

## OPLEMENJIVANJE ULJANE REPICE (*Brassica napus* L.)

Marjanović-Jeromela Ana, Marinković Radovan, Mitrović Petar

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

**Izvod:** U radu je dat pregled dostignuća u oplemenjivanju uljane repice kod nas i u svetu. Ulje uljane repice ima sve veću konkurentnost na tržištu ulja. Osnovni cilj oplemenjivanja je iskorišćavanje genetičkog potencijala za prinos uz smanjenje nepoželjnih sastojaka u ulju i sačmi. Poboljšanje prinosa moguće je realizovati stvaranjem sorti koje su rezistentne na prevalentne patogene i tolerantne na stresne uslove spoljašnje sredine. Vrednost sorte određuje se, prvenstveno, na osnovu prinosa semena i ulja. Sadržaj eruka kiseline i glukozinolata kod savremenih sorti tipa "00" je daleko niži nego kod početnih populacija. Od oplemenjivača se očekuje da, primenom konvencionalnih i metoda biotehnologije, stvore nove sorte i hibride visokog i stabilnog prinosa, sa poboljšanom nutritivnom vrednošću semena.

**Gljučne reči:** *Brassica napus* L, ciljevi oplemenjivanja, hibridi, sorte.

### Uvod

Uljana repica, *Brassica napus* L. (genom AACC,  $2n = 38$ ) je rezultat spontanog ukrštanja između vrsta *Brassica oleracea* L. (CC,  $2n = 18$ ) i *Brassica rapa* L. syn *campestris* (AA,  $2n = 20$ ) na području Sredozemlja, gde ove dve vrste uspevaju kao deo korovske flore. Smatra se da je početak njenog korišćenja kao ratarske kulture 16. i 17. vek. Osim ozimih i jarih sorti, koje se koriste za dobijanje ulja iz semena, postoje i sorte velike vegetativne mase za ishranu domaćih životinja. U savremenoj poljoprivrednoj proizvodnji zastupljene su, gotovo isključivo, sorte "00" tipa, bez eruka kiseline u ulju i niskog sadržaja glukozinolata u semenu. Na izbor pravca i metoda oplemenjivanja veliki uticaj imaju postavljeni kriterijumi kvaliteta uljane repice, kao i njena pogodnost za primenu biotehnoških metoda. Ulje uljane repice koristi se kao salatno ulje i ulje za prženje, za tehničku preradu i ishranu domaćih životinja. Seme sadrži 40-50% ulja, sa 60% oleinske kiseline. Kao ozima i jara forma gaji se na značajnim površinama umereno kontinentalnog i kontinentalnog klimata. Glavna proizvodna područja u svetu su Kanada, Kina, Indija, Severna i Zapadna Evropa. Uspešno gajenje uljane repice zahteva dobro aerirana i duboka zemljišta, sa pravilnim rasporedom padavina, jer ima dug vegetacioni period. Prinosi su poslednjih decenija, naročito u Evropi, značajno povećani. Od oplemenjivanja se očekuje dalje povećanje prinosa, pri istovremenom poboljšanju njegove sigurnosti, odnosno rezistentnosti na bolesti i tolerancije na stres.

Uljana repica i to ozima forma, pobuđuje sve veću pažnju poljoprivrednika u Republici Srbiji. Razlog za to leži pre svega u činjenici da je otkupna cena merkantilnog semena veća i od otkupne cene semena soje i suncokreta. Ovako visoka otkupna cena proizišla je iz potrebe za proizvodnjom biodizela jer smatra se da je ulje uljane repice najkvalitetnija sirovina među uljima uljanih biljaka.

Uzimajući u obzir uredbu Evropske Unije o procentu umešavanja biodizela u D<sub>2</sub> i potrošnju D<sub>2</sub> dizela, u Srbiji je u ovom trenutku neophodno proizvesti oko 50000t biodizela. Ako se uzme da se prosečan prinos semena kreće 2-2,5t/ha proizilazi da je u ovom trenutku potrebno zasnovati proizvodnju uljane repice u Republici Srbiji na preko 60000ha. Međutim, ulje uljane repice, s obzirom da ne sadrži eruka kiselinu, može da se koristi i u ishrani ljudi (Marinković et al., 20007 - u štampi).

### **Oplemenjivanje sorti uljane repice**

Prve sorte uljane repice selekcionisane su početkom prošlog veka. Te sorte su bile u tipu "++", visokog sadržaja eruka kiseline i glukozinolata. Sa povećanim značajem i širenjem površina pod uljanom repicom, naročito nakon Drugog svetskog rata, počinje intenzivnije oplemenjivanje. U nemačkoj jaroj sorti "Liho" otkriven je spontani mutant niskog sadržaja eruka kiseline. To je bila osnova za poboljšanje kvaliteta ulja uljane repice i od 1974. počelo je uvođenje sorti tipa "0" u proizvodnju. Sredinom sedamdesetih godina dobijene su iz poljske sorte "Bronowski" linije siromašne glukozinolatima, tipa "00". Cilj programa oplemenjivanja je bio poboljšanje kvaliteta sačme. Prve sorte u ovom, novom tipu, odlikovale su se drastično nižim prinosom u poređenju sa ranije selekcionisanim sortama, lošijeg kvaliteta. Daljim istraživanjima i primenom naučnih rezultata u oplemenjivačkim programima, stvorene su savremene sorte visokog i stabilnog prinosa (Cramer, 1990). Dobijeni rezultati analize genotipova uljane repice iz Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, na sadržaj eruka kiseline i glukozinolata, ukazuju da su naše sorte i linije na nivou priznatih sorti drugih oplemenjivačkih centara. Daljim oplemenjivanjem poželjno je korigovati i neka druga kvantitativna svojstva (Marinković i sar., 2003).

Poznato je da varijabilnost postojećeg materijala za oplemenjivanje ozime uljane repice nije velika. Ograničenost njenog centra porekla, relativno kratka evolucija same vrste, kao i izuzetno intenzivna selekcija, dovela je do osiromašjenja genetičke baze oplemenjivanja. Zato je neophodno, primenom različitih metoda, utvrditi genetičku varijabilnost raspoloživog oplemenjivačkog materijala (Marjanović-Jeromela et al., 2003) Vrlo često se genotipovi jasno diferenciraju samo na osnovu jare i ozime forme, dok se na osnovu ostalih morfoloških i fenoloških svojstava ne mogu u potpunosti razlikovati (Hasan et al., 2004). Razlog ovom je i jak selekциони pritisak usled strogih zahteva tržišta (nizak sadržaj eruka kiseline i glukozinolata), kao i odsustvo međuzavisnosti između drugih kvantitativnih svojstava i kvaliteta semena uljane repice. Razmena genetičkog materijala između oplemenjivača iz različitih selekcionih kuća, dodatno komplikuje razdvajanje materijala samo na osnovu geografskog porekla i neophodno je poznavanje pedigrea genotipova, sa kojim se započinje proces oplemenjivanja (Seyis et al., 2003). Primenom različitih molekularnih markera moguće je razlikovati i one genotipove uljane repice, koji se vrlo malo razlikuju u pogledu morfoloških osobina (Snowdon and Friedt, 2004, Yuan, 2004, Pan-ković, 2004, Marjanović-Jeromela, 2004).

Metode u oplemenjivanju uljane repice određene su njenim biološkim poreklom i načinom oplodnje. Najčešće primenivan postupak u dosadašnjem oplemenjivanju uljane repice je pedigree metod. Selekcija se odvija kroz niz generacija, prvenstveno na osnovu komponenti prinosa, sadržaja i kvaliteta ulja

i zdravstvenog stanja (Röbbelen, 1985). Kod uljane repice, kao i drugih gajenih vrsta, važan preduslov za uspešno oplemenjivanje su visoko vredne roditeljske linije (Marjanović-Jeromela i sar., 2006b).

U Institutu za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, intenzivniji rad na oplemenjivanju uljane repice započeo je 1984. godine. Kao početni materijal korišćene su registrovane inostrane sorte. Metodom konvergentnog ukrštanja, prema principu transgresivne rekombinacije (MacKay, 1962, cit. po Borojević, 1982), dobijene su perspektivne linije iz izdvojenog materijala u tipu "00" do sada su pedigre metodom selekcionisane i priznate četiri sorte u Srbiji: Banačanka, Slavica, Nena i Kata (Marinković i Marjanović-Jeromela, 2006a). Veći broj linija nalazi se u priznavanju i u drugim evropskim državama.

Mogućnosti i uspeh konvencionalnog oplemenjivanja sve više se vezuje za primenu biotehnoških metoda. U iznalaženje i korišćenje nove genetičke varijabilnosti, u okviru oplemenjivačkih programa, uključene su različite metode kao što su: kultura mikrospore i antere za dobijanje dihaploidnih homozigotnih linija, interspecijes hibridizacija uz korišćenje tehnika kulture embriona i fuzije protoplasta i molekularni markeri (Vasić i sar., 2001). Interspecijes ukrštanja kao izvor nove genetičke varijabilnosti, ne mogu se koristiti direktno u oplemenjivanju sorti. Egzotična germplazma, dobijena iz povrtarskih i krmnih vrsta, najčešće nije dovoljno adaptirana na dominantne klimatske uslove važnijih proizvodnih područja uljane repice (Hasan et al., 2004). Prinos semena i njegov kvalitet ograničavaju značaj heterotičnog efekta ovih ukrštanja, ali široka genetička varijabilnost daje mogućnost iznalaženja genotipova različitog stepena otpornosti na bolesti i insekte (Seyis et al., 2003). Praktično korišćenje biotehnoških metoda u oplemenjivanju uljane repice, kao i drugih poljoprivrednih biljaka, moguće je samo uz uključivanje evaluacije i selekcije konvencionalnim metodama.

### **Oplemenjivanje hibridnih sorti**

U poslednjim decenijama oplemenjivanje uljane repice je rezultiralo i u značajnom povećanju prinosa. Međutim, i pored povećanja prinosa ozima uljana repica zaostaje za drugim ozimim biljnim vrstama (pšenica i ječam). Kod F1 hibrida uljane repice koristi se efekat heterozisa za agronomski važna svojstva (Marjanović-Jeromela i sar., 2000). Poslednjih godina intenzivirani su oplemenjivački programi na stvaranju hibrida. Za oplemenjivanje hibrida pored poznavanja sistema stranooplodnje, neophodana je i odgovarajuća početna populacija. Iz odabranog početnog materijala dobijaju se roditeljske linije visoke kombinacione sposobnosti (Marinković i Marjanović-Jeromela, 2004b). Hibridi predstavljaju specifične kombinacije izabranih roditelja i omogućavaju realizaciju određenih zahteva u gajenju uljane repice, to se prvenstveno odnosima rezistentnost na patogene i svojstva kvaliteta. Proizvodnja hibridnog semena je zahtevnija i skuplja od proizvodnje semena sorti. Međutim, potrebe tržišta i prerađivačke industrije uslovile su razvoj i oplemenjivačkog programa hibrida na uljanoj repici.

Roditelji hibrida (inbred linije) se biraju na osnovu većeg broja svojstava kvaliteta semena i ulja i rezistentnosti na patogene i stres, ali i prinosa semena u samooplodnji. U savremenim programima oplemenjivači mogu da koriste i

kulturu mikrospora u formiranju dihaploidnih homozigotnih linija, čime se vremenski skraćuje program oplemenjivanja (Vasić et al., 2003).

Nagli razvoj hibridnih sorata započeo je uvođenjem i iskorišćavanjem citoplazmatske muške sterilnosti (CMS) kod uljane repice. Različiti tipovi muške sterilnosti poznati su već duže vremena, ali je njihovo iskorišćavanje u oplemenjivanju hibridne uljane repice relativno novijeg datuma. Kod ozime uljane repice u Evropi, samo dva hibridizaciona sistema imaju praktičan značaj: *Ogura* i MSL.

*Ogura* sistem razvijen je iz vrste *Raphanus sativus* syn *ogura* (Ogura, 1968) i kasnije unešen u vrste *B. oleracea* i *B. napus* (Bannerot et al., 1974) i druge vrste roda *Brassica*. Linije sa *ogura* sistemom sterilnosti imale su nedostatak hlorofila, nisku nektarnost i nedostatak restorer gena u *Brassica* vrstama. Sistem je dalje razvijen fuzijom protoplasta (Pelletier et al., 1983) i ukrštanjem sa *Raphanobrassica* (Hayen, 1978, Pellan-Delourme and Renard et al., 1988) sa *B. napus*. Iz dobijenih hibrida INRA i Serasem (1994) stvara se i registruje prvi hibrid uljane repice, Synergy, u Francuskoj. Problem nivoa kvaliteta u tipu "00" kod ovih hibrida, bio je uslovljen vezanošću restorer gena *Rfo* iz *Raphanus* genoma sa genom za visok sadržaj glukozinolata. Da bi se problem prevazišao hibridi sa ovim tipom sterilnosti nisu imali restorer gene, već je oprašivanje i oplodnja omogućena umešavanjem 20% sorte oprašivača. Smatralo se da će ovakav tip hibrida omogućiti optimalnu oplodnju. Međutim, vremenski uslovi tokom cvetanja mogu ograničiti mogućnost oprašivanja dve komponente hibrida, tako da se oni nisu proširili u proizvodnji u Nemačkoj npr. Nasuprot tome, povoljniji uslovi spoljašnje sredine tokom cvetanja uljane repice u Francuskoj i Velikoj Britaniji, bili su razlog za značajnije širenje ovih hibrida u poljoprivrednoj proizvodnji. Razvojem restorer linija sa redukovanim sadržajem glukozinolata (Delourme et al., 1999), omogućen je razvoj potpuno fertilnih hibrida zasnovanih na ovom tipu sterilnosti.

Sistem sterilnosti MSL (Männliche Sterilität Lembke) dobijen je iz spontanih mutacija i kasnijih povratnih ukrštanja sa odabranim linijama (Paulmann and Frauen, 1998). Hibridi na bazi MSL-sistema sterilnosti se karakterišu dobrom i potpunom restauracijom fertilnosti i niskim sadržajem glukozinolata (Fruen et al., 2003).

Prvi hibridi ozime uljane repice tipa "00", stvoreni na bazi sistema Joker i Pronto, registrovani su u Nemačkoj 1995. god.

Najveća prednost hibrida, u odnosu na klasični, linijski tip sorti, su visoki i stabilni prinosi i tolerantnost na stres. U uslovima kasne setve, koja je često uzrokovana nedostatkom padavina, hibridi pokazuju veću tolerantnost.

Selekcioni program stvaranja hibrida uljane repice u Institutu zasnovan je na iskorišćavanju prvenstveno *ogura* cms sistema. Ovaj sistem je unešen u nekoliko desetina inbred linija, koje su stvorene u Institutu iz različitih sorata ili F<sub>2</sub> generacija proizvedenih ukrštanjem sorata (Marinković i Marjanović-Jermela, 2006). Očekuje se, s obzirom na vrednosti kombinirajućih sposobnosti linija, da se naši prvi hibridi uskoro registruju u zemlji i u inostranstvu. U okviru programa stvaranja hibrida koriste se i drugi sistemi. U detektovanju novih izvora CMS-a, stvaranju CMS linija (njihovom umnožavanju), kao i u stvaranju hibrida (potpuna ili parcijalna restauracija), kod uljane repice je neophodno, pored vizuelne ocene u polju, izvršiti mikroskopski pregled prašnika - antera, kao i analizu mejoze - mikrosporogeneze (Atlagić et al., 2003).

## Ciljevi oplemenjivanja uljane repice

**Prinos semena.** Najvažniji cilj oplemenjivanja uljane repice je povećanje prinosa semena, uz visok sadržaj ulja i proteina u semenu. Prinos semena je rezultat vrednosti i međusobnog odnosa pojedinih komponenti prinosa. Između pojedinih komponenti (broj biljaka po jedinici površine, broj ljuski po biljci, masa semena) postoji izražena negativna međuzavisnost, kao i veliki uticaj uslova spoljašnje sredine (Marinković i sar., 2003a, Marinković i sar., 2004). Za uspešno realizovanje oplemenjivačkog programa važno je i optimizovati broj biljaka po jedinici površine, kao i druge agrotehničke mere (Marjanović-Jeromela i sar., 1999a), jer je pod takvim uslovima primetna i pozitivna korelacija između prinosa semena i broja ljuski. (Marjanović-Jeromela i Marinković, 1999b).

Visok prinos semena uljane repice, postižu oni genotipovi koji imaju pravilano proticanje fenofaza. Nakon klijanja i nicanja, neophodan je razvoj vegetativne mase pre zime, odnosno formiranje jake, grmolike rozete, debele kupe rasta i dubokog korenovog sistema. Izražen zahtev za vernalizacijom treba da osigura mirovanje kupe rasta do početka prolećnog razvoja biljaka. Cvetanje treba da je intenzivno, a samo vreme cvetanja ne predugo, čime se omogućava jednovremeno sazrevanje. Poželjno je da tokom formiranja semena gornji listovi, delovi stabla i zidovi ljuski što duže zadrže svoju funkcionalnost, s obzirom da u procesu fotosinteze mogu da formiraju do trećine prinosa semena. Većina ovih komponenti ima veću heritabilnost od samog prinosa.

**Otpornost na niske temperature.** U ostvarivanju cilja oplemenjivanja uljane repice, jedan od glavnih zadataka je poboljšanje otpornosti na niske temperature i optimizacija vremena sazrevanja, kako bi se omogućio visok nivo prinosa uz odgovarajuću stabilnost u postojećim agroekološkim uslovima (Marinković i sar., 2004a, Rakić, 2007 - u štampi).

**Otpornost na patogene.** Na biljkama uljane repice, prema literarnim podacima, evidentirane su sledeće bolesti: plamenjača pr. *Peronospora parasitica* sin. *P. brassicae*, crna pegavost pr. *Alternaria brassicae*, suva trulež pr. *Phoma lingam*, bela trulež pr. *Sclerotinia sclerotiorum*, pepelnica pr. *Erysiphe cruciferarum*, kila (hernia) korena uljane repice pr. *Plasmodiophora brassicae*, siva trulež pr. *Botrytis cinerea*, bela rđa pr. *Albugo candida*. Za sada su kod nas konstatovane sledeće fitopatogene gljive: plamenjača pr. *Peronospora parasitica* sin. *P. brassicae*, crna pegavost pr. *Alternaria brassicae*, suva trulež pr. *Phoma lingam*, bela trulež pr. *Sclerotinia sclerotiorum* (Marinković i sar., 2006b). Oplemenjivanje prema dominantnim bolestima je usmereno i na iskorišćavanje raspoloživih izvora rezistentnosti prema različitim patogenima. Cilj je objedinjavanje, u savremenim sortama, visokih vrednosti važnih agromskih svojstava, kao što su prinos, kvalitet itd., sa što je moguće većom rezistentnošću prema patogenima. U konvencionalnom oplemenjivanju na otpornost koristi se unošenje gena u visokovredan selekциони materijal, kroz kombinaciono oplemenjivanje - tj. ukrštanje i višestruku selekciju u narednim generacijama. Za ispitivanje uspeha u oplemenjivanju veoma je važan izbor lokaliteta. Da bi se izvela uspešna selekcija neophodno je da se na lokalitetu omogućí visok i ravnomeran infektivni pritisak.

Veliki značaj za uspeh oplemenjivanja na rezistentnost, je zajednički rad oplemenjivanja sa drugim naučnim disciplinama - kao što su fitopatologija,

biljna fiziologija, kao i biotehnologija. Osnovna fitopatološka istraživanja su neophodna baza za dijagnostiku i selekciju. Tako se, na primer, mogu identifikovati različiti odbrambeni mehanizmi uljane repice protiv fome (Mitrović i Marinković, 2007 - u štampi).

Metode biotehnologije nalaze primenu u oplemenjivanju uljane repice na rezistentnost. Čelijske strukture tretiraju se toksinom gljive, koji ima ulogu pri infekciji biljke. Primer za to je oksalna kiselina u slučaju bele truleži (*Sclerotinia sclerotiorum*). Biljke koje bi se regenerisale iz preživelih ćelija, odlikovale bi se poboljšanom rezistentnošću na određeni patogen.

Kod većine opisanih metoda problem je da se zajedno sa genom za rezistentnost, u uljanu repicu prenosi i veliki broj nepoželjnih svojstava. Primena savremenih metoda gentehnologije trebala bi da omogući brže rešavanje ovakvih poteškoća u oplemenjivanju. Rezistentnost, stvorena i selekcionisana u laboratoriji, mora biti ispitana u kompleksnim poljskim ogledima.

**Kvalitet ulja.** Rezervne materije (lipidi semena) kod uljane repice su, kao i kod drugih uljanih biljaka, trigliceridi različitog sastava masnih kiselina. Kod savremenih sorti uljane repice dominiraju oleinska (C 18:1) i linolna (C 18:2) kiselina, dok je kod starih sorti u najvećem procentu (45-50%) zastupljena eruka kiselina (C 22:1). Izmena sastava masnih kiselina u ulju uljane repice ima veliki značaj za povećanje proizvodnje i potrošnje (Lühs and Friedt, 1994). Zbog svoje termostabilnosti visokooleinska ulja se koriste za prženje. Ulje uljane repice koristi se i u neprehrambene svrhe. U oba slučaja poželjno je smanjenje trostruko nezasićene linolenske masne kiseline (C 18:3), niske stabilnosti, koja je odgovorna za brzo užegnuće ulja (Lands, 1997). Biljna ulja sa visokim sadržajem oleinske kiseline su posebno zanimljiva za hemijsku industriju i industriju biodizela (Marjanović-Jeromela i sar., 2006b). Za određene tehničke svrhe selekcionišu se sorte povećanog sadržaja masnih kiselina kratkih i srednje dugih lanaca. U poređenju sa drugim konzumnim biljnim uljima, ulje savremenih sorti uljane repice "00" tipa, sadrži najmanje zasićenih masnih kiselina (6-7%) i preporučuje se u ishrani ljudi sa koronarnim oboljenjima (Scarath et al., 1997, McVetty and Scarath, 2002). Nutritivnu vrednost ulja uljane repice ističe i to što je jestivo ulje koje sadrži najviše esencijalnih masnih kiselina oba tipa - omega 3 i omega 6, u odnosu 1 : 2 (Singh et al., 2002, Adamska et al., 2004). Na izbor metode oplemenjivanja utiče način nasleđivanja sadržaja masnih kiselina (Potts and Males, 1999; Marjanović-Jeromela i sar., 2000, Shi et al., 2003).

Osim izmene sastava masnih kiselina, veliki broj istraživanja obuhvata i povećanje sadržaja tokoferola, kao oksidanta, odnosno vitamina E i poboljšanje kompozicije njegovih izomera.

Sačma koja ostaje nakon ceđenja sadrži oko 40% proteina. Zahvaljujući izbalansiranom aminokiselinskom sastavu i visokom sadržaju aminokiselina sa sumporom, koristi se kao deo koncentrovanih smeša za ishranu goveda i svinja (Marjanović-Jeromela i sar., 2004). Oplemenjivanjem su stvorene savremene sorte siromašne glukozinolatima i njihova sačma se može koristiti u koncentrovanim smešama za ishranu. Međutim, dalja poboljšanja su neophodna tako da se, zajedno sa prethodnim istraživanjima kvaliteta ulja, razvijaju i oplemenjivački programi usmereni ka poboljšanju sačme. Najinteresantnije su aktivnosti na poboljšanju sastava proteina, povećanju nutritivno poželjnih komponenti (npr. rezervatol) i redukciji antinutritivnih supstanci (npr. sinapin, fenolna kiselina, tanini i fitinska kiselina). Oplemenjivački programi na poprav-

ljanju nutricionističkih kvaliteta uljane repice, najčešće su usmereni ka razvoju genotipova žute boje semena. Genetički i faktori spoljne sredine, kao i njihova međusobna interakcija, rezultuju u različitoj boji semenjače vrste *Brassica napus* - od žute do crne. Izuzetnu osetljivost ovog svojstva na navedene faktore, uslovljavaju poliploidna kostitucija uljane repice, materinski efekat i poligenost u nasleđivanju boje semenjače (Meng, 1998). Samo inbred linije, kod kojih su svi recesivni aleli na tri lokusa u homozigotnom stanju imaju žutu boju semenjače. Ukrštanjem ovakvih, izuzetno retkih linija sa drugim linijama, dolazi do razdvajanja u  $F_2$  generaciji za boju semenjače. (Lühs et al., 2000).

### Zaključak

U programima oplemenjivanja uljane repice značajna dostignuća postignuta su na povećanju otpornosti na niske temperature, poleganje i pucanje ljuske, kao i poboljšanju prinosa, sadržaja ulja i sastava masnih kiselina. Za dobijanje ulja koje se koristi u ishrani ljudi selekcionisane su sorte visokog sadržaja oleinske i linolne kiseline. Sačma dobijena ceđenjem ulja iz semena savremenih sorti, niskog sadržaja glukozinolata, koristi se kao proteinska komponenta u ishrani i bogata je esencijalnim amino kiselinama. Značajan uticaj na napredak u oplemenjivanju uljane repice ima i primena novih biotehnoških metoda. Od oplemenjivanja se očekuje da realizuje nove sorte i hibride visokog i stabilnog prinosa semena i ulja. Dalji ciljevi u poboljšanju nutritivne vrednosti semena i kvaliteta ulja određeni su zahtevima prerađivačke i prehrambene industrije.

### Literatura

- Adamska, Elizabeta, Cegielska-Taras, T., Kaczmarek, Z., Sza'a, L., 2004: Evaluation of fatty acid composition in winter oilseed rape. J. Appl. Genet., 45(4), 419-425.
- Atlagić, Jovanka, Marjanović-Jeromela, Ana, Marinković, R., Škorić, D., 2003: Cytogenetic study of CMS in rapeseed genotypes at the Novi Sad breeding center. Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Rapeseed Congress, vol. I, 336-338. 6-10 July 2003. Copenhagen, Denmark.
- Borojević, S., 1981: Principi i metodi oplemenjivanja bilja. Prosveta, Novi Sad.
- Cramer, N., 1990: Raps. Züchtung-Anbau und Vermarktung von Körnerapps. Verlag: Eugen Ulmer. Hohenheim.
- Delourme, R., Eber, F, Renard, M., 1999: Breeding double low restorer lines in radish cytoplasmatic male sterility of rapeseed (*Brassica napus* L.). Proc. 10th Int. Rapeseed Congress, Canberra, Australia. Dostupno na: [www.regional.org.au/au/gc/circ](http://www.regional.org.au/au/gc/circ)
- Frauen, M., Noack, J., Paulmann, W., Grosse, F., 2003: Development and perspectives of MSL - hybrids in winter oilseed rape in Europe. Proc. of the 11th International Rapeseed Congress, Vol. I, 306-318. 6-10 July 2003. Copenhagen, Denmark.
- Hasan, M., Seyis, F., Badani, A.G., Pons-Kühnemann, J., Friedt, W., Lühs, W., Snowdown, R.J., 2006. Analysis of genetic diversity in the *Brassica napus* L. gene pool using SSR markers. Genet. Res. And Crop Evol., 53, 793-802.
- Heyn, FW., 1978: Introgression of restorer genes from *Raphanus sativus* into cytoplasmic male sterile *B. napus* and the genetic of fertility restoration. Proc. of the 5<sup>th</sup> Int. Rapeseed Conf.: 82-83. Malmö, Sveden.
- Lands, W.E.M., 1997: The two faces of essential. INFORM 8, 1141-1147.
- Lühs, W., Friedt, W., 1994: Designer oil crops: breeding, processing, and biotechnology. In: D.J. Murphy (Ed.), Designer Oil Crops. VCH, Weinheim, Germany.

- Lühs, W., Baetzel, R. und Friedt, W., 2000: Zur Kombinierbarkeit von hoher Saatgutqualität und wertvollen Korninhaltsstoffen bei Raps (*Brassica napus*): Möglichkeiten und Grenzen. Bericht über die 51. Arbeitstagung 2000 der Vereinigung österreichischer Pflanzenzüchter: 1-11, 21-23. November 2000, BAL Gumpenstein.
- Marinković, R., Marjanović-Jeromela, Ana, Crnobarac, J., Lazarević, Jasna, 2003a: Path-coefficient analysis of yield components of rapeseed (*Brassica napus* L.). Proc. of the 11<sup>th</sup> Inter. Rapeseed Congress, Vol. III, 988-991, 6-10 July 2003. Copenhagen, Denmark.
- Marinković, R., Škorić, D., Sakač, Z., Marjanović-Jeromela, Ana, Sekulić, P., 2003b: Varijabilnost sadržaja ukupnih glukozinolata u različitim genotipovima ozime uljane repice (*B. napus* ssp. *oleifera*). Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo - Novi Sad, 38, 203-208.
- Marinković, R., Marjanović-Jeromela, Ana, Vasić, Dragana, Lazarević, Jasna, (2004a): Reakcija genotipova ozime uljane repice (*B. napus* L.) na niske temperature. Zbornik radova, 40, 313-324.
- Marinković, R., Marjanović-Jeromela, Ana, 2004b: Combining ability in some varieties of winter oil rape (*Brassica napus* L.) Biotechnology and Biotechnological Equipment, 18 (1), 110-114.
- Marinković, R., Marjanović-Jeromela, Ana, 2006a: Oplemenjivanje ozime uljane repice u Naučnom institutu za ratarstvo i povrtarstvo (Pregledni rad). Zbornik radova, Vol I, 42, 173-189.
- Marinković, R., Marjanović-Jeromela, Ana, Sekulić, R., Mitrović, P., 2006b: Tehnologija proizvodnje ozime uljane repice. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.
- Marinković R., Marjanović-Jeromela, Ana, Miladinović, Dragana, 2007: Combining ability of some rapeseed (*B. napus* L.) varieties. Proc 12th International Rapeseed Congress, Wuhan, China. In press.
- Marjanović-Jeromela, Ana, Marinković, R., Crnobarac, J., 1999a: Uticaj rokova setve i dubrenja na komponente prinosa uljane repice (*Brassica napus* L.). Zbornik radova sa 40. Savetovanja industrije ulja, 249-254, 22-24. novembar 1999. Palić, Jugoslavija.
- Marjanović-Jeromela, Ana, Marinković, R., 1999b: Heritabilnost komponenti prinosa uljane repice (*Brassica napus* L.). Abstrakti drugog Kongresa genetičara Srbije, 165, 10-13. Novembar 1999, Sokobanja, Jugoslavija.
- Marjanović-Jeromela, Ana, Marinković, R., Pucarević, Mira, Vasić, Dragana, 2000: Sadržaj eruka, linolne i linoleinske kiseline u ulju nekih sorata uljane repice (*Brassica napus* L.) i njihovih hibridnih kombinacija. Zbornik radova sa 41. savetovanja industrije ulja, 73-76, Miločer.
- Marjanović-Jeromela, Ana, 2004: Genetička divergentnost i varijabilnost komponenti prinosa semena uljane repice (*Brassica napus* L.). Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Marjanović-Jeromela, Ana, Vasić, Dragana, Marinković, R., Mihailović, V., Mikić, A., 2004: Korišćenje sačme uljane repice u ishrani domaćih životinja. Acta Agriculturae Serbica, vol. IX, 515-519. (Vanredni broj).
- Marjanović-Jeromela, Ana, Marinković, R., Miladinović, Dragana, 2006a: Kombinirajuće sposobnosti linija uljane repice (*Brassica napus* L.). Zbornik abstrakata III Simpozijuma Sekcije za oplemenjivanje organizama Društva genetičara Srbije: 82. Zlatibor.
- Marjanović-Jeromela, Ana, Marinković, R., 2006b: Uljana repica kao sirovina za proizvodnju biodizela (Pregledni rad). Zbornik radova, Vol I, 42, 25-40.
- McVetty, P.B.E., Scarth, R., 2002: Breeding for improved oil quality in Brassica oilseed species. J. Crop Prod.. Vol. 5: 345-369.
- Mitrović, P., Marinković, R., 2007: *Phoma lingam* - a rapeseed parasite in Serbia. Proc 12<sup>th</sup> International Rapeseed Congress, Wuhan, China. In press.
- Ogura, H., 1968: Studies of the male sterility in Japanese radish, with special reference to the utilization of this sterility towards the practical raising of hybrid seeds. Mem. Fac. Agric. Kagoshima Univ. 6: 39-78.



- Panković, Dejana, Marjanović-Jeromela, Ana, Sakač, Z., Marinković, R., 2004: Primena molekularnih markera u ispitivanju genetičke varijabilnosti kod uljane repice (*Brassica napus* L.). Zbornik radova sa 45. Savetovanja industrije ulja: 119-125, Petrovac.
- Paulmann, W., Frauen, M., 1998: Erfahrungsbericht zur Entwicklung und Saatguterzeugung von restaurierten Winterraps-Hybridsorten. Bericht über die 48. Tagung d. Arbeitsgem. d. Saatzuchtleiter. BAL Gumpenstein, 25-27 - Nov. 1997.
- Pellan-Delourme, R., G, Renard M., 1988: Cytoplasmic male sterility in rapeseed (*Brassica napus* L.): female fertility of restored rapeseed with *Ogura* and cybrid cytoplasm. Genome, 30: 234-238.
- Pelletier, G, Primard, C, Vedel, F., Chetrit, P, Remy, R., Rousselle, P., Renard M., 1983: Intergenic cytoplasmic hybridization in cruciferae by protoplast fusion. Mol.Genet., 191: 244-250.
- Pelletier, G, Renard M., 2006: Genetics at the service of rapeseed breeding. Special edition for "Innov Agri": INRA press service: 5-7.
- Potts, D. A., Males, D. R., 1999: Inheritance of fatty acid composition in *Brassica juncea*.: 10<sup>th</sup> International Rapeseed Congress, Canberra, Australia. Dostupno na: [www.regional.org.au/au/gc/circ](http://www.regional.org.au/au/gc/circ)
- Rakić, Branislava, Marjanović-Jeromela, Ana, Marinković, R., Saftić-Panković Dejana, 2007: Genetic variability between several *Brassicaceae* populations of different winter survival ability. Proc 12th International Rapeseed Congress, Wuhan, China. In press.
- Renard, M., Delourme, R., Mesquida, J., Pelletier, G., Primard, C., Boulidard, L., Dore, C., Ruffio, V., Herve, Y., Morice, J., 1996: Male sterilities and F<sub>1</sub> hybrids in *Brassica*. INRA.
- Röbbelen, G., 1985: Raps (*Brassica napus* L.), in: Fischbeck, G., W. Plarre und W. Schuster (Hrsg.), Lehrbuch der Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen, Band 2, Spezieller Teil, Berlin: 289-303.
- Scarath, R., McVetty, P. B. E., 1999: Designer oil canola a review of new food-grade *Brassica* oils with focus on high oleic, low linolenic types. Proc. 10<sup>th</sup> International Rapeseed Congress, Canberra, Australia.
- Seyis, F., Snowdon, R. J., Luhs, W., Friedt, W., 2003. Molecular characterization of novel resynthesized rapeseed (*Brassica napus*) lines and analysis of their genetic diversity in comparison with spring rapeseed cultivars. Plant breeding, 122, 473-478.
- Shi, C., Zhang, H., Wu, J., Li, C., Ren, Y., 2003: Genetic x environment interaction effects analysis for erucic acid content in rapeseed (*Brassica napus* L.). Euphytica, 130: 249-254.
- Singh, R. B., Dubnov, G., Niaz, M. A., Ghosh, S., Singh, R., Rastogi, S. S., Manor, O., Pella, D., (2002): Effect of an Indo-Mediterranean diet on progression of coronary artery disease in high risk patients (Indo-Mediterranean Diet Heart Study): a randomised single-blind trial. Lancet 360, 1445-1456.
- Snowdon, R. J., Friedt, W., 2004: Molecular markers in *Brassica* oilseed breeding: current status and future possibilities. Plant Breeding, 123, 1-8.
- Vasić, Dragana, Marjanović-Jeromela, Ana, Škorić D., 2001: Biotehnologija i poboljšanje kvaliteta ulja. Zbornik radova sa 42. savetovanja industrije ulja: 19-24. Herceg Novi.
- Vasić, Dragana, Marjanović Jeromela, Ana, Marinković, R., 2003: Microspore culture of rapeseed from NS-gene pool. Proc 11<sup>th</sup> International Rapeseed Congress, 135-136. 6-10 July 2003, Copenhagen, Denmark.
- Yuan, M., Zhou, Y., Liu, D., 2004: Genetic diversity in recurrent selection populations from *Brassica napus*. Plant Breeding, 123, 9-12.

## **BREEDING OF RAPESEED (*Brassica napus* L.)**

*Marjanović-Jeromela Ana, Marinković Radovan, Mitrović Petar*

Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

**Summary:** This paper presents an overview of the achievements of rapeseed breeding in the world and discusses the results of rapeseed research at the Institute of Field and Vegetable Crops in Novi Sad. The competitiveness of rapeseed oil in the oil market is increasing. The main goal of rapeseed breeding is the utilization of this crop's genetic potential for yield while reducing the presence of undesirable components in its oil and meal. Rapeseed yields can be improved by breeding cultivars resistant to prevalent pathogens and tolerant of environmental stresses. The value of a rapeseed cultivar is determined primarily on the basis of its seed and oil yields. The erucic acid and glucosinolate contents of the modern rapeseed cultivars from maturity group 00 are much lower than those of the starting populations. Rapeseed breeding is expected to produce using conventional and biotechnology methods new cultivars and hybrids having high and stable yields and seeds with improved nutritive value.

**Key words:** *Brassica napus* L, breeding goals, cultivars, hybrids