

PRIOPĆENJE ZA MEDIJE

Petra Buljević Zdjelarević / Ured za odnose s javnošću
Institut Ruđer Bošković / +385 99 267 9514 / [@buljevic@irb.hr](mailto:buljevic@irb.hr)

Mehanokemijska sinteza peptida ključnih za pojavu života na Zemlji

S obzirom da je kondenzacija slobodnih aminokiselina termodinamički nepovoljan proces u vodenom mediju, velika je nepoznanica kako je došlo do pojave peptida prije nastanka života na Zemlji.

ZAGREB, 8. 6. 2021. – Prebiotička kemija vezuje porijeklo aminokiselina na Zemlji uz dostavu putem meteorita te različite endogene kemijske procese. Međutim, znanstvena zajednica još uvijek nije postigla konsenzus oko pojave peptida prije nastanka života na Zemlji, s obzirom na to da je povezivanje aminokiselina do peptida izrazito nepovoljna reakcija u vodi. Kemičari s Instituta Ruđer Bošković (IRB), u suradnji s kolegama iz farmaceutske tvrtke Xellia, pokazali su da uz mehanokemijsku aktivaciju u čvrstom stanju, aminokiseline poput glicina i alanina formiraju peptide na površinama minerala. Opisani rezultati podupiru teoriju da su molekule života mogle nastati na mineralnim površinama na Zemlji!

Ovi najnoviji rezultati objavljeni su u prestižnom znanstvenom časopisu 'Angewandte Chemie'.

Pitanje o nastanku života na Zemlji odavno izaziva veliki interes znanstvenika, kao i šire javnosti. Preduvjet za stvaranje prvih živih organizama bilo je postojanje tzv. molekula života: proteina (građeni od peptida) i nukleinskih kiselina (RNA, DNA koji su građeni od nukleobaza, šećera i fosfata).

Mehanokemijska aktivacija peptida

Prebiotička kemija je kemija prije nastanka života, a bavi se istraživanjima kemijskih transformacija u uvjetima za koje se smatra da su bili prisutni na ranoj Zemlji.

S obzirom na to da razni geološki procesi mijenjaju površinski sastav Zemlje, ne postoje povijesni dokazi koji bi jednoznačno odgovorili na pitanje kako je nastao život na Zemlji. Smatra se da su iz prvotno dostupnog kemijskog inventara nastale kompleksnije molekule (kemijska evolucija) koje su zatim dovele do nastanka života.

Mogući reakcijski uvjeti uključuju vodeni medij, granicu faza između čvrstih površina i vode, te čvrste površine u odsustvu vode. Prebiotički izvori mehaničke energije vjerojatno su uključivali eroziju, tektoniku, udare meteorita i kometa, potrese, te atmosfersko djelovanje na površinu Zemlje, dok je termička energija dolazila iz geotermalnih izvora.

Sinteza peptidne veze jedna je od ključnih kemijskih transformacija u području prebiotičke kemije. Smatra se da su upravo peptidi imali ključnu katalitičku ulogu za sintezu ostalih biomolekula u prebiotičkim uvjetima te je njihovo prisustvo usko vezano za evoluciju nukleinskih kiselina. Dosadašnje strategije za prebiotičku sintezu peptida uključuju korištenje hidratacijskih/dehidratacijskih ciklusa za kondenzaciju aminokiselina.

Znanstvenici s IRB-a dr. sc. José G. Hernández, dr. sc. Krunoslav Užarević i doktorand Tomislav Stolar, u suradnji sa znanstvenicima iz Xellie dr. sc. Ernestom Meštovićem, mag. chem. Sašom Grubešićem i dr. sc. Nikolom Cindrom s Kemijskog Odsjeka PMF-a, pokazali su da je prebiotička sinteza peptidne veze moguća uz mehanokemijsku aktivaciju bez prisustva vode.

"U ovom istraživanju pokazali smo da mehanokemijska aktivacija slobodnog glicina putem kugličnog mljevenja omogućuje nastanak njegovih oligomera, uz dodatak minerala poput titanij dioksida i silicij dioksida koji su sastavni dijelovi Zemljine površine i meteorita.

Uz mljevenje s mineralima pod kontroliranim uvjetima temperature te kombinaciju s termičkom aktivacijom, glicin oligomerizira do Gly₁₁ (11 glicinskih podjedinica). Gly₁₁ je dovoljno dugačka molekula za trodimenzionalnu strukturnu samoorganizaciju koja je preduvjet za katalitička svojstva koja su vezana za peptide i proteine. Također, dugi oligomeri glicina mogli su putem kemijskih modifikacija omogućiti veću raznolikost peptida na prebiotičkoj Zemlji.

Eksperimenti s mljevenjem diketopiperazina (DKP), diglicina i triglicina pokazali su da je mehanokemijska sinteza peptidne veze dinamičan i reverzibilan proces sa simultanim nastankom i pucanjem peptidne veze. Potvrđeno je i da mljevenjem smjese glicina i alanina nastaju njihovi hetero-oligopeptidi.

Za analizu reakcijskih produkata znanstvenici su koristili tekućinsku kromatografiju visoke djelotvornosti (HPLC) te masenu spektrometriju (MS).

Rezultati ovog istraživanja nadopunjuju postojeće eksperimentalne pristupe u prebiotičkoj kemiji poput hidratacijskih odnosno dehidratacijskih ciklusa te nude alternativni sintetski put za sintezu peptida bez potrebe prisustva vode.

"Pitanje nastanka života jedno je od ključnih pitanja moderne znanosti te zahtijeva interdisciplinarni pristup. Iz toga razloga, različite svemirske agencije, poput NASA-e ili JAXA-e, ulažu velike napore kako bi došli do novih spoznaja koje bi pridonijele trenutnim istraživanjima. Nedavni primjer velikih pothvata u tom području je uzrokovanje asteroida Ryugu i Bennu u okviru misija Hayabusa2 te OSIRIS-REx.

Prvi uzorci asteroida ikad vraćeni na Zemlju pristigli su kapsulom u prosincu 2020. godine. Njihova analiza dat će uvid u kemijski inventar koji je bio dostupan približno u isto vrijeme kada je nastala Zemlja s obzirom da taj period odgovara nastanku dotičnih asteroida.

Uz identifikaciju organskih i anorganskih molekula koje su prisutne u Sunčevom sustavu, važno je u laboratorijskim uvjetima razviti odgovarajuće procese koji bi objasnili njihovo prisustvo. Takve fundamentalne spoznaje mogu se zatim primijeniti i u modernoj sintetskoj kemiji. " istaknuo je Tomislav Stolar.

Istraživanje ovog projekta ostvareno je u okviru projekta Hrvatske zaklade za znanost (IP-2020-02-4702).

Kao sljedeći korak, tim će spoznaje dobivene iz ovog fundamentalnog istraživanja iz prebiotičke kemije primijeniti u modernoj sintezi finih kemikalija, što je i jedan od ciljeva navedenog HRZZ projekta.

POVEZNICA NA RAD: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/anie.202100806>