

Ciljevi, metode i dostignuća u oplemenjivanju voćaka i vinove loze

Dragan Nikolić¹, Vladislav Ognjanov², Nada Korac², Vera Rakonjac¹

¹*Poljoprivredni fakultet, Zemun–Beograd, Srbija*

E-mail: nikolicd@agrif.bg.ac.rs

²*Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Srbija*

Primljeno 16. marta, 2009; prihvaćeno 1. aprila, 2009.

Rezime. U radu su prikazani najvažniji ciljevi, metode i dostignuća u oplemenjivanju voćaka i vinove loze. Među ciljevima oplemenjivanja posebno su istaknuti prinos, kvalitet i otpornost prema izazivačima bolesti i štetočinama. Pored njih dat je i prikaz pojedinih specifičnih ciljeva. Od metoda oplemenjivanja u prvom redu obrađene su konvencionalne i nove metode biotehnologije. Određena pažnja usresređena je i na brojne pomoćne metode, koje u kombinaciji sa konvencionalnim, doprinose bržem ostvarivanju postavljenih ciljeva. Dostignuća mnogih oplemenjivačkih programa pokazala su da su planskim radom na oplemenjivanju stvorene brojne privredno značajne sorte i podloge kod svih vrsta voćaka i vinove loze. Mnoge od njih potiskuju iz proizvodnje standardne sorte i zauzimaju odgovarajuća mesta u novim zasadima. Sve ovo ukazuje da oplemenjivački rad kako u svetu tako i u našoj zemlji treba dalje nastaviti, jer samo nove sorte i podloge velikog genetičkog potencijala mogu, uz odgovarajuće druge uslove, obezbediti visok dohodak u voćarskoj i vinogradarskoj proizvodnji.

Ključne reči: vrste voćaka, vinova loza, germplazma, oplemenjivanje, ciljevi, metode, rezultati.

Uvod

Velikim brojem primera do sada pokazano je da visoka i kvalitetna proizvodnja voća i grožđa zavisi prvenstveno od rezultata oplemenjivanja tj. potencijala gajene sorte. Sorta u kombinaciji sa podlogom je osnova savremenog voćarstva i vinogradarstva. Skoro sve sorte koje su danas zastupljene u voćarsko-vinogradarskoj proizvodnji stvorene su radom na oplemenjivanju. Geni koje sadrži sorta utiču na prinos, kvalitet, otpornost prema izazivačima bolesti i štetočinama, odnos prema spoljašnjoj sredini i svim agrotehničkim merama koje se primenjuju od sadnje do berbe, kao i na procese posle berbe. Zato, unapređenje genetičkog potencijala gajenih sorti, uz sve veći napredak agro-

tehnike predstavlja osnov sigurnosti u ishrani stanovništva.

Razvoj oplemenjivanja voćaka i vinove loze te kao je uporedo sa razvojem civilizacije. Od prvobitnih zahteva primitivnog čoveka da na raspolaganju ima dovoljnu količinu hrane bez obzira na njen kvalitet, danas se došlo do savremenih potreba za sortama sa visoko privredno-tehnološkim osobinama. U vremenu modernog oplemenjivanja treba imati u vidu i činjenicu da je veliki napredak u ovoj oblasti postignut zahvaljujući vrednim otkrićima naučnika iz ranijeg perioda. Nerealno je izdvojiti samo otkrića na biljkama, jer su i otkrića na drugim organizmima takođe doprinosila razvoju oplemenjivanja voćaka i vinove loze. Tako je za samo jedan vek, od prvih otkrića u vezi po-

stojanja gena, čovečanstvo došlo do sekvenci celih gena i nesagledivih mogućnosti njihovog unapređenja. Današnji oplemenjivački programi su interdisciplinarni. Oplemenjivanje se u prvom redu oslanja na genetiku i predstavlja primenjenu genetiku, zatim na botaniku, fiziologiju, biohemiju, fitopatologiju, entomologiju, ekologiju, molekularnu biologiju i druge naučne discipline.

Stvaranje novih sorti i podloga voćaka i vinove loze je dugotrajan i neizvestan posao zbog veoma kompleksne reproduktivne biologije mnogih vrsta (samobesplodnost, heterozigotnost, poliploidnost, dug juvenilni period itd.). Pozitivni rezultati oplemenjivanja mogu zato da se osele tek nakon dugog perioda rada, pošto proces stvaranja svake nove sorte ili podloge traje obično 15 do 20 godina (Mišić, 2002).

Iako je do sada kod skoro svih vrsta voćaka i vinove loze stvoren bogat fond sorti i podloga, on još uvek ne zadovoljava savremene kriterijume ekonomičnog gajenja i potrebe za potrošnjom voća i grožđa. Zbog toga se u mnogim zemljama sveta, stvaranju novih sorti i podloga voćaka i vinove loze posvećuje velika pažnja. Najvažniji izazov za oplemenjivače predstavljaju sorte koje će sa jedne strane zadovoljiti potrošače voća i grožđa i prerađivačku industriju, a sa druge strane doneti ekonomsku dobit proizvođačima. Da bi se stvorile takve sorte neophodno je da se raspolaze velikom genetičkom varijabilnošću početnog materijala, jasno postavljenim ciljevima oplemenjivanja i odgovarajućim metodama rada. Imajući sve to u vidu, u ovom radu dat je kratak prikaz najvažnijih ciljeva, metoda i dostignuća u oplemenjivanju voćaka i vinove loze kako u svetu tako i u našoj zemlji.

Ciljevi oplemenjivanja voćaka i vinove loze

U oplemenjivanju voćaka i vinove loze postoji onoliko ciljeva koliko ima ideja i potreba za poboljšanjem osobina biljaka. Osnovni ciljevi oplemenjivanja su povećanje prinosa, poboljšanje kvaliteta i povećanje otpornosti prema izazivačima bolesti i štetočinama. Povećanje prinosa se često realizuje popravkom morfoloških i anatomskih osobina. Tako se vrši oplemenjivanje na povećanje broja plodova, povećanje krupnoće ploda, smanjenje habitusa, povećanje debljine letorasta itd. Cilj mnogih oplemenjivača je da povećanje prinosa biljaka ostvare i kroz veću efikasnost fotosinteze, bolje iskorišćavanje hraniva i bolji sklop biljaka.

Poboljšanje kvaliteta voćaka i vinove loze odnosi se najčešće na povećanje sadržaja šećera, organskih kiselina, vitamina, proteina, ulja i drugih jedinjenja u plodu (Mišić, 1987). U širem smislu, poboljšanje kvaliteta zavisi od namene, tako da se često stvaraju sorte sa produženim sazrevanjem, sa besemenim plodovima, sorte za preradu ili za korišćenje u svežem stanju. U mnogim slučajevima oplemenjivanje ima za cilj da se postigne određeni ukus (kiseo, sladak, gorak), miris, aroma, čvrstina, hrskavost i sočnost mezokarpa, sposobnost čuvanja, transportabilnost ili da se stvore sorte određene boje i forme koje bolje prolaze na tržištu.

Posebno značajan cilj oplemenjivanja je dobijanje otpornih sorti prema biotičkim i abiotičkim stresnim faktorima (Brown, 2003; Dosba, 2003; Mehlenbacher, 2003). Od novih sorti često se traži da poseduju gene koji obezbeđuju otpornost na prouzrokovane bolesti (gljive, bakterije i virusi) i štetočine. Stvaranje otpornih sorti može tako omogućiti uspešno gajenje voćaka i vinove loze sa manje pesticida, odnosno čistiiju čovekovu sredinu i dobijanje zdravijih plodova. Naravno, osim ovog humanog, rad na stvaranju otpornih sorti ima i vrlo veliki ekonomski značaj, jer bi gajenje ovakvih sorti bilo stabilnije i jeftinije. Pored otpornosti prema biotičkim faktorima, često se stvaraju i sorte koje ispoljavaju tolerantnost na abiotičke stresne faktore, najčešće sušu i izmrzavanje.

Oplemenjivači voćaka i vinove loze teže takođe da stvore sorte prilagođene određenim proizvodnim uslovima. Tako se stvaraju sorte koje dobro reaguju na određeni tip đubrenja ili na druge mere nege, sorte koje se lako beru itd. Oplemenjivanje se vrši i u skladu sa zahtevima mehanizacije na poslovima oko rezidbe i berbe. S druge strane, cilj oplemenjivanja može biti i stvaranje sorti prilagođenih za organsku proizvodnju pri kojoj se neće koristiti mehanizacija i zaštitna sredstva.

U mnogim slučajevima oplemenjivanjem se poboljšavaju i fiziološke karakteristike biljke i dobijaju nove sorte sa ranijim ili kasnijim sazrevanjem, dužim cvetanjem, plodonošenjem i slično. Raznolikost vegetativnih formi, anatomskih struktura i boje cvetova su važni ciljevi oplemenjivanja ukrasnih formi primenljivih u pejzažnoj arhitekturi i za gajenje na okućnicama. Poslednjih decenija stvaraju se i sorte voćaka i vinove loze koje nose gene udaljenih vrsta, često bakterija ili životinja, pa biljke na taj način postaju fabrike za proizvodnju vlakana životinjskog porekla, jestivih vakcina itd.

Prioritetni ciljevi u oplemenjivanju podloga su njihovo dobro ukorenjavanje, odsustvo stvaranja izda-

naka, dobar afinitet sa okalemljenim sortama i otpornost prema nepovoljnim biotičkim i abiotičkim stresnim faktorima (Mišić, 1984; Beckman i Lang, 2003; Grauke i Thompson, 2003; Webster, 2003). Nove podloge moraju takođe da regulišu bujnost okalemljene sorte, njeno rano stupanje u plodonošenje, redovnu rodnost kao i veličinu i kvalitet ploda po merilima savremenog tržišta.

Metode oplemenjivanja voćaka i vinove loze

Za ostvarenje postavljenih ciljeva, u oplemenjivanju voćaka i vinove loze koriste se konvencionalne metode (hibridizacija, mutacije i selekcija), nove metode biotehnologije (organogeneza, somatska embriogeneza, kultura antera, kultura embriona, fuzija protoplasta, genetičke transformacije i somaklonalna varijabilnost) i mnoge pomoćne metode.

Najznačajnija i najraširenija metoda za stvaranje novih sorti i podloga voćaka i vinove loze je hibridizacija (Mišić, 1987; Avramov, 1991). U odnosu na način izbora roditelja najčešće se koriste različite metode divergentnog i konvergentnog ukrštanja, a u odnosu na filogenetsku srodnost intraspecies, interspecies i intergenus hibridizacija. Veoma važan metod u oplemenjivanju voćaka i vinove loze putem hibridizacije je i inbriding naročito kod breskve, kajsije, višnje, baštenske jagode, maline, crne ribizle, borovnice i vinove loze. Sa druge strane heterozis je kod voćaka i vinove loze relativno slabo proučen. Često se javlja pri intraspecies i interspecies hibridizaciji kod šljive, trešnje, višnje, oraha, pitomog kestena i vinove loze. Planska hibridizacija pored toga što predstavlja put za dobijanje superiornih genotipova predstavlja i značajan put u stvaranju genetičke varijabilnosti za potrebe oplemenjivanja.

Za stvaranje novih sorti voćaka i vinove loze koriste se i metode mutacionog oplemenjivanja. Spontane mutacije u voćarstvu i vinogradarstvu su od izuzetnog značaja jer su na taj način postale mnoge poznate sorte. Ove mutacije se češće javljaju kod heterozigotnih, više rasprostranjenih, starijih i poliploidnih vrsta voćaka kao što su jabuka, kruška, domaća šljiva i breskva kao i kod vinove loze. Pored spontanih u voćarstvu i vinogradarstvu se često koriste i indukovane mutacije. Različitim fizičkim i hemijskim agensima tretiraju se pojedini delovi biljke čime se direktno utiče na hromozome i gene tj. promenu nasledne osnove biljke. Na žalost, većina ovih mutacija je štetna za ži-

vot ćelije i čitavog organizma, pa je često potreban veoma dug put od indukovanja mutacija do izdvajanja pozitivnih mutanata.

Selekcija se kao najpoznatiji, klasični oplemenjivački metod primenjuje još iz vremena domestikacije divljih formi. Ovaj metod je danas razrađen u mnogim oblicima, kao što su masovna i individualna, pozitivna i negativna, jednostruka i višestruka selekcija. U voćarstvu i vinogradarstvu je veoma značajna i klonska selekcija koja predstavlja odabiranje u okviru klona koji je mutirao. Postupak za obezbeđenje pozitivnih klonova voćaka i vinove loze nezaraženih virusima podrazumeva pre svega odabiranje genetički najboljih klonova, a zatim njihovo testiranje na prisustvo poznatih ili bar ekonomski najštetnijih virusa. Ako se testiranjem ne pronađe ni jedan klon bez virusa pribegava se postupku za ozdravljenje klonova.

Metode biotehnologije kao što su: organogeneza, somatska embriogeneza, kultura antera i kultura embriona kojima se postiže regeneracija celih biljaka imaju veliku praktičnu primenu kako kod voćaka tako i kod vinove loze. Regeneracija voćaka i vinove loze iz kulture tkiva dozvoljava i selekciju somaklonalnih varijanti kao i razvoj biljaka nastalih fuzijom protoplasta ili genetičkim inženjeringom. Do sada je genetičko inženjerstvo voćaka i vinove loze rađeno sa dosta limitiranim uspehom, ali u budućnosti puno obećava. Za razliku od metoda konvencionalnog oplemenjivanja koje uključuje kombinovanje nekoliko stotina ili hiljada gena, genetičko inženjerstvo omogućuje transfer jednog ili nekoliko željenih gena u biljci domaćinu. Danas postoji na stotine transgenih sorti različitih vrsta biljaka. Pošto je javnost podeljena po pitanju njihovog uvođenja u proizvodnju, jer jedni ukazuju na njihov značaj za unapređenje poljoprivrede, a drugi na opasnosti od njihove primene, postoje zemlje u kojima je dozvoljeno korišćenje GM sorti (SAD, Argentina, Brazil, Australija, Kanada, Kina, Indija itd.) i suprotno tome, zemlje u kojima je zabranjena proizvodnja GM sorti.

Glavni ciljevi genetičke transformacije kod jabučastih vrsta voćaka su povećanje otpornosti prema prouzročivačima bolesti i štetočinama i poboljšanje dužine vremena čuvanja plodova. Ciljni geni koji se koriste za transformaciju jabuke i kruške posredstvom roda *Agrobacterium* su: *ICP* geni (insecticidal crystal-line proteins) iz *Bacillus thuringiensis* i *cpTi* gen (trypsin inhibitor protein) u cilju povećavanja otpornosti prema štetočinama; geni za litičke peptide koji povećavaju otpornost prema bolestima prouzrokovanim bakterijama; antisens geni koji usporavaju omekša-

vanje plodova i geni za hitinaze koje povećavaju otpornost prema bolestima prouzrokovanim gljivama. Razmatraju se i mogućnosti genetičke transformacije jabuke genima otpornosti prema herbicidima kao i genima otpornosti prema virusima (Martin, 1995).

Baldoni i Rugini (2002) navode da geni koji se unose u pojedine vrste koštičavih voćaka mogu biti poreklom ili od mikroorganizama (*cp*, proteinski omotač; *rol*, za bolje ožiljavanje korena od *Agrobacterium rhizogenes*; *bar*, izolovan od *Streptomyces hygroscopicus* koji kontroliše rezistentnost na herbicid Basta) ili od biljaka (*phyA*, fitohrom gen iz pirinča, ili *ipt*, gen koji kodira fitohormon enzim). Ciljevi genetičkih transformacija kod oraha odnose se takođe na povećanje otpornosti prema prouzrokovateljima bolesti i štetočinama (*Cydia pomonella* (L.), nematode, *Cherry leafroll* virus, *Phytophthora*, *Aspergillus flavus*), a jedan od osnovnih ciljeva genetičkih transformacija podloga je i njihovo bolje ožiljavanje.

U genom jagode je inkorporirano, ili se vrše pokušaji ubacivanja gena koji kontrolišu osobine kao što su: partenokarija, otpornost na gljivične bolesti i insekte, porast biljaka i otpornost na herbicide. Sistem za genetičku transformaciju kod kupine razvili su Hassan et al. (1993), kod maline Mathews et al. (1995), a kod crne ribizle Graham i McNicol (1991). Fischer et al. (2004) navode da su glavni ciljevi genetičkih transformacija kod vinove loze povećanje otpornosti na bolesti i štetočine, tolerantnost na stres (hladnoću i loše zemljišne uslove), poboljšanje kvaliteta ploda, samooplodnost, rano ili pozno vreme sazrevanja, besemenost itd.

Pored metoda koje se odnose na sam proces stvaranja sorti u oplemenjivanju voćaka i vinove loze koriste se i brojne pomoćne metode. Za održavanje biljnog materijala u bankama gena često se koristi metod krioprezervacije. Tako, germplazma roda *Ribes* može dugo da se očuva na niskoj temperaturi tečnog azota (-196°C). Stushnoff (1991) navodi da se krioprezervacija kao metod skladištenja genetičkog materijala veoma uspešno primenjuje i kod šljive, a Snir (1988) preporučuje primenu paklobutrazol-a za *in vitro*, hladno čuvanje germplazme trešnje.

Pojedinim metodama kulture tkiva najčešće se eliminišu važniji virusi u materijalu za propagaciju i vrši propagacija čistog materijala kako za testiranje tako i za komercijalne svrhe. Može se reći da skoro nema vrste voćaka kod koje se ne može primeniti uspešna mikropropagacija. Tako je protokol za brzo razmnožavanje šljive (*Prunus domestica* L.) mikropropagacijom *in vitro* opisan od strane Ružić i Vujović

(2007). Kod vinove loze procedure multiplikacije izdanka sumirane su od strane Bouquet-a (1989). Sve ove procedure stvaraju uglavnom genetički stabilne biljke identične sa originalnim genotipom.

U oplemenjivačkom radu veoma je bitna i analiza osobina koja se vrši brojnim mernim metodama, histološko-citološkim metodama, metodama svetlosne, fluorescentne i elektronske mikroskopije, metodama analitičke hemije, tehnološkim metodama itd. U cilju praćenja promena osobina na fenotipskom nivou koriste se metode kvantitativne i populacione genetike i biometrike, a za povezivanje fenotipskih promena sa genetičkom osnovom biljaka, koriste se metode molekularne genetike, citogenetike, radiologije i statistike. Falconer (1981) navodi da se za objašnjenje varijabilnosti osobina, naročito onih sa složenom determinacijom primenjuju različite biometrijske metode. U genetičkoj analizi posebna pažnja se posvećuje utvrđivanju komponenti varijabilnosti i koeficijenta heritabilnosti određene kvantitativne osobine (Nikolić, 2006; Nikolić et al., 2007 b). Za utvrđivanje genetičke divergentnosti ispitivanog materijala na osnovu većeg broja osobina najčešće se koriste multivariacione analize i klaster analiza kao jedna od njih (Nikolić et al., 2005 a; Nikolić i Rakonjac, 2007; Rakonjac i Nikolić, 2008).

Mnoge pojave u kvantitativnoj genetici teško se međutim mogu objasniti samo na osnovu rezultata biometrijske procene, ukoliko ne postoje i dodatne informacije o genima koji kontrolišu te osobine. Zato se u ovu svrhu vrši identifikacija lokusa za kvantitativne osobine (QTL – Quantitative Trait Loci) na osnovu polimorfizma koji se javlja u dužini restrikcionijskih fragmenata (RFLP), a koji se u ovom slučaju koriste kao genetički markeri. Molekularni markeri povezani sa važnijim osobinama omogućavaju i ranu detekciju željenih genotipova u populacijama sejanaca (Marker Assisted Selection – MAS).

Za ispitivanje identiteta sorti kao i odnosa između klonova najčešće se koriste izoenzimi i različiti molekularni markeri. Varijabilnost izoenzimskih sistema kod pojedinih vrsta voćaka je veoma različita. Mowrey et al. (1990) navode da je kod breskve varijabilnost izoenzimskih sistema veoma mala, naročito kada su sorte u pitanju. Nasuprot breskvi varijabilnost izoenzimskih sistema jabuke je velika. Kod nje je čak veliki broj ekonomski značajnih osobina povezan za određene izoenzimске lokuse. I kod vinove loze, elektroforetskom tehnikom otkriveno je više od 20 izoenzima koji se najčešće koriste za identifikaciju sorti. Calo et al. (1989) pokazali su da su glukoza fosfat izomeraza (GPI) i fosfoglukomutaza (PGM) veoma sta-

bilni enzimski sistemi čak i kada se sakupljaju iz tkiva mladog lista u različitim fenološkim fazama vinove loze.

U novije vreme za mapiranje gena sve se više koriste molekularni markeri. Eldredge et al. (1992) ukazali su na potencijal ukopčanog RFLP mapiranja kod breskve. Visok nivo polimorfizma RFLP markerima (43-56%) utvrđen je u mnogim potomstvima breskve. Suprotno RFLP markerima nivo RAPD polimorfizma je relativno niži i iznosi 16% (Chaparro et al., 1994). U okviru evropskog projekta za genetičko mapiranje jabuke čiji je kordinator Institut u East Malling-u urađena je i mapa na osnovu ukrštanja Prima x Fiesta. Na toj mapi se nalazi preko 200 markera, izoenzima, RAPD, RFLP i mikrosatelita. Utvrđena su i mesta za četiri značajna gena: gena *Vf* otpornosti prema *Venturia inaequalis*, gena *Sdl* otpornosti prema *Disaphis devectora*, gena *Ma* za kiselost ploda i gena *S* za polnu autoinkompatibilnost (Lespinnasse et al., 1999). Markussen et al. (1995, cit. po Janick et al., 1996) navode da je kod jabuke mapiran i (OPAT20) marker za otpornost prema izazivaču pepelnice (*Podosphaera leucotricha*) sa genetičkom udaljenošću 4 cM od *Pll* gena. Kod voćaka i vinove loze za utvrđivanje i povezivanje pojedinih lokusa između ukrštanja, primenjuje se i veliki broj STS markera. Najzanimljiviji od njih su mikrosateliti ili SSR markeri zasnovani na otkriću ponovljivih sekvenci u genomu sa 2–4 nukleotida u dužini (Gašić et al., 2007). Na osnovu ovih markera u rodu *Vitis* identifikovano je više od 40 SSR lokusa. Pored njih u mapiranju se uključuju i mnogi drugi STS markeri kao što su CAP, SCAR i ASAP (Staub et al., 1996), kao i EST markeri, subsetovi STS-a dobijeni iz cDNK (Reisch, 2000).

Oplemenjivači se u procesu oplemenjivanja ne brinu samo o materijalu pre i u toku rada na poboljšanju genotipova, već i posle ovog procesa. U tom smislu, oni vrše upoređivanje vrednosti novog genotipa sa drugim genotipovima (standardima) kroz komparativne ogledе, predlažu koje genotipove treba registrovati kao sorte, vrše početna umnožavanja priznatih sorti, održavaju gensku čistoću sorte i prate interakciju sorte sa spoljnom sredinom. Ukoliko se radi o genetički modifikovanoj sorti oni procenjuju sve moguće rizike do kojih može doći pri njenoj proizvodnji.

Jedan od važnijih zadataka oplemenjivača je i kolekcionisanje, evaluacija i održavanje biljnih genetičkih resursa (germplazme). Formiranje nacionalne banke gena je zadatak od prvorazrednog značaja za unapređenje voćarstva i vinogradarstva svake zemlje, jer se na taj način obezbeđuje velika genetička varijabil-

nost početnog materijala kako za gajenje tako i za oplemenjivanje. Na tom poslu u našoj zemlji posebnu pažnju treba posvetiti autohtonoj voćnoj flori koja je bogata i polimorfna, a koja se tokom dugog niza godina prilagodila različitim uslovima sredine.

Dostignuća u oplemenjivanju voćaka i vinove loze

Najnoviji oplemenjivački rezultati ukazuju da skoro nijedan od ciljeva oplemenjivanja nije nedostizhan. Kao primer za to mogu se navesti nove krupnoplodne, visoko prinosne, kvalitetne i otporne sorte mnogih vrsta voćaka i vinove loze u čitavom svetu. To potvrđuju i pljosnate breskve i nektarine, breskve i nektarine crvenog mezokarpa, stubaste jabuke crvenog mezokarpa, ukrasne i patuljaste forme jabuke, kruške, trešnje, višnje, breskve i kajsije. Kod mnogih sorti postignut je zadovoljavajući ukus, miris, aroma, čvrstina, hrskavost i sočnost ploda, vreme cvetanja i sazrevanja, transportabilnost, trajašnost prilikom čuvanja i pogodnost za različite vidove prerade. Interspecies hibridizacija je takođe rezultirala velikim brojem novih sorti i podloga kod određenog broja vrsta voćaka i vinove loze. Naročita aktivnost u ovom pogledu izražena je kod vrsta roda *Prunus* i *Vitis*. Veliki broj novih sorti i podloga su identifikovani klonovi poznatog pedigreea, kod kojih je došlo do mutacione promene u samo jednoj od osobina. I nove metode biotehnologije u oplemenjivanju daju zapažene rezultate. Kod svih vrsta voćaka i vinove loze stvorene su genetički modifikovane sorte, ali one se za sada još uvek komercijalno ne gaje.

Proučavanje i očuvanje genetičkih resursa kao i njihovo iskorišćavanje, uključivanjem u oplemenjivačke programe, je jedan od važnijih puteva oplemenjivanja voćaka i vinove loze. Dugogodišnji istraživački rad na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu i Poljoprivrednom fakultetu u Beogradu je pokazao da je populacija vinogradarske breskve vrlo bogat izvor genetičke varijabilnosti i da može dati značajan doprinos poboljšanju velikog broja ekonomski značajnih svojstava danas gajenih sorti i podloga breskve. Neka svojstva su jedinstvena u okviru germplazme breskve kao što su specifičan ukus, miris i aroma plodova za stonu upotrebu. Svojstva kao što su otpornost na niske zimske temperature, sušu i parazite su vrlo retka i rezultat su prirodne selekcije tokom vekova. Tri krupnoplodne selekcije Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu PŽ 1, MM 1 i IP 1, kao i dve krupnoplodne selekcije za stonu potrošnju 19/4 i 19/15 i jed-

na za preradu II/8 sa Poljoprivrednog fakultetu u Beogradu (Nikolić et al., 2005 b) će u 2009. i narednim godinama biti prijavljene Komisiji za priznavanje novih sorti. Pogodnost korišćenja vinogradarske breskve kao generativne podloge u ove dve institucije ocenjena je na velikom broju genotipova. Najperspektivnije generativne podloge su II/1, II/10 i II/22 sa Poljoprivrednog fakultetu u Beogradu (Rakonjac et al., 2005) i I 4/31 sa Poljoprivrednog fakultetu u Novom Sadu, a ogledi sa sortama breskve i kajsije kalemljenim na ovim podlogama su u toku (Ognjanov et al., 2008 b; Rakonjac et al., 2008).

Slično vinogradarskoj breskvi prisustvo različitih tipova džanarike i drugih koštičavih, jezgrastih i jabučastih vrsta voćaka u prirodnoj populaciji nameće takođe potrebu proučavanja njihove ukupne varijabilnosti, izdvajanja tipova u zavisnosti od namene i uključivanje u programe oplemenjivanja (Nenadović-Mratinović i Vulić, 1988; Rakonjac et al., 1996; Milutinović et al., 1997; Ognjanov i Cerović, 2004; Mitrović et al., 2005; Ognjanov et al., 2008 a). Tako je selekcijom iz prirodne populacije na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu izdvojen veći broj genotipova kajsije, a četiri od njih su 2004. godine priznata kao nove sorte. To su Novosadska kasnocvetna, Novosadska rodna, NS-4 i NS-6. Kod Komisije za priznavanje novih sorti u toku je i postupak za priznavanje dva spontana sejanca trešnje (G-1 i G-2), jednog spontanog sejanca višnje (R-1) i jednog spontanog sejanca kajsije (Z-1) sa Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu. Interesantne za priznavanje su i nove selekcije oraha iz Instituta za voćarstvo u Čačku: 30/93 sa ranim, 9/96 sa srednje ranim i 10/88 sa poznim kretanjem vegetacije.

Mnogi oplemenjivački programi u skoro svim zemljama sveta rezultirali su novim sortama i podlogama koje se postepeno uvode i šire u proizvodnju. Najveći broj sorti do sada je dobijen intraspecies hibridizacijom. Pinova (Corail), Rubens (Civni), Kanzi (Nicoter), Mairac (La Flamboyante), Tentation (Delblush), Gold Chief (Gold Pink), Jazz (Scifresh), Pacific Rose (Sciros) i Sonja samo su neke od perspektivnih sorti jabuke interesantnih za evropsko voćarstvo (Sansavini et al., 2004). Slična situacija je i sa novim italijanskim sortama kruške Sabina, Tosca, Bohžme, Etrusca, Turandot, Norma i Carmen.

Nove interesantne sorte breskve (Candy Princess, Diamond Candy, Galaxy, Gulfcrest, Gulfcrimson, Gulfking, Vitoria, Beaumont, Snow Duchess, TexKing, Texprince, Vista Snow i dr.), nektarine (Grand Bright, May Pearl, Nectagala, Nectaperle, Nectapink, Nectareine, Sauzee King, Sugar Pearl, Western Bright

i dr.), kajsije (Bora, Brittany Gold, Poppy i dr.), trešnje (Black Star, Blaze Star, LaLa Star, Panaro 1, Panaro 2 i dr.), oraha (Sexton, Gillet, Forde i dr.), leske (Sacajawea, Santiam i dr.), jagode (Aguedilla, Antea, Splendor, Virtue, Elsinore, Clery, Rubygem, Driscoll Destin, Figaro, Herut, Nora, Palatina, Tamir i dr.), maline (Cascade Bounty, Glen Doll, Glen Fyne, Nanoose, Nantahala i dr.) i vinove loze (Rougett, Black Globe, Blanc Seedless i dr.) predstavljaju takođe najviše domete oplemenjivačkog rada.

Značajni oplemenjivački rezultati bazirani na intraspecies hibridizaciji postoje i u našoj zemlji. Na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu, selekcion rad na stvaranju novih sorti jabuka stubastog tipa rasta započet je sa ciljem stvaranja sorti potpuno crveno obojenog, žutog ili zelenog ploda, različitog vremena sazrevanja, tolerantnih na prouzrokovane ekonomski najvažnijih bolesti i štetočine. U toku dvadesetogodišnjeg oplemenjivačkog rada izdvojeno je više selekcija od kojih je šest – Vesna, Rumeno vreteno, Kraljica čardaša, Đerdan, Zeleni dragulj i Smaragd, u 2007. godini priznato za nove sorte (Ognjanov i Vračević, 2007).

Na stvaranju novih sorti kod skoro svih vrsta voćaka veoma se intenzivno radi i u Institutu za voćarstvo u Čačku. U poslednjem četvorogodišnjem periodu ovom instiutu priznato 6 sorti šljive: Boranka, Mildora, Timočanka, Krina, Pozna plava i Zlatka. Od perspektivnih selekcija jabuke interesantnih za priznavanje u narednom periodu ističu se J 9/22 i J 15/96, a od selekcija šljive 38-62-70. Tri krupnoplodna hibrida višnje koji se odlikuju visokom i redovnom rodnošću III/23, III/31 i XII/57 takođe su veoma interesantna za priznavanje kao nove sorte.

Dugogodišnjim radom na hibridizaciji breskve, šljive, trešnje, maline i vinove loze, na Poljoprivrednom fakultetu u Beogradu izdvojen je takođe određen broj perspektivnih hibrida za priznavanje. U narednim godinama Komisiji za priznavanje novih sorti biće prijavljena tri visoko prinosa i kvalitetna hibrida crvene maline (II/7/4, II/8/2 i II/PP/2) i jedan hibrid žute maline (M/13). Od interesantnih hibrida vinove loze namenjenih za stonu potrošnju ističe se hibrid 8930, a od hibrida namenjenih za proizvodnju visoko kvalitetnih crvenih vina ističu se hibridi 8417, 13283 i 15212.

U mnogim programima oplemenjivanja, naročito pri stvaranju otpornih sorti, sve više se koristi i intraspecies hibridizacija. Kao najčešći donor otpornosti prema izazivaču čađave krastavosti kod jabuke koristi se vrsta *Malus floribunda* klon 821, a u novije vreme *M. hupehensis*, *M. sargentii*, *M. coronaria*, *M. floren-*

tina, *M. fusca* i *M. trilobata*. Neke novije sorte kao što su Remo, Regia, Rewena, Rebella, Reglindis i Reka su otporne prema ovom patogenu (Fischer et al., 2003). Od interesantnih otpornih sorti jabuke iz Evrope mogu se izdvojiti i Ariane, Ariwa, Brina, Golden Orange, Rubinola i Topaz, a iz Amerike Goldruch, Enterprise, Pristine, Scarlet O'Hara, Sundance, Pixie Crunch i Crimson Crisp. Novije otporne sorte kruške prema *Erwinia amylovora* su Blake's Pride, Shenandoah, Green Jade i Ambrosia.

Posebna pažnja stvaranju novih sorti jabuke otpornih na prouzrokače bolesti je posvećena i na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu. Kao donori otpornosti korišćene su autohtone sorte Krstovača, Šumatovka i Bihorka. Komisiji za priznavanje sorti će u 2009. godini biti prijavljena dva hibrida NS 25/83 i NS 25/140 koji se odlikuju vrhunskom rodnošću, atraktivnošću i kvalitetom ploda i mogu se uspešno gajiti bez ikakve hemijske zaštite na sve ekonomski značajne gljivične bolesti (Ognjanov i Vračević, 2007).

Dosba (2003) navodi da je kod koštičavih vrsta voćaka interspecies hibridizacija odigrala značajnu ulogu pri stvaranju novih sorti japanske šljive pri čemu je *P. salicina* ukrštana sa diploidnim šljivama (*P. cerasifera*, *P. angustifolia*, *P. munsoniana* i *P. americana*). Od novijih sorti šljive dobijenih interspecies hibridizacijom ističu se Lydecker, Flavor Finale, Flavor Rouge, Plumsweet IV i Plumsweet V (Finn i Clark, 2008). Glavni programi oplemenjivanja putem interspecies hibridizacije razvijeni su kod podloga koštičavih voćaka pri čemu su dobijeni interesantni hibridi između badema i breskve, magriva i divlje trešnje itd.

Interspecies hibridizacija između oktaploidnih vrsta jagode (*F. virginiana*, *F. chiloensis* i *F. ananassa*) omogućila je stvaranje sorti koje se odlikuju visokim stepenom otpornosti prema nepovoljnim činiocima abiotičke i biotičke prirode. I kod vinove loze u cilju stvaranja otpornih sorti i podloga prema abiotičkim i biotičkim stresnim faktorima vrše se brojna interspecies ukrštanja sa vrstama *V. rotundifolia*, *V. riparia*, *V. rupestris*, *V. cinerea*, *V. berlandieri*, *V. labrusca*, *V. lincecumii*, *V. amurensis*, *V. romaneti*, *V. aestivalis*, *V. longii* i *V. champini*. U novije vreme, u cilju stvaranja kompleksnih interspecies hibrida, pri ukrštanju sa osetljivim *V. vinifera* sortama kao donori otpornosti na gljivične bolesti u mnogome se koriste i Seyve Villard hibridi (Nikolić et al., 2007 a). Iz tih ukrštanja proizašao je određen broj otpornih sorti kao što su: Corot Noir, Moldova, Strugaraš, Dekabrskij, Bianca, Naslada, Orion, Phoenix, Staufer, Sirius, Villaris, Lasta i dr.

Na Poljoprivrednom fakultetu u Beogradu već duži niz godina radi se takođe na stvaranju otpornih sorti vinove loze putem interspecies hibridizacije. Iz mnogobrojnih kombinacija ukrštanja dobijen je veliki broj hibrida interesantnih za priznavanje kao nove sorte ili za dalji oplemenjivački rad. Od interesantnijih interspecies hibrida pogodnih za stonu potrošnju, koji će se u narednim godinama prijaviti Komisiji za priznavanje novih sorti ističu se No. 1, 9896 i 19574, a od hibrida namenjenih za proizvodnju kvalitetnih belih vina ističe se hibrid 18374 (Nikolić et al., 2007 a). I na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu u novije vreme korišćena je interspecies hibridizacija, naročito za stvaranje otpornih besemenih sorti vinove loze. Kao rezultat tog rada izdvojena su tri genotipa koji imaju stenosperrnokarpni tip besemenosti i visok stepen tolerancije na plamenjaču i pepelnicu. Među njima se posebno ističe genotip SK 00 3/40 koji je dobre i stabilne rodnosti i finog ukusa grožđa (Cindrić et al., 2008).

Pored novostvorenih sorti, značajne rezultate oplemenjivanja predstavljaju i nove podloge kod skoro svih vrsta voćaka i vinove loze. Od novijih podloga za jabuku posebno su interesantne: Geneva serija (G 65, G 16, G 11, G 30), Poljska serija (P 2, P 22, P 16-Lizzy), serija Budagovskij (B 9, B 146), serija J-TE (J-TE-E, J-TE-F, J-TE-G, J-TE-H), Supporter 4, Fleuren 56 i RN 29. Novije vegetativne podloge za šljivu, breskvu i kajsiju su Myrocal, Julior, Jaspri, Ištara, Torinel, Yumir (Myran), Montclar, Penta, Tetra, MrS 2/5, Barrier 1, Myrobalan 29C, Citation, Pumiselect i Cadaman (Avimag). Kao podloge za trešnju i višnju u novije vreme naročito se ističu Adara, Ma x Ma Delbard 60 Broksec, Pontaleb-Ferci SL 405, P-HL serija (A klon 84, B klon 224, C klon 6) i Pi-Ku serija (2 klon 4,22; 3 klon 4,83; 4 klon 1,10). Od novijih podloga za vinovu lozu posebno su interesantne: Freedom, Harmony, Ramsey, Dodridge, St. George, Maleque 44-53, RS 3, RS 9 i dr.

Podaci vezani za mutaciono oplemenjivanje ukazuju da je sorta jabuke Red Delicious sklona spontanom mutiranju više nego bilo koja druga sorta voćaka. Do sada je kod ove sorte otkriveno preko 100 mutanata. Svi oni imaju poboljšanu dopunsku boju, a ima i puno sper tipova. Mutanti najviše variraju u produktivnosti, opadanju plodova, obliku ploda, vremenu sazrevanja, zametanju plodova, čvrstoći, vremenu cvetanja i otpornosti na niske temperature (Hampson i Kemp, 2003). Poznati crveno obojeni mutanti sorte Red Delicious su Superchief (Sandidge), Scarlet Spur (Evasni), Redkan, Redkap (Valtod), Erovan (Early Red One),

Jeromine i IT Red Delicious. Kod jabuke su veoma cenjeni i crveno obojeni mutanti sorte Braeburn: Eve (Mariri Red) i Hillwell (Hidala), sorte Fuji: Kiku 8, Nagafu 12, Raku Raku, Zhen (Aztec), Rubin Fuji i Toshiro i sorte Gala: Brookfield (Baigent), Schnitzer (Schniga), Buckeye Gala i Galaxy Gala. Slična situacija je i kod sorti Jonagold i Elstar. Kod sorti kruške Vilijamovka, Društvenka i Anžu izdvojen je takođe veći broj mutanata crvene boje ploda (Gliha, 1997).

Standardne sorte jabuke Idared, Elstar i Jonagold i u našim uslovima pokazale su izraženu sklonost prema prirodnim mutacijama. Na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu izdvojeno je više stabilnih pozitivnih i negativnih mutacija od kojih će dve u 2009. godini biti prijavljene Komisiji za priznavanje novih sorti. U poređenju sa standardnim sortama Idared i Elstar, izdvojene mutacije imaju znatno izraženije difuzno rumenilo (Ognjanov i Vračević, 2007). Standardne sorte breskve Springcrest, Royal Glory, Super Queen, Maria Carla i Stark Redgold pokazale su takođe izraženu sklonost prema prirodnim mutacijama. Izdvojeno je više pozitivnih mutacija od kojih će tri u 2009. godini biti prijavljene Komisiji za priznavanje sorti. U poređenju sa standardnim sortama izdvojene mutacije imaju znatno izraženije difuzno rumenilo, smanjenu maljavost, znatno bolju čvrstinu, transportabilnost i trajanost plodova, kao i ranije ili kasnije vreme zrenja (Ognjanov et al., 2008 b).

Sa druge strane najveći uspeh u indukovanju mutacija postignut je kod trešnje kod koje su zračenjem cvetnih pupoljaka X zracima dobijene prve samooplodne sorte. Jonizujućim zračenjem zrelih kalem grančica sorte Stella i sejanaca sorte Lambert nastale su i dve polupatuljaste trešnje Compact Stella i Compact Lambert. Kod jabuke je zračenjem stvoreno 12 samooplodnih mutanata sorte Cox Orange Pippin i 7 samooplodnih mutanata sorte Queen Cox. Bell et al. (1996) ističu da je indukovanje mutacija pogodan metod i za oplemenjivanje osobina kruške koje su uslovljene jednim genom, kao što su boja pokožice ploda i kompaktni porast, dok je praktično bez značaja za poligenske osobine kao što su krupnoća i kvalitet ploda. Tako su na Institutu ISTEAC CNR u Bolonji pod uticajem gama zraka stvorene dve sorte kruške slabije bujnosti: Conference Light mutacijom sorte Konferans i Abate Light mutacijom sorte Fetelova (Predieri, 1998). Istim postupkom dobijen je mutant sorte Vilijamovka - William Ramada sa rđastom prevlakom. Kod kajsije je zračenjem grančica sorte Blenheim termalnim neutronima indukovan mutant Early Blenheim koji ranije sazreva od izvorne sorte, a zračenjem X-

zracima grančica sa spavajućim pupoljcima sorte badema Fascinello dobijena je samooplodna sorta Supernova.

Klonska selekcija kao metod stvaranja novih sorti voćaka i vinove loze u našoj zemlji daje vrlo zapažene rezultate. Naročito pogodan materijal za klonsku selekciju su stare autohtone sorte voćaka i vinove loze. Dugogodišnji rad u ovoj oblasti na Poljoprivrednom fakultetu u Beogradu rezultirao je izdvajanjem određenog broja krupnoplodnih, visoko prinostnih i kvalitetnih klonova Oblačinske višnje interesantnih za proizvodnju (Nikolić et al., 2005 c). Među izdvojenim klonovima kao najperspektivniji za priznavanje ističu se: D4, D10, VP i XI/3. I kod starih autohtonih sorti vinove loze kao što je Prokupac selekcionisan je veliki broj klonova koji su prijavljeni ili će se tek prijaviti Komisiji za priznavanje novih sorti. Selekcionisani klonovi među kojima se ističu P1, P4 i P5 po svojim privredno tehnološkim karakteristikama ispunjavaju uslove gajenja za veći broj vinogorja u Srbiji uz mogućnost dobijanja kvalitetnih i vrhunskih vina. Dodatnu vrednost ovim klonovima daje i odsustvo ekonomski štetnih virusa.

Od metoda biotehnologije značajniji rezultati u stvaranju novih sorti i podloga voćaka i vinove loze ostvareni su kulturom antera, kulturom embriona, fuzijom protoplasta, somaklonalnom varijabilnošću i genetičkim transformacijama. Kultura antera omogućava dobijanje homozigotnih linija i kod vrsta koje su autinkompatibilne, dok kod samooplodnih vrsta znatno skraćuje selekcionarni proces. Kod jabuke je androgenezom iz različitih sorti i hibrida dobijeno 5 haploida: po jedan od Topred Delicious-a, Erovan-a i Florina-Querina-e, kao i dva od Golden Delicious-a. Ovde je posebno značajno to što je haploid dobijen od Florina-Querina-e, nosioca gena otpornosti prema izazivaču čađave krastavosti (*Venturia inaequalis*). McNicol i Graham (1992) navode da se ovom metodom mogu i od oktaploidne baštenske jagode dobiti haploidne biljke. Rajasekaran i Mullins (1983) ističu da se iz kulture antera stvaraju haploidne ćelije i kod vinove loze, ali se one ne mogu regenerisati u biljke.

Embriokultura se osim spasavanja embriona kod rano-sazrevajućih sorti i inkompatibilnih ukrštanja, može veoma uspešno primeniti i u mikropropagaciji, skraćujući vegetacionog perioda, biljnoj patologiji pri proučavanju interakcije biljke i patogena, oceni genotipova na stresne uslove prilikom klijanja semena itd. McGranahan et al. (1986) navode da je metod embriokulture u porodici *Juglandaceae* naročito primenjivan u cilju dobijanja međurodovskih hibrida. Ovom

tehnikom mogu se odgajiti i embrioni biljaka čije seme u prirodnim uslovima ne klija (banana, kokosov orah, neke divlje jabuke itd.).

Novi korisni genotipovi voćaka i vinove loze dobijaju se i fuzijom protoplasta *in vitro*. Kod voćaka je za sada iz protoplasta uspešno regenerisana podloga za trešnju i višnju Colt (*Prunus avium* x *Prunus pseudocerasus*) od strane Ochatt-a et al. (1987) i divlja kruška (*Pyrus communis* var. *pyraster* L.) od strane Ochatt-a et al. (1989). Ochatt et al. (1989) uspeli su da dobiju kaluse i čitave biljke somatskog hibrida nastalog ukrštanjem između divlje kruške i Colta. Prvu fuziju protoplasta kod jabuke izveli su Patt-Ochatt et al. (1988). Oni su uspeli da spoje protoplaste podloga i sorti, da regenerišu biljke i stvore somatske hibride. Somatska hibridizacija ostvarena je i između protoplasta sorte maline Autumn Bliss i sorte kupine Hull Thornless (Mezzetti et al., 1999).

Kao rezultat somaklonalnog variranja kod sorte jabuke Greensleeves dobijene su mutantne forme koje su manje osetljive prema prouzročivaču bakterijske plamenjače (*Erwinia amylovora*). Postoje brojni primeri somaklonalne varijabilnosti nastale iz embriogenih kultura i kod vinove loze. Detekciju i selekciju različitih somaklonalnih varijanti kod vinove loze izvršili su Roustan i Fallot (1993) i Schneider et al. (1996).

Prva drvenasta biljka kod koje je uspešno izvedena genetička transformacija bio je orah (McGranahan et al., 1988). Najveći broj genetičkih transformacija kod jabuke po Yao et al. (1995) ostvaren je kod sorte Gala ili nekih od njenih klonova. Genetičke transformacije urađene su i kod sorti Golden Delicious, Elstar, Red Delicious, Pink Lady, Granny Smith, Jonagold i McIntosh. Prve transformisane sorte kruške sa selektabilnim markerima su Konferans, Društvenka i Krasanka (Mourgues et al., 1996). Sorta Boskova bočica transformisana je sa *rolC* genom u cilju dobijanja patuljastog habitusa. Transformacija sa *atacin E* genom iz *Hyalophora cecropia* dovela je do povećanja otpornosti sorte Krasanka prema *Erwinia amylovora*, a u cilju modifikovanja produkcije etilena i poboljšanja dužine vremena čuvanja plodova transformisana je sorta Vilijamovka sa *sam-k* genom.

Transgene kajsije i šljive dobijene su korišćenjem bakterije *Agrobacterium tumefaciens* i coat protein gena (*cp-PPV* gena), tj. gena koji kontroliše sintezu proteinskog omotača virusa ili kako se drugačije zove post-transkripciono utišavanje gena (PTGS) (Turner i Schuch, 2000). Na taj način dobijene individue pokazivale su rezistentnost na šarku šljive (*Plum pox virus*

- *PPV*). Ugradnjom PTGS gena u klon šljive C5 dobijena je transgena sorta Honey Sweet koja pokazuje visoku rezistentnost prema virusu šarke šljive. Kod brusnice (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) u kolhiploidne (tetraploidne) forme ugradnjom *bar* gena stvorena je forma tolerantna na herbicid glufosinat (Zeldin et al., 2002).

Posredstvom *Agrobacterium*-a, kod vinove loze, u somatske embrione sorte Neo Muscat uveden je chitinase gen *RCC2* poreklom iz pirinča. Dobijene biljke pokazale su otpornost na izazivača pepelnice i druge patogene kao što je *Elisnoe ampelina*. Kod sorte Thompson Seedless ugradnjom *Shiva-1* gena povećana je otpornost na Pirsovu bolest izazvanu bakterijom *Xylella fastidiosa*. Slični rezultati dobijeni su i kod sorte Merlo. Kod vinove loze su dobijene i transgene biljke koje izražavaju otpornost prema različitim virusima: *Arabis mosaic virus* (ArMV), *Grapevine leafroll associated viruses* (GLRaV) tipovi 2 i 3, *Grapevine fanleaf virus* (GFLV) i *Grapevine virus A* (GVA) (Golles et al., 2000).

Izloženi rezultati oplemenjivanja ukazuju na veoma uspešan rad u ovoj oblasti u mnogim zemljama sveta, pa i u našoj zemlji. Dugogodišnjim radom institucija koje se bave oplemenjivanjem u Srbiji, u periodu od 1955 do 2008. godine stvoreno je i priznato ukupno 59 novih sorti voćaka i 49 novih sorti vinove loze. Iako su oplemenjivači do sada uspešno ispunjavali svoje postavljene ciljeve, na stvaranju novih sorti i podloga i dalje se intenzivno radi. Kao rezultat tog rada i u narednim godinama može se očekivati određen broj genotipova interesantnih za priznavanje kao nove sorte ili podloge kod svih vrsta voćaka i kod vinove loze.

Zaključak

Oplemenjivanje voćaka i vinove loze je proces koji neprestano teče.

Do sada su ostvareni mnogi ciljevi, usavršen je veliki broj metoda i postignuti su zavidni rezultati.

Najveći broj novih sorti i podloga nastao je metodom planske hibridizacije, a znatno manji broj metoda klonske selekcije i indukovanih mutacija. I nove metode biotehnologije daju zapažene rezultate.

Na budućim generacijama je da sa bržim razvojem nauke i novim rezultatima u ovoj oblasti doprinese još većem razvoju voćarstva i vinogradarstva.

Literatura

- Avramov L. (1991): Vinogradarstvo. Nolit, Beograd.
- Baldoni L., Rugini E. (2002): Gene modification of agronomic traits in fruit crops. In: 'Fruit and vegetable biotechnology', Dodds F. (ed.), Woodhead Publ. Abington Cambridge, England, pp. 1–122.
- Beckman T.G., Lang G.A. (2003): Rootstock breeding for stone fruits. *Acta Hort.*, 622: 531–551.
- Bell R.L., Quamme H.A., Layne R.E.C., Skirvin R.M. (1996): Peasars. In: 'Fruit breeding, volume I: Tree and tropical fruits', Janick J., Moore J.N. (eds.), John Wiley and Sons, Inc., New York, pp. 441–514.
- Bouquet A. (1989): Intérêt des techniques de culture *in vitro* pour l'amélioration génétique de la vigne. *Bull. de L'OIV*, 697–698: 179–192.
- Brown S.K. (2003): Pome fruit breeding: progress and prospects. *Acta Hort.*, 622: 19–34.
- Calo A., Costacurta A., Paludetti G., Calo G., Arulsekhar S., Parfitt D. (1989): The use of isozyme markers to characterize grape cultivars. *Riv. Vitic. Enol.*, 1: 15–22.
- Charaprou J.X., Werner D. J., O'Malley D., Scderoff R.R. (1994): Targeted mapping and linkage analysis of morphological isozyme, and RAPD markers in peach. *Theor. Appl. Genet.*, 87: 805–815.
- Cindrić P., Korać N., Ivanišević D. (2008): Stvaranje otpornih bese-menih sorti vinove loze. Knjiga Abstrakta XIII Kongres voćara i vinogradara Srbije, Novi Sad, p. 87.
- Dosba F. (2003): Progress and prospects in stone fruit breeding. *Acta Hort.*, 622: 35–43.
- Eldredge L., Ballard R., Baird W.V., Abbott A., Morgens P., Callahan A., Scorza R., Monet R. (1992): Application of RFLP analysis to genetic linkage mapping in peaches. *HortScience*, 27: 160–163.
- Falconer D.S. (1981): Introduction to quantitative genetics. Longman Inc., New York.
- Finn C.E., Clark J.R. (2008): Register of new fruit and nut cultivars—List 44. *HortScience*, 43: 1321–1343.
- Fischer M., Geibel M., Fischer C. (2003): The future of disease-resistant apples. *Acta Hort.*, 622: 329–334.
- Fischer R., Nolke G., Orecchia M., Schillberg S., Twyman R.M. (2004): Improvement of grapevine using current biotechnology. *Acta Hort.*, 652: 383–390.
- Gašić K., Walloon R., Ognjanov V., Korban S. (2007): Assessing diversity in a collection of peach germplasm using simple sequence repeat (SSR) markers. *HortScience*, 42: 1007.
- Gliha R. (1997): Sorte krušaka u suvremenoj proizvodnji. *Fragaria*, Zagreb.
- Golles R., Moser R., Puhlinger H., Katinger H., Laimer da Camara Machado M., Minafra A., Savino V., Saldarelli P., Martelli G.P., da Camara Machado A. (2000): Transgenic grapevines expressing coat protein gene sequences of *Grapevine fanleaf virus*, *Arabis mosaic virus*, *Grapevine virus A* and *Grapevine virus B*. *Acta Hort.*, 528: 305–311.
- Graham J., McNicol R.J. (1991): Regeneration and transformation of *Ribes*. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 24: 91–95.
- Grauke L.J., Thompson T.E. (2003): Rootstock development in temperate nut crops. *Acta Hort.*, 622: 553–566.
- Hampson C.R., Kemp H. (2003): Characteristics of important commercial apple cultivars. In: 'Apples: botany, production and uses', Ferree D.C., Warrington I.J. (eds.), CABI Publishing, Wallingford, pp. 61–89.
- Hassan M.A., Swartz H.J., Inamine G., Mullineaux P. (1993): *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation of several *Rubus* genotypes and recovery of transformed plants. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 33: 9–17.
- Janick J., Cummins J.N., Brown S.K., Hemmat M. (1996): Apples. In: 'Fruit breeding, volume I: Tree and tropical fruits', Janick J., Moore J.N. (eds.), John Wiley and Sons, Inc., New York, pp. 1–77.
- Lespinasse Y., Parisi L., Pinet C., Laurens F., Durel C.E., Sansavini S., Tartarini S., Gennari F., Cesari A. (1999): D.A.R.E.: progetto europeo sulla resistenza durevole del melo a ticchiolatura e oidio. *Riv. Frutticoltura*, 10: 26–30.
- Martin G.B. (1995): Molecular cloning of plant disease resistance genes. In: 'Plant-Microbe interactions, vol. I', Stacey G., Keen N. (eds.), Chapman and Hall Publishers, New York, pp. 1–32.
- Mathews H., Wagoner W., Cohen C., Kellogg J., Bestwick R. (1995): Efficient genetic transformation of red raspberry, *Rubus idaeus* L. *Plant Cell Rep.*, 14: 471–476.
- McGranahan G.H., Tulecke W., Arulsekhar S., Hansen J.J. (1986): Intergeneric hybridization in the *Juglandaceae*: *Pterocarya* spp. x *Juglans regia*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 111: 627–630.
- McGranahan G.H., Lesli, C.A., Uratsu S.L., Martin L.A., Dandekar A.M. (1988): *Agrobacterium*-mediated transformation of walnut somatic embryos and regeneration of transgenic plants. *Bio/Technology*, 6: 800–804.
- McNicol R.J., Graham J. (1992): Temperate small fruits. In: 'Biotechnology in agriculture, volume 8: Biotechnology of perennial fruit crops', Hammerschlag F.A., Litz R.E. (eds.), CAB International, Wallington, Oxon, UK, pp. 303–321.
- Mehlenbacher S.A. (2003): Progress and prospects in nut breeding. *Acta Hort.*, 622: 57–79.
- Mezzetti B., Landi L., Phan H.B., Mantovani I., Ruggieri S., Rosati P., Lim K.Y. (1999): Protoplast technology and regeneration studies for *Rubus* breeding. *Acta Hort.*, 505: 215–222.
- Milutinović M., Nikolić D., Rakonjac V., Milutinović M.M., Fotirić M. (1997): Genofond džanarike (*Prunus cerasifera* Ehrh.) na području Avale. *Savremena poljoprivreda*, 46(3–4): 81–85.
- Mišić P.D. (1984): Podloge voćaka. Nolit, Beograd.
- Mišić P.D. (1987): Opšte oplemenjivanje voćaka. Nolit, Beograd.
- Mišić P.D. (2002): Specijalno oplemenjivanje voćaka. Institut za istraživanja u poljoprivredi "Srbija" i Partenon, Beograd.
- Mitrović M., Cerović S., Gološin B., Ninić-Todorović J., Miletić R. (2005): Selekcija oraha i leske u Srbiji tokom poslednje dve decenije. *Voćarstvo*, 39(150): 187–195.
- Mourgues F., Chevreau E., Lambert C., De Bondt A. (1996): Efficient *Agrobacterium*-mediated transformation and recovery of transgenic plants from pear (*Pyrus communis* L.). *Plant Cell Rep.*, 16: 245–249.
- Mowrey B.D., Werner D.J., Byrne D.H. (1990): Inheritance of isocitrate dehydrogenase, malate dehydrogenase, and shikimate dehydrogenase in peach and peach x almond hybrids. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 115: 312–319.
- Nenadović-Mratinić E., Vulić T. (1988): Autohtone sorte jabuke u potkopaoničkom rejonu. *Jugoslovensko voćarstvo*, 22(86): 319–324.
- Nikolić D. (2006): Components of variability and heritability of phenological phases in interspecies progenies of F1 generation in grapevine. *Genetika*, 38(1): 49–58.
- Nikolić D., Rakonjac V. (2007): Divergence of myrobalan (*Prunus cerasifera* Ehrh.) types on the territory of Serbia. *Genetika*, 39(3): 333–342.

- Nikolić D., Rakonjac V., Milutinović M., Fotirić M. (2005 a): Genetic divergence of Oblačinska sour cherry (*Prunus cerasus* L.) clones. *Genetika*, 37(3): 191–198.
- Nikolić D., Rakonjac V., Fotirić M. (2005 b): Selekcija tipova vinarogradske breskve za stonu potrošnju i preradu. *Voćarstvo*, 39(150): 161–169.
- Nikolić D., Rakonjac V., Fotirić M. (2005 c): Karakteristike perspektivnih klonova Oblačinske višnje (*Prunus cerasus* L.). *J. Sci. Agric. Research*, 66(1): 51–59.
- Nikolić D., Milutinović M., Rakonjac V. (2007 a): Morphological and disease resistance characteristics of table grape hybrids. *Acta Hort.*, 760: 415–418.
- Nikolić D., Rakonjac V., Milutinović M., Fotirić M. (2007 b): Variabilnost i heritabilnost morfoloških i hemijskih osobina ploda džanarike (*Prunus cerasifera* Ehrh.). *Voćarstvo*, 41(157–158): 45–49.
- Ochatt S.J., Cocking E.C., Power J.B. (1987): Isolation, culture and plant regeneration of Colt cherry (*Prunus avium x pseudo-cerasus*) protoplasts. *Plant Sci.*, 50: 139–143.
- Ochatt S.J., Patat-Ochatt E.M., Rech E.L., Davey M.R., Power J.B. (1989): Somatic hybridization of sexually incompatible topfruit tree rootstocks, wild pear (*Pyrus communis* var. *pyraster* L.) and Colt cherry (*Prunus avium x pseudocerasus*). *Theor. Appl. Genet.*, 78: 35–41.
- Ognjanov V., Cerović S. (2004): Selection and utilization of minor fruit tree species. *Acta Hort.*, 663: 569–574.
- Ognjanov V., Vračević B. (2007): Genetic improvement of apples at Faculty of Agriculture Novi Sad. XII EUCARPIA Fruit section meeting, Zaragoza, Spain.
- Ognjanov V., Cerović S., Božović Đ., Ninić-Todorović J., Gološin B. (2008 a): Selection of vineyard peach and myrobalan seedling rootstocks. *Voćarstvo*, 42(161–162): 17–22.
- Ognjanov V., Živković J., Ljubojević M. (2008 b): Konvencionalni aspekti oplemenjivanja breskve. Knjiga abstrakata XIII Kongres voćara i vinogradara Srbije, Novi Sad, p. 27.
- Patat-Ochatt E.M., Ochatt S.J., Power J.B. (1988): Plant regeneration from protoplasts of apple rootstocks and scion varieties (*Malus x domestica* Borkh.). *J Plant Physiol.*, 133: 460–465.
- Predieri S. (1998): Compact pears obtained through *in vitro* mutagenesis. *Acta Hort.*, 475: 93–98.
- Rajasekaran K., Mullins M.G. (1983): The origin of embryos and plantlets from cultured anthers of hybrid grapevines. *Amer. J. Enol. Vitic.*, 34: 108–113.
- Rakonjac V., Nikolić D. (2008): Variability and path coefficient analysis of yield components in 'Oblačinska' sour cherry subclones. *Journal of the American Pomological Society*, 62(1): 30–35.
- Rakonjac V., Milutinović M., Nikolić D. (1996): Variranje osobina unutar i između populacija sejanaca divlje trešnje (*Prunus avium* L.). *Jugoslovensko voćarstvo*, 30(113–114): 137–142.
- Rakonjac V., Nikolić D., Fotirić M. (2005): Selekcija tipova vinarogradske breskve u cilju proizvodnje generativnih podloga. *J. Sci. Agric. Research*, 66(2): 45–52.
- Rakonjac V., Nikolić D., Milutinović M., Fotirić M. (2008): Suitability of different vineyard peach genotypes for generative rootstocks production. *Acta Hort.*, 771: 225–229.
- Reisch B.I. (2000): Molecular markers – the foundation for grapevine genetic mapping, DNA fingerprinting and genomics. *Acta Hort.*, 528: 85–89.
- Roustan J.P., Fallot J. (1993): Evaluation precoce *in vitro* de la richesse en anthocyanes des baies de vigne. Application a la selection des somaclones de *Vitis vinifera* cv. Duras. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 27: 225–229.
- Ružić Đ., Vujović T. (2007): Protokol za brzo razmnožavanje šljive (*Prunus domestica* L.) mikropropagacijom *in vitro*. *Voćarstvo*, 41(157–158): 79–85.
- Sansavini S., Donati F., Costa F., Tartarini S. (2004): Advances in apple breeding for enhanced fruit quality and resistance to biotic stresses: new varieties for the European market. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 12: 13–52.
- Schneider S., Reustle G., Zyprian E. (1996): Detection of somaclonal variation in grapevine regenerants from protoplasts by RAPD-PCR. *Vitis*, 35: 99–100.
- Snir I. (1988): Influence of paclobutrazol on *in vitro* growth of sweet cherry shoots. *HortScience*, 23: 304–305.
- Staub J.E., Serquen F.C., Gupta M. (1996): Genetic markers, map construction, and their application in plant breeding. *HortScience*, 31: 729–741.
- Stushnoff C. (1991): Cryopreservation of fruit crop genetic resources-implications for maintenance and diversity during conservation. *HortScience*, 26: 518–522.
- Turner M., Schuch W. (2000): Post-transcriptional gene-silencing and RNA interference: genetic immunity, mechanisms and applications. *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, 75: 869–882.
- Webster A.D. (2003): Breeding and selection of apple and pear rootstocks. *Acta Hort.*, 622: 499–512.
- Yao J.L., Cohen D., Atkinson R., Richardson K., Morris B. (1995): Regeneration of transgenic plants from the commercial apple cultivar Royal Gala. *Plant Cell Rep.*, 14: 407–412.
- Zeldin E.L., Jury T.P., Serres R.A., McCown B.H. (2002): Tolerance to the herbicide glufosinate in transgenic cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) and enhancement of tolerance in progeny. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 127: 502–507.

OBJECTIVES, METHODS AND ACCOMPLISHMENTS IN FRUIT AND GRAPE BREEDING

Dragan Nikolić¹, Vladislav Ognjanov², Nada Korać², Vera Rakonjac¹

¹Faculty of Agriculture, Zemun–Belgrade, Serbia

E-mail: nikolicd@agrif.bg.ac.rs

²Faculty of Agriculture, Novi Sad, Serbia

Abstract

The most important objectives, methods and accomplishments in fruit and grape breeding are showed in this study. Yield, quality and resistance to plant diseases and pests are underlined among numerous breeding aims. Besides, review of specific targets was also listed. The most conventional and new biotechnological breeding methods were described. A lot of accessory methods, which in combination with the conventional ones are contributing faster achievement of set goals, are also mentioned. Accomplishments of many breeding programs showed that planned work contributed creating numerous important cultivars and rootstocks in all fruit and grapevine species. Those cultivars are pushing out the standard ones and replacing them in new plantations. All of this is showing that

breeding work throughout the world and in our country should go on, while only new cultivars and rootstocks with high genetic potential can provide, with certain conditions, high income in fruit production and viticulture.

Key words: fruits, grapevine, germplasm, breeding, objectives, methods, results.

Author's address:
Prof. dr Dragan Nikolić
Poljoprivredni fakultet
Nemanjina 6
11080 Zemun
Srbija