



N. Raos*

Institut za medicinska istraživanja
i medicinu rada
Ksaverska cesta 2, p.p. 291
10 001 Zagreb

Nobelova nagrada za kemiju za 2020. godinu – razvoj metode za ispravljanje genoma

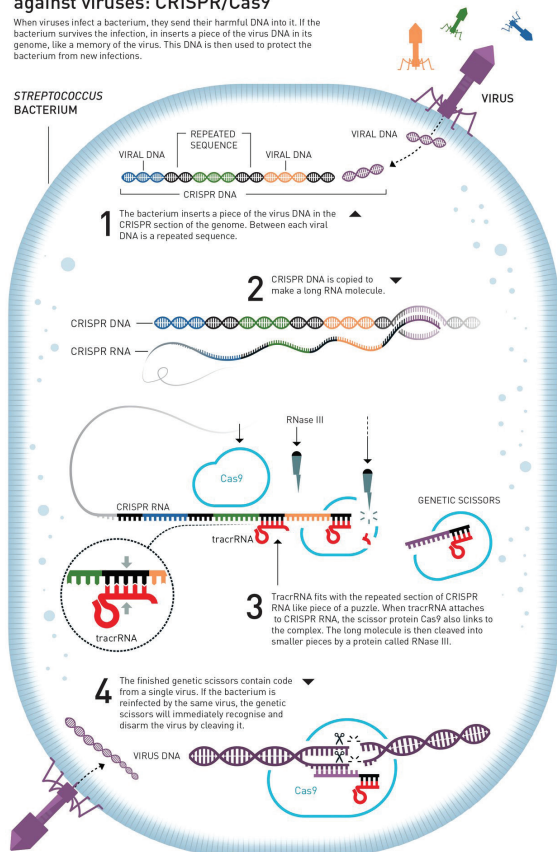
Dojela ovogodišnje Nobelove nagrade za kemiju je neobična. Neobična je, prvo, zato što su je dobile dvije žene, 51-godišnja Francuskinja **Emmanuelle Charpentier** i 56-godišnja Amerikanka **Jennifer A. Doudna**, bez muškog kolege. No dok se doajela nagrade dvjema ženama treba pripisati prije svega kulturološkim okolnostima, naime sve većom emancipacijom žena i njihovom sve većom prisutnošću u znanosti, posebice u kemiji, drugi razlog čuđenju leži u dostignuću zbog kojeg im je dodijeljeno najveće priznanje za znanost. Nagradu su dobile za otkriće novog i najjačeg oruđa genske tehnologije, sustava CRISPR/Cas9 ili “škara za gene” (engl. *genetic scissors*). Već iz te štire informacije jasno je kako je nagrada dodijeljena za istraživanja na području molekularne biologije, a s obzirom na moguću primjenu u medicini (liječenje nasljednih bolesti) možda bi bilo primjerenije da su Nobelovu nagradu dobile za drugo



Slika 1 – Dobitnice ovogodišnje Nobelove nagrade: Francuskinja Emmanuelle Charpentier i Amerikanka Jennifer A. Doudna

Streptococcus' natural immune system against viruses: CRISPR/Cas9

When viruses infect a bacterium, they send their harmful DNA into it. If the bacterium survives the infection, it inserts a piece of the virus DNA in its genome, like a memory of the virus. This DNA is then used to protect the bacterium from new infections.



© Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences

Slika 2 – Imunološki sustav bakterije *Streptococcus pyogenes* koji je štiti od virusa temelji se na “škarama za gene”, sustavu CRISPR/Cas9

područje, za područje fiziologije ili medicine. Ali opet, ni to nije novina, jer se znanost, a posebice kemija, sve više integrira: u 19. stoljeću došlo je do integracije kemije s fizikom, sredinom 20. stoljeća biologija i kemija stopile su se u biokemiju i molekularnu biologiju, a koje desetljeće poslije toga pojavila se biofizika kao svojevrsna sinteza biologije, fizike i kemije.

Sve je počelo 2002. godine kada je Emmanuelle Charpentier istraživala imunološki sustav bakterije *Streptococcus pyogenes*, uzročnika gnojnih upala. Radilo se naime o tome da je bakteriju napadao virus, bakteriofag, koji je u njezin genom ugrađivao svoje gene. Bakterija se brani tako da suviše i štetne gene virusa isiječe iz svoga genoma. Druga dobitnica ovogodišnje Nobelove nagrade Jennifer Doudna bavila se, vodeći od 2006. godine istraživačku ekipu na Kalifornijskom sveučilištu u Berkeleyu, interakcijama molekula RNA. Njihova je suradnja započela 2011. susretom na znanstvenom kongresu u Portoriku. U to je vrijeme E. Charpentier radila na Sveučilištu Umeå na sjeveru Švedske (sada je voditeljica Jedinice za znanost o patogenima u Institutu Max Planck u Berlinu). Zajedničkim naporom uspjele su izvesti reakciju škara za gene *in vitro*, pa i više od toga: postigle su da se njihove škare mogu primijeniti za isijecanje bilo kojeg segmenta molekule DNA, pa i onda kada DNA pripada eukariotskoj stanici.

Temelj svega je sekvencija CRISPR koju treba izrezati iz genoma. U tome sudjeluju geni povezani s tom sekvencijom (engl. *CRISPR-associated genes*), Cas. Ima više sustava CRISPR/Cas, točnije proteina Cas. U procesu sudjeluje i specifična RNA, koju je istražujući imunološki sustav bakterije *S. pyogenes* otkrila Emmanuelle Charpentier. To je *trans-activating crisp RNA*, ili kraće *tracrRNA*. Njezina molekula, vežući se vodikovim vezama za lanac DNA, obilježava mjesto na kojem ga treba sjeći, dok protein Cas9 preuzima ulogu škara.

Sve u svemu riječ je o znanstvenom otkriću s velikim tehnološkim potencijalom, koji se već počeo iskorištavati u genskoj modifikaciji biljaka. Istražuje se moguća primjena škara za gene u liječenju karcinoma, a do liječenja nasljednih bolesti isijecanjem nepočetnih gena možda i nije tako dalek put.

* Dr. sc. Nenad Raos
e-pošta: raos@imi.hr