biljnome organu koji služi razmnožavanju, već kao o hrani, povrću ili slasnome voću. Vrijeme je da postanemo svjesni toga da gotovo sav život na Zemlji ovisi upravo o biljkama. Biljke su izvor sve naše hrane, bilo direktno, bilo tako što se njima hrane životinje čije meso jedemo. Biljke su živa bića koja pomoći sitnih tjelešaca (organela) u svojoj citoplazmi upijaju Sunčevu energiju i zatim tu energiju kvanta svjetlosti pretvaraju u kemijsku energiju kojom su bogate molekule šećera, a te su molekule proizvod fotosinteze. Kisik u Zemljinoj atmosferi, o kojem ovisi naš život također zahvaljujemo biljkama, one fotosintezom iz vode oslobađaju taj plin, koji čini oko 20% naše atmosfere. Konačno i fosilna goriva, koja su izvor energije za industriju, promet, domaćinstvo, tehnologiju, umjetnost i zabavu, također su nastala pretvorbom svjetlosne energije u kemijsku, a takvu pretvorbu kao od šale provodi svaka zelena biljka. Bismo li mogli uživati u toplini doma i ljepoti stilskog namještaja, bez plemenitog drveta raznih biljnih vrsta. Nije li vrijeme da se poklonimo pred biljkama, koje tako samozatajno i strpljivo uklanjaju CO₂ iz atmosfere, a ugljik iz tog stakleničkog plina koriste za izgradnju šećera i drugih organskih molekula. Neka ovaj prikaz bude veliko hvala BILJKAMA, koje nam tako nesebično daju sve što nam je nužno za život.



HEMISFERNA FOTOGRAFIJA LISTOPADNOG DRVEĆA

Pogled iz središta Zemlje ili nešto drugo? Biolozi će reći: Mjerenje indeksa lisne površine (Leaf Area Index, LAI), ekofiziološkog parametra za praćenje razvoja lišća. Ova hemisferna fotografija snimljena je u srpnju 2010. u šumi Vielsalm (Belgija) na lokaciji SE4 gdje prevladava listopadno drveće, točnije bukva (*Fagus sylvatica*).

Autor fotografije: Mr. sc. Maja Šimpraga, Laboratory of Plant Ecology, Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, Ghent, Belgium

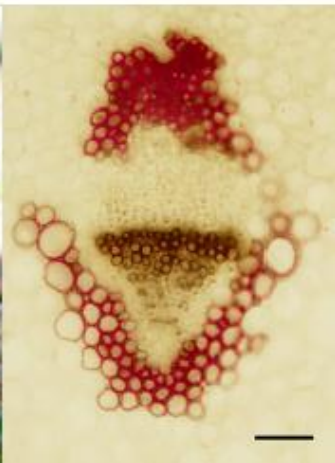
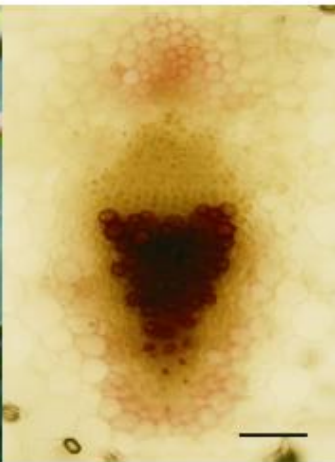
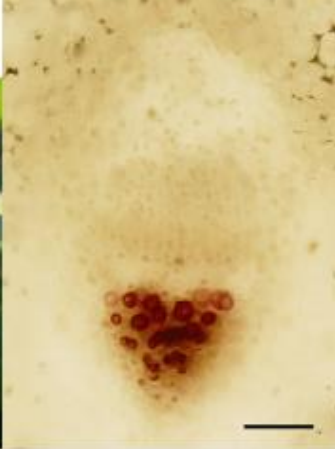


HEMISFERNA FOTOGRAFIJA IGLIČASTOG DRVEĆA



Upotreba hemisfernih fotografija u raznovrsnim ekološkim istraživanjima, modeliranju i praćenju sve je raširenija. U kombinaciji sa specijaliziranim softverima one se koriste za izračunavanja osobina krošnji. Ova hemisferna fotografija snimljena je u srpnju 2010. u šumi Vielsalm (Belgija) na lokaciji N4 gdje prevladava igličasto drveće, točnije zelena duglazija *Pseudotsuga Menziesii* (Mirb.) Franco, a poslužila je za mjerenje indeksa lisne površine (Leaf Area Index, LAI), ekofiziološkog parametra za praćenje razvoja lišća.

Autor fotografije: Mr. sc. Maja Šimpraga, Laboratory of Plant Ecology, Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, Ghent, Belgium



U ŠUMAMA GORSKOG KOTARA

Kukurijek (*Helleborus niger* L.) je zimzelena trajnica prirodno rasprostranjena u Južnoj Europi, a na području Hrvatske u šumama Gorskog kotara i Samoborskog gorja. Reproductivni razvoj kukurijeka karakteriziran je interesantnim fenomenom u svijetu cvjetnica: nakon oprašivanja i oplodnje ocvjeće ozelenjava i ostaje prisutno do zriobe plodova. Slike cvijeta u raznim fazama razvoja snimljene su na prorodnom staništu kukurijeka u Staroj Sušici (Gorski kotar). Paralelno s ozelenjavanjem ocvijeća događaju se anatomske promjene u provodnim elementima cvjetne stabljike. Svjetlosno-mikroskopske slike provodnih elemenata cvjetne stabljike nakon bojanja fluoroglucinolom pokazuju nakupljanje lignina (crveno obojenje) tijekom razvoja (Crta = 100 μ m).

*Autor fotografije: Dr. sc. Branka Salopek Sondi,
Laboratorij za kemijsku biologiju, Zavod za molekularnu
biologiju, Institut Ruđer Bošković, Zagreb*



VIŠE JE MANJE

Egzotika je riječ koja najbolje opisuje ovu prekrasnu i po mnogočemu posebnu biljnu porodicu. Kod orhideja relativno često dolazi do strukturnih aberacija kromosoma koji kontroliraju diferencijaciju pojedinih dijelova cvijeta, što za posljedicu ima pojavu jedinki sa začudnim anomalijama. Na fotografiji lijevo je Müllerova kruščika, *Epipactis muelleri* s dvije medne usne, dok nas s desne promatra "monstruozna" bumbarova kokica, *Ophrys fuciflora* s čak tri medne usne!

Autor fotografije: Ljiljana Borovečki-Voska, prof. biologije i kemije, OŠ Đurmanec



NAPAD NA MASLINU

Imago smeđeg maslinovog potkornjaka (*Phloeotribus scarabeoides* Bern.) u majčinskoj galeriji izboja masline (*Olea europaea* L.). Uhvaćen na djelu „okom“ digitalnog mikroskopa Dino-Lite PRO (model: AM413T) u sklopu projekta „Karakterizacija autohtonih sorti maslina u Istri“.

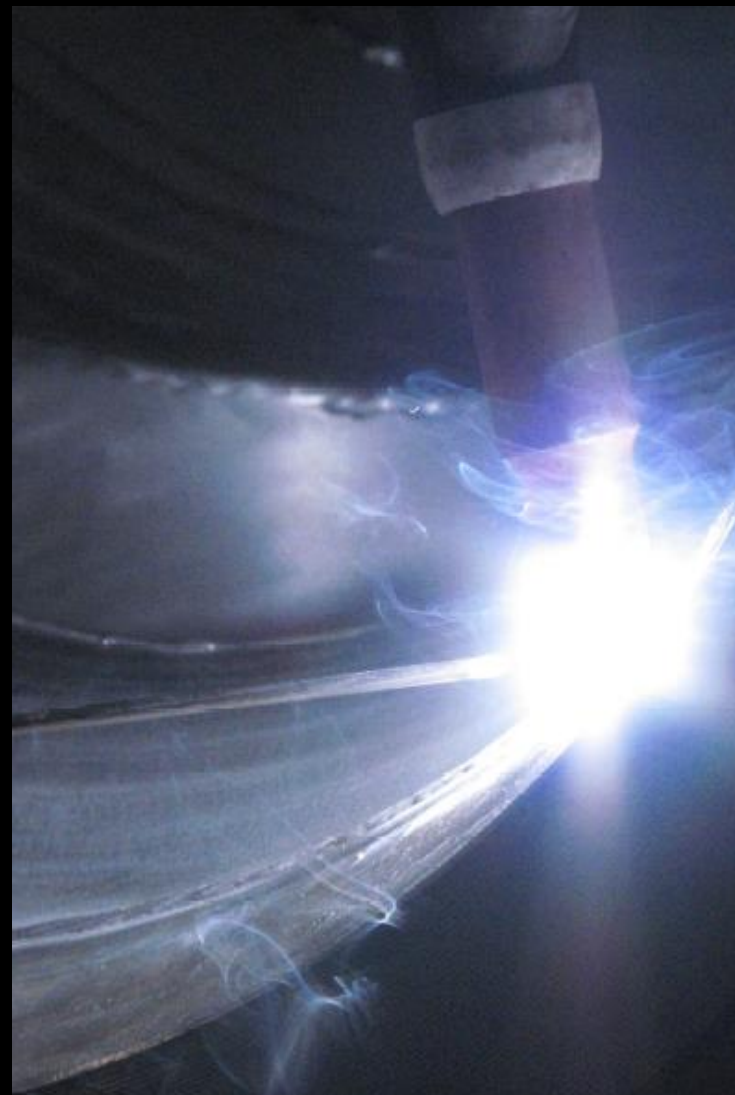
Autor fotografije: Marin Krapac, dipl. inž. agr., Institut za poljoprivredu i turizam, Poreč

6. METALI-METALI

Dr. sc. Ivan Stojanović

*Fakultet strojarstva i brodogradnje,
Sveučilište u Zagrebu*

Čovječanstvo se oduvijek nastojalo oduprijeti oštećivanju proizvoda, a posljedica toga nastojanja je razvoj različitih materijala i tehnologija zaštite materijala. Važnu skupinu konstrukcijskih materijala čine korozijski postojani nehrđajući Cr-Ni čelici, na čijoj se površini u prisustvu kisika spontano oblikuje i održava tanki film kromovih oksida Cr_2O_3 , tzv. pasivni film, debljine 1 – 10 nm, koji predstavlja zaštitnu barijeru sprječavajući odvijanje korozijskih procesa u agresivnom okolišu. Ipak, korozijska postojanost nehrđajućih čelika nije apsolutna. Ukoliko dođe do oštećivanja pasivnog filma i stvaranja uvjeta koji onemogućavaju njegovo obnavljanje, tada taj materijal više nije korozijski postojan i moguća je pojava lokalne korozije. Primjer tomu jesu korozijska oštećenja na cjevovodu vode za piće u postrojenju za obradu i distribuciju vode, koja su posljedica sinergijskog djelovanja mikroorganizama u vodi, vrste nehrđajućeg čelika te stanja površine zavarenih spojeva.





VODA

Kristalno bistra, bez okusa, bez mirisa, izvor je života i zdravlja-voda. U naše domove stiže kroz vodoopskrbni sustav nehrđajućih cijevi. Ova nam slika nudi jedan pogled u stvarnost drugačiju od one kakvom je zamišljamo. Na slici je mikrobiološki poticana korozija na cjevovodu pitke vode od nehrđajućeg čelika AISI 304L, snimljena u postrojenju za obradu i distribuciju vode nakon nekoliko mjeseci uporabe.

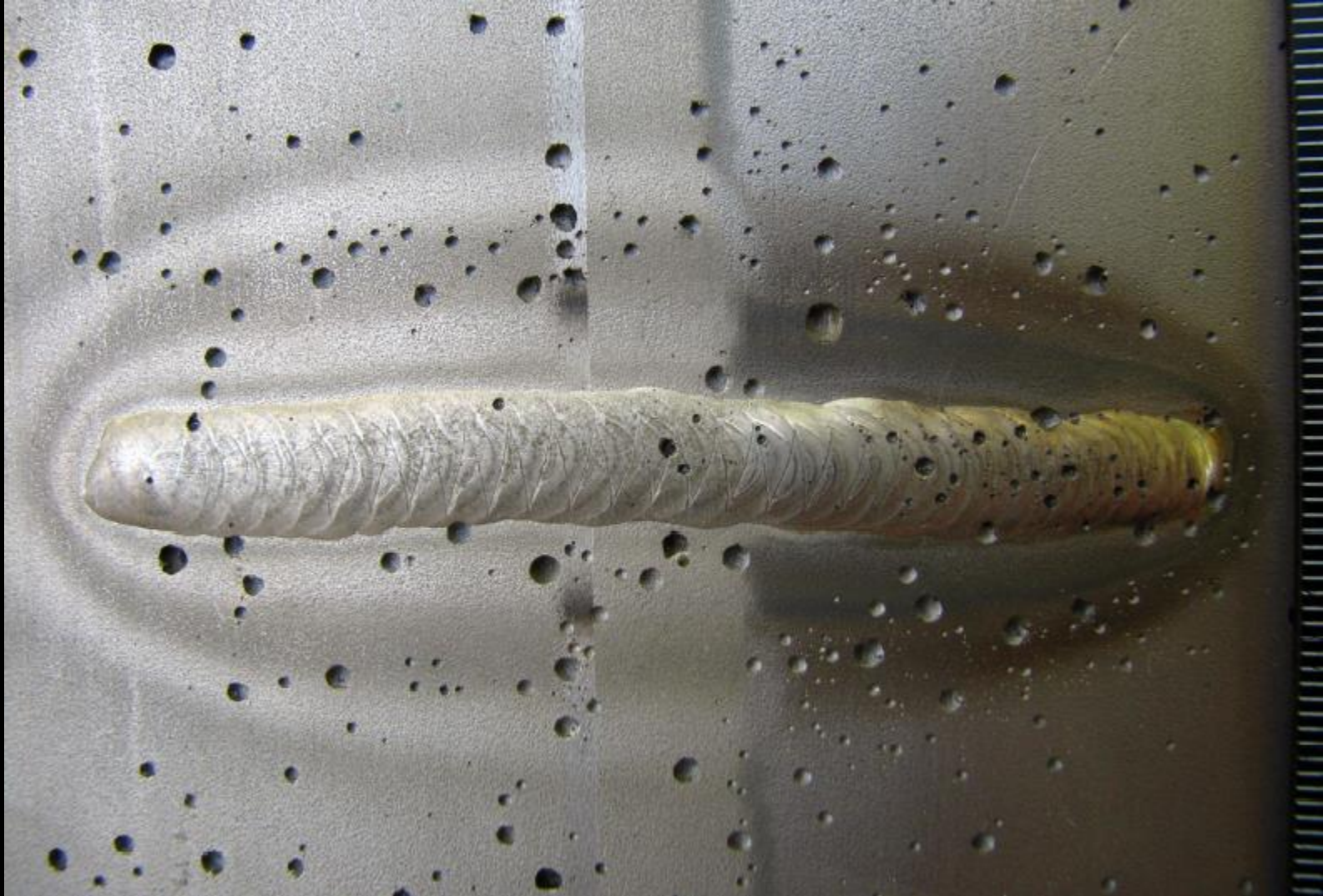
*Autor fotografije: Dr. sc. Ivan Stojanović, Katedra za zaštitu materijala,
Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu*



DIJAMANTNI PRSTEN

Električni luk tijekom TIG postupka zavarivanja ponekad može podsjetiti na pojavu tzv. „dijamantnog prstena“ pri pomrčini Sunca.

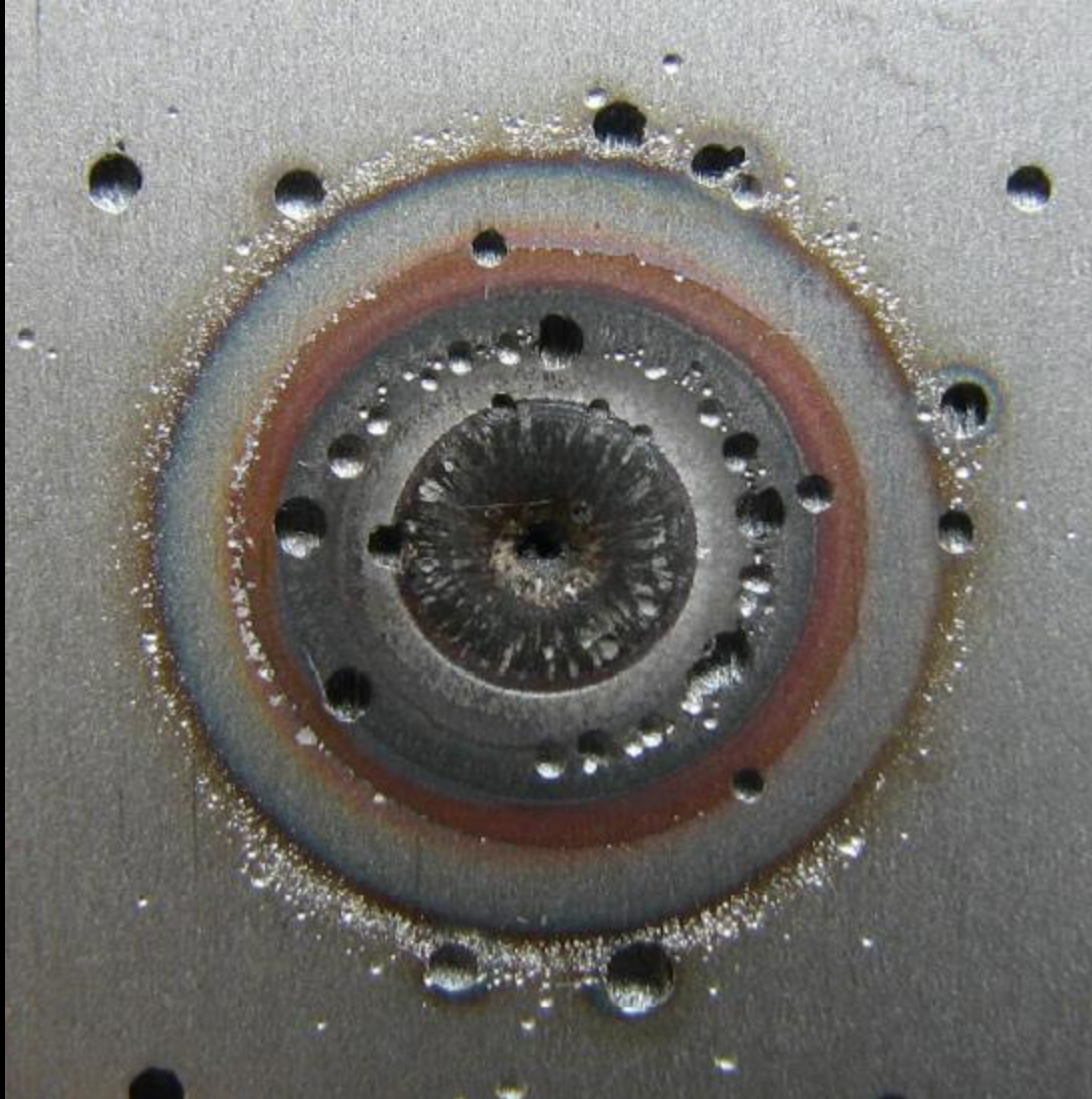
*Autor fotografije: Dr. sc. Ivan Stojanović, Katedra za zaštitu materijala,
Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu*



PJEŠČANI CRV NA ARRAKISU

Ne, ne radi se o čudovišnim stvorenjima s dalekih pustinskih planeta. U pitanju je laboratorijsko korozijsko ispitivanje otpornosti nehrđajućeg čelika AISI 304L na rupičastu koroziju, snimljeno 24h nakon tretmana 10%-tnom otopinom FeCl_3 .

*Autor fotografije: Dr. sc. Ivan Stojanović, Katedra za zaštitu materijala,
Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu*



PIKADO

Poput mete za pikado, ovako izgleda nehrđajući čelik AISI 316L, 30 sati nakon tretmana 10%-tnom otopinom FeCl_3 tijekom laboratorijskog korozijskog ispitivanja otpornosti na rupičastu koroziju površina zavara i zone utjecaja topline.

Autor fotografije: Dr. sc. Ivan Stojanović, Katedra za zaštitu materijala, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu

7. NUMERIKA VS. PROTOTIP

Milenko Jokić, mag. ing. mech.

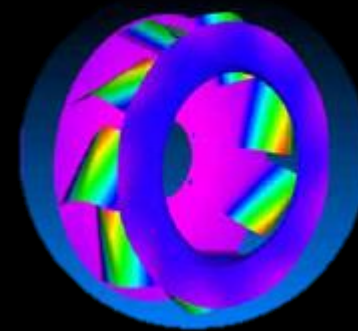
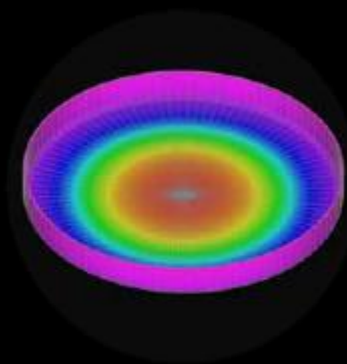
Uljanik TESU d.d., Pula

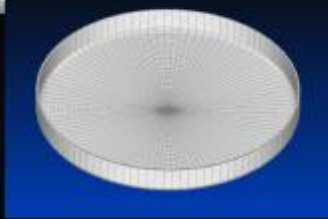
Danas se u procesu projektiranja i konstruiranja različitih industrijskih proizvoda, sve više primjenjuju numeričke metode. Ekspanzija tijekom zadnjih decenija ostvarena je zahvaljujući naglom razvoju snažnih i jeftinih računala te razvoju potrebne matematičke teorije. Programski sustavi koji su bili povlastica samo malog broja institucija i posebnih grana industrije, danas su dostupni na tržištu širokom krugu korisnika. Klasični načini projektiranja te provjera rezultata na realnom prototipu zamjenjuje se tzv. nedestruktivnim simulacijama na virtualnom prototipu.

Jedna od najčešće korištenih numeričkih metoda za strukturnu analizu konstrukcija je metoda konačnih elemenata (MKE). MKE je matematička tehnika potpomognuta računalom za dobivanje približnih numeričkih rješenja diferencijalnih jednadžbi koje predviđaju odgovor fizičkih sustava podvrgnutih vanjskim utjecajima.

Materijalno tijelo (kontinuum) je sastavljeno od sitnih materijalnih čestica (molekula) između kojih djeluje uravnoteženi sustav međumolekularnih (unutrašnjih) sila. Takav kontinuum je opisan s beskonačnim brojem varijabli te se kod složenih oblika tijela ne može matematički opisati. Primjenom MKE materijalno tijelo se diskretizira u model kontinuuma opisanog s konačnim brojem varijabli. Za diskretizaciju se koriste konačni elementi (heksaedar, tetraedar, itd.) za koje je relativno jednostavno definirati diferencijalne jednadžbe. U ovisnosti o definiranim značajkama materijala te rubnim uvjetima (utjecaj okoline na tijelo) definira se algebarski sustav od n jednadžbi s n nepoznanica. Riješavanjem algebarskog sustava jednadžbi dobiva se odgovor materijalnog tijela izloženog utjecajima okoline.

SIEMENS FEMAP with NX Nastran je jedan od najpoznatijih komercijalnih programskih sustava koji utjelovljuju metodu konačnih elemenata. Jezgru programa čini riješavač NASTRAN čiji je razvoj započeo krajem 60-ih godina prošlog stoljeća. Programski sustav NASTRAN je razvijen u sklopu Američkog svemirskog programa, a od 1971. godine je javno dostupan.

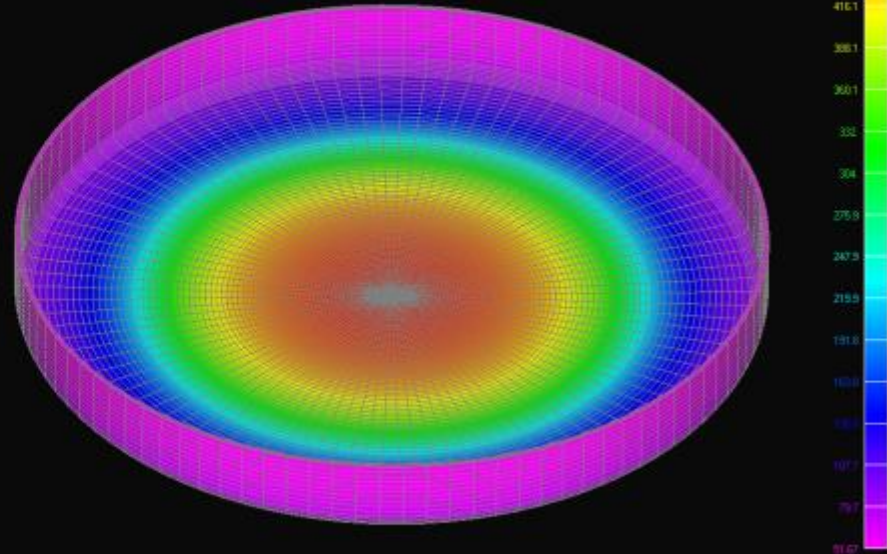




Na slici je prikazana razdioba temperature po tijelu kuhinjske tave. Temperaturna skala je izražena u °C.

KUHINJSKA TAVA

ANALIZA POJAVE TRAJNIH DEFORMACIJA PRILIKOM CIKLIČKOG TERMIČKOG OPTEREĆENJA



KOLIKO PALAČINKI MOŽE PODNIJETI JEDNA TAVA?

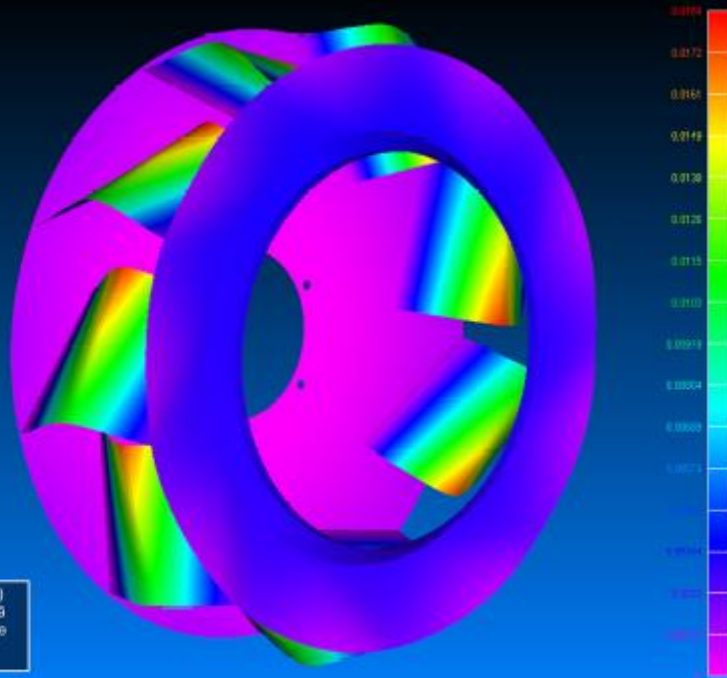
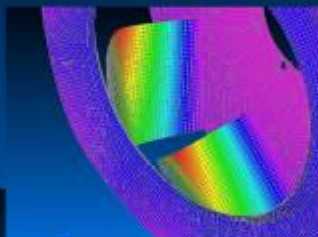
Koliko vremena će preživjeti ova tava u obitelji prosječnih ljubitelja palačinki? Oni sa smislom za humor rekli bi: „Ovisi o tome preferira li obitelj marmeladu ili čokoladu“. No, šalu na stranu. Numeričke su analize sasvim ozbiljna zamjena za testiranje realnih prototipova ubojitim količinama palačinki. Virtualni nam prototipovi simulacijama različitih uvjeta mogu dočarati sudbinu naše tave, pomažući tako njenim konstruktorima u izradi najtrajnijeg i najboljeg modela.

Autor prikaza: Milenko Jokić, mag. ing. mech., Uljanik TESU d.d., Pula



CENTRIFUGALNI VENTILATOR

ANALIZA POJAVE PLASTIČNIH DEFORMACIJA



Na slici je prikazana trajna (plastična) deformacija centrifugalnog ventilatora nakon eksploatacije. Skala pomaka je izražena u metrima.

ŠTO SE DOGAĐA KAD SE VENTILATOR LOŠE DIMENZIONIRA?

Jedna od numeričkih metoda, metoda konačnih elemenata, olakšava nam strukturnu analizu različitih konstrukcija. Uz pomoć računala, sa dovoljnom točnošću predviđa odgovor fizičkih sustava podvrgnutih vanjskim utjecajima. Na slici je prikazana trajna plastična deformacija centrifugalnog ventilatora nakon samo nekoliko sati rada.

Autor prikaza: Milenko Jokić, mag. ing. mech., Uljanik TESU d.d., Pula

8. ELEKTRONSKA MIKROSKOPIJA U HRVATSKOJ

Prof. dr. sc. Nikola Ljubešić¹ i Prof. dr. sc. Srećko Gajović²

¹*Institut Ruđer Bošković, Zagreb;* ²*Hrvatski institut za istraživanje mozga, Sveučilište u Zagrebu Medicinski fakultet.*

Započeli smo igrom slučaja

Elektronska mikroskopija danas je priznata i razvijena struka u Hrvatskoj. Započela je davne 1953. godine kupovinom prvog elektronskog mikroskopa u Hrvatskoj. Bio je to instrument švicarske proizvodnje, tvrtke *Trüb, Täuber & Co*, kombiniran od elektrostatskih i elektromagnetskih leća. Za usporedbu, prvi komercijalni elektronski mikroskop proizveden je u Njemačkoj nedugo prije toga, 1939. godine. Zanimljivo je napomenuti kako je kupljen ovaj mikroskop. Tvrtka *Balzers* je 1953. g. trebala Institutu Ruđer Bošković (IRB) isporučiti vakuumsku opremu za novi ciklotron. Kako *Balzers* nije mogao do kraja godine isporučiti opremu, a novac se nije mogao prenijeti u iduću godinu nego bi se morao vratiti Saveznoj komisiji za atomsku energiju, tvrtka *Balzers* je predložila da se kupi elektronski mikroskop, što je tadašnji direktor IRB, Prof. dr. sc. Ivan Supek, prihvatio. Narednih desetak godina usvojene su sve tada poznate metode elektronske mikroskopije, a razvijene su i neke nove, originalne. Mikroskop su koristili kemičari, fizičari, biolozi, metalurzi i drugi. U međuvremenu je došlo do naglog razvoja elektronske mikroskopije i ovaj je instrument zastario.

Prvi hrvatski elektronski mikroskop - rezultat diplomskog rada

U isto vrijeme (1953./1954.) pod vodstvom prof. Vatroslava Lopašića, mladi suradnik IRB, Duško Košuta, izradjuje elektronski mikroskop u sklopu svojega diplomskog rada! Ovaj je fascinantni produkt hrvatske ingenioznosti funkcionirao i na njemu su nastale neke od tada vrhunskih fotografija različitih materijala. Nažalost, prof. Lopašić je morao napustiti IRB, a Duško Košuta je otišao u inozemstvo gdje je osnovao uspješnu privatnu tvrtku za izradu meta za ciklotrone. Ovaj se mikroskop danas nalazi na Fakultetu elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu.



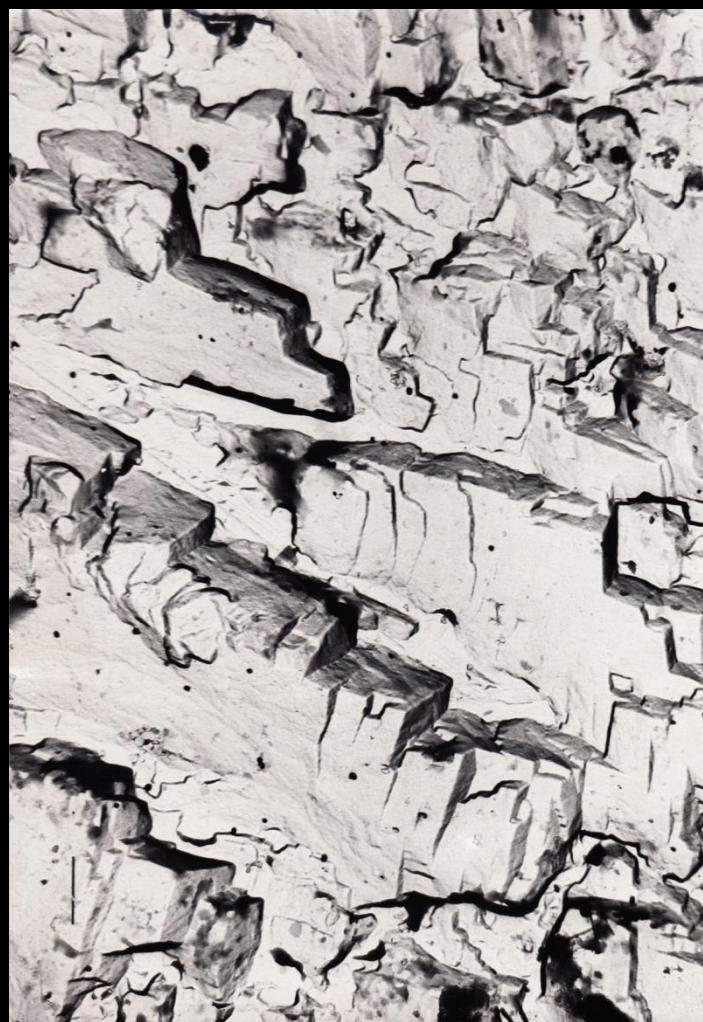
U vrhu svjetske elektronske mikroskopije

Stjecajem sretnih okolnosti 1964. godine tadašnji Biološki zavod je uspio nabaviti novi vrhunski elektronski mikroskop tvrtke Siemens. Zahvaljujući tom instrumentu smještenom na Medicinskom fakultetu u Zagrebu, idućih desetak godina smo po kvaliteti snimaka bili na europskoj razini. Mikroskop su u velikoj mjeri koristili stručnjaci Laboratorija za elektronsku mikroskopiju IRB-a, a dobivene slike su se mogle naći u vrhunskim svjetskim udžbenicima. Generacije studenata biologije i danas koriste ove slike u proučavanju osnova biologije stanice.

Elektronska mikroskopija danas

S vremenom, elektronska mikroskopija zauzela je svoje mjesto kako u biomedicini, tako i u znanosti u materijalima te je danas prisutna ne samo u Zagrebu, već također i u Sisku (prvi pretražni (*scanning*) elektronski mikroskop u Hrvatskoj), Rijeci, Osijeku i od nedavna u Puli. Elektronski mikroskopičari organizirani su u Hrvatsko mikroskopijsko društvo, a elektronska mikroskopija je važan dio dodiplomske i poslijediplomske nastave u Hrvatskoj. U hrvatskom gospodarstvu elektronska mikroskopija se primjenjuje u kemijskoj i farmaceutskoj industriji, metalurgiji i geologiji, a policija je koristi u obradi kriminalističkih slučajeva. Upravo novi trendovi u izradi nanomaterijala i primjena kriomikroskopije u biomedicini ponovno ukazuju na nove primjene elektronske mikroskopije kao osnovnog alata za uvid u nanosvijet. Stoga je elektronska mikroskopija stup, ne samo znanstvenih istraživanja i obrazovanja novih stručnjaka, već nužnost u industrijskoj proizvodnji i gospodarskom razvoju Republike Hrvatske. Razvoj i sadašnje stanje elektronske mikroskopije u Hrvatskoj prikazni su u monografiji „Elektronska mikroskopija u Hrvatskoj“, čiji su urednici Dragutin Bauman, ing. kem. i prof. dr. sc. Srećko Gajović, a pokrovitelji Sveučilište u Zagrebu, Grad Zagreb i Grad Sisak.





PRVI ELEKTRONSKI MIKROSKOP U HRVATSKOJ

Trüb, Täuber & Co. - katodni mikroskop KM 4, nabavljen 1953. g. u Institutu Ruđer Bošković u Zagrebu. Danas se nalazi u Tehničkom muzeju u Zagrebu. Elektronsko-mikroskopska slika replike površine aluminijske sjenčane paladijem u vakuumu, snimljena je na ovom mikroskopu 29. 5. 1957. Autor fotografije mikroskopa: Prof. dr. sc. Srećko Gajović, Hrvatski institut za istraživanje mozga, Sveučilište u Zagrebu Medicinski fakultet.

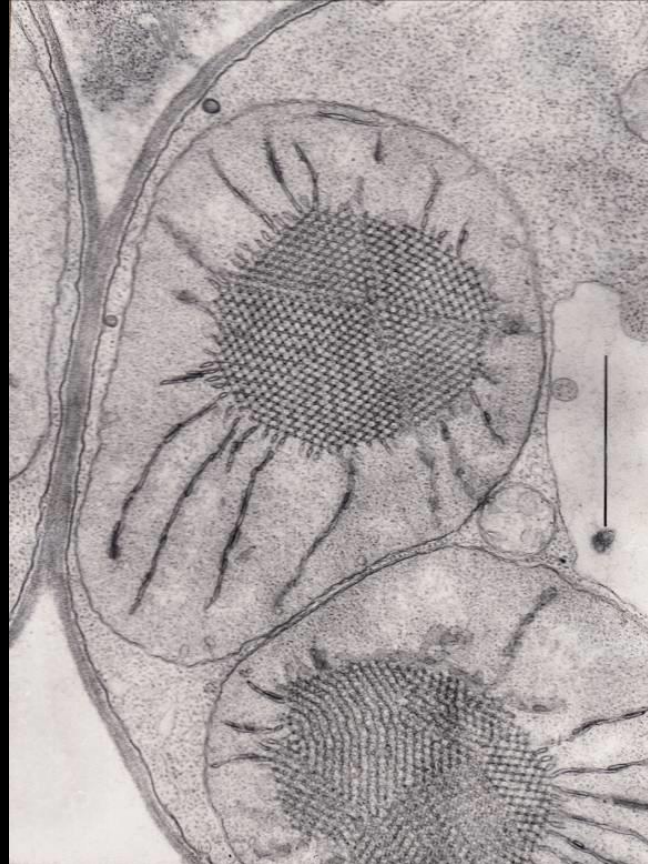
Autor elektronsko-mikroskopske fotografije: Prof. dr. sc. Mercedes Wrisher, Institut Ruđer Bošković, Zagreb



TEMA DIPLOMSKOG RADA: IZRADA ELEKTRONSKOG MIKROSKOPA. ZVUČI JEDNOSTAVNO...

Može li student konstruirati elektronski mikroskop koji radi? Odgovor je pred Vama. Ovaj je mikroskop u sklopu svojega diplomskog rada, pod vodstvom prof. Lopašića izradio 1953./54. g. Duško Košuta, tada mladi suradnik na Institutu Ruđer Bošković u Zagrebu. Elektronsko-mikroskopska slika snimljena na ovom mikroskopu prikazuje kristale cinkovog oksida. Danas se mikroskop nalazi na Fakultetu elektrotehnike i računarstva, Sveučilišta u Zagrebu.

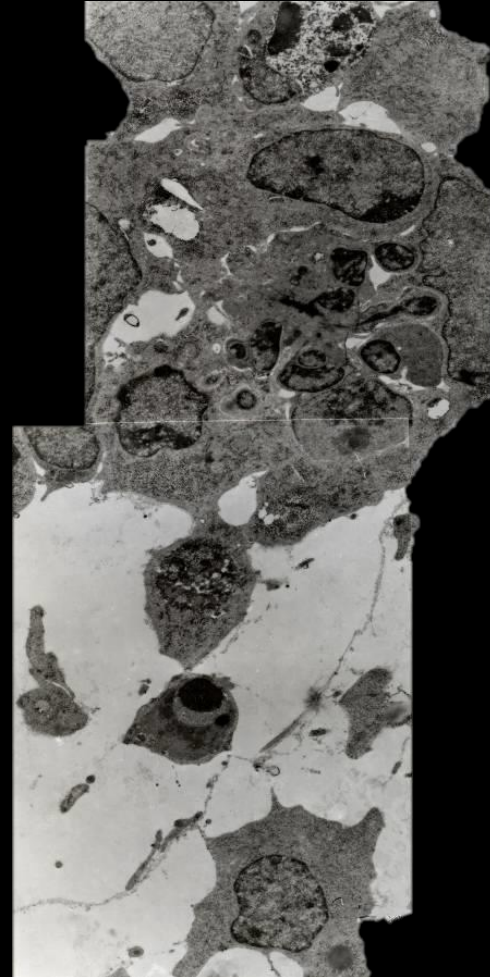
*Autor fotografije mikroskopa: Dragutin Bauman, ing. kem., Hrvatsko mikroskopijsko društvo
Autor elektronsko-mikroskopske fotografije: Duško Košuta, dipl. inž*



SVIJET JE UČIO NA NAŠIM FOTOGRAFIJAMA

Pred Vama je, glavom i bradom (izvorom elektrona i lećama), **Siemens Elmiskop I**. Nabavljen je davne 1964. g. i postavljen na Medicinskom fakultetu u Zagrebu. Na tom su instrumentu radili i stručnjaci Instituta Ruđer Bošković, a snimljene vrhunske fotografije mogle su se naći u tadašnjim svjetskim udžbenicima. Generacijama studenata biologije one su i danas u dragoj uspomeni na prve dane studija i otkrivanje cijelog jednog svijeta unutar stanice. Jednu od njih koja prikazuje etioplaste lista graha, snimila je 7. 11. 1969. Prof. dr. sc. Mercedes Wrischer. Mikroskop se danas nalazi u Centru za elektronsku mikroskopiju na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

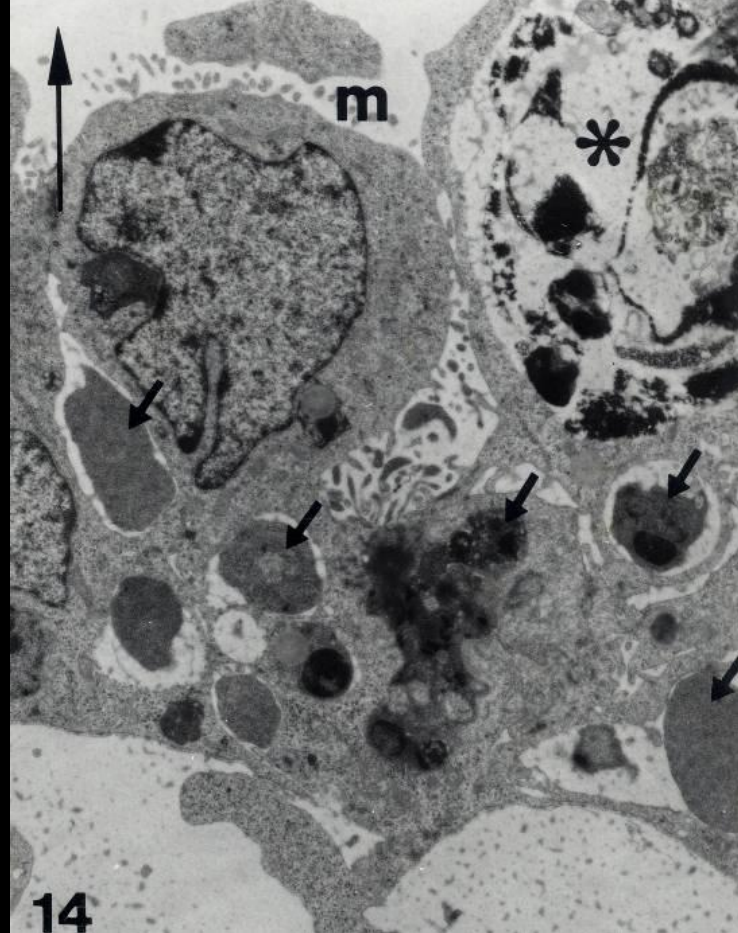
*Autor fotografije mikroskopa: Prof. dr. sc. Srećko Gajović
Hrvatski institut za istraživanje mozga, Sveučilište u Zagrebu Medicinski fakultet*



TRANSMISIJSKI ELEKTRONSKI MIKROSKOP ZEISS (OPTON) 10C

U Laboratoriju za elektronsku mikroskopiju Instituta Ruđer Bošković u Zagrebu elektronski mikroskop **Zeiss (Opton) 10**. nalazi se od 1986. g. i do danas je u funkciji. Fotografija ultratankog reza (debljine 70 nm) repnog crijeva zametka štakora starog 12 dana, snimljena je na ovom mikroskopu 1990. g. Crta 1 μ m.

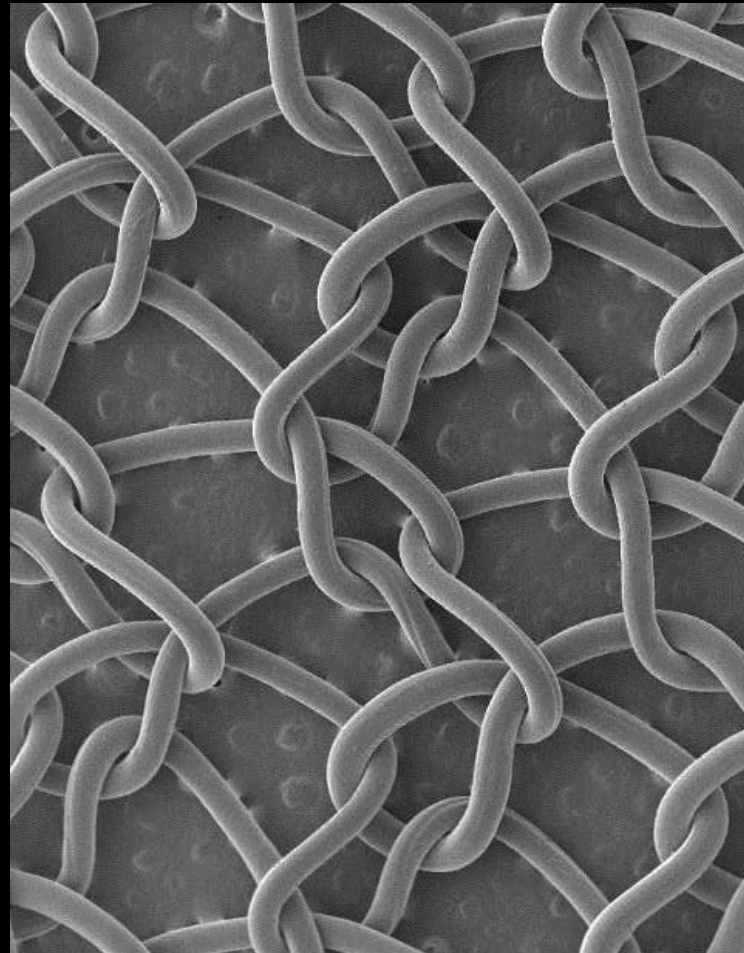
*Autor fotografija: Prof. dr. sc. Srećko Gajović
Hrvatski institut za istraživanje mozga, Sveučilište u Zagrebu Medicinski fakultet*



TRANSMISIJSKI ELEKTRONSKI MIKROSKOP ZEISS 902A

Elektronski mikroskop **Zeiss 902A** nalazi se u Centru za elektronsku mikroskopiju Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Fotografija ultratankog reza (debljine 70 nm) ventralnog ektodermalnog grebena zametka štakora starog 12 dana, snimljena je na ovom mikroskopu 1993. g. Oznake: m - mikrovili, zvjezdica - autofagična vakuola, male strelice - dijelovi apoptotičnih stanica, velika strelica - smjer prema amnionskoj šupljini.

*Autor fotografija: Prof. dr. sc. Srećko Gajović
Hrvatski institut za istraživanje mozga, Sveučilište u Zagrebu Medicinski fakultet*



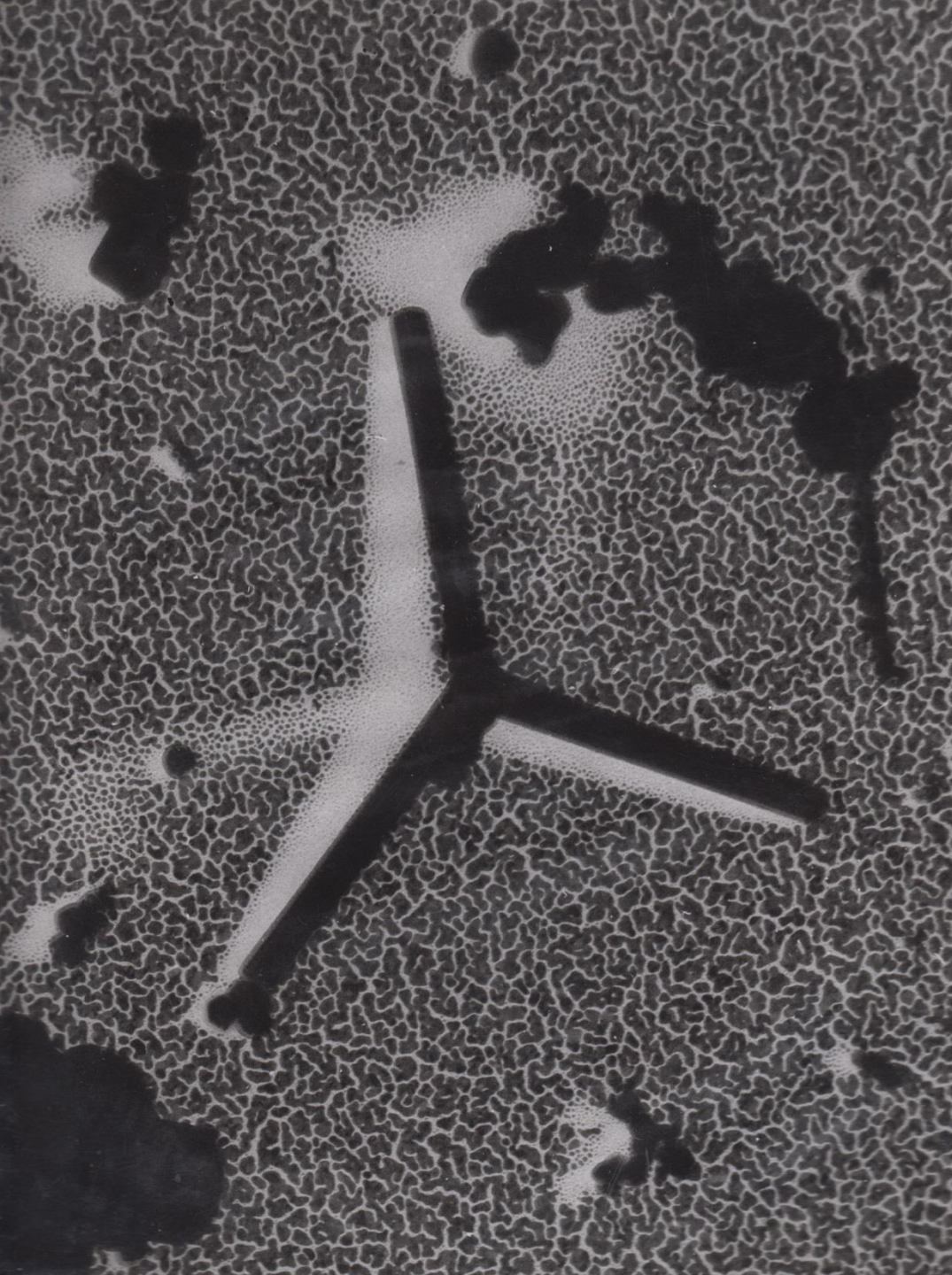
„TITAN CUBED“ - VRHUNAC SVJETSKE ELEKTRONSKE MIKROSKOPIJE

Pogled na ovog titana iz perspektive hrvatskog znanstvenika, priznajmo, oduzima dah. I ne samo to. Nameće i pitanje: Je li ovo budućnost hrvatske znanosti? Nameće i odgovore. No, o njima nekom drugom prilikom. Transmisijski elektronski mikroskop **Titan3™ G2 60-300** tvrtke FEI (Nizozemska) danas predstavlja vrhunac svjetske elektronske mikroskopije. Omogućava rezoluciju do ispod 0.7 \AA , što je oko polovica udaljenosti između dva atoma u kristalu silikona.

Izvor fotografija: <http://www.sciencedaily.com/>; <http://io9.com/5066249/titan-80+300-cubed-is-the-most-badass-of-all-microscopes>

ONI SU BILI PRVI

Pred vama su „živi svjedoci“ umijeća pionira naše elektronske mikroskopije. Bez puno riječi, dopustimo prvim elektronsko-mikroskopskim fotografijama iz vrijedne arhive Instituta Ruđer Bošković, da ispričaju svoju, više od pola stoljeća staru priču...



**Cinkov oksid. Sjenčano
zlatom. P=147.000 x**

Prije otkrića pretražnog elektronskog mikroskopa (*Scanning electron microscope, SEM*) jedini način dobivanja treće dimenzije bio je analizom sjena. Za sjenčanje je korišteno zlato jer daje vrlo sitne čestice koje su služile za utvrđivanje kvalitete mikroskopa - oštine snimke. Snimljeno: 3. 12. 1954.

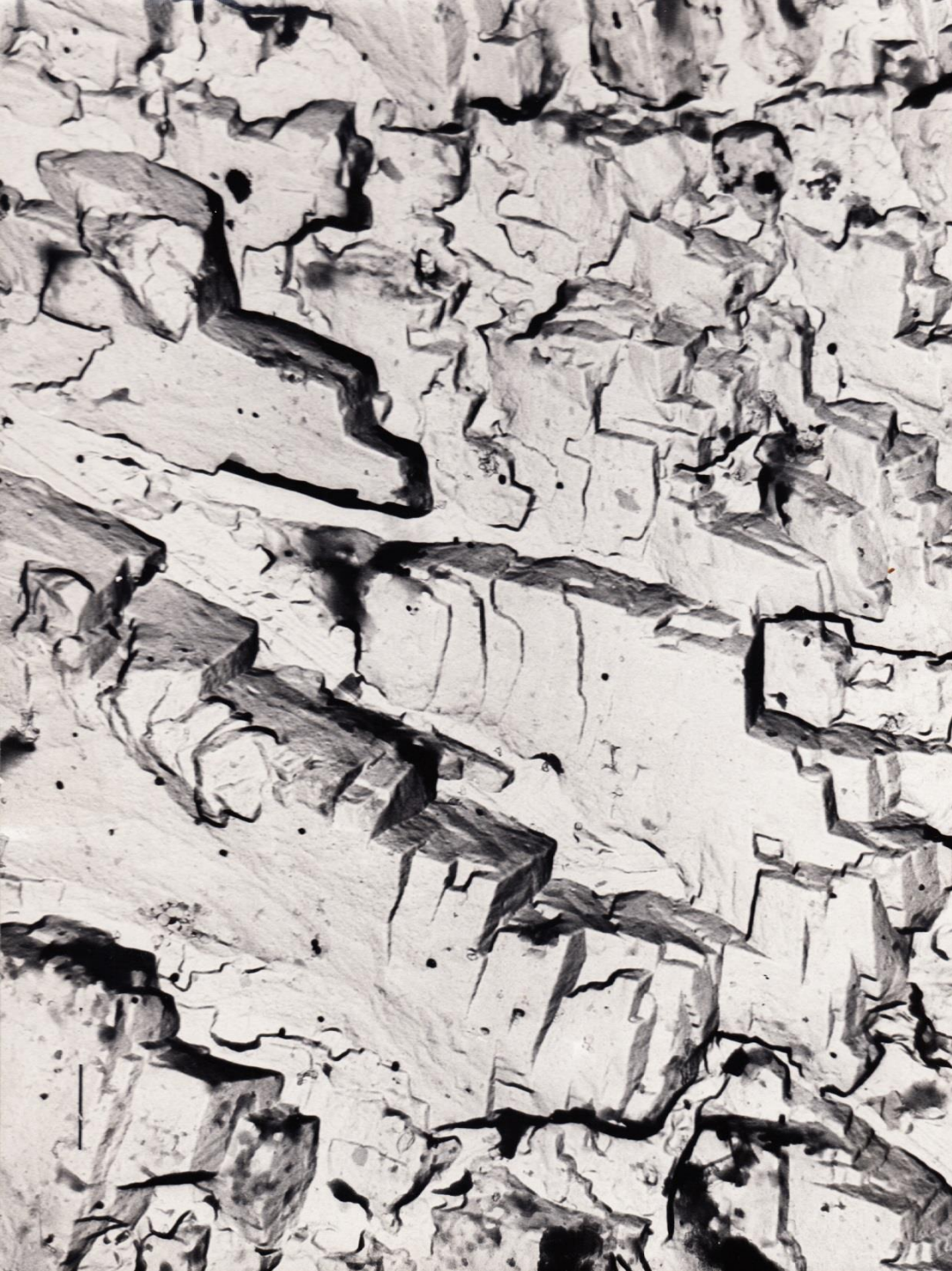
Autori fotografije: Prof. dr. sc. Mercedes Wrischer i Prof. dr. sc. Zvonimir Devidé, Institut Ruđer Bošković, Zagreb



**Polystyrene-latex.
Sjenčano paladijem
P=10.500 x**

Na samim počecima mikroskopije nije bilo standarda za mjerenje povećanja te je u tu svrhu korišten polistiren točnih dimenzija (promjer kuglica na slici iznosi $0.557 \mu\text{m}$). Na temelju oblika sjene jasno se vidi da se radi o kuglicama – sjena je ovalna. Snimljeno: 2. 5. 1958.

*Autor fotografije: Prof. dr. sc.
Mercedes Wrischer, Institut Ruđer
Bošković, Zagreb*



Eloksal replika površine aluminija. P=14.000 x

Budući da nije postojao drugi način za prikazivanje površine debelih uzoraka pomoću transmisijskog elektronskog mikroskopa, radili su se otisci (replike) površine. Potom je replika sjenčana u vakuumu paladijem, da bi se što plastičnije prikazala morfologija površine. Snimljeno: 29. 5. 1957.

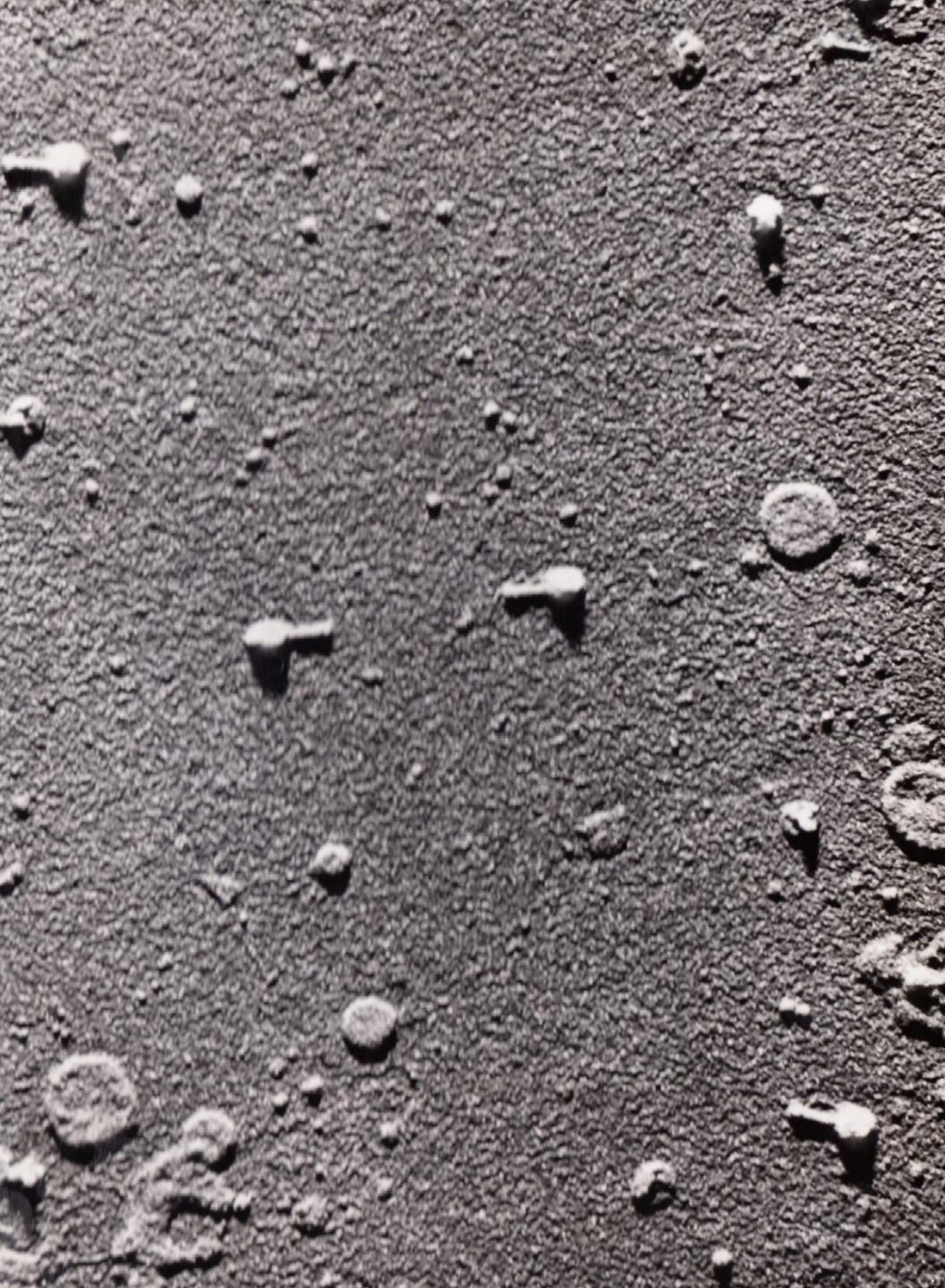
*Autor fotografije: Prof. dr. sc.
Mercedes Wrischer, Institut Ruđer
Bošković, Zagreb*



**Virusi izolirani iz kakteja.
Sjenčano paladijem.
P=31.500 x**

Prve snimke virusa u nas su načinjene 10. 5. 1956. Virusi su izolirani i potom sjenčani u vakuumu paladijem. Koristili su se reproducirani negativni kako bi sjene bile tamne. Novija metoda za prikazivanje virusa i makromolekula je negativno kontrastiranje. Snimljeno: 17. 3. 1959.

Autor fotografije: Prof. dr. sc. Mercedes Wrischer, Institut Ruđer Bošković, Zagreb



**Fag *E. coli* T2. Sjenčano
paladijem. P= 42.500 x**

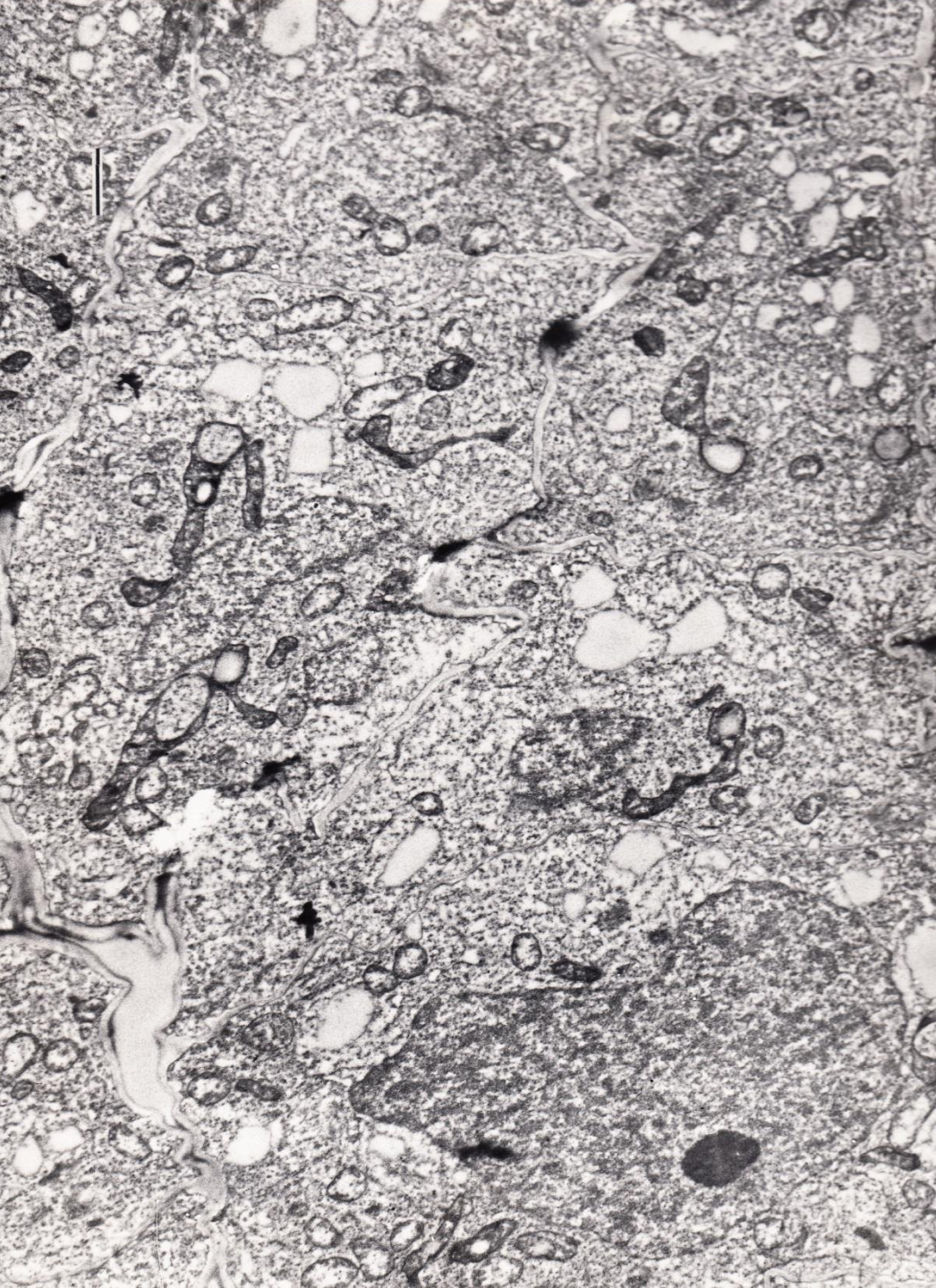
Jedna od prvih snimaka bakteriofaga. Fagi su izolirani i potom sjenčani u vakuumu s paladijem. Koristili su se reproducirani negativni kako bi sjene bile tamne. Snimljeno: 17. 3. 1959.

*Autor fotografije: Prof. dr. sc. Mercedes
Wrisher, Institut Ruđer Bošković, Zagreb*

**Influenca virus (soj A) na
pilećim eritrocitima
Sjenčano paladijem.
P=14.000 x**

Iako podsjeća na eksploziju atomske bombe na Bikiniju snimanu iz zraka, u stvarnosti su to virusi snimljeni na intaktnoj stanici-eritocitu. Središnji, svijetli dio stanice je jezgra eritrocita koja je toliko debela da je neprozirna za elektrone. Slika je u obliku negativa (reproducirani negativ) da bi sjene bile tamne. Materijal je sjenčan u vakuumu paladijem, pod malim kutom od oko 15 stupnjeva. Snimljeno: 4. 4. 1963.

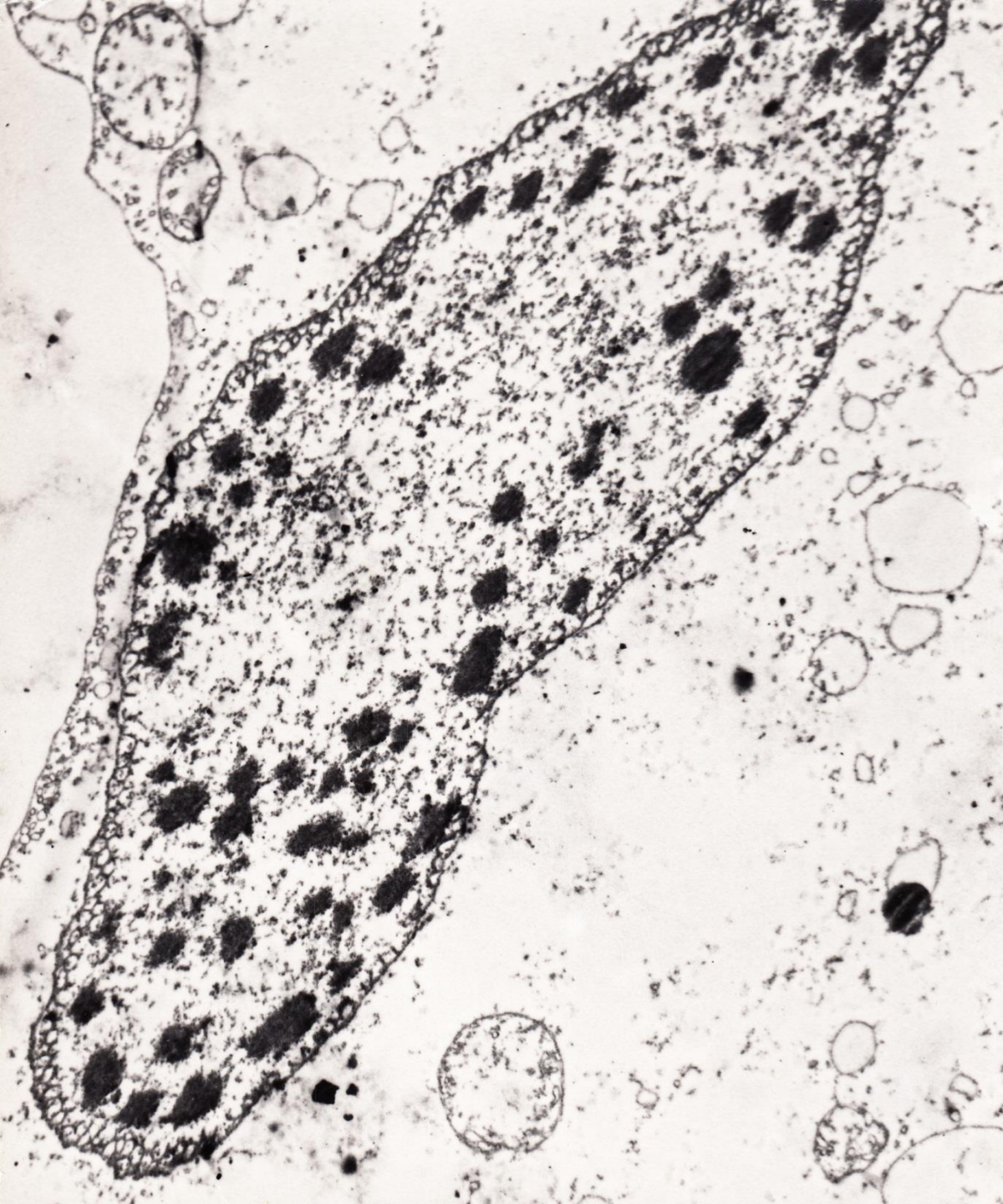
*Autor fotografije: Prof. dr. sc. Mercedes
Wrischer, Institut Ruđer Bošković,
Zagreb*



***Elodea canadensis*. Vegetacijski vršak. Pregledna slika. Fiksacija OsO_4 . P=10.500 x**

Ovaj prerez kroz vegetacijski vršak vodene kuge jedan je od prvih pokušaja istraživanja bioloških tkiva u nas. U to doba tek se počinju konstruirati ultramikrotomi za izradu prereza upotrebljivih u elektronskoj mikroskopiji. U ovom slučaju prerezi su načinjeni adaptiranim mikrotomom za histologiju. Današnji su ultratanki prerezi 10 x tanji (70 nm) od ovdje korištenog prereza (oko 800 nm). Za fiksaciju je prvi put korišten osmijev tetroksid. Snimljeno: 29. 4. 1958.

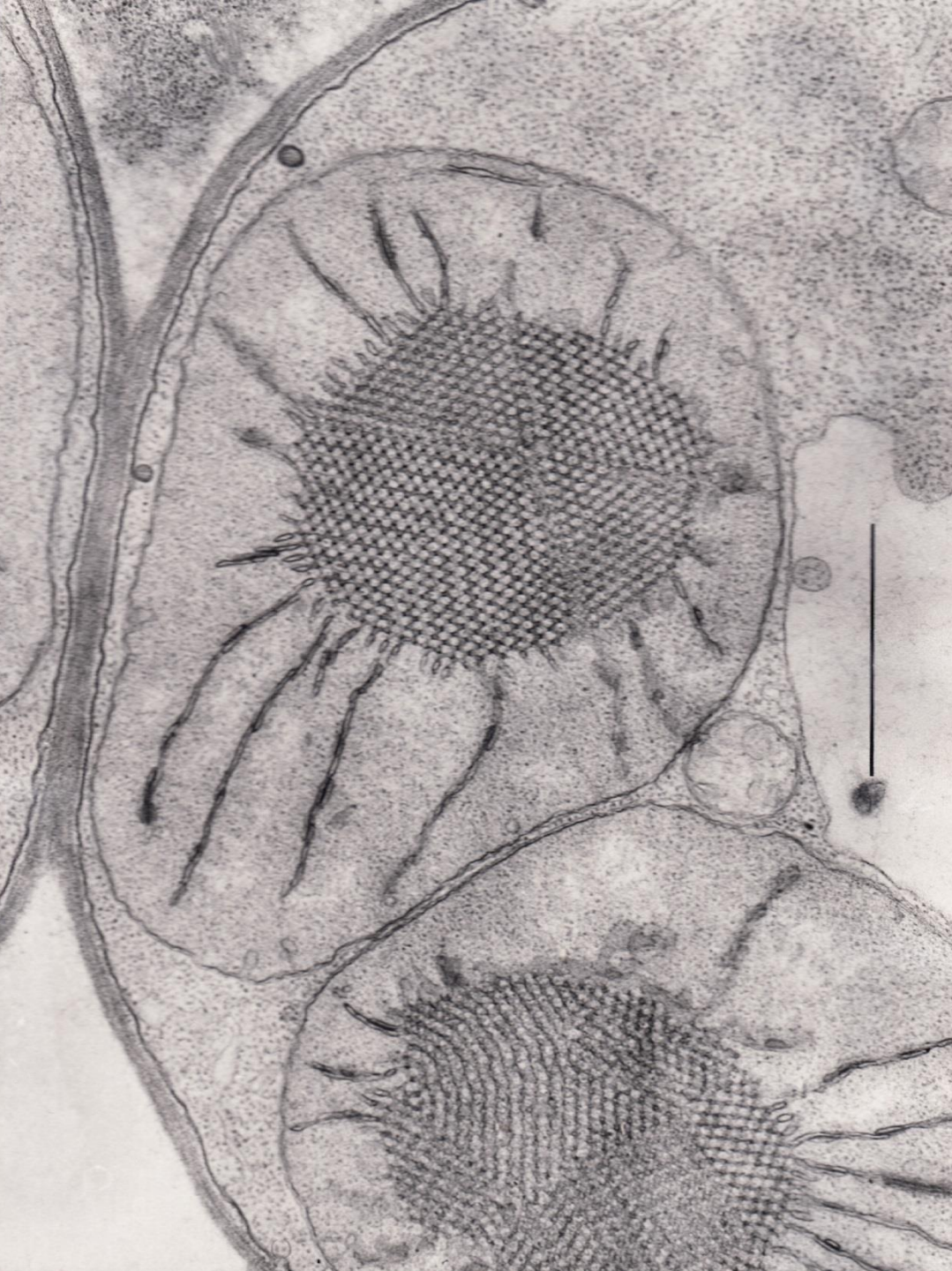
Autor fotografije: Prof. dr. sc. Mercedes Wrischer Institut Ruđer Bošković, Zagreb



***Amoeba proteus.* Dio
stanice s jezgrom.
Fiksacija OsO_4 . P=6.800 x**

Jedan od prvih pokušaja
istraživanja bioloških tkiva u
Hrvatskoj. Snimljeno: 29. 4.
1958.

*Autor fotografije: Prof. dr. sc.
Mercedes Wrischer
Institut Ruđer Bošković, Zagreb*



***Phaseolus vulgaris*. List e etioplastom. P=42.000 x**

Snimka etioplasta iz ultratankog prereza lista graha. Snimka je načinjena u vrijeme kada se koristio tada moderni ultramikrotom i vrhunski elektronski mikroskop Siemens Elmiskop 1C. Ova slika je reproducirana u više stranih udžbenika. Snimljeno: 7. 11. 1969.

Autor fotografije: Prof. dr. sc. Mercedes Wrischer, Institut Ruđer Bošković, Zagreb

9. KAKO PREŽIVJETI UGRIZ ZMIJE OTROVNICE

Mr. sc. Maja Lang Balija

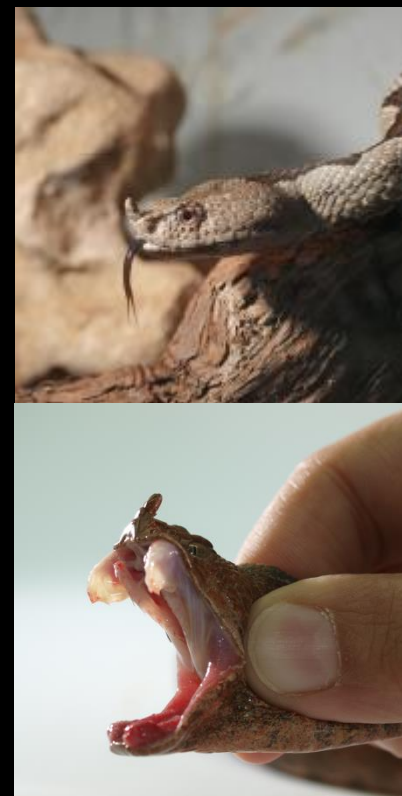
Hrvatsko društvo za znanost o laboratorijskim životinjama

Morbiditet zmijskih ugriza u Europi je relativno visok (3.166 – 9.107 slučajeva godišnje), ali na sreću s niskim mortalitetom (11 - 62 slučajeva godišnje). O tome koliko od toga točno otpada na žrtve najveće i klinički najvažnije zmijske južne Europe - poskoka (*Vipera ammodytes s.p.*), nažalost nema točnih podataka, ali činjenica je da je upravo on uz svoje četiri podvrste (*V. a. ammodytes*, *V. a. meridionalis*, *V. a. transcaucasiana* i *V. a. montandoni*) najzastupljeniji u ovom području.

Jedina ciljana terapija protiv ugriza zmijske otrovnice je proizvod znan kao polispecifični antivenom tj. specifični antiserum za otrove zmijske otrovnice. Njegova proizvodnja započela još krajem 19. stoljeća i od tada do danas se u tehnološkom smislu proizvodnje nigdje u svijetu nije promijenila. Antivenomi se pripremaju iz seruma konja ili ovaca imuniziranih rastućim dozama zmijskog otrova kroz dugi vremenski period, a otrov za imunizaciju priprema se od otrova medicinski najvažnijih vrsta otrovnica u određenoj regiji. S druge strane, sami zmijski otrovi su nepresušan izvor farmakoloških, biokemijskih i patofizioloških znanstvenih studija.

Zmijski otrovi dobivaju se manualnom „mužnjom“ zmijske otrovnice. Palcem i kažiprstom zmijska se obuhvati u području viličnog zgloba, a dlanom iste ruke u području vrata i podigne. Otvorene čeljusti zmijske, prinosi se rub petrijeve zdjelice i pusti ju se da zagrije zdjelicu. Glava zmijske povuče se lagano prema natrag i istovremeno se palcem i kažiprstom izvrši lagani pritisak u predjelu otrovnih žlijezda. Izmuženi otrov poskoka je viskozna tekućina žućkasto-smeđe boje poput jantara. Prilikom jednog vađenja, poskok će dati u prosjeku 20 mg suhog venoma. Za usporedbu, ta količina otrova dostatna je da usmrti oko 300 miševa.

O zmijskim i drugim laboratorijskim životinjama u Hrvatskoj brine Hrvatsko društvo za znanost o laboratorijskim životinjama (HDZLŽ), znanstvena nevladina udruga čije su inicijative posvećene unaprjeđenju zdravlja životinja te promicanju etičkih korištenja i njege laboratorijskih životinja u istraživanju.





„MUŽNJA“ POSKOKA (*Vipera ammodytes ammodytes*)

Zmijski otrovi dobivaju se manualnom „mužnjom“ zmijske otrovnice. Izmuženi otrov poskoka je viskozna tekućina žućkasto-smeđe boje poput jantara. Prilikom jednog vađenja, poskok će dati količinu otrova dostatnu da usmrti oko 300 miševa.

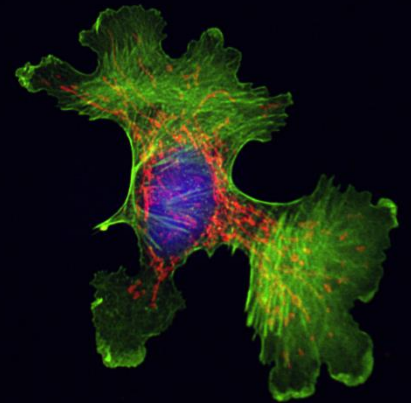
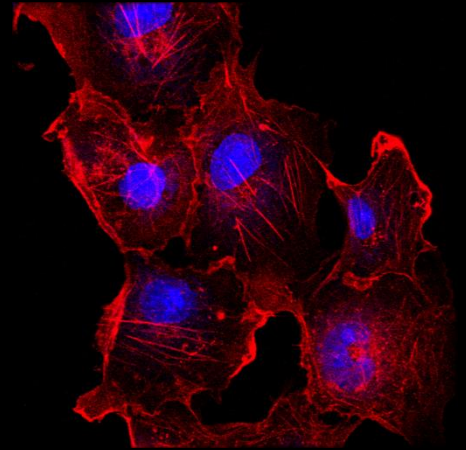
*Autori fotografija: Neven Vrbanić, Bruno Konjević i mr.sc. Maja Lang Balija
Hrvatsko društvo za znanost o laboratorijskim životinjama*

10. RAZIGRANE STANICE

Dr. sc. Mario Matijašić

Sveučilište u Zagrebu Medicinski fakultet

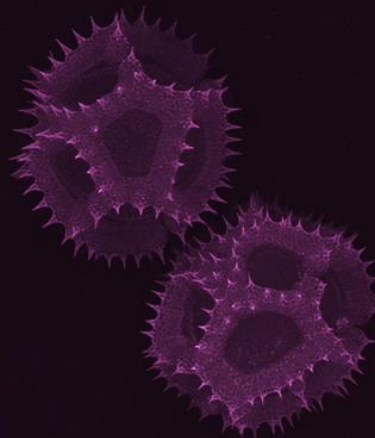
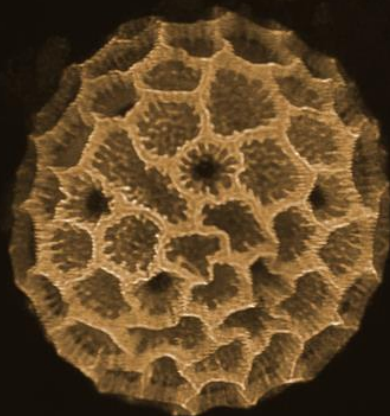
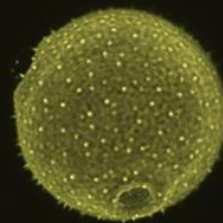
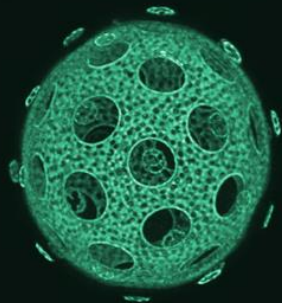
Pojam fluorescencije podrazumijeva svjetlost određene valne duljine koju emitiraju specifične molekule nakon apsorpcije fotona svjetlosti. Mnoga biljna tkiva, a pogotovo uzorci minerala i sintetičkih materijala, autofluoresciraju nakon što ih se obasja svjetlošću niskih valnih duljina. Većina bioloških uzoraka ipak ne posjeduje prirodenu fluorescenciju, pa se u znanstvenim studijama za obilježavanje uzoraka koriste razne fluorescentne molekule i boje (fluorofori). Fluorofori su sposobni apsorbirati svjetlost i emitirati intenzivni fluorescentni signal te su u pravilu vrlo specifični u vezivanju na pojedine dijelove stanica i tkiva u biološkim uzorcima. Uslijed visoke osjetljivosti metoda za detekciju fluorescencije te činjenice da je većina tih metoda upotrebljiva u živim stanicama i u stvarnom vremenu, fluorescencija danas omogućava znanstvenicima proučavanje širokog spektra fenomena stanične biologije: vizualizaciju unutarstanične distribucije specifičnih molekula, dinamiku različitih staničnih procesa, interakcije makromolekula i mnoge druge. Fluorescentne metode su stoga u 21. stoljeću neizostavni dio svakog biomedicinskog istraživačkog procesa.



ČUDESNI SVIJET PELUDNIH ZRNACA

Proljeće... priroda se budi nakon zimskog sna. Umjesto da uživaju u cvijeću, mnogi su u to doba mrzovoljni: kišu, curi im nos i proklinju pelud. Ipak, i ljudi koji pate od peludnih alergija sigurno će primijetiti ljepotu koja se krije u minijaturnim fluorescentnim peludnim zrnima rumenike (*Lychnis flos-cuculi*), zvončica (*Campanula scheuchzeri*), heljde (*Polygonum fagopyrum*) i vodopije (*Cichorium intybus*) snimljenim pretražnim (scanning) konfokalnim laserskim mikroskopom (CLSM).

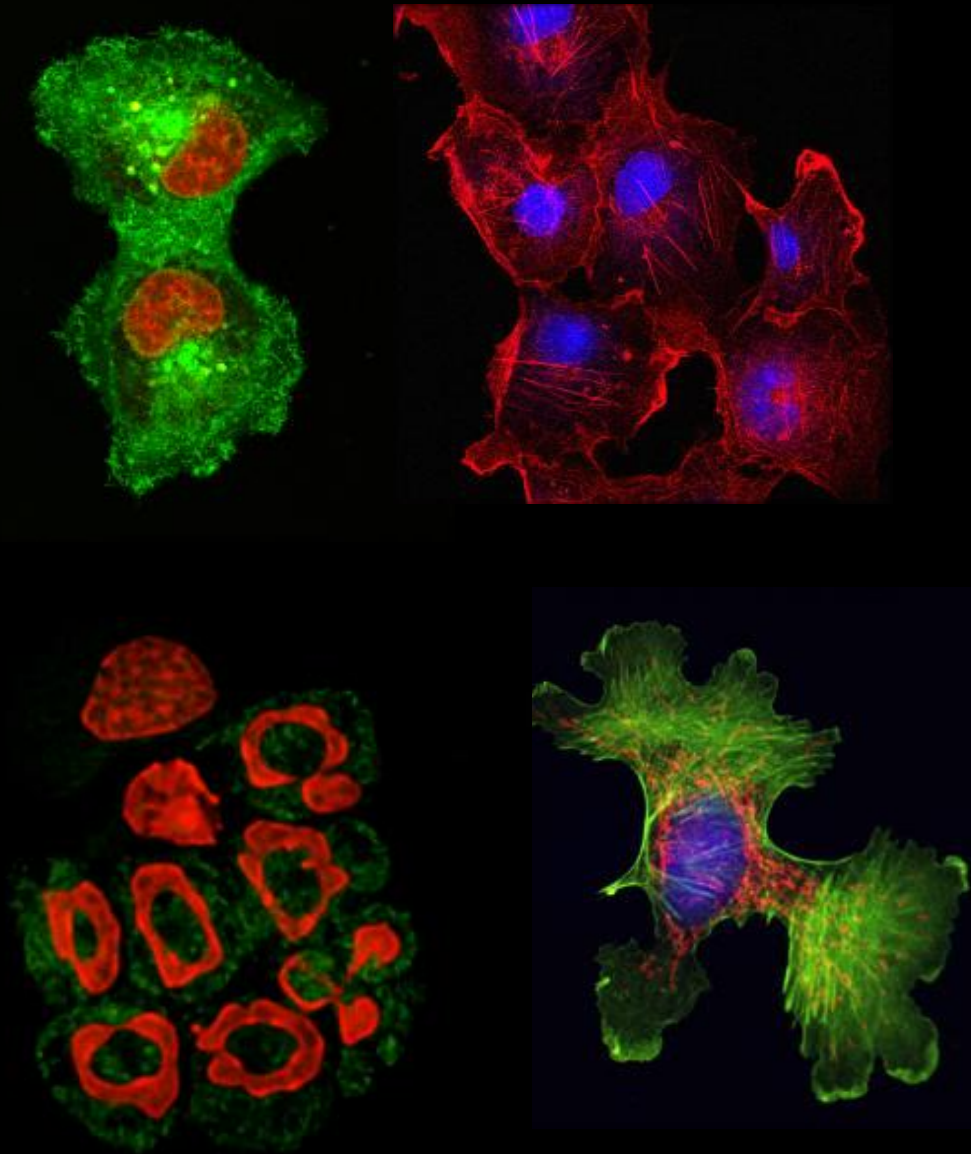
Autor fotografije: Dr. sc. Mario Matijašić, Odjel za međustaničnu komunikaciju, Centar za translacijska i klinička istraživanja, Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet



ŠTO STANICE NOSE OVE SEZONE

Znanstveni modni mačak savjetuje: „Stanice će ove zime nositi različite fluorescentne boje. Preporučam crvene ili denver plave jezgre, kričavo zelena aktinska vlakna, a mitohondrijske strukture svakako treba naglasiti jarkim karminom.“ Na ovim atraktivnim slikama pretražnim (*scanning*) konfokalnim laserskim mikroskopom (CLSM) analizirane su i snimljene različite stanice: stanice humanog karcinoma dojke MDA-MB-231 u diobi (crvenom bojom su označene jezgre, a zelenom bojom membranske strukture); stanice bubrega afričkog zelenog majmuna COS-7 uzgojene u inkubatoru (jezgre su označene plavom bojom, a aktinski stanični citoskelet crvenom bojom); eozinofilni granulociti izolirani iz periferne krvi čovjeka (segmentirane jezgre su označene crvenom bojom, a kationske eozinofilne granule zelenom bojom); stanica endotela plućne arterije goveda BPAE (jezgra je označena plavom bojom, aktinski citoskelet zelenom, a mitohondriji crvenom bojom).

Autor fotografije: Dr. sc. Mario Matijašić, Odjel za međustaničnu komunikaciju, Centar za translacijska i klinička istraživanja, Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet



AUTOR IZLOŽBE

dr. sc. Danijela Poljuha
daniijela@iptpo.hr