

ISTRAŽIVANJE I PROIZVODNJA ŠEĆERNE REPE U SAD

I. LIOVIĆ

Institut za šećernu repu Osijek d.d.
Institute for Sugarbeet Breeding**SAŽETAK**

Šećerna repa je vrlo značajna kultura u SAD. Zbog osjetljivosti europskih sorata, koje su u početku uzgajane, američki oplemenjivači su počeli s oplemenjivanjem na otpornost prema kovrčanju lista (Curly Top Virus) i cercospori (*Cercospora beticola* Sacc.). Otkrićem citoplazmatske muške sterilnosti (CMS) i O-tipa, omogućeno je korištenje heterozisa za prinos korijena, a otkrićem monogermnosti omogućena je sjetva na konačni razmak u redu. Posao oko šećerne repe objedinjava Beet Sugar Development Foundation (BSDF), zbog što veće i kvalitetnije proizvodnje korijena za šećerane. BSDF sudjeluje u istraživanjima, ali i podučavanju proizvođača korijena. Glavno proizvodno područje korijena šećerne repe je u području Minnesote i North Dakote, gdje je 1994. godine proizvedeno 11 miliona t korijena, što je 36% od ukupne proizvodnje u SAD. Proizvodnja korijena je organizirana kroz zadruge, a proizvođači samostalno odlučuju, s liste priznatih sorata, koju će sortu sijati. Proizvedeni korijen se plaća na osnovu kvalitete.

Ključne riječi: šećerna repa, SAD, oplemenjivanje, proizvodnja korijena, kvalitet

UVOD

Šećerna repa (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* Alef.) je vrlo značajna industrijska kultura koja se uzgaja na oko 8.1 milion ha, u 41 zemlji svijeta na 5 kontinenta. U Sjevernoj Americi, šećerna repa se uzgaja u vrućem klimatu Arizone i Imperial Valley of California i u hladnom klimatu North Dakote, Minnesote i kanadskih provincija Quebec, Manitoba i Alberta. U SAD se oko 0.4 miliona ha koristi za proizvodnju šećerne repe u 17 država (Smith, 1987).

Pored šećerne trske, koja se uzgaja u tropskim i subtropskim područjima, šećerna repa je glavni izvor šećera u područjima umjerene klime. U sezoni 1994/95., u svijetu je proizvedeno od šećerne trske i šećerne repe oko 116 miliona t šećera, a učešće šećera od šećerne repe iznosi 30.22% (Ahlfeld, 1995).

OPLEMENJIVANJE ŠEĆERNE REPE

Oplemenjivanje šećerne repe u SAD je započelo nakon razvoja osnovnih oplemenjivačkih metoda i sorata u Europi. Nakon početnog stjecanja iskustva koristeći europske metode oplemenjivanja, američki oplemenjivači šećerne repe su pokazali originalnost u radu otkrićem i korištenjem citoplazmatske muške sterilnosti, monogermnog sjemena i heterozisa (Hecker i Helmerick, 1985).

Uspješna proizvodnja i prerada šećerne repe u SAD datira od 1870. godine kada je izgrađena šećerana u Alvarado, California. U početku, zbog korištenja uvezenog europskog sjemena i slabog tehničkog iskustva u preradi korijena šećerne repe, postojali su brojni problemi. Europske sorte šećerne repe su bile neotporne na bolesti, prvenstveno kovrčanje listova (Curly Top Virus) i cercosporu (*Cercospora beticola* Sacc.), koje su dovodile do znatnih gubitaka.

Nakon 5 godina zajedničkog rada oplemenjivača iz USDA (United States Department of Agriculture) i privatnih oplemenjivačkih kompanija, 1930. je dobivena sorta US 1 koja je bila otporna na kovrčanje lista (Coons, 1936). Prva sorta sa značajnom otpornošću prema cercospori bila je US 217, a uvedena je u proizvodnju 1937. godine (Coons i sur., 1955).

Oplemenjivači iz privatnih kompanija (Great Western Sugar Company i American Beet Sugar Company, a sada American Crystal Sugar Company) su razvijali sorte za proizvodna područja bez ozbiljnih problema sa bolestima, a USDA oplemenjivači u suradnji sa privatnim kompanijama razvijali su sorte otporne na bolesti. Ovo je bilo logično jer je oplemenjivanje na bolesti zahtijevalo istraživanje i tehnologiju koju su mogli osigurati samo multidisciplinarni timovi znanstvenika zaposlenih u USDA.

Otkrićem citoplazmatski nasljeđene muške sterilnosti (CMS) i O-tipa od strane USDA znanstvenika F. V. Owena (1945), omogućeno je korištenje heterozisa za prinos korijena, a otkrićem monogermnosti (jedan embrio po sjemenci) kod šećerne repe od strane V. F. Savitsky (1950) i njegove žene Helen, imigranata iz USSR koji su bili zaposleni u Beet Sugar Development Foundation i radili sa USDA znanstvenicima u Salt Lake City, Utah, omogućena je precizna sjetva, čime je eliminirano mukotrpno prorjeđivanje, odnosno omogućena je sjetva na konačni razmak u redu.

Prva monogermna slobodno-oprašiva sorta je priznata 1950-tih, a prvi monogermni hibrid je priznat 1958. godine od strane Amalgamated Sugar Co., koristeći monogermnu majčinsku CMS liniju iz USDA.

PROIZVODNJA SJEMENA

U Las Cruces, New Mexico 1920-ih je razvijena metoda proizvodnje sjemena u jednoj godini (overwintering method). Sjeme se proizvodi ostavljanjem, u jesen posijanih, biljaka u polju tokom blage zime, a žanje se narednog ljeta.

Glavno proizvodno područje sjemena šećerne repe, od 1937. godine je zapadni Oregon. West Coast Beet Seed Company, koja je osnovana 1940. godine, proizvodi cjelokupne ili djelomične potrebe sjemena za sjemenske kompanije koje su njene članice. Ponekad se proizvodi sjeme i za kompanije koje nisu njene članice, kao i za izvoz. Od proizvodnje sjemena šećerne repe, 97% je monogermno sjeme, skoro u cjelosti diploidni hibridi (Campbell, 1968). U komercijalnoj proizvodnji hibridnog sjemena, postoje dva načina sjetve roditeljskih linija. Prvi način je sjetva smjese monogermne muško sterilne linije sa oko 5% multigermnog polinatora, a drugi način proizvodnje hibridnog sjemena je sjetva u naizmjenične trake: polinatora (4 reda) i muško sterilne linije (12 ili 16 redova, ovisno o proizvodnji polena).

Do 1970. je svaki proizvođač korijena šećerne repe, prema ugovoru sa šećeranom, bio obavezan kupiti sjeme od šećerane. Od 1974. brojne europske sjemenske kompanije u suradnji sa američkim kompanijama proizvode i prodaju sjeme u SAD. U većini područja, sorte odobravaju lokalni komiteti sastavljeni od proizvođača i prerađivača korijena šećerne repe.

BEET SUGAR DEVELOPMENT FOUNDATION

Posao oko šećerne repe objedinjava neprofitna Beet Sugar Development Foundation (BSDF), sa ciljem što veće i kvalitetnije proizvodnje korijena za šećerane. U nju su uključeni oplemenjivači, sjemenske kompanije, proizvođači korijena i šećerane. BSDF provodi istraživanja kroz sufinanciranje različitih projekata, ali i podučavanje proizvođača kroz organizaciju različitih tečajeva i škola.

Od 1991. godine, u suradnji s McGinis Institute of Beet Sugar Technology, BSDF organizira Beet Sugar Agriculture School. Škola traje jedan tjedan, a održava se svake godine u drugom dijelu SAD.

Proizvođači korijena su povezani u udruge, a na raspolaganju su im savjeti kroz "extension service" BSDF, svaka šećerana ima predstavnike koji rade sa proizvođačima, a također i univerziteti imaju stručnjake iz područja kontrole korova i fitopatologije, koji su spremni pomoći.

USDA oplemenjivači rade na stvaranju germplazme otporne prema bolestima i štetnicima, koju koriste oplemenjivači iz privatnih kompanija SAD, ali i oplemenjivači širom svijeta. Obzirom na veliko prostranstvo i različite uvjete proizvodnje šećerne repe, istraživanje pri USDA se provodi na nekoliko

različitih lokacija: Salinas-California, Fort Collins-Colorado, Fargo-North Dakota, East Lansing-Michigan, Bushland-Texas, Madison-Wisconsin, DeKalb-Illinois i Logan-Utah.

ISTRAŽIVANJE ŠEĆERNE REPE U COLORADU

U Fort Collinsu, Colorado nalazi se U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Northern Plains Area, (USDA, ARS, NPA) Crops Research Laboratory, Sugarbeet Research Unit. Istraživanje šećerne repe u Coloradu (Ruppel, 1997.) ima jako dugu tradiciju:

- 1912.-13. V. W. Pool & M. B. McKay u suradnji s American Crystal Sugar Company u Rocky Ford-u, CO istražuju epidemiologiju bolesti *Cercospora beticola* Sacc.
1925. USDA je pokrenuo oplemenjivački program u Rocky Ford-u, CO s ciljem razvoja otpornih linija šećerne repe na cercosporu. dr. George Coons & Dewey Steward
- oko 1933. USDA istraživanje šećerne repe je preseljeno u Fort Collins, u limenu, montažnu baraku smještenu pri Colorado State University. dr. LeRoy Powers & John O. Gaskill razvijaju otpornost linija šećerne repe prema cercospori, truleži uskladištenog korijena (*Botrytis*, *Phoma* i *Rhizopus*), a 1950-tih je započet razvoj linija otpornih prema truleži korijena (*Rhizoctonia solani* Kuhn). Određeni su učinci fototermalne indukcije na cvatnju - skraćivanje životnog ciklusa dvogodišnje repe – "ubrzanje" oplemenjivanja.
1969. USDA istraživanje šećerne repe je u Fort Collins-u preseljeno u novoizgrađenu zgradu Crops Research Laboratory. Dr. Richard J. Hecker - istraživanje kvalitete korijena šećerne repe. dr. Edward Schweizer (fiziolog) - istraživanje kontrole korova dr. Richard J. Hecker & dr. Earl G. Ruppel (fitopatolog) poboljšanje otpornosti prema *Rhizoctonia solani* Kuhn dr. Garry A. Smith (genetičar) & Earl G. Ruppel - poboljšanje otpornosti prema cercospori
1974. dr. Susan S. Martin (fiziolog) - istraživanje fiziologije cercospore
- 1990/91. dr. Garry A. Smith odlazi u Fargo, North Dakota na mjesto vodećeg istraživača
1992. na mjesto umirovljenog dr. Hecker-a dolazi dr. Leonard W. Panella (genetičar) – klasična i biotehnoška istraživanja
1998. dr. Ruppel odlazi u mirovinu, a dr. Panella je određen za vodećeg istraživača u USDA - ARS, jedinici za istraživanje šećerne repe u Fort Collinsu, CO.

PROIZVODNJA KORIJENA ŠEĆERNE REPE

Značaj šećerne repe u različitim dijelovima SAD je različit. Tako na primjer u području North Dakote i Minnesote, šećerna repa je kultura broj 1, a u Kaliforniji 14. kultura po značaju.

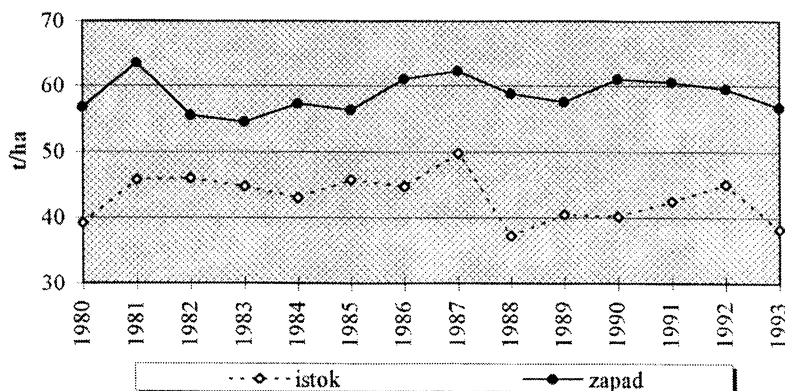
Glavna uzgojna područja šećerne repe su područja:

- Great Lakes (velika jezera) - Michigan, Ohio,
- Red River Valley and East-Central Minnesota (dolina Crvene rijeke, istočno-srednja Minnesota) - North Dakota i Minnesota,
- Great Plains (velike ravnice) - Montana, Wyoming, Colorado, Texas, New Mexico,
- Northwest (sjeverozapad) - Idaho, Oregon i
- California.

U 1994. godini, šećernom repom je bilo ukupno zasijano oko 576 000 ha i proizvedeno oko 30 miliona tona korijena u SAD. Zbog klimatskih uvjeta, u istočnom dijelu SAD (Michigan, Ohio, North Dakota i Minnesota), šećerna repa se proizvodi bez navodnjavanja, a u zapadnom dijelu, zbog nedovoljne količine oborina, proizvodnja je moguća samo uz navodnjavanje. Prosječni prinosi korijena, u zadnjih 10-tak godina (Graf. 1), su u istočnom dijelu SAD oko 40 t/ha, u zapadnom, navodnjavanom dijelu oko 60 t/ha, a cijena korijena je oko 250 kuna/toni (Graf. 2).

Graf. 1. Prosječni prinosi korijena šećerne repe u SAD.

Chart 1. Average sugarbeet root yields in the U. S. A.



istok (bez navodnjavanja):

Minnesota, North Dakota, Michigan, Ohio

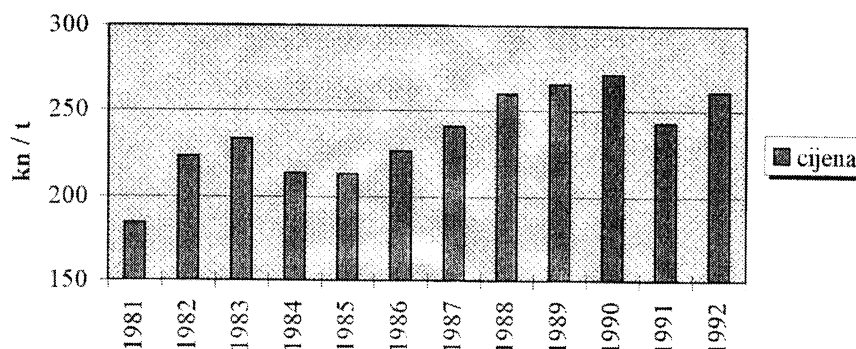
zapad (navodnjavanje):

sve države u zapadnom dijelu U.S.A.

Izvor: USDA

Graf. 2. Prosječne cijene korijena šećerne repe u SAD.

Chart 2. Average sugarbeet root prices in the U. S.A.



* 1 USD = 6.3048 kn (srednji tečaj NBH 11. prosinca 1997.) Izvor: USDA

U glavnom proizvodnom području, Minnesota i North Dakota, iste godine, bilo je pod šećernom repom oko 240 000 ha (42%), a proizvedeno je oko 11 miliona tona korijena (36% od ukupne U. S. proizvodnje). Razlog za ovo su jako dobra i plodna tla u Red River Valley i odgovarajuća količina oborina. Radi smanjenja gubitaka šećera u uskladištenoj repi, korijen se smrzava, a zbog dugih i hladnih zima, uvjeti za uskladištenje smrznute repe su jako dobri. Prosječan farmer uzgaja od 80-160 ha šećerne repe, a neki farmeri imaju pod šećernom repom nekoliko stotina hektara (Lord, 1994). Proizvodnja je organizirana kroz tri zadruge: American Crystal Sugar Company, Minn-Dak Farmers Cooperative i Southern Minnesota Beet Sugar Cooperative.

PRIZNAVANJE SORATA

Farmeri samostalno odlučuju, s liste priznatih sorata, koju sortu će sijati. Svako proizvodno područje ima opće (količina šećera po toni korijena, količina šećera po jedinici površine) i specifične zahtjeve (otpornost prema određenoj bolesti - npr. cercospori) na sorte u priznavanju. Priznavanje se obavlja na osnovu kodiranih poljskih pokusa (Kern, 1982) nakon: dvije godine (za "test market" - probna proizvodnja, u ograničenoj količini sjemena - 3.4 t) i nakon tri godine (za neograničeno tržište).

U 1995. godini, na području North Dakote i Minnesote (Steen, 1997), sedam grupacija sjemenskih kompanija je prijavilo sorte za priznavanje: American Crystal & Maribo, Betaseed & KWS, Lion Seeds (Bush Johnson), Hilleshog / Mono-Hy, Holly, Mitsui & Seedex i Van der Have. U Tablici 1 su prikazani rezultati 2-godišnjih pokusa "test market" sorata. Kao standard je

korišten prosjek analiziranih svojstava 35 priznatih sorata: iskorištenje šećera/t = 135 kg, iskorištenje šećera/ha = 7914 kg, gubici šećera u melasi = 1.58%, sadržaj šećera = 16.5%, prinos korijena = 58.5 t/ha, vigor = 1.7 i otpornost prema cercospori = 5.02.

Tablica 1. Rezultati dvogodišnjih pokusa "test market" sorata priznatih za prodaju u 1996. (maximum 3.4 t).

Table 1. Two year performance summary of test market varieties approved for 1996 sales (maximum 3.4 t).

Sorta-Variety	Isk./t Rec./t (kg)	Isk./ha Rec./ha (kg)	Gubici mel. Loss mol. (%)	Šećer Sugar (%)	Prinos Yield (t/ha)	Vigor Vigor 1-5	Cercospora Leaf Spot 1-9
ACH 216 (9100275)	139	7881	1.58	17.0	56.25	1.68	4.97
ACH 9490002	136	8230	1.66	16.6	60.75	1.88	5.25
Beta 1144	138	8156	1.60	16.9	59.00	1.24	4.94
Beta 1524	138	7813	1.59	16.8	56.75	2.16	5.09
Beta 2084	139	8255	1.49	16.8	59.50	1.48	5.15
Beta 6104	136	8359	1.48	16.5	61.25	1.62	4.87
Bush Johnson 1412	135	7811	1.60	16.5	57.75	1.36	5.20
HM Agate (7030)	136	8086	1.72	16.7	59.25	2.06	5.37
HM 7037	137	8080	1.55	16.7	58.75	1.93	5.33
HM 7038	138	8367	1.57	16.8	60.75	2.01	5.46
HM 7516(Union)	139	7780	1.67	17.0	55.75	1.87	5.13
Maribo 9369	136	8174	1.58	16.6	60.00	1.55	5.09
Van der Have H66183	137	8154	1.50	16.6	59.25	1.43	4.90
Van der Have H66184	137	8202	1.57	16.7	59.75	1.37	5.50
Van der Have H66186	136	8067	1.53	16.5	59.25	1.39	5.17
Prosjek 35 sorata 35 Approved Var. Mean	135	7914	1.58	16.5	58.50	1.70	5.02

SISTEM PLAĆANJA KORIJENA

Korijen šećerne repe, od 1980. godine, u American Crystal Sugar Company se plaća na osnovu kvalitete (Hilde, 1997). Sistem plaćanja korijena se može iskazati jednostavnom jednadžbom:

iskorišteni šećer + nusproizvodi - troškovi zadruge

iskorišteni šećer = iskoristivi šećer - gubici u uskladištenju i preradi korijena, a

iskoristivi šećer = sadržaj šećera - gubici šećera u melasi.

Parametri za određivanje kvalitete korijena šećerne repe su: nečistoća korijena (%), sadržaj šećera (%), te sadržaj K, Na i amino-dušika (ppm - dijelova na milion).

Na kvalitetu korijena, vrlo veliki utjecaj ima gnojdba dušikom (Tablica 2). Tako na primjer, korijen šećerne repe s polja malog sadržaja nitrata (2.5) u odnosu na polja s velikim sadržajem nitrata u vađenju (5.2) je imao: 250 kg veći prinos korijena, veći sadržaj šećera za 1.64%, manje gubitaka šećera u melasi za 0.54 %, za 20 kg veće iskorištenje po toni korijena i za 964 kg veće iskorištenje šećera po ha. Sve je to rezultiralo u financijskom dobitku za 63 kune po toni korijena i za 3026 kuna po ha korijena šećerne repe s polja niskog sadržaja nitrata u odnosu na polja visokog sadržaja nitrata (11. prosinca 1997., srednji tečaj NBH: \$ 1= 6.3048 kuna).

Tablica 2. Usporedbe prinosa, kvalitete korijena i plaćanja 1995. godine na poljima niskog i visokog sadržaja nitrata repe u vađenju.

Table 2. 1995 Yield, quality, and payment comparisons of fields with low vs. high nitrate beets at harvest.

	Sadržaj nitrata - Nitrate content	
	mali – low	veliki - high
	2.5	5.2
Površina-Area (ha)	39076	2959
kg/ha Tlo-Soil + gnojdba-Fert. N (0-60 cm)	120	135
kg/ha Tlo-Soil N (60-120 cm)	19	69
kg/ha Ukupno-Total N (0-120 cm)	139	204
Prinos korijena-Root Yield (t/ha)	47.750	47.500
Digestija-Sugar Content (%)	16.93	15.29
Šećer u melasi-Sugar Loss to Molasses (%)	1.47	2.01
Iskoristivi šećer/toni-Recoverable Sugar/Ton (kg)	140	121
Iskoristivi šećer/ha-Recoverable Sugar/ha (kg)	6687	5724
Plaćanje/toni-Payment/Ton (kn)*	268	205
Plaćanje/ha-Payment/ha (kn)*	12767	9741

* 1 USD = 6.3048 kn (srednji tečaj NBH 11. prosinca 1997.)

Izvor: 1995 Grower Practices

RESEARCH AND SUGARBEET PRODUCTION IN THE U .S. A.

SUMMARY

Sugarbeet is a very important crop in the U. S. A. Because of the susceptible European sugarbeet varieties, which are grown in the beginning, U. S. sugarbeet breeders are started with development of sugarbeet with resistance to Curly Top (Curly Top Virus) and Cercospora Leaf Spot (*Cercospora beticola* Sacc.). The discovery of cytoplasmically inherited male sterility (CMS) and O-type is made possible to use heterosis for root yield, and the discovery of monogerm seed made possible to plant on final distance in row. The

sugarbeet business is connected by non-profit Beet Sugar Development Foundation (BSDF), because of increasing quantity and quality of sugarbeet root production for sugarbeet factories. The BSDF is involved in a research, and also in education of the sugarbeet root producers. Main area for sugarbeet root production is in Minnesota and North Dakota, where is produced in 1994 year 11 million t of sugarbeet root, what is 36% of total U. S. A. production. The production of sugarbeet root is organized through cooperatives, and producers independently make decision which approved variety will plant. The produced sugarbeet root is paid on the quality basis.

Key words: sugarbeet, U. S. A., breeding, root production, quality

LITERATURA

1. Ahlfeld, H. (1995): World sugar statistics 1994/95. In: F.O. Lichts Internationales
2. Zuckerwirtschaftliches Jahr- und Adreßbuch 1995.
3. Campbell, S. C. (1968): Sugarbeet seed production in Oregon, U. S. A. Journal of the
4. International Institute for Sugar Beet Research. 3: 165-174.
5. Coons, G. H. (1936): Improvement of the sugar beet. In: USDA Yearbook of Agriculture. pp. 625-656. US Government Printing Office, Washington, DC.
6. Coons, G. H., F. V. Owen and D. Stewart. (1955): Improvement of the sugar beet in the
7. United States. In: Advances in Agronomy, pp. 89-139. Academic Press, New York.
8. Hecker, R. J. and R. H. Helmerick (1985): Sugar-beet breeding in the United States. In G. E. Russell (ed.), Progress in plant breeding. Butterworths, London. pp. 37-61.
9. Hilde, D. The Quality Payment System in Review. In: Beet Sugar Agricultural School 1997 - Harvest, Storage, and Laboratories.
10. Kern, J. J. (1982): American Crystal's Sugarbeet Variety Approval Policy. Sugarbeet Research and Extension Reports. 13: 308-317.
11. Lord, R. (1994): The Beet Sugar Industry of Minnesota and North Dakota: Current Situation and Prospects. Sugar and Sweetener.
12. Owen, F. V. (1945): Cytoplasmatically inherited male-sterility in sugar beets. Journal of
13. Agricultural Research. 71: 423-440.
14. Ruppel, E. G. (1997): Sugarbeet research in Colorado. (rukopis).
15. Savitsky, V. F. (1950): Monogerm sugar beets in the United States. Proceedings American Society of Sugar Beet Technologist. 6: 156-159.
16. Smith, G. A. (1987): Sugar beet. In: W. R. Fehr (ed.), Principles of cultivar development, vol. 2, Crop species. MacMillan Publishing Company, New York. pp. 577-625.
17. Steen, R. A. Results of American Crystal's (1995): Official Coded Variety Trials. In: Beet Sugar Agricultural School 1997 - Harvest, Storage, and Laboratories.

Adresa autora – Authors' address:

dr. sc. Ivica Liović
Institut za šećernu repu Osijek d.d.
Divaltova 320
HR-31 103 Osijek
tel.: 031/555-162, fax:031/551-161

Primljeno-Received:

11. 08. 1998.