

## GENETIČKI RESURSI GAJENIH BILJAKA ZA HRANU I POLJOPRIVREDU UPRAVLJANJE I KORIŠĆENJE\*\*

Snežana Mladenović Drnić<sup>1,2\*</sup> i Milena Savić Ivanov<sup>3</sup>

### Izvod

Biljni genetički resursi su rezervoar genetičke raznovrsnosti i dragocen materijal za stvaranje novih kultivara prilagođenih promenljivim klimatskim uslovima, toleratnih na abiotički stres, štetočine i bolesti i poboljšanog kvaliteta. Ovi resursi obuhvataju raznolikost genetičkog materijala koja se nalazi u sortama, lokalnim populacijama, divljim srodnicima, drugim divljim vrstama, mutantima koji se mogu koristiti za hranu i u poljoprivredi. Njihovo očuvanje i usmereno upravljanje i korišćenje su od posebnog značaja, s obzirom da je modernizacija poljoprivrede dovela do nestanka ili značajnog smanjenja broja autohtonih populacija. U bankama semena, u polju i *in vitro* se čuva oko 7,4 miliona uzoraka, od čega su oko četvrtina uzorci duplirani u nekoliko kolekcija. Ovo je dopunjeno sa preko 2.500 botaničkih bašta širom sveta gde se uzgaja preko jedne trećine svih poznatih biljnih vrsta i održavaju se važne herbarijumske i karpološke zbirke. Očuvanje biljnih genetičkih resursa je regulisano brojnim međunarodnim i nacionalnim pravnim dokumentima. Biljni genetički resursi mogu da se koriste u oplemenjivanju kao izvor specifičnih gena za razvoj novih varijeteta adaptiranih na nove uslove životne sredine i za proširenje genetičke osnove oplemenjivačkog materijala, kao i u ishrani, prehrambenoj industriji, narodnoj medicini i turizmu.

**Ključne reči:** banka gena, genetički resursi, konzervacija, korišćenje, upravljanje

### Uvod

Naši preci su još pre 10.000 godina sakupljali i koristili biljne genetičke resurse, započeli su sa uzgajanjem i proizvodnjom određenih biljnih vrsta za različite namene, što je vodilo domestikaciji skoro svih poljoprivrednih vrsta koje danas koristimo.

Oko 7.000 do 10.000 različitih biljnih vrsta je kultivisano, pri čemu gajene biljke čine 3-4% ukupnog biodiverziteta biljaka. Početkom 20. veka, ruski botaničar Vavilov je putujući po svetu uočio da raznolikost unutar poljoprivrednih biljnih vrsta nije podjednako raspoređena i identifikovao je osam centara diverzifikacije

Pregledni rad (Review Paper)

<sup>1,2</sup> Drnić Mladenović S, Institut za kukuruz Zemun Polje, S.Bajića 1, Beograd; AINS Beograd

<sup>3</sup> Savić Ivanov M, Banka Biljnih gena, Direkcija za nacionalne referentne laboratorije, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Batajnički drum 8, Beograd

\* e-mail: msnezana@mrizp.rs

\*\* Rad je usmeno izložen na skupu “*Genetički resursi u poljoprivredi i šumarstvu*”, 1.11.2017. u Beogradu, u organizaciji Академије инжењерских наука Србије – АИНС, [www.ains.rs](http://www.ains.rs)

gajenih biljnih vrsta (Vavilov, 1992). Najveće svetske banke biljnih gena se upravo nalaze u centrima porekla. Vavilov je takođe sproveo brojne kolekcionarske ekspedicije širom sveta, a sakupljeni uzorci se čuvaju u kolekciji germplazme u Institutu za primenjenu botaniku i nove useve u Sankt Peterburgu u Rusiji, koji nosi njegovo ime. Rad Vavilova je inspirisao botaničare, oplemenjivače i istraživače u drugoj polovini dvadesetog veka da započnu sa konzervacijom biljnih genetičkih resursa (BGR). Rokfeler fondacija je, zajedno sa meksičkom Vladom, tokom 1943. godine započela projekat sakupljanja germplazme kukuruza, pšenice i krompira u Meksiku, u cilju poboljšanja svojstava useva. Time je započela era sistematskog sakupljanja, evaluacije i čuvanja biljne germplazme. Usledila je izgradnja prvog objekta za dugoročno čuvanje semena, Nacionalna laboratorija za čuvanje semena u Fort Kolinsu u Koloradu, 1958. godine. Organizacija Ujedinjenih nacija za hranu i poljoprivredu (FAO) prikupila je i čuva informacije o ekspedicijama sakupljanja biljaka od 1948. godine, pripremila je kataloge biljnih vrsta i nadgleda kolekcije biljne germplazme širom sveta. Tokom 1967. godine održana je Tehnička konferencija o korišćenju i konzervaciji biljnih genetičkih resursa u Rimu, na kojoj je popularizovan termin genetički resursi i utvrđen set standarda i plan za čuvanje biljnog genetičkog materijala van svog prirodnog staništa i u bankama gena. Međunarodni istraživački centri, organizacije i države su se 1971. godine formalno ujedinile, formirajući Konsultativnu grupu za međunarodna poljoprivredna istraživanja (*Consultative Group for International Agricultural Research*, CGIAR), pod rukovodstvom Svetske banke, da bi 1974. godine zajedno sa FAO, formirali *International Board for Plant Genetic Resources* (IBPGR).

Danas u svetu postoji oko 1.300 registrovanih institucija koje su osnovane sa ciljem sakupljanja i čuvanja biljnih genetičkih resursa. Centralna Evropska baza podataka, EURISCO, obezbeđuje informacije za oko 1,8 miliona uzoraka gajenih biljaka koji se čuvaju u oko 400 instituta u 43 zemlje učesnice (Weise et al., 2017).

Srbija se odlikuje visokim nivoom genetičkog diverziteta. Od ukupno 11.000 biljnih vrsta koje egzistiraju na tlu Evrope, flora Srbije sadrži oko 4.300 vrsta (Stevanović i Vasić, 1995). Gajene biljne vrste koje se koriste kao hrana čine 4,5% iskorišćenog biodiverziteta (193 vrste). Značajan deo unutar diverziteta vrste čine lokalne populacije i stare sorte.

Prema Evropskom kooperativnom programu za genetičke resurse, biljni genetički resursi za hranu i poljoprivredu su grupisani u osam grupa: žitarice, krmne biljke, povrće, zrnaste leguminoze, voće, alternativne biljke, industrijske biljke i krompir. U Jugoistočnoj Evropi u okviru „Razvojne mreže Jugoistočne Evrope za biljne genetičke resurse“ (SEEDNet), genetički resursi biljaka za hranu i poljoprivredu su grupisani u 6 grupa: žitarice i kukuruz, krmne biljke, povrće, industrijske biljke, lekovite i aromatične biljke, voće i vinova loza.

Raznovrsnost biljnih genetičkih resursa ima tendenciju stalnog smanjenja. Poljoprivredne sorte bogate diverzitetom prestaju da se gaje u određenim regionima, zamenjuju ih nove, uniformne sorte i hibridi koji imaju veću tržišnu vrednost i prilagođene su savremenoj agrotehnici. Smanjenje genetičke raznovrsnosti dovodi do trajnog nestanka brojnih gena iz primarnog i sekundarnog genetičkog pula, nestanka brojnih tradicionalnih vrsta i sorti. Da bi se očuvali genetički resursi, neophodno je da se njima upravlja planski i efikasno i da se

usmereno koriste.

Genetički resursi biljaka za hranu i poljoprivredu se uglavnom koriste direktno kao semenski ili sadni materijal tradicionalnih sorti, u oplemenjivačkim programima kao izvor gena, u kulinarstvu, narodnoj medicini i turizmu.

U radu je dat prikaz aktivnosti koje obuhvataju očuvanje, upravljanje i korišćenje biljnih genetičkih resursa za hranu i poljoprivredu (BGRHP), zakonski okviri i njihovo stanje u Srbiji.

### **Kolekcionisanje biljnih genetičkih resursa**

Osnovni cilj prilikom sakupljanja BGR je da se obuhvati maksimalna genetička varijabilnost sadržana u najmanjem broju uzoraka. Sakupljanje uzoraka je primarno vezano za pregled terena, naučne ekspedicije, uzimanje uzoraka i njihovo donošenje u institucije. Uporedo sa sakupljanjem uzorka, moraju da se obezbede pasoški podaci kao što su datum, mesto, ekološki uslovi na mestu skupljanja, identifikacioni broj, ko je sakupio uzorak.

Ekspedicija je ciljano sakupljanje divljih i kultivisanih biljaka. Može biti specifična, pri čemu se sakuplja određena vrsta, ili opšta, sa ciljem da se obuhvati maksimalni diverzitet različitih vrsta u istom regionu. Tokom 20. veka je sprovedeno nekoliko istraživačkih misija, na pr. Vavilova sakupljačka misija, biljni genetičar Erwin Baur je sakupio uzorke krompira iz Azije, Evrope i južne Amerike između 1926. i 1933. godine (Elina et al., 2005), Wellhausen EJ je sakupljao uzorke kukuruza između 1943. i 1959. godine (Taba et al., 2005). Kolekcionisanje biljaka ima dugu tradiciju u Srbiji. Josif Pančić je 16 puta posetio Kopaonik između 1851. i 1886. godine i otkrio mnoge biljne vrste, od kojih je najznačajnija omorika, *Picea omorika* (Pančić)

*Purkyně*. Posle drugog svetskog rata, naročito u periodu od 1960. do kraja 1980-tih godina, sprovedene su brojne sakupljačke ekspedicije u cilju prikupljanja autohtonih genotipova. U periodu od 2001-2007. godine, Dimitrijević je sakupljao uzorke *Aegilops genus* u Crnoj Gori i istočnoj Srbiji (Dimitrijević et al., 2011). Takođe je organizovano sistematsko sakupljanje kukuruza (Babić i sar., 2012), krmnih vrsta (Tomić et al., 2010), povrća (Sabadoš i sar., 2008), voća (Keserović i sar., 2007). Tokom 2009-2010. godine, u okviru SEEDNet programa sa ciljem prikupljanja autohtonih, lokalnih populacija i starih sorti, sprovedene su kolekcionarske ekspedicije usmerene na kukuruz i žitarice (Simeonovska et al., 2013).

### **Konzervacija biljnih genetičkih resursa**

Biljni genetički resursi se održavaju konzervacijom: *in situ*, *on farm* i *ex situ*. Mere *in situ* konzervacije primenjuju se za očuvanje autohtonih i starih vrsta gajenih biljaka u njihovim regionima porekla ili sličnim oblastima sa povoljnim agroekološkim uslovima. Konzervacija na farmi (*on farm*) omogućava održavanje genetičke raznovrsnosti lokalno razvijenih populacija u tradicionalnim poljoprivrednim sistemima, obično na zemljištu individualnih poljoprivrednih proizvođača, odnosno poljoprivrednih istraživačkih institucija, stanica poljoprivrednih savetodavnih službi i sličnih sistema.

*Ex situ* konzervacija, očuvanje komponenta biološke raznovrsnosti izvan njihovih prirodnih staništa, obuhvata: čuvanje kolekcija biljnih vrsta u semenu (u bankama gena); čuvanje vegetativnog materijala *in vivo* (poljske banke gena, botaničke bašte); *in vitro* konzervaciju (voće i vinova loza, kao vegetativni material, deo biljke ili u kulturi ćelija i tkiva); čuvanje polena u bankama polena

(u skladu sa zahtevima biljke u optimalnim uslovima); čuvanje DNK materijala, kao vid in vitro konzervacije kojom se čuvaju genomi ili geni pod kontrolisanim uslovima sredine, najčešće na -80°C ili u DNK bibliotekama.

Procenjuje se da ukupni svetski genetički resursi biljaka za hranu i poljoprivredu u *ex situ* kolekcijama, u registrovanim bankama gena, iznose oko 6 miliona uzoraka. Oko polovine uzoraka u kolekcijama čini selekcionni materijal, oko trećine lokalne populacije i stare sorte, najmanje je divljih srodnika i divljih vrsta. Širom sveta ima oko 1.750 banaka gena, od kojih oko 130 ima više od 10.000 uzoraka. Takođe su značajne *ex situ* kolekcije u botaničkim vrtovima kojih postoji preko 2.500 širom sveta u kojima se uzgaja oko 80.000 biljnih vrsta. Banke gena se nalaze na svim kontinentima, ali ih ima relativno manje u Africi u poređenju sa ostatkom sveta (*The second report on the state of the world's PGRFA, 2009*). CGIAR ima najveću kolekciju germplazme poljoprivrednih biljaka na svetu, oko 741.000 uzoraka za 3.446 vrsta iz 612 rodova. Najveća nacionalna banka gena je američka, koja sadrži oko 450.000 uzoraka 85 najznačajnijih poljoprivrednih biljaka, a u celini obuhvata oko 10.000 biljnih vrsta. Velike nacionalne kolekcije germplazme ima Kina (400.000 uzoraka, 4.000 vrsta, najveća je kolekcija germplazme soje), Rusija (320.000 uzoraka, 2.500 vrsta) i Indija (200.000 uzoraka). U našoj zemlji nalazi se oko 25.000 uzoraka u *ex situ* kolekcijama.

Banke semena i banke gena u polju se razlikuju po vrstama koje čuvaju, veličini genskog pula, vrstama uzoraka i poreklu materijala. Oko 45% svih uzoraka u svetskim bankama gena su žitarice, slede leguminoze sa oko 15%, povrće sa 10%, krmno bilje 10%, voće 6-9%, uljani i vlaknasti usevi sa 2-3% (*The second report on the state of the world's*

*PGRFA, 2009*). Od ukupnog broja *ex situ* uzoraka žitarica i pseudo-žitarica, najveći broj (oko 77%) su uzorci pšenice, pirinča, ječma i kukuruza. Oko 55% svih uzoraka koji se čuvaju u bankama gena i za koje se zna zemlja porekla su autohtoni, tj. poreklom iz zemlje gde se kolekcija održava. Većina evropskih država poseduje objekte za čuvanje uzoraka na dugi, srednji i kratki rok, kao i banke gena u polju.

U arhipelagu Svalbard, između Norveške i Severnog pola, nalazi se Svalbard globalna banka semena. To je objekat koji je izgradila Norveška vlada, dizajniran da izdrži svaki test (i prirodne i katastrofe izazvanje delovanjem čoveka). U njemu se može smestiti oko 4.5 mil. uzoraka semena, a za sada ima oko 780.000 uzoraka za 840 vrsta. Svrha je, da se za budućnost čovečanstva sačuvaju seme i vegetativni delovi biljaka kao izvori gena i hrane. Seme se čuva u tzv. crnim kutijama koje se ne smeju niti otvoriti niti poslati bilo kome osim deponentu na njegov zahtev.

### **Upravljanje i korišćenje biljnih genetičkih resursa za hranu i poljoprivredu**

Banke gena igraju važnu ulogu u dugoročnom čuvanju biljnih genetičkih resursa za hranu i poljoprivredu (BGRHP). Gen banke širom sveta sadrže kolekcije genetičkih resursa biljaka za dugoročnu konzervaciju i za lakši pristup oplemenjivačima, istraživačima i drugim korisnicima. Sakupljanje germplazme kroz donaciju i razmenu je primarni pristup uspostavljanja genbanke. Međutim, njihov fokus nije samo na konzervaciji, takođe prikupljaju podatke o materijalu koji čuvaju, što omogućava korisnicima da izaberu najpogodniji materijal za upotrebu u njihovim programima oplemenjivanja ili istraživanja.

Kolekcije banaka biljnih gena su organizovane u sledeće segmente:

**1. Bazne kolekcije** se odnose na kolekcije

uzoraka i vegetativnih delova koje se čuvaju na duži rok kako bi se obezbedilo održavanje njihove genetičke identičnosti. Bazne kolekcije u semenu se skladište na  $-20^{\circ}\text{C}$  i obezbeđuju dugoročnu održivost materijala (više od 50 godina) kao sigurnost aktivnoj kolekciji.

**2. Aktivne kolekcije** su delovi osnovnih kolekcija sa kojima se radi i koje se redovno umnožavaju u polju, a koje su odmah dostupne za razmenu, evaulaciju i korišćenje. Aktivne kolekcije se čuvaju u uslovima koji obezbeđuju da vijabilnost uzorka ostane iznad 65% za period od 10-20 godina. Aktivne kolekcije se čuvaju pod uslovima od  $+4^{\circ}\text{C}$  i 20-30% relativne vlažnosti vazduha. U idealnom slučaju, one se održavaju u dovoljnoj količini da bi bile dostupne na zahtev.

**3. Sržne ili „core“ kolekcije** sadrže reprezentativne predstavnike različitih podgrupa u okviru kolekcije, predstavljaju ukupnu raznovrsnost vrste i pri tom obuhvataju oko 10% celokupne kolekcije.

**4. Duplikatne kolekcije**, kao sigurnosna mera, predaju se na čuvanje drugim institucijama.

**5. Gen kolekcije** sadrže genotipove sa specifičnim osobinama od interesa za istraživanje i razvoj.

Regeneracija germplazme je jedan od najvažnijih procesa upravljanja genbankom. Metode koje se koriste za regeneraciju značajno variraju u zavisnosti od vrste useva i njegovog reproduktivnog sistema. Biljni materijal se umnožava generativnim putem na otvorenom polju i u staklenim baštama ili klonski, vegetativnim delovima i mikropropagacijom.

Karakterizacija i evaulacija biljnih genetičkih resursa je neophodna za uspešnu konzervaciju i usmereno korišćenje. Karakterizacija genetičkih resursa označava opis karaktera koji su obično visoko nasledni, lako vidljivi i jednako izraženi u svim

sredinama. Glavni ciljevi karakterizacije germplazme su: opis uzoraka i identifikovanje duplikata, klasifikovanje uzoraka na osnovu usvojenih kriterijuma u grupe, identifikovanje uzoraka sa poželjnim agronomskim svojstvima, utvrđivanje međuodnosa između ili unutar svojstava i između geografskih grupa kultivara, procena stepena varijacija kolekcije.

Morfo-agronomska karakterizacija obuhvata analizu germplazme primenom deskriptora propisanih od strane IPGRI, UPOV-a ili drugih međunarodnih konzorcijuma, sa ciljem da se uzorci u kolekcijama opisuju na isti način kako bi poređenje uzoraka bilo verodostojnije. Sakupljene informacije tokom karakterizacije se deponuju u baze podataka, koje omogućavaju njihovu bolju organizaciju i efikasnije korišćenje. Biohemijska karakterizacija germplazme obuhvata analizu proteinskih frakcija ili drugih biohemijskih markera (antioksidansi), (Nikolic et al., 2005). I za ovu vrstu karakterizacije propisani su određeni deskriptori (od strane IPGRI za ispitivanje diverziteta germplazme; od strane *International Seed Testing Association* (ISTA) za kontrolu genetičke čistoće i kvaliteta semena). Molekularna karakterizacija germplazme obuhvata primenu različitih molekularnih markera (RFLP, RAPD, SSSR, AFLP, ITSs, SNPs) za ispitivanje genetičke varijabilnosti germplazme i identifikaciju regionalnih varijeteta i detekciju specifičnih markera za kontrolu integriteta kolekcije (Ignjatović et al., 2008; Lacić 2013), i ovi deskriptori su propisani od strane IPGRI. Ristić et al., (2013) su okarakterisali 21 lokalnu populaciju kukuruza zubana sa 15 morfoloških markera, 7 RAPD i 10 SSR markera. Viši nivo genetičkog diverziteta je utvrđen sa SSR markerima u odnosu na druga dva tipa primenjenih markera.

Börner et al. (2000) su analizirali

uzorke pšenice da ispituju njihov genetički integritet nakon 24 ciklusa regeneracije i preko 50 godina čuvanja u banci gena. Nisu našli kontaminacije, ali su identifikovali pojavu genetičkog drifta u jednom uzorku. Posebna i sve važnija uloga genetičke karakterizacije je identifikovanje korisnih gena u germplazmi (Anđelković et al., 2011).

Dokumentacija je od suštinskog značaja za upravljanje gen bankom kako bi se omogućilo efikasno korišćenje germplazme. Podaci o karakterizaciji i evaluaciji su od male koristi ako nisu adekvatno dokumentovani i inkorporirani u informacijski sistem koji može olakšati pristup podacima.

Jedan od glavnih ciljeva očuvanja biljnih genetičkih resursa je dostupnost genetičke raznolikosti za njihovu sadašnju i buduću upotrebu. Biljni genetički resursi su od značaja za oplemenjivanje i integralnu i organsku proizvodnju. Oplemenjivači koriste BGR kao početni materijal za ukrštanja u selekcionim programima u cilju stvaranja novih sorti, kao izvor gena ili direktno kao semenski ili sadni materijal. Šezdeset šest uzoraka germplazme različitih useva iz banke gena ICRISAT u Indiji je korišćeno direktno kao sorta u 44 države (Upadhyaya et al., 2008).

Identifikacija potencijalno korisnih gena, tj. pronalaženje superiornih genotipova koji poseduju visok potencijal za prinos, izraženiju otpornost na bolesti i štetočine, veću toleranciju na abiotički stres ili bolji nutritivni sastav zrna, je veoma zahtevno i skupo. Zato oplemenjivači uglavnom koriste svoje radne kolekcije koje uključuju adaptirani i poboljšani materijal, izbegavajući divlje srodnike, lokalne populacije i egzotični materijal koji se čuva u bankama gena (Vančetović et al., 2010). Globalni akcioni plan za očuvanje i održivo korišćenje biljnih genetičkih resursa za hranu i poljoprivredu (FAO, 1996) preporučuje

razvoj sržnih kolekcija kao jednu od aktivnosti potrebnih za efikasnije korišćenje biljnih genetičkih resursa. Braun (1989) je predložio da sržna kolekcija ne sadrži više od 10% celokupne kolekcije i uvek manje od 2000 uzoraka, što dozvoljava očuvanje oko 70% alela. Predoplemenjivanje (*pre-breeding*) je koncept koji predstavlja najbolju vezu između genetičkih resursa i oplemenjivačkih programa, obuhvata sve aktivnosti u cilju identifikacije poželjnih karakteristika i/ili gena iz neadaptiranog (egzotičnog ili poluegzotičnog) materijala, uključujući i adaptirani materijal, koji će biti pod nekim selekcionim pritiskom.

Lokalne populacije, genetički heterogene i adaptirane na specifične lokalne uslove, su bogat izvor gena za toleranciju na sušu, salinitet, visoke temperature, otpornost na bolesti ili poboljšani kvalitet (Drinić et al., 2012). Na pr. geni za patuljast rast (Rht1, Rht2) su ugrađeni u savremene sorte pšenice preko sorte Nordin 10 koja ih je nasledila iz lokalne japanske populacije *Shiro Daruma*.

Genetički resursi se takođe koriste u genetičkim i biotehničkim istraživanjima. Molekularnom karakterizacijom autohtonih sorti i divljih srodnika i primenom genomike mogu da se identifikuju brojni geni i dobiju specifične sekvence DNK za željena svojstva koja metodama molekularnog oplemenjivanja ili genetičkog inženjeringa mogu da se prenesu u savremene sorte i hibride. U izvesnom stepenu, BGR se koriste u narodnoj medicini, kulinarskom, ishrani, prehrambenoj industriji i turizmu. Na lokalnim tržištima postoji potreba za tradicionalnim sortama zbog njihovog specifičnog ukusa i kvaliteta.

Biljnim genetičkim resursima za hranu i poljoprivredu se na globalnom nivou posvećuje sve veća pažnja zbog presudne uloge u oblasti sigurnosti u hrani. Usvajanje Rimske Deklaracije o svetskoj sigurnosti u

hrani, Plana akcije svetskog samita o hrani (Rim, 1996), kao i usvajanje Globalnog plana akcije za očuvanje i održivo korišćenje BGRHP (1996), pruža međunarodno dogovorene okvire za *in situ* i *ex situ* očuvanje, korišćenje biljnih genetičkih resursa i jačanje kapaciteta institucija. Drugi globalni plan akcije (FAO, 2011) jača stalnu posvećenost međunarodne zajednice biljnim genetičkim resursima koji su od vitalnog značaja za ljudski prosperitet, promoviše održivo korišćenje, odnosno ekonomski održiv sistem koji stvara ravnotežu između očuvanja i korišćenja BGR i definiše međunarodno dogovorene prioritete kojima bi se otklonili nedostaci i upućuje na nove potrebe koje su prepoznate u Drugom izveštaju o stanju BGRHP (FAO, 2009), a u svetlu novih izazova: klimatskih promena i nedostatka hrane u svetlu.

Najznačajniji međunarodni dokumenti za oblast upravljanja BGRHP su: Konvencija o biodiverzitetu (CBD), Međunarodni Ugovor o biljnim genetičkim resursima za hranu i poljoprivredu FAO ITPGRFA, Globalni plan akcije FAO, Drugi Globalni plan akcije (GPA 2), Nagoya protokol pri CBD EU direktive koje se odnose na BGRHP. U regionu, Evropi i svetlu, rad na biljnim genetičkim resursima, koji predstavljaju deo nacionalnog prirodnog bogatstva, odvija se kroz nacionalne programe. U Srbiji su u pripremi Zakon o upravljanju biljnim genetičkim resursima za hranu i poljoprivredu i Nacionalni program očuvanja biljnih genetičkih resursa, a trenutno je ova oblast regulisana podzakonskim aktima više postojećih zakona (Savić Ivanov, 2015). Pravilnik o podsticajima za očuvanje biljnih genetičkih resursa (Sl. glasnik Republike Srbije br. 85/13) bliže propisuju vrste podsticaja za očuvanje biljnih genetičkih resursa: uslove, način ostvarivanja prava na podsticaje, obrazac zahteva za ostvarivanje prava na podsticaje, kao i maksimalni iznosi podsticaja po korisniku

i vrsti podsticaja.

Naša zemlja je, pod koordinacijom Banke biljnih gena, aktivno doprinela pripremi Drugog izveštaja o stanju BGRHP u svetlu izradom nacionalnog izveštaja o BGRHP, a takođe se i obavezala da će aktivno sprovoditi Drugi globalni plan akcije.

### **Stanje biljnih genetičkih resursa za hranu i poljoprivredu u Srbiji**

Srbiju karakteriše bogata i raznovrsna prirodna baština sa velikim brojem biljnih i životinjskih vrsta, što je čini jednim od najvažnijih područja biodiverziteta u Evropi. Divlji srodnici gajenih biljaka, oko 1.000 vrsta u Srbiji, se nalaze u prirodi, a manji broj se čuva u kolekcijama germplazme. BGRHP Srbije predstavljaju deo raznovrsnosti nacionalne flore. U Srbiji se za hranu i komercijalnu poljoprivrednu proizvodnju koriste 193 vrste biljaka, koje se označavaju kao mandatne vrste podeljene u sledeće grupe: žitarice (12 vrsta), industrijske biljke (19 vrsta), krmne biljke (43 vrste), povrće (71 vrsta), voće i vinova loza (48 vrsta). U našoj zemlji je zvanično registrovano i preko 400 vrsta lekovitih biljaka. Koliki je tačan broj BGR u Srbiji nije tačno poznato jer ne postoji Nacionalni inventar BGR. Procenjuje se da se čuva oko 25.000 uzoraka sorti, starih i lokalnih populacija gajenih biljaka u obliku semena i oko 3.500 uzoraka voća i vinove loze u kolekcijama *ex situ*. U Srbiji postoji oko 20 kolekcija smeštenih u Nacionalnoj banci biljnih gena i institutima.

U Srbiji, na poljima individualnih proizvođača (*on farm*) se gaji preko 2000 autohtonih i lokalnih populacija, a deo se čuva *ex situ*. Veliki broj populacija krmnih biljaka i divljih srodnika se nalazi i u *in situ* i *on farm* uslovima. S obzirom da je proizvodnja lokalnih populacija neekonomična, uglavnom se održavaju stabla voća i vinove loze čiji

su troškovi održavanja niski, kao i lokalne populacije sa specifičnim svojstvima za koje postoji tržište.

Jedan od najvećih izazova sa kojima se suočava Srbija, kao i sve druge zemlje bogate biodiverzitetom jeste očuvanje, popis, sakupljanje, karakterizacija, evaluacija, dokumentacija i održivo korišćenje ovih vrednih resursa. Prepoznajući ogroman značaj očuvanja BGRHP, Vlada Republike Srbije je Zakonom o bezbednosti hrane (Službeni glasnik RS br. 41/09) osnovala Banku biljnih gena (BBG). Srbija je takođe svesna ključne uloge naučnih, istraživačkih i obrazovnih institucija u razvoju novih biljnih sorti koje bi trebalo da zadovolje potrebe proizvođača i potrošača.

Uzorci Nacionalne kolekcije biljnih genetičkih resursa, koja je dugi niz godina uslužno čuvana u Institutu za kukuruz, zvanično su 31. marta 2015. godine preneti u hladne komore Nacionalne banke biljnih gena, gde su se stekli svi tehnički uslovi za srednjeročno čuvanje na +4°C i dugoročno čuvanje na -20°C. Na taj način je aktivirana

BBG Srbije, posle više od 20 godina od kako je za te namene sagrađen kompleks za potrebe BBG Jugoslavije.

U Banci biljnih gena se čuva 4300 uzoraka za 249 biljnih vrsta: žitarice i kukuruz (2983 uzorka - 7 vrsta), industrijsko bilje (387 uzoraka - 6 vrsta), povrće (214 uzoraka - 11 vrsta), krmno bilje (285 uzoraka - 9 vrsta), lekovito i aromatično bilje (389 uzoraka - 216 vrsta). Institucije u Srbiji koje čuvaju aktivne kolekcije i koje su budući učesnici Nacionalnog programa za očuvanje biljnih genetičkih resursa su: Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd; Poljoprivredni fakultet, Beograd; Biološki fakultet, Beograd; Biološki institut „Siniša Stanković“, Beograd; Institut za lekovito bilje „Dr Josif Pančić“, Beograd; Institut „Tamiš“, Pančevo; Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad; Poljoprivredni fakultet, Novi Sad; Biološki fakultet, Novi Sad; Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka; Institut za krmno bilje Kruševac; Centar za strna žita, Kragujevac; Institut za voćarstvo, Čačak; Centar za vinogradarstvo i vinarstvo, Niš.

Prema proceni, u ex situ kolekcijama

*Tabela 1. Broj ex situ čuvanih uzoraka važnijih poljoprivrednih biljnih vrsta u svetu i Srbiji*  
*Table 1. Number of ex situ samples of important crops in world and Serbia*

Vrsta	Svet	Srbija
pšenica	784.500	5.759
ječam	485.000	2.277
ovas	222.500	1.015
raž	27.000	93
tritikale	40.000	250
sirak	168.500	260
kukuruz	277.000	506
soja	174.500	1.469
pasulj	268.500	19
suncokret	29.500	696
šećerna repa	24.000	390



u Srbiji se čuva oko 10.200 uzoraka žita (Tab. 1), najviše je zastupljena pšenica, a najveća kolekcija je u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Najveće kolekcije kukuruza se čuvaju u Institutu za kukuruz (5806) i NBG (2184). U okviru 19 vrsta industrijskog bilja, oko 3.300 uzoraka se čuva u NBBG i Institutu za ratarstvo i povrtarstvo, a oko 5000 uzoraka krmnog bilja u NBBG i Institutu za krmno bilje u Kruševcu. U Institutu za povrtarstvo u Smederevskoj Palanci, Institutu za ratarstvo i povrtarstvo i NBBG se čuva oko 3.600 uzoraka povrća, a najveće kolekcije voća su na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu, Institutu za voćarstvo u Čačku, Poljoprivrednom fakultetu u Beogradu. Kolekcije lekovitog i aromatičnog bilja obuhvataju oko 1.000 uzoraka preko 230 vrsta i sastoje se od biljaka u polju, kolekcije semena i kultura *in vitro*.

### Zaključak

Pored vazduha, vode i zemljišta, biljni genetički resursi predstavljaju jednu od najznačajnijih komponenata prirodnih resursa i osnovu razvoja poljoprivrede. Pitanje njihovog očuvanja je od posebnog značaja zbog nastalih klimaskih promena, pojave novih bolesti i štetočina, proizvodnje hrane i očuvanja biodiverziteta. Lokalne populacije, stare sorte i divlji srodnici, su neophodan genetički resurs za obezbeđivanje selekcionog progressa i održive globalne produkcije hrane dobrog kvaliteta i dovoljne količine za današnje i buduće potrebe čovečanstva. Srbija kao država učestvuje u svim domaćim i međunarodnim instrumentima za očuvanje, usmereno upravljanje i korišćenje biljnih genetičkih resursa i smatra da se međunarodne obaveze u pogledu poljoprivrede i biodiverziteta, kao i intelektualne svojine i trgovine međusobno podržavaju.

### Literatura

- Andelkovic V, Kravic N, Vancetovic J, Dragicevic V, Drinic Mladenovic S (2011): Maize landraces as a natural source of beneficial traits. Proceeding of the 4th International scientific conference, Vukovar, Croatia, 1-3.06.2011, pp. 37-45.
- Babic V, Ivanovic M, Babic M (2012): The Origin and evolution of maize and its introduction into South-Eastern Europe. Field and Vegetable Crops Research, 49: 92-104.
- Börner A, Chebotar S, Korzun V (2000): Molecular characterization of the genetic integrity of wheat (*Triticum aestivum* L.) germplasm after long-term maintenance. Theor. Appl. Genet., 100: 494-497.
- Brown AHD (1989): Core Collection: a practical approach to genetic resources management. Genome, 31: 818-824.
- Dimitrijević M, Petrović S, Cimpeanu C, Bucur D, Belić M (2011): Cereals and Aegilops genus biodiversity survey in the west Balkans: Erosion and preservation. Journal of Food, Agriculture & Environment, 9 (3-4): 219-225.
- Drinic Mladenovic S, Andjelkovic V, Ignjatovic Micic D (2012): Genetic Diversity of Maize Landraces as Sources of Favorable Traits, The Molecular Basis of Plant Genetic Diversity, Prof. Mahmut Caliskan (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/33057. Available from: <https://www.intechopen.com/books/the-molecular-basis-of-plant-genetic-diversity/genetic-diversity-of-maize-landraces-as-sources-of-favorable-traits>
- Elina O, Heim S, Roll-Hansen N (2005): Plant breeding on the front: Imperialism, war,

- and exploitation. *Osiris*, 161-179.
- FAO (1996): Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture, prepared for the International Technical Conference on Plant Genetic Resources, Leipzig, Germany, 17–23 June 1996. Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations.
- FAO (2011): Second report on the state of the world's plant genetic resources for food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). available at <http://www.fao.org/docrep/013/i1500e/i1500e.pdf>.
- Ignjatovic-Micic D, Drinic SM, Nikolic A, Jancic VL (2008): SSR-analysis for genetic structure and diversity determination of maize local populations from former Yugoslavia territories. *Russian Journal of Genetics*, Vol. 44 (11): 1317–1324.
- Keserović Z, Gvozdenovic D, Cindrić P, Papić Đ, Korać N, Ognjenov V, Ninić-Todorović J, Kuljančić I, Golišin B, Cerović S, Medić M, Magazin N, Bijelić S (2007): Naučno-istraživački rad u Institutu za voćarstvo i vinogradarstvo u Novm Sadu (1947-2007). *Contemporary agriculture*, 56: 1-17.
- Lâcis G (2013): Characterisation of Latvia fruit crop genetic resources by application of molecular markers. *Genetics methods proceedings of the Latvian academy of sciences. Section B*, Vol. 67 (2),(683): 84–93.
- Nikolic A, Srebric M, Drinic Mladenovic S (2005): Genetic similarity of soybean genotypes revealed by seed protein. *Selekcija i semenarstvo*, Vol. 11 (1-4): 57-61.
- Ristić D, Babić V, Anđelković V, Vančetović J, Mladenović Drinić S, Ignjatović Micić D (2013): Genetic diversity in maize dent landraces assessed by morphological and molecular markers. *Genetika*, Vol 45 (3): 811-824.
- Sabadoš V, Hrustić M, Sekulić O, Boca Z, Forgić G (2008): Pilot projekat “Sačuvajmo i zaštitimo stare vojvođanske sorte povrća”. *Selekcija i semenarstvo*, Vol. 14 (1-4): 49-52.
- Savić Ivanov M (2015): Zakon o upravljanju biljnim genetičkim resursima. VIII Naučno-stručnog skupa iz selekcije i semenarstva Društva selekcionera i semenara Republike Srbije 28. i 29. Maj 2015, Beograd.
- Simeonovska E, Gadžo D, Jovović Z, Murariu D, Kondić D, Mandić D, Fetahu S, Šarčević H, Elezi F, Prodanović S, Rozman L, Veverita E, Kolev K, Antonova N, Thörn E (2013): Collecting local landraces of maize and cereals in South Eastern Europe during 2009 and 2010. *Rom Agric Res*, 30: 1-7.
- Stevanović V, Vasić V (eds.) (1995): *Biodiverzitet Jugoslavije sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja*. Ecolibri, Beograd, Biološki fakultet, Beograd.
- Taba S, Shands HL, Eberhart SA (2005): The growth of CIMMYT's maize collection with the introduction of Latin American maize landrace accessions through the cooperative regeneration project, 1993\_2003. In S. Taba (Ed.), *Latin American Maize Germplasm Conservation: Regeneration, In situ Conservation, Core Subsets, and Prebreeding; Proceedings of a Workshop held at CIMMYT, April 7\_10, 2003* (pp. 1e8). Mexico, D.F.: CIMMYT.

- Tomić Z, Sokolović D, Radović J, Lugić Z (2010): Genetic resources in Serbia, main aspect on forages (Serbia). *Biotechnology in Animal Husbandry*, 26 (spec.issue): 115-131.
- Upadhyaya HD, Gowda CLL, Sastry DVSSR (2008): Plant genetic resources management: collection, characterization, conservation and utilization. *Journal of SAT Agricultural Research*, 6: 1-15.
- Vančetović J, Mladenović Drinić S, Babić M, Ignjatović-Mićić D, Andjelković V (2010): Maize genebank collections as potentially valuable breeding material. *Genetika*, 42: 9-21.
- Vavilov N (1992): *Origin and geography of cultivated plants*. Cambridge University Press.
- Weise S, Oppermann M, Maggioni L, van Hintum T, Knupffer H (2017): EURISCO: The European search catalogue for plant genetic resources. *Nucleic Acids Research*, Vol. 45, (Database issue): D1003–D1008.

## **PLANT GENETIC RESOURCES FOR FOOD AND AGRICULTURE - MANAGEMENT AND UTILIZATION**

Snežana Mladenović Drinić i Milena Savić Ivanov

### **Summary**

Plant genetic resources are a reservoir of genetic diversity and valuable material for the development of new cultivars adapted to climatic changes, tolerant to abiotic stress, pest and diseases, and with improved nutritional quality. These resources involve varieties, landraces, wild species, wild relatives, and mutants for use for food and agriculture. Conservation, sustainable management and use of plant genetic resources are of particular importance with regard to the modernization of agriculture that led to the disappearance or significant decrease in the number of indigenous populations. About 7.4 million samples are kept within gene banks, on field and *in vitro*. Out of this number, a quarter of the samples are duplicates in a number of collections. The stated number of plant samples is complemented by over 2,500 botanical gardens worldwide, where it is grown over a third of all known plant species and maintain the important herbarium and carpological collections. Conservation of plant genetic resources is regulated by a number of international and national legal documents. Plant genetic resources can be used in breeding programs as a source of specific genes for the development of new varieties, adapted to the new environmental conditions and to expand the genetic base of breeding material, as well as food, in food industry, traditional medicine and tourism.

**Key words:** gene bank, genetic resources, conservation and utilization, management

Primljen: 30.08.2017.

Prihvaćen: 20.09.2017.