

2. GENOMIKA I MOLEKULARNA BIOLOGIJA KAO OSNOVA ZA TEHNOLOGIJE BUDUĆNOSTI: MOGUĆNOSTI RAZVOJA I GLOBALNA PERSPEKTIVA

*Miodrag Grbić**

Sažetak: Genom svakog organizma predstavlja skup svih gena koje organizam posjeduje. Genomika je nova nauka koja predstavlja spoj bioinformatike, molekularne biologije i novih tehnika sekvenciranja genoma. Ova nauka teži da razumije celokupno funkcionisanje i regulaciju svih gena u genomu. Sa razvojem novih metoda sekvenciranja gena u budućnosti svi genomi organizama biće dostupni naučnoj analizi. Ovo nevjerovatno bogatstvo genetskih informacija stvara osnovu za razvoj novih tehnologija budućnosti u medicini, poljoprivredi i biotehnoškoj industriji. Crna Gora kao dio Južnog Balkana predstavlja jedan od izvora prirodnog diverziteta Evrope. Ovladavanje genomskim tehnikama predstavlja osnovu za valorizaciju ove prednosti Crne Gore, razvoj autohtone poljoprivrede i biotehnologije.

Ključne riječi: *genomika, sekvenciranje genoma, molekularna biologija, poljoprivreda, diverzitet, održivi razvoj, biotehnologija*

Abstract: The genome represents a complete set of genes in an organism. New science, genomics, represents a combination of bioinformatics, molecular biology and new gene sequencing technologies aimed at understanding a complex function and regulation of all genes in an organism. With a rapid development of new sequencing techniques all genomes of different organisms will be available in future. This treasure of genetic information represents the basis for the development of new technologies in medicine, agriculture and biotechnology. Montenegro as a part of Southern Balkan represents one of foci of European biodiversity. Thus, the development of expertise in genomics in Montenegro is key for the development of sustainable autochthonous agriculture and modern biotechnology.

Key words: *genomics, genome sequencing, molecular biology, agriculture, natural diversity, sustainable development, biotechnology*

* Prof. dr Miodrag Grbić, University of Western Ontario, Department of Biology, London On N6A 5B7. Canada

2. 1. UVOD

Molekularna biologija je nauka koja se najbrže razvijala u 20. vijeku. Bazirana na fundamentalnim osnovama poznavanja strukture i funkcije DNK i metodama koje su se razvile, ova nauka usmjerava istraživanja u biologiji i medicini. Značaj koji ova disciplina ima najbolje ilustruje činjenica da su Nobelove nagrade za medicinu i hemiju u posljednjih 30 godina uglavnom dodjeljivane u oblastima koje su koristile ovaj pravac istraživanja. Takođe, aplikativne metode proizašle iz ove discipline stvaraju osnovu za biotehnošku i industrijsku proizvodnju baziranu na manipulaciji genima. Osnovni fokus molekularne biologije je proučavanje gena, koji predstavljaju osnovnu jedinicu nasljeđivanja. Geni učestvuju u funkcijama i upravljanju ćelije i cjelokupnog organizma. Genom svakog organizma predstavlja skup svih gena koji organizam posjeduje. Genomika je nova nauka i predstavlja spoj bioinformatike, molekularne biologije i novih tehnika sekvenciranja genoma. Ova nauka teži da razumije cjelokupno funkcionisanje i regulaciju svih gena u genomu. Sa razvojem novih metoda sekvenciranja gena, u budućnosti će svi genomi organizama biti dostupni naučnoj analizi. Ovo nevjerovalno bogatstvo genetskih informacija stvara osnovu za razvoj novih tehnologija u medicini, poljoprivredi i biotehnoškoj industriji. Dostojna, ova tehnologija je bila dostupna uglavnom razvijenim zemljama. Međutim, sa razvićem metoda sekvenciranja genoma, ove tehnologije postaju značajno jeftinije i dostupne širom svijeta.

2. 2. PERSPEKTIVE RAZVOJA GENOMIKE U CRNOJ GORI

Tehnologije bazirane na poznavanju genoma predstavljaju osnovu budućeg razvoja biologije, medicine i privrede uopšte. Genomske tehnologije činiće bazu za razvoj, naročito u poljoprivredi i biotehnologiji. Već sada se genomske tehnologije približavaju informatičkim tehnologijama što se tiče frekvencije njihove upotrebe u industriji i proizvodnji. Ovo su tehnologije u koje se, pored informatike, ulaže najviše u razvijenim zemljama. Posljednje analize sugerišu da će industrije koje su bazirane na hemijskim tehnologijama razvijati genomske tehnologije koje će konačno dominirati u ovom sektoru. Naročit uticaj genomskih tehnologija se očekuje u poljoprivredi. Prvo, ove tehnologije su od presudnog značaja za valorizaciju bioloških resursa, kao na primjer razumijevanja specifičnosti pojedinih usjeva, njihovog prehrambenog potencijala, uticaja na zdravlje, otpornosti na sušu, bolesti i štetočine. One imaju potencijal da proizvedu nove metode za održivu poljoprivredu, koje će smanjiti upotrebu pesticida i đubriva, a takođe redukovati upotrebu energije i cijenu poljoprivredne proizvodnje. Pošto je jedan od najvećih resursa Crne Gore biljni diverzitet, proizašao kao posljedica odsustva lednika na južnom Balkanu za vrijeme glacijacije, tehnologije bazirane na poznavanju genoma su od presudnog značaja za valorizaciju nutritivnih, farmakoloških i proizvodnih potencijala specifičnih biljaka i usjeva sa ovog područja.

2. 3. UOČENI PROBLEMI I NAČINI NJIHOVOG RJEŠAVANJA

U ovom trenutku Crna Gora nema stručnjaka u oblasti bioinformatike, genomike i biotehnologije, a ni naučnih kapaciteta da ih obrazuje. Slična situacija je i u dru-

gim zemljama u okruženju. Stoga, za razvoj ove oblasti, potrebno je školovati kadrove u zemljama koje su vodeće u razvoju ovih tehnologija, a onda i obezbijediti uslove za povratak školovanog kadra u Crnu Goru. Ne može se očekivati da će Crna Gora moći da bude nosilac razvoja genomike, ali je od izuzetnog značaja da posjeduju stručnjake koji će biti upoznati sa novim tehnologijama, znati da ih primjenjuju i biti u stanju da procjenjuju koji pravci i tehnologije će biti primjenljivi u Crnoj Gori. Pošto se genetika i biotehnologije permanentno razvijaju, veoma je važno održavati kontakte sa vodećim naučnim centrima u svijetu.

Razviti naučni kadar u novim disciplinama u malim zemljama nije jednostavan zadatak. Ilustrativan primjer u ovoj oblasti je primjer Portugala, koji nije imao tradicionalno razvijenu nauku, ali je razvio sistem kako da školuje kritičnu masu stručnjaka u značajnim oblastima. Portugal je, naime, po ulasku u Evropsku uniju uvidio da naučno veoma zaostaje i da domaći naučni kapaciteti nijesu dovoljni da obrazuju savremeni naučni kadar. Zahvaljujući saradnji između Gulbenkijanove fondacije (privatne fondacije) i Vlade Portugala osnovan je Institut za nauku (<http://www.igc.gulbenkian.pt/>). Za direktora ovog instituta imenovan je dr Antonio Coutinho, poznati portugalski istraživač iz Francuske, koji je poznao pravce razvoja moderne nauke, imao međunarodne kontakte i poznao situaciju u Portugalu. Obezbiđen je atraktivan prostor u kome su obnovljene laboratorije, a ustanovljene su stipendije za najbolje portugalske studente koji će raditi doktorate u inostranstvu.

Program doktorata je bio naročito inventivno izveden. Prvo, svake godine 15 najboljih studenata iz molekularne biologije u Portugalu je izabrano na osnovu testova i intervjuova da budu doktoranti Gulbenkijanove fondacije. Pošto Portugal nije imao domaćih kapaciteta za obrazovanje doktoranata na najvišem nivou, doktorati su planirani u inostranstvu, ali sa idejom da se doktoranti po završetku doktorskih studija vrate u Portugal. Takođe, ovaj koncept doktorata je obezbijedio da Portugal konstantno održava veze sa najboljim svjetskim laboratorijama. Stoga, doktorske studije su koncipirane iz 2 dijela. U toku prve godine svi doktoranti su slušali kurseve profesora iz inostranstva. Pošto odabir inostranih laboratorija gdje će doktoranti raditi tezu nije bio jednostavan, a ni uže oblasti za stipendiste, Gulbenkijanov program je obezbijedio dvonedjeljno gostovanje poznatih profesora iz inostranstva koji su organizovali intenzivne kurseve za stipendiste. Poslije prve godine odslušanog predavanja doktoranti su birali gostujuću laboratoriju u inostranstvu i sa svojom četvorogodišnjom stipendijom su odlazili da rade tezu. Da bi se njihov rad pratio, jedan član komisije je bio iz Portugala.

Veliku ulogu u razvoju ovog projekta imala je atraktivna pozicija Instituta (U Oeirasu, jednom od najljepših djelova portugalske obale), tako da su inostrani predavači bili privučeni, kako mogućnošću da studente sa portugalskim stipendijama privuku u svoje laboratorije tako i mogućnošću da drže predavanja na atraktivnom lokalitetu i održavaju vezu sa novoosnovanim dinamičnim institutom.

Predavanja inostranih predavača predstavljala su prvu godinu programa teoretskog školovanja stipendista. U okviru ovog programa stipendisti su upoznavani sa različitim oblastima molekularne biologije, potencijalnim laboratorijama gdje bi mogli da nastave školovanje itd. Po završetku prve godine kurseva, studenti su odla-

zili u inostrane laboratorije na izradu doktorata. Svake godine je 15 studenata birano isključivo na osnovu dostignuća, znanja jezika, opšteg utiska i ambicija iskazanih tokom intervju sa dr Coutinho-om i izbornom komisijom. Paralelno, osposobljene su laboratorije gdje će se doktoranti vratiti i obezbijeđen je osnovni fond za funkcionisanje Instituta, uključujući plate za stručnjake i ostala potrebna sredstva. Po povratku, očekivalo se da će uspješni stručnjaci biti u stanju da obezbijede kompetitivna sredstva od međunarodnih i nacionalnih fondova za svoja istraživanja. Ovaj koncept je dao odlične rezultate. Poslije niza godina navedeni Institut je postao vodeći centar portugalske nauke, a studenti školovani u inostranstvu, ne samo da obezbjeđuju funkcionisanje Instituta već obezbjeđuju prvorazredne kadrove na različitim fakultetima u Portugalu. Sada kada je stvorena naučna baza, ovi istraživači sami organizuju doktorske kurseve, uz povremene pozive inostranih saradnika. Institut je takođe ustanovio savjetodavni odbor koga čine poznati svjetski naučnici, a koji omogućava praćenje rada Instituta, pomoć u različitim aktivnostima, održavanje svjetskih kontakata itd.

2. 4. ZAKLJUČAK I PREPORUKE

Jedna od ključnih prednosti Crne Gore za razvoj moderne nauke i poljoprivrede je biološki diverzitet. Ovo prirodno bogatstvo se može valorizovati isključivo novim tehnologijama kao što su genomika, molekularna biologija i genetika. Samo nekoliko primjera može da posluži kao ilustracija ovog potencijala. Na primjer, Crna Gora posjeduje autohtone sorte vinove loze Vranac i Krstač. Sekvenciranje genoma ovih sorti bi utvrdilo njihov genetski potencijal za proizvodnju visokokvalitetnih vina (vrijeme sazrijevanja, prinos, otpornost za štetočine, metode vinifikacije itd.) i determinisalo gene koji proizvode ljekovite bioaktivne polifenole i resveratrol. Ove supstance bi mogle da se pretvore u nove proizvode farmaceutske industrije. Slična situacija je sa genomom raštana. Poznato je da kupusnjače sadrže supstance koje mogu da utiču na razvoj karcinoma i saznanja o genomskom potencijalu raštana bi bila značajna za biofarmaceutsku industriju i poljoprivredu. Opsežna genomska analiza autohtonih sorti poljoprivrednih kultura, ljekovitih biljaka i gljiva, koje su neistražene na genetskom nivou u Crnoj Gori, trebalo bi da predstavlja jedan od strateških pravaca crnogorske nauke i poljoprivrede i osnovu za razvoj domaće biotehnologije.

Osnovni zamajac za razvoj ove oblasti trebalo bi da predstavlja kooperacija između naučnih i privrednih organizacija. Ideja o razvoju agro-biotehnoškog parka u Podgorici koje bi sačinjavale jake crnogorske poljoprivredne firme kao što su „Plantaže 13. jul” i Biotehnički fakultet bila bi odlična osnova za razvoj moderne poljoprivrede kroz primjenu moderne tehnologije uključujući genomiku. Ovaj park baziran na crnogorskom biodiverzitetu imao bi potencijal da valorizuje crnogorsko prirodno bogatstvo, zaposli crnogorske stručnjake trenirane u inostranstvu i domaćim ustanovama i da privuče strane partnere kreirajući dinamičnu osnovu za razvoj poljoprivrede.

Sa druge strane, kompleksan razvoj ove oblasti trebalo bi da se gradi na prirodnim prednostima. Tako na primjer, postojeći Institut za biologiju mora u Kotoru

trebalo bi da se pretvori u internacionalni centar koji bi razvijao marinske ekološke i molekularno-biološke discipline, uključujući i genomiku. Ove discipline bi bile ključne za razvoj ribarstva i marikulture. Značajnu ulogu u razvoju ovog projekta ima i atraktivnost lokacije instituta, koja omogućuje istraživačke aktivnosti u atraktivnom arhitektonskom i prirodnom ambijentu. Boka Kotorska je dio Unesco zaštićene svjetske baštine i predstavlja atraktivno mjesto za boravak tokom cijele godine. Takođe, ova lokacija je lako dostupna avio-prevozom, a i relativno je blizu glavnom gradu Podgorici. Ovakav institut, pored uloge u praćenju svjetskih dostignuća nauke, bio bi osnova za održavanje svjetskih i regionalnih kongresa i šire interakcije sa svjetskom naukom.

Zemlje koje ne razvijaju koncept ekonomije znanja bazirane na tehnologijama budućnosti će neizostavno zaostajati u razvoju. Za poljoprivredu, koja je uz turizam najjača grana Crne Gore, razvoj genomike predstavlja ključni pokretač moderne autohtone i održive poljoprivrede. Kroz školovanje stručnjaka, saradnju sa inostranim institucijama i razvoj domaćih kapaciteta kao što su biotehnološki parkovi i centri bazirani na postojećem biodiverzitetu ova grana ima izuzetan potencijal za razvoj.

