

OPLEMENJIVANJE ŠEĆERNE REPE - STANJE, MOGUĆOSTI I OGRANIČENJA

KOVAČEV, L., ČAČIĆ, N., MEZEI SNEŽANA, SKLENAR, P., NAGL NEVENA¹

IZVOD: Oplemenjivači šećerne repe (Beta vulgaris L.) koriste najraznovrsnije konvencionalne metode oplemenjivanja i nove tehnike sa ciljem: da zaštite, očuvaju i prošire genetičku varijabilnost, stvore superiorne genotipov i umnože željeno seme. Najintenzivnija istraživanja poslednjih godina vezana su za primenu genetičkih transformacija kao novih metoda u oplemenjivanju šećerne repe. Njihov cilj je unošenje odabranih gena za određena svojstva, koja se klasičnim metodama selekcije ne mogu stvoriti ili taj proces dugo traje zbog genetičkih barijera koje se javljaju prilikom ukrštanja. Do danas su u genom šećerne repe konvencionalnim metodama oplemenjivanja i metodama genetičkog inženjeringa unešeni geni za otpornost prema cercospori, rizomaniji, nematodama. Geni koji utiču na promenu metabolizma ugljenih hidrata i geni otpornosti na aktivne komponente pojedinih herbicida u ovom momentu mogu se u genomu šećerne repe uneti jedino metodama genetičkog inženjerstva..

Ključne reči: šećerna repa, oplemenjivanje, genetički potencijal rodnosti, cercospora, rizomanija.

UVOD: Šećerna repa (*Beta vulgaris L.*) je najproduktivnija gajena biljka u severnim agroekološkim uslovima gajenja, Fisher (1989). Od momenta početka oplemenjivanja šećerne repe, mnogo češće nego kod drugih gajenih biljaka u potpunosti je nekoliko puta menjana genetička kompozicija gajenih sorti.

Pošto uspeh u oplemenjivanju zavisi od postojanja genetičke varijabilnosti u izvornoj populaciji, oplemenjivači šećerne repe koriste najraznovrsnije konvencionalne metode i nove tehnike u programima oplemenjivanja sa ciljem: da prošire genetičku varijabilnost, stvore nove hibride, ubrzaju programe oplemenjivanja, umnože željeno seme i zaštite i očuvaju germ-plazmu. Glavni izvori genetičke varijabilnosti u konvencionalnim oplemenjivačkim programima su mutacije i rekombinacije gena. Pored ovih izvora genetičke varijabilnosti danas se može govoriti i o drugim izvorima varijabilnosti koji su nastali kao rezultat korišćenja novih tehnika i tehnologija. To su direktna manipulacija genima, fuzija protoplasta i somaklonalna varijabilnost. U metode ubrzanja procesa oplemenjivanja ubrajaju se kultura meristema, *in vitro* stvaranje dihaploida šećerne repe, izoenzimski markeri i molekularni markeri, Lange (1998).

Metode biotehnologije se u oplemenjivanju biljaka mogu podeliti na metode kulture tkiva (vegetativna propagacija, indukcija haploida i fuzija protoplasta) i metode na molekularnom nivou (molekularni markeri, kloniranje gena, itd), Wenzel (1998).

Najintenzivnija istraživanja poslednjih godina vezana su za primenu genetičkih transformacija kao novih metoda u oplemenjivanju šećerne repe. Njihov cilj je unošenje odabranih gena za određena agronomska svojstva, u cilju stvaranja superiornih genotipova. Metodama klasičnog oplemenjivanja ovi geni ili ne mogu da se unesu zbog postojanja genetičkih barijera u programima ukrštanja sa divljim srodnicima gde je gen identifikovan ili taj proces veoma dugo traje zbog uništenja velikog broja nepoželjnih gena koji utiču na pogoršanje agronomskih svojstava. Do danas su u genom repe konvencionalnim metodama oplemenjivanja unešeni geni za otpornost prema cercospori, rizomaniji i nematodama, dok se geni koji utiču na promenu metabolizma ugljenih hidrata i geni otpornosti na aktivne komponente pojedinih herbicida mogu uneti jedino metodama genetičkog inženjerstva.

¹ KOVAČEV L., naučni savetnik, ČAČIĆ N., viši naučni saradnik, SNEŽANA MEZEI, naučni savetnik, SKLENAR P., istraživač saradnik, NEVENA NAGL, stručnjak saradnik, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

Željeni geni se unose direktnim i indirektnim metodama. Kod šećerne repe korišćeni su sojevi *Agrobacterium tumefaciens*. Frekvencija uspeha kod transformacija zavisi od niza faktora u koje se ubrajaju početni eksplantat, genotip i uslovi pod kojima je izvršena transformacija. Procenat regenerisanih transgenih biljaka takodje se značajno razlikuje kod ispitivanih genotipova, DHAulin i sar. (1992), Trifonova i Atanasov (1995), Krens i sar. (1996), Mezei i sar. (1996).

Istorijski razvoj oplemenjivanja šećerne repe

Istorijski posmatran, razvoj oplemenjivanja šećerne repe počinje 1747. godine kada je Marggraf, nemački hemičar ustanovio da je šećer iz šećerne repe identičan šećeru iz šećerne trske. Pedeset godina kasnije Achard daje komercijalni metod za ekstrakciju šećera iz šećerne repe. Metodom masovne selekcije stvorena je bela šleska repa koja je sadržala 5-7% šećera, ali sa mogućnošću ekstrakcije samo polovine od ove količine. Uvodjenjem progenog testa kao novog metoda u oplemenjivanju, koji je obuhvatilo individualnu i masovnu analizu korena polarimetrom na prinos korena i sadržaj šećera i proveru potomstva u narednim generacijama Vilmorin je 1850 stvorio sorte koje su sadržale 13-17% šećera prema Bosemark (1993). Pretpostavlja se da ove sorte predstavljaju ishodni materijal za sve do sada stvorene sorte šećerne repe. Odbiranjem superiornih genotipova, planskom hibridizacijom i rekombinacijama poželjnih osobina dobijene su prve sortne populacije šećerne repe. Nakon toga je počela da se koristi poliploidija u oplemenjivanju. Iako tetraploidi dobijeni primenom kolhicina nisu bili bolji od ishodnog diploidnog materijala, triploidi dobijeni ukrštanjem tetraploida sa diploidima po svojim proizvodnim karakteristikama prevazišli su oba roditelja. Pronalaskom monogernog semena šećerne repe, osobinu koju kontroliše jedan recesivni gen, Савитски (1934) i Savitsky (1950) ili veći broj minor gena Rostell (1962) programi oplemenjivanja šećerne repe se značajno menjaju.

Šećerna repa je tipična stranooplodna biljka sa dvopolnim cvetovima. Da bi se mogli stvoriti hibridi neophodan je pogodan izvor muške sterilnosti. Do danas su kod šećerne repe otkrivena i opisana 4 tipa muške sterilnosti ali se u programima oplemenjivanja uglavnom koriste dva: cito-

plazmatsko nuklearna i nuklearna muška sterilnost. Muška sterilnost koja kombinuje citoplazmatske i nuklearne faktore može se smatrati jedino podesnom u komercionalnoj proizvodnji hibrida, jer omogućuje, uzimanjem semena sa majčinskih komponenti, dobijanje stoprocentnog hibridnog potomstva. Nuklearna ili mendelovska muška sterilnost uslovljena je jednim recesivnim genom aa (Owen 1952). Nuklearna muška sterilnost nije našla širu primenu u komercijalnoj proizvodnji hibridnog semena zbog toga što se maksimalno može dobiti 50% sterilnih biljaka. Ona se najviše koristi u selekcionim programima autofertilnih genotipova šećerne repe Bosemark (1970). Koristeći razne metode selekcije, gene za kontrolu monogernosti i muške sterilnosti, zatim poliploidiju, dobijeni su današnji monogerni diploidni i triploidni hibridi šećerne repe.

Težnja da se i dalje povećava genetski potencijal rodosti kod šećerne repe je stalno prisutna u istraživanjima selekcionera, genetičara, fiziologa, biohemičara, biologa i molekularnih biologa koji svi u okviru svojih timova rade na iznalaženju novih mogućnosti za povećanje potencijala rodosti.

Povećanje genetičkog potencijala rodosti šećerne repe

Koristeći klasične metode oplemenjivanja i dopunjavajući ih novim metodama genetičkog inženjerstva postoje vrlo velike mogućnosti daljeg povećanja genetičkog potencijala rodosti. Povećanje genetičkog potencijala rodosti može se ostvariti kroz nekoliko pravaca: poboljšanje poljske klijavosti, otpornost prema prorastanju, povećanje sadržaja šećera i njegova akumulacija u korenu, promena žetvenog indeksa, povećanje akceptora asimilata, izmena položaja listova, promena oblika korena, poboljšanje tehnološkog kvaliteta, povećanje otpornosti prema bolestima i štetočinama.

Poboljšanje poljske klijavosti vezano je za produženje vegetacije kod šećerne repe, a postiže se na dva načina: radom na selekciji genotipova koji imaju sposobnost klijanja na nižim temperaturama ili selekcijom genotipova sa visokom energijom klijanja.

Otpornost prema prorastanju postiže se stvaranjem triploidnih ili diploidnih hibrida sa duplim ili trostrukim dozama komplementarnih gena koji daju visoku tolerantsnost prema prorastanju.

Povećanje sadržaja šećera može biti značajno ostvareno jedino izmenom saharoze

u neke druge šećere. Sinteza saharoze odvija se u listovima repe, i transportuje se u ćelije korena. Jedan deo se uključuje u metaboličke procese za sintezu skroba, a najveći deo se akumulira u vakuolama. Cilj najnovijih istraživanja je da se dobije transformacija kod šećerne repe, kod koje je izmenjen krajnji produkt metabolizma ugljenih hidrata. Iz jerusalimske artičoke izolovani su geni za sintezu fruktana inulina, koji predstavljaju najperspektivniju alternativu za proizvodnju saharoze. U sintezi inulina učestvuju dva enzima: saharozo: saharozo fruktozil transferaza (SST), koja prevodi saharozu u fruktozu i fruktan: fruktozil transferaza (FFT) koja proizvodi novostvorene polimere. Aktivnošću ovih enzima u ćelijama korenskog parenhima šećerne repe dolazi do pretvaranja saharoze u fruktozu, njene polimerizacije u inulin i njegove akumulacije kao krajnjeg produkta metabolizma. SST i FFT geni su ubačeni u model biljku-mutant krompira, koji umesto skroba akumulira saharozu, što je veoma slično šećernoj repi. Dobijene su biljke sa ekspresijom oba ubačena gena u kojima je došlo do nakupljanja inulina, Heyer i sar. (1998). U genom šećerne repe unet je gen za SST i kod transgene šećerne repe došlo je do akumulacije oligomera fruktana, Smeekens (1998).

Promena žetvenog indeksa i povećanje akceptora asimilata u oplemenjivanju vezana je za stvaranje lisne mase kod hibrida. Šećerna repa može da ostvari visok prinos korena sa samo 6-8 pari listova. Najnoviji hibridi koji su namenjeni intenzivnoj proizvodnji i agrohenici poseduju osobinu malog broja listova a po potencijalu rodnosti premašuju ranije hibride.

Izmena položaja lista je kod nekih hibrida u tesnoj vezi sa povećanjem potencijala rodnosti. Produktivnost fotosinteze povećana je kod uspravnog položaja lista zbog bolje osvetljenosti. Međutim, uspravan položaj lista ne znači i superiornost u proizvodnim osobinama. Prema najnovijim istraživanjima donji listovi šećerne repe treba da budu horizontalni sa naboranim listama i kratkim lisnim drškama. Listovi srednje starosti trebalo bi da zauzimaju uspravan položaj, a po obliku da budu izduženi sa dugim lisnim drškama. Najmlađi listovi bi trebali da zauzmu isti položaj kao i najstariji donji listovi koji su u tom periodu već odumrli, Sarić (1981).

Promena oblika korena u cilju povećanja genetskog potencijala za prinos istraživanja koja se odnose na karakteristike korena šećerne repe u ovom momentu su vrlo

aktuelna. Modeliranje oblika korena ide u pravcu stvaranja novih hibrida za različite uslove proizvodnje, različit tip zemljišta i u pravcu novih ekoloških i ekonomskih trendova u gajenju šećerne repe. Modeliranje oblika korena ima za cilj izmenu oblika korena i time omogućiti gajenje repe u različitim agroekološkim i agrotehničkim uslovima. Pored modeliranja oblika korena vrlo intenzivna istraživanja vršiće se na izmeni površine korena sa ciljem stvaranja glatke površine što će rezultirati olakšanom vadenju i malim iznošenjem nečistoća Sklenar i sar. (1998), Goldman (1995), Stojaković i sar. (1992), Coe i Theurer (1987), Loomis (1979).

Poboljšanje tehnološkog kvaliteta selekcionog materijala znači poboljšanje odnosa šećeri/nešećeri, smanjenje štetnih elemenata kao što su N, K, Na, koje dovodi do jednostavnije i bolje ekstrakcije i kristalizacije šećera u procesu prerade, a samim tim i do povećanja prinosa šećera kao završnog produkta u proizvodnji šećerne repe.

Otpornost prema bolestima - od niza bolesti koje su opisane na šećernoj repi najintenzivnija istraživanja na stvaranju otpornosti vrše se na pegavosti lista i rizomaniji kao ekomomski najznačajnijim obolenjima.

Pegavost lista šećerne repe je bolest izazvana parazitnom gljivom *Cecrospora beticola* Sacc. Otpornost je uslovljena većim brojem minor gena sa neaditivnim efektom. Ako se roditelji odlikuju visokom otpornošću prema patogenu uglavnom se dobija visoka otpornost u F1 generaciji. Međutim prinos i druge važne kvantitativne osobine hibrida u velikom broju slučajeva ne zadovoljavaju zahteve oplemenjivača, zbog niskog efekta heterozisa koji se dobija ukrštanjem genetički vrlo bliskih roditeljskih komponenata. Ova barijera prevaziđjena je korišćenjem otpornog tetraploidnog oprašivača, a zahvaljujući poligenoj kontroli otpornosti može da se ostvari dobar prinos i zadovoljavajuća otpornost stvorenih hibrida, Kovačev (1982; 1996).

Istraživanja u oblasti genetičkog inženjeringa imaju za cilj da stvore hibrid šećerne repe koji je sposoban da sintetiše sopstvene proteine koji imaju osobine sintetičkog fungicida i time postignu sopstvenu odbranu biljke. Intenzivna istraživanja vrše se na identifikaciji i izolaciji ovakvih gena metodama ELISA testa, cDNK probama i mnogim drugim tehnikama molekularne biologije. Krajnji cilj je stvaranje multi rezistentnih genotipova šećerne repe sa trajnom otpornošću.

Otpornost prema rizomaniji moguće je postići stvaranjem genotipova otpornih prema gljivi *Polymixa betae* kao prenosiocu virusa ili stvaranjem genotipova otpornih na umnažanje virusa u korenu posle ostvarene infekcije. Poznato je da je izazivač bolesti virus, a prenosilac bolesti parazitna gljiva. Do danas su kod šećerne repe pronadjena i opisana tri različita izvora otpornosti prema rizomaniji: Alba, Rizor i Holly tip. U stvaranju novih hibrida konvencionalnim metodama oplemenjivači kombinuju sva tri različita tipa otpornosti. Otpornost prema *Polymixa betae* prenosiocu virusa nekrotičnog žutila nerava repe proučavana je u sekciji *Procumbentes* i *Patelaris*. Kod gajenih hibrida nastalih ukrštanjem *B. vulgaris* sa *B. procumbens* ili *B. patelaris* infekcija je izvršena sa gljivom koja je posedovala virus, a efekat otpornosti prema vektoru i virusu ocenjen je na osnovu koncentracije virusa u biljkama. Polovina interspecies hibrida posle infekcije imala je nisku koncentraciju virusa, dok kod druge polovine virus nije detektovan. Takođe rezultati monosomih adicije pokazali su da je gen otpornosti na *Polymixa betae* lociran na hromozomu 4 i 8 kod *Beta procumbens*, Paul i sar. (1992).

Mapiranje gena za otpornost prema bolestima poboljšaće efikasnost oplemenjivanja biljaka i omogućiti razumevanje molekularnih osnova otpornosti. Ovo zahteva poznavanje patoloških testova, genetičkih markera i genotipa. Postoje dva puta stvaranja markera za otpornost prema bolestima, a to su: stvaranje genetičkih mapa i lokalizacija major gena, kao i gena za kvantitativna svojstva (QTL), dok je drugi način detaljna analiza delova genoma. Morfološki markeri ukazuju na kvalitativne osobine. Molekularni markeri ukazuju na polimorfizam na nivou DNK ili proteina. Biohemijski markeri predstavljaju proteine nastale delovanjem gena. RFLP markeri nastaju kao posledica varijabilnosti u rasporedu restrikcionih mesta koja prepoznaju restrikcioni enzimi, Lefebre i Chevre (1995). Da bi se ove metode primenile neophodno je izvršiti identifikaciju i izolaciju gena odgovornog za sintezu proteinskog omotača virusa. Bouzoubaa i sar. (1986) i Perret i sar. (1987) su identifikovali gen za proteinski omotač BNYVV. Zatim je gen izolovan i kloniran a pomoću *Agrobacterium rhizogenes* ubačen u korenčiće šećerne repe metodama *in vitro*, Ehlers i sar. (1991). Dobijena je transgena šećerna repa, kod koje je došlo do hiperprodukcije ovog proteina, što je sprečilo otvaranje virusnog omotača. Iako je ćelija inficirana virusom kao rezultat

ove promene nije došlo do ispoljavanja bolesti, što znači da je virus ostao neaktivan, Lauber i sar. (1998).

Zaključak

Oplemenjivanje i stvaranje novih sorata i hibrida šećerne repe i drugih gajenih biljaka odvijaće se u budućnosti mnogo brže i efikasnije. Za one osobine za čije je stvaranje pre samo nekoliko godina bilo potrebno nekoliko decenija, a ponekad i vekova a najčešće je takvu osobinu potpuno nemoguće stvoriti intenzivnim razvojem nauke uvodjenjem novih tehnika i tehnologija za stvaranje novih osobina zasigurno će biti potrebno samo nekoliko godina. Mogućnosti novih tehnologija kombinovanih sa poboljšanim konvencionalnim metodama oplemenjivanja bez obzira na sva moguća ograničenja kojima će se vrlo konzervativna priroda suprotstaviti brzim i velikim promenama u bliskoj budućnosti će se verovatno grančiti sa sadašnjom maštom najprogressivnijih vizionara. Samo količina znanja i informacija u ovom momentu mogu limitirati teoretske mogućnosti biotehnologije. Transfer stranih gena i gena divljih srodnika u genom šećerne repe u ovom momentu i u budućnosti predstavljaće uobičajenu proceduru u oplemenjivanju šećerne repe.

LITERATURA

- BOSEMARK, N. O. (1970): Use of mendelian male sterility in recurrent selection and hybrid breeding in beets. EUCARPIA Fodder crop section, September 15th-17th Lusignan France, 127-136.
- BOSEMARK, N. O. (1993): Genetics and breeding. In: The Sugar Beet Crop, ed. by D. A. Cooke and R. K. Scott, Chapman and Hall, 66-119.
- BOUZOUBAA, S., ZIEGLER, V., BECK, D., GUILLEY, H., RICHARDS, K. & JONARD, G. 1986 Nucleotide sequence of beet necrotic yellow vein virus RNA-2. J Gen Virol 67 1689-1700.
- COE, G.E., and THEURER C., 1987 Progress in the Development of Soil-Free Sugarbeets, Journal of A.S.S.B.T. 24, 1. 49:56.
- DHAULLIN, K., BOSSUT, M., BONNE, E., MAZUR, B., LANDSMANN, J., KOENIG, R. & BURGERMEISTER, W. 1992 Transformation of sugarbeet (*Beta vulgaris* L.) and evaluation of herbicide resistance in transgenic plants. Biotechnol. 16 309-314.
- EHLERS, U., COMMANDEUR, U., FRANK, R., LANDSMANN, J., KOENIG, R. &

- BURGERMEISTER, W. 1991 Cloning of the coat protein gene from beet necrotic yellow vein virus and its expression in sugar beet hairy roots. *Theor Appl Genet* 81 777-782.
- FISHER, H.E. 1989 Origin of the *Wëisse Schlesische Rube* (white silesian beet) and resynthesis of sugar beet. *Euphitica* 41 75-80.
- GOLDMAN, J.L. 1995 Differential Effect of Population Density on Shape and Size of Cylindrical Red Beet (*Beta vulgaris* L.) Genotypes, *J. Amer. Soc. Hort. Sci* 120, 6, 906-908.
- HEYER, A. 1998 Die Optimierung der Zuckerproduktion sowie Produktionsalternativen mit der Zuckerrube. Proceedings of the 61st IIRB Congress, Brussels B 229-244.
- KOVAČEV, L. 1982 Nasledjivanje otpornosti prema *Cercospora beticola* Sacc. kod F1 triploidnih hibrida šećerne repe. *Zbornik za prirodne nauke, Matica Srpska*, br. 62, 151-155.
- KOVAČEV, L., ČAČIĆ, N., MEZEI, S. 1996 Oplemenjivanje šećerne repe, stanje i perspektive. *Zbornik radova*, sv. 25, 93-98.
- KRENS, A., TRIFONOVA, A., KEIZER, P. & HALL, R. 1996 The effect of exogenously-applied phytohormones on gene transfer efficiency in sugarbeet (*Beta bulgaris* L.). *Plant Science* 116 97-106.
- LAUBER, E., BLEYKASTEN-GROSSHAUS, C., GUILLEY, H., BOUZOUBAA, S., RICHARDS, K. & JONARD, G., 1998 Stratégies for producing pathogen derived resistance to rhizomania in transgenic sugar beet. Proceedings of the 61th IIRB Congress, Brussels B 205-220.
- LANG, J.P., 1998 Intellectual property rights for transgenic plant material, plant varieties or their properties the legal situation in Europe and the USA. Proceedings of the 61th IIRB Congress, Brussels, 289-301.
- LEFEBRE, V., CHEVRE, AM. 1995 Tools for marking plant disease and pest resistance genes: a review. *Plant breeding*, 15, 2-19
- LOOMIS, R.S. 1979 Ideotype Concepts for Sugar Beet Improvement, *Journal of A.S.S.B.T.* 20, 4, 323-342.
- MEZEI, S., MRKOVAČKI, N., NAGL, N., KOVAČEV, L. & OGNJANOV, V. 1996 Transformation of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) By *Agrobacterium tumefaciens*. *J. Sci. Agric. Research* 57, 205:23-29.
- OVEN, F. V. (1952): Mendelian male sterility in sugar beets. *Proc. Am. Soc. Sugar. Beet Techn.* 7, 371-376.
- PAUL H., HENKEN, B., BOCK, T.S.M. DE LANGE, W. 1992 Resistance to *Polymyxa betae* in *Beta* species of the section *Procumbentes*, in hybrids with *B. vulgaris* and in monosomic chromosome additions of *B. Procumbens* in *B. vulgaris*. *Plant Breeding* 109 4 p. 265-273.
- PERRET, J., BEN TAHAR, Š., HOSEMANS, D., GEERTES, D., GORSE, A., KALLERHOFF, J., PAPON, Y., PÉRES, P. 1982 La rhizomanie: une approche par le génie génétique. IIRB Institut Intrnational de recherches betteravieres. Bruxelles, Palais des Congres, 11-12 fevrier.
- R STELH.J., 1962 Ergebnisse der Züchtung und des Anbaus monkarper Zuckerruben. *Dt Landwirsch*, 13, 12, 590-593.
- SARIĆ, M. 1981 Fiziologija šećerne repe. *Srpska akademija nauka i umetnosti, Beograd*.
- САВИЦКИ, В. Ф. (1934): Генетическое исследование по свекле. Основные выводы научно-исследовательских работ ВНИС 1934 год., 166.
- SAVITSKY, V.F. (1950): Monogerm sugar beets in United States. *Proc. Am. Soc. Sugar. Beet Techn.* 6, 156-159.
- SMEEKERS, D., 1998 A convert to fructans in sugar beet. *Nature Biotechnology*, 16 No.9.
- SKLENAR P., KOVAČEV, L., ČAČIĆ, N., MEZEI, S. AND NAGL, N. 1998 Genetic and phenotypic correlations for some sugar beet root characteristics. In: Tsekos I. and Moustakas M. *Progress in Botanical Research*, Kluwer academic publishers, Netherlands. 569-573.
- ŠTOJAKOVIĆ, M., ČAČIĆ, N., DOKIĆ, P., 1992 Varijabilnost težine korena i procenta suve materije kod šećerne repe, *Zbornik radova Matice srpske za prirodne nauke*, 83, 83-89.
- TRIFONOVA, A. & ATANASOV, A. 1995 Genetic transformation of sugar beet by *Agrobacterium rhizogens*. *Biotechnol. & Biotechnol. Eq.* 23-26.
- WENZEL, G., 1998 Isolation of genes and their transfer into crop plants. Proceedings of the 61th IIRB Congress, Brussels, 139-149.

SUGARBEET BREEDING - SITUATION, PROSPECTIVES AND LIMITATIONS

KOVAČEV, L., ČAČIĆ, N., MEZEI Snežana, SKLENAR, P., NAGL Nevena

SUMMARY

Breeders of sugarbeet (*Beta vulgaris L.*) use a variety of conventional breeding methods and novel techniques striving to protect, maintain and expand the genetic variability of the crop, develop superior hybrids, and multiply their seed. In recent years, a new methodology of genetic transformations has been extensively used in sugarbeet breeding. The new methodology is used with the intention of introducing desirable genes, those that cannot be introduced by the classical breeding methods or which take a lengthy process to be introduced due to genetic barriers occurring during crossing. Conventional breeding methods and genetic engineering methods have been used to improve the sugarbeet genome by the introduction of genes for resistance to *Cercospora*, rhizomania and nematodes. Presently, genes that modify the carbohydrate metabolism and genes that confer resistance to the active substances in certain herbicides may be introduced only by means of genetic engineering methods.