

PRINOS I SASTAVNICE PRINOSA OPLEMENJIVAČKIH LINIJA SLANUTKA (*Cicer arietinum* L.)

I. KOLAK¹, Z. ŠATOVIĆ¹, H. RUKAVINA¹, J. GUNJAČA², Vesna ŽIDOVEC³,
M. ŠATOVIĆ¹ i Z. VLAJSOVIĆ¹

¹Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za Sjemenarstvo
Faculty of Agriculture, University of Zagreb
Department for Seed Science and Technology

²Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za oplemenjivanje bilja, genetiku, biometriku i eksperimentiranje
Faculty of Agriculture, University of Zagreb
Department of Plant Breeding, Genetics and Biometrics

³Visoko gospodarsko učilište, Križevci
College of Agriculture, Križevci

SAŽETAK

Tijekom 1998. i 1999. vegetacijske godine na pokušalištu Agronomskog fakulteta u Maksimiru provedeno je istraživanje u svrhu procjene prinosa i njegovih sastavnica 22 oplemenjivačkih linija slanutka podrijetlom iz ICARDA-e. Za usporedbu su korištena tri standarda (hrvatski, turski i ICARDA-in). Nisu uočene velike razlike između genotipova u svojstvima masa zrna po biljci broj mahuna i broj zrna po biljci, a isto tako niti jedan od ispitivanih genotipova nije se u ovim svojstvima značajno razlikovao od standarda. Najveći broj zrna po mahuni imao je genotip FLIP 93-58 C, koji je ujedno bio signifikantno bolji od većine ostalih linija u pokusu te od turskog i ICARDA-inog standarda. U svojstvu masa 1000 zrna signifikantno bolji od sva tri standarda bio je genotip FLIP 95-12 C, koji je ujedno imao i značajno veću masu 1000 zrna od većine ostalih genotipova. Uočene su velike razlike između genotipova u svojstvu visina stabljike. Veći broj genotipova također je imao značajno višu stabljiku od hrvatskog i turskog standarda. Također, veći broj genotipova imao je veći ili signifikantno veći broj grana od triju standarda.

Ključne riječi: slanutak, *Cicer arietinum* L., prinos, sastavnice prinosa

UVOD

U Republici Hrvatskoj vrsta minornog značenja, slanutak je po zastupljenosti treća mahunarka u svijetu iza graška i graha. Pokriva 15% od ukupnih svjetskih

površina pod krupnozrnim mahunarkama. Uzgaja se u najmanje 33 zemlje u južnoj Aziji, zapadnoj Aziji, sjevernoj i istočnoj Africi, južnoj Europi, Sjevernoj i Južnoj Americi i Australiji. Godišnja proizvodnja slanutka u svijetu iznosi 8.5 milijuna tona.

Od izuzetne je važnosti u prehrani siromašnog azijskog stanovništva, većinom vegetarijanskog, kojem osigurava visoko kvalitetne bjelančevine. Posebice se to odnosi na Indiju, zemlju s najviše površina pod slanutkom (na više od 6,500ha, odnosno oko 67% od ukupnih površina pod slanutkom u svijetu). Osim za ljudsku prehranu koristi se i kao stočna hrana, a pripada mu i važno mjesto u plodoredu jer kao i sve mahunarke ima sposobnost vezanja atmosferskog dušika.

U Hrvatskoj zauzima svega 200 ha s proizvodnjom od 300 do 400 t suhog sjemena, uz prosječni prirod od 1500 do 2000 kg/ha. Tradicionalno se uzgajaju domaće populacije i to na lošijim tlima na području dalmatinskog zaleđa, na dalmatinskim otocima, dubrovačkom području i u susjednoj Hercegovini.

PREGLED LITERATURE

Podrijetlo i povijest uzgoja

Kultivirani slanutak je jedna od prvih krupnozrnih mahunarki, porijeklom iz Starog svijeta, privedenih kulturi (Kolac et al. 1993.). Njegov uzgoj je započeo na prostoru istočnog Sredozemlja i Plodnog polumjeseca. Pretpostavlja se da mu je domovina prednja Azija, odnosno prostor koji danas pripada jugoistoku Turske i susjednim područjima Sirije. Prema nekim pokazateljima, pronađen je u samonikloj flori u Grčkoj (Plinije), na Kreti i u Palestini. Te tvrdnje mogu biti i netočne jer postoji mogućnost da je biljka 'pobjegla' iz uzgoja. Neke novije analize također ne daju siguran odgovor na pitanje o divljem srodniku slanutka. Naime, ispitivanja interspecies hibridizacije, kariotipa i izvora među devet jednogodišnjih *Cicer* vrsta, jasno podržavaju nalaze Ladizinskog i Adlera (Ladizinsky i Adler, 1976.) o porijeklu slanutka, koji smatraju *Cicer reticulatum*, divljim pretkom kultiviranog slanutka, a jugoistočnu Tursku centrom porijekla. Ranija proučavanja nekih botaničara ukazuju na nekoliko različitih centara porijekla. De Candolle (1883.) smješta porijeklo slanutka u prostor južno od Kavkaza i sjeverno od Perzije; Vavilov (1926.) pronalazi dva glavna centra porijekla: jugozapadnu Aziju i Sredozemlje, a kao sekundarni centar porijekla Etiopiju (prema Van der Maesen, 1987.).

Povijest slanutka vezana je uz povijest čovječanstva. Na zapad su ga do Sredozemlja pronijeli Heleni, a na istok ga proširili sve do Indije. Iz jugoistočne Europe, Sredozemljem su ga proširili Grci, Feničani i Rimljani. Poznavali su ga i Egipćani i Etiopljani. Španjolski i portugalski pomorci prenijeli su ga u Novi

svijet. U Hrvatskoj, gdje su ga vjerojatno donijeli pomorci iz Italije, uzgaja se od prije više od 1000 godina, prema crkvenim dokumentima. Sjemenke slanutka nađene su u nekim arheološkim nalazištima. Najstariji nalaz, za koji se procjenjuje da datira iz 5450. godine prije Krista, potječe iz Hacilara, blizu Burdura u Turskoj. Pisani spomen o slanutku nalazimo već u Homerovoj Ilijadi (oko 1000. do 800. godine prije Krista).

Sistematika slanutka

Porodica *Fabaceae*, koja je po obliku najopsežnija, a filogenetski najmlađa u redu *Fabales*, obuhvaća 490 rodova i oko 12000 vrsta. Slanutak, *Cicer arietinum*, unutar roda *Cicer*, koji obuhvaća ukupno 43 vrste (od toga devet jednogodišnjih), uz još pet rodova pripada tribusu *Vicieae*. Rod *Cicer* razlikuje se od ostalih rodova tribusa *Vicieae* svojim dlakavim vratom tučka, napuhnutim mahunama i žlijezdastim dlakama. Dijeli se na dva podroda: *Pseudonoinis* sa sekcijama *Monocicer* i *Chamaecicer*, te *Viciastrum* sa sekcijama *Polycicer* i *Acanthocicer*.

Po klasifikaciji Popove (1937.), cit. Van der Maesen, 1987., kulturni slanutak dijeli se na 4 podvrste:

- Cicer arietinum* ssp. *orientale* – bliskoistočni,
- Cicer arietinum* ssp. *asiaticum* – azijski,
- Cicer arietinum* ssp. *euroasiaticum* – euroazijski i
- Cicer arietinum* ssp. *mediterraneum* – sredozemni.

U praksi se najčešće koristi jednostavnija podjela slanutka koja polazi od oblika, boje i teksture sjemena i razlikuje: 'desi', 'kabuli' i 'gulabi' tip. Svima im je zajedničko svojstvo ispupčeni hilum (Moreno i Cubero, 1987.).

1. 'Desi' tip je uglatog sjemena, oblika glave ovna. Površina sjemena je nepravilna, a sjemena ljuska je žuta do smeđa. Ovaj tip čini do 85% proizvodnje, a uzgaja se u Indiji, Pakistanu, Etiopiji, Iranu i Meksiku.

2. 'Kabuli' tip ima nepravilno zaobljeno sjeme oblika lubanje ili sovine glave. Površina sjemena je naborana, a sjemenka je najčešće bijela do svjetložuta. Uzgaja se u Afganistanu, na Sredozemlju, te u SAD.

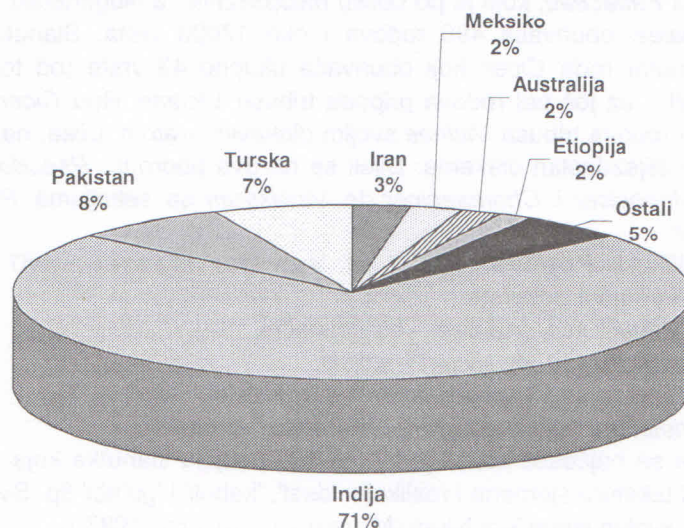
3. 'Gulabi' tip karakterizira glatko i sjeme zaobljeno poput graška. Boja sjemene ljuske može biti crna, smeđa, žuta, bijela ili zelena.

Rasprostranjenost i površine

Areal rasprostranjenosti slanutka je vrlo širok, značajno širi od divljih vrsta iz roda *Cicer*. Slanutak se proizvodi od ekvatora do 52° s. z. š. Gornja visinska granica je 2900 m/nm (Dani i Murty, 1985).

Prema podacima FAO-a (FAO, 2000) proizvodnja slanutka u svijetu 1999. godine iznosila je 9.051.257 t. Grafikonom 1. prikazan je udio zemalja glavnih proizvođača u svjetskoj proizvodnji slanutka. Indija s proizvodnjom od 6,5 milijuna tona čini čak 71% svjetske proizvodnje slanutka. Po proizvodnji zatim slijede Pakistan (699.500. t), Turska (600.000 t), Iran (248.632 t) i Meksiko (211.295 t). U 1999. godini, slanutak se u svijetu uzgajao na nešto više od 11 milijuna ha.

Grafikon.1. Udio u svjetskoj proizvodnji slanutka u 1999. godini. (%)



Po površinama pod slanutkom također je vodeća Indija s 7,5 milijuna ha, a slijede Pakistan (1.088.700 ha), Turska (630.000 ha), Iran (592.055 ha) i Australija (205.000 ha).

Prosječan prinos slanutka u svijetu 1999. godine iznosio je 8,17 dt/ha. Najveći prosječni prinos zabilježila je Kina (33,33 dt/ha.), a vrlo visoke prinose postigli su Libanon (22,92 dt/ha.), Egipat (17,69 dt/ha), Cipar (17,50 dt/ha) i Čile (17,28 dt/ha).

Proizvodnja u zemljama koje čine većinu svjetske proizvodnje slanutka obilježena je niskim i nestabilnim prirodom ove kulture. Glavni razlozi variranja priroda su nerazvijena agrotehnika i loša kakvoća sjemena. Nestabilnosti priroda također pridonose i klimatski uvjeti proizvodnih područja, naročito količina i raspored oborina.

Udio površina pod slanutkom u tim zemljama, u odnosu na svijet, je osjetno veći od udjela priroda koji se postiže na tim površinama u odnosu na svjetsku proizvodnju. Primjera radi, udio površina pod slanutkom u SAD-u u odnosu na

svijet je 70-tih godina iznosio 3%, dok je udio u svjetskoj proizvodnji bio veći, i iznosio je 5%, što i nije neočekivano s obzirom na uređenije agroekonomske odnose i veću razvijenost društva uopće.

U Europi je 1999. godine ukupna proizvodnja slanutka iznosila 48,57 tisuća tona. Daleko najveću proizvodnju slanutka u Europi ima Španjolska koja je 1999. godine proizvela 35,20 tisuća tona. Italija je imala proizvodnju od 4,90 tisuća tona, Bugarska oko 4,00 tisuće tona, Grčka 2,30 tisuća tona Portugal 1,80 tisuća tona, dok je proizvodnja u ostalim europskim zemljama bila vrlo niska

Površine pod slanutkom u Europi 1999 iznosile su 101.750 ha, od čega je čak 86.800 ha u Španjolskoj. U Bugarskoj se slanutak sijao na 6.000 ha, u Italiji na 4.140 ha.

Prosječan prirod slanutka u Europi bio je 8,43 dt/ha, što je više od svjetskog prosjeka od 8,17 dt/ha. Najveći prirod u Europi zabilježeni su u Grčkoj (13.53 dt/ha), a visoke prirode postižu i Makedonija (12.69 dt/ha), Italija (11.84 dt/ha), te Portugal i Bugarska s nešto manje od 7dt/ha. Španjolska, kao zemlja s daleko najvećom proizvodnjom slanutka u Europi, ima relativno nizak prosječan prirod od (4, 06dt/ha)

Općenito, može se zaključiti da zastupljenost slanutka u cjelokupnoj svjetskoj biljnoj proizvodnji zaostaje za mnogim drugim kulturama, i to ponajviše zbog nestabilnosti tržišta, odnosa uroda i cijena, kao i slaboj upućenosti u mogućnosti korištenja u ishrani ljudi i životinja.

Statistika u Hrvatskoj ne bilježi ovu kulturu, no prema nekim saznanjima, smatra se da se u Hrvatskoj slanutak uzgaja na oko 2.000 ha uz vrlo visok prosječni prinos od 20 dt/ha. U upotrebi su uglavnom lokalne populacije, a program oplemenjivanja i sjemenarstva slanutka ne postoji.

Morfološka i agronomska svojstva

Slanutak klije hipogejno. Glavni korijen je vretenast, dobro razvijen i prodire 1 do 2m duboko u tlo. To mu omogućuje bolje podnošenje suše. Iz glavnog korijena se grana dobro razvijeno bočno korijenje. Veći dio mase korijena se razvija u gornjem sloju tla. Na korijenu se razvijaju simbiotske bakterije iz roda *Rhizobium* koje tvore kvržice (veličine sjemena). Slanutak simbiotskom fiksacijom stvori oko 350kg/ha čistog dušika kojeg ostavlja slijedećoj kulturi.

Stabljika slanutka je okrugla, zeljasta i ispunjena, a u vrijeme zrelosti odrveni. Može biti ravna ili povijena. Uglavnom je zelene boje, a može biti i ljubičasta, ovisno o sadržaju antocijana. Tako se razlikuju blijedo zelene i zelene stabljike bez antocijana i djelomično svjetlo ljubičaste stabljike s antocijanom. Stabljike, uz listove i mahune, može biti gola, tj. gotovo bez dlačica, dlakava do gusto dlakava.

Kod slanutka razlikuje se i pet tipova rasta ovisno o kutu koji zatvaraju grane u odnosu na vertikalnu. Tako se razlikuje uspravan, poluuspravan, poluraširen, raširen i prostratum tip rasta (Pundir et. al. 1985.). Mnogi istraživači koriste izraz primarno, sekundarno i tercijarno za opis grananja. Općenito, biljke dosegnu visinu od 20 do 100cm, a u povoljnim uvjetima narastu i preko 130 cm.

List je složen, neparno perast s 11 do 17 obrnuto ovalnih liski, nazubljenog ruba. Listovi se razvijaju na svakom nodiju. Kao i kod stabljike boja im ovisi o nazočnosti antocijana, pa tako varira od blijedozelene do djelomično svjetlo ljubičaste.

Cvijet je tipičan za leptirnjače. Pojavljuje se pojedinačno, rijetko u paru. Razvija se na tankoj dršci, sitan je i izlazi iz pazušca lista. Boja cvijata je bijela, najčešće kod 'kabuli' i 'gulabi' tipa, koji može cvasti i plavo, te ljubičasta, uobičajena za 'desi' tipove. Broj cvjetova po jednoj biljci kreće se od 30 do 100. To ovisi o kultivaru, agrotehnici i klimi. Cvatanje se odvija u uvjetima dugog dana, a ovisi i o temperaturi. Otvaranje cvjetova je akropetalno. Vrsta je samooplodna, a zabilježen postotak stranooplodnje je manji od 2%, izuzetno 5%.

Plod je mahuna, okrugla, ovalna, cilindrična ili romboidna, napuhana i duga 1.5 do 3.5 cm s 1 do 2 razvijena zametka, rijetko tri. U nižih kultivara (do 50 cm), prve mahune se razvijaju na 15 do 25 cm od tla, a u viših (60 do 80 cm) na 25 do 35 cm od tla. Kultivari sa svjetlijim sjemenom imaju svjetložučkastu mahunu, a kultivari s tamnijim sjemenom imaju pepeljasto ljubičastu mahunu. Sjeme je bijelo, žuto, ljubičasto, narančasto, sivo, crveno, crno ili u kombinaciji tih boja. Masa 1000 sjemenki je 60 do 600, Sjeme slanutka je bogato bjelančevinama. Ističe se aminokiselinskim sastavom (17.4 do 23.2% sirovih bjelančevina). Naime 50% od ukupnog aminokiselinskog sastava predstavljaju esencijalne aminokiseline. Većim udjelom zastupljene su arginin, treonin, valin, leucin, fenilalanin i lizin, a nešto manje cistin, metionin, triptofan i tirozin. Hranjivu vrijednost mu povećava i sadržaj mineralnih tvari (3.2 do 3.4%), naročito fosfornih spojeva, te znatne količine provitamina A i vitamina B1. Zbog niskog postotka celuloze (3.3 do 5.5%) ima dobru probavljivost. Na prosječni kemijski sastav sjemena utječu kultivar i lokacija.

U ljudskoj prehrani djeluje ljekovito utječući povoljno na lučenje pankreasa i svojim diuretičkim djelovanjem.

Agroekološki uvjeti

U uvjetima blage i tople klime slanetak se uzgaja kao ozimi, fakultativni ili jari, a u nas isključivo kao jari usjev. Sjeme klije pri temperaturi od 2 do 3°C. Najpovoljnija temperatura klijanja je 20 do 25°C. Klijanje se zaustavlja pri temperaturama višim od 30 do 35°C. U prvih 15 do 20 dana slanetak se razvija

sporije, a zatim dolazi do naglog ubrzavanja rasta. Potrebe za toplinom rastu od nicanja ka cvatnji i oplodnji. Najpovoljnije temperature zraka u tim fenofazama kreću se oko 25°C. Suma temperatura za slanutak je 1800 do 2100°C.

Što se tiče vlage tla, od nicanja do cvatnje slanutak podnosi i kraću sušu i višu temperaturu zraka, dok visoka relativna vlaga zraka deformira razvoj stabljike i bočnih grana izazivajući osipanje cvjetova i cvjetnih pupova. Prevelika vlaga tla praćena visokom relativnom vlagom zraka rezultirat će pojavom antaknoze koja može znatno umanjiti prinos. Najveće potrebe za vodom su u periodu burbanja sjemena i nicanja i kreću se oko 105 do 115% mase sjemena.

Slanutak ima niski transpiracijski koeficijent i kserofitnu građu stabljike pokrivena je dlačicama).

Dobro podnosi i negativne temperature. Mlade biljčice mogu podnijeti i do - 16 °C, a nešto veće do - 6°C.

U uvjetima dugog dana slanutak se može uzgajati i u postrnoj sjetvi, a u uvjetima kratkog dana kasne cvatnja i zrioba, slabije se razvijaju kvržišne bakterije, a sve to smanjuje prirod i kakvoću sjemena.

Na plodnim i prozračnim tlima slanutak daje najbolje rezultate. U pogledu predusjeva nema posebne zahtjeve. Može se uzgajati poslije svake kulture pa i u monokulturi. Odlična je pretkultura za strne žitarice jer obogaćuje tlo dušikom, ostavlja ga u dobrom stanju, a rano se skida i oslobađa tlo. Mahune sazrijevaju ujednačeno pa se žetva obavlja u kratkom roku. Zrele mahune ne pucaju, ali zbog prezrelosti i u kišnim danima drške mahuna otpadaju pa mogu nastati gubici i do 50 %. Žetva se obavlja kod vlage sjemena 12 do 15 % žitnim kombajnom podešenim na 600 o/min bubnja, te izmjenom sita.

Genetika i oplemenjivanje slanutka

Oplemenjivački rad na slanutku većinom je zanemariv u donosu na druge kulture. Samo su Indija i Pakistan države koje imaju značajnije nacionalne programe o slanutku.

Sredinom 60-tih godina započinje organizirano sakupljanje i procjena izvora genetskog materijala slanutka (Van der Maesen, 1972). Procjenjuju se morfološka obilježja te svojstva vezana uz agrotehniku i otpornost na bolesti i štetnike.

Glavni ciljevi oplemenjivanja su (prema Židovec et al., 1993.):

- visoki i stabilni prinosi;
- tolerantnost na hladnoću i sušu,
- otpornost na snijet - *Ascochyta* i venuće - *Fusarium*;
- ranozrelost;
- reakcija na dopunsko navodnjavanje

MATERIJAL I METODE

Biljni materijal

Zavod za sjemenarstvo Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u okviru projekta "Hrvatske banke biljnih gena" već godinama održava suradnju i razmjenu materijala sa Međunarodnim centrom za poljodjelska istraživanja u sušnim područjima (International Center for Agriculture Research in the Dry Areas - ICARDA). ICARDA je jedan od šesnaest neprofitnih istraživačko - obrazovnih centara unutar Savjetodavne skupine za međunarodna poljodjelska istraživanja (Consultative Group on International Agricultural Research - CGIAR). ICARDA je vrlo značajan oplemenjivački centar za pšenicu, te krupnosjemene i sitnosjemene mahunarke.

ICARDA je uspostavila Program međunarodnog ispitivanja mahunarki (Legume International Testing Program - LITP) s ciljem razmjene genetskog materijala u svrhu procjene agronomskih svojstava mahunarki u različitim agroklimatskim uvjetima. U programu sudjeluje preko 50 država što omogućuje ispitivanje oplemenjivačkih linija ICARDA-e na velikom broju lokacija i bolje shvaćanje međudjelovanja okoline i genotipa, te klasifikaciju proizvodnih područja mahunarki na temelju agroekoloških čimbenika.

Program se sastoji od Međunarodnih pokusa na prinos, Međunarodni pokusi prilagodbe, Međunarodna ispitivanja generacijskog materijala, F_4/F_5 masovne selekcije i Ispitivanja na otpornost na stresne uvjete. U pokuse su uključene mnoge vrste mahunarki: grašak (*Pisum sativum*), bob (*Vicia faba*), leća (*Lens esculenta*), slanutak (*Cicer arietinum*), grahorica (*Vicia sativa*) i sjekirica (*Lathyrus sativus*).

U pokus su uvrštene 22 linije slanutka CIYT-SP-98 dobivena iz ICARDA-e. Za usporedbu su korištena tri standarda: domaća lokalna populacija slanutka, standard iz Turske (ILC 482) i ICARDA-in standard (FLIP 82-150C).

Metode

Pokus je postavljen na pokušalištu Zavoda za sjemenarstvo na lokaciji Maksimir - Zagreb tijekom 1998. i 1999. godine. Primjenjeni plan pokusa bio je slučajni blokni raspored sa tri ponavljanja. Površina pokusnih parcelica iznosila je 5,6 m². Parcelice su se sastojale od 4 reda dužine 4 m, a međuredni razmak iznosio je 45 cm. Uzorci su uzimani iz dva srednja reda. Sa svake parcelice analizirano je 20 biljaka.

Mjerena su sljedeća svojstva: (1) Visina biljke (cm), (2) Broj grana po biljci, (3) Broj mahuna po biljci, (4) Broj zrna po biljci, (5) Masa zrna po biljci (g), (6) Broj zrna po mahuni, i (7) Apsolutna masa zrna (g).

Statistička analiza obuhvaćala je izračunavanje deskriptivnih statističkih parametara, izračunavanje korelacija između ispitivanih svojstava, te analizu varijance i Bonferronijev test. Obrada je provedena na srednjim vrijednostima biljaka po parceli. Statistička analiza provedena je pomoću računalskog programa Sas System for Windows Release 6.12 (SAS, 1990).

REZULTATI I RASPRAVA

Deskriptivni statistički parametri

Deskriptivni statistički parametri analiziranih svojstava prikazani su u Tablici 1. Kao što je iz tablice vidljivo najmanja je varijabilnost zabilježena za svojstvo broja zrna po mahuni (8,58 %), a najveća za svojstvo mase zrna (g) po biljci (65,56 %).

Tablica 1. Deskriptivni statistički parametri analiziranih svojstava slanutka
Table 1. Descriptive statistics for the analyzed traits in chickpea

Svojstvo - Trait	\bar{x}	sd	cv	Min	Max
Visina stabljike (cm) Plant height (cm)	63,16	20,21	31,99	35,00	108,50
Broj grana Branches / plant	2,55	1,25	49,13	0,17	4,50
Broj mahuna Pods / plant	49,52	29,60	59,76	12,35	129,22
Broj zrna Seeds / plant	57,80	34,30	59,35	14,90	151,89
Masa zrna (g) Seed weight / plant	17,60	11,54	65,56	3,78	44,94
Broj zrna po mahuni Seeds / pod	1,18	0,10	8,58	1,00	1,56
Masa 1000 zrna (g) 1000 seed weight (g)	292,52	47,26	16,15	162,60	431,20

Korelacije

Na temelju podataka o srednjim vrijednostima ispitivanih svojstava po parceli izračunat je Pearsonov korelacijski koeficijent i ispitana njegova signifikantnost. Podaci su prikazani u Tablici 2. Potpuna i pozitivna korelacija utvrđena je između broj mahuna i mase zrna po biljci (g) kao i broj zrna i mase zrna po biljci što je i razumljivo, dok je korelacija između visine stabljike i mase

zrna po biljci kao i između broja grana i mase zrna po biljci bila vrlo jaka i negativna. Između broj zrna po mahuni i mase zrna po biljci nije utvrđena signifikantna korelacija, a između mase 1000 zrna i mase zrna po biljci korelacija je bila signifikantna, no jako slaba.

Tablica 2. Pearsonovi korelacijski koeficijent između ispitivanih svojstava (*r*) i njihova signifikantnost (*p*)

Table 2. Pearson's correlation coefficients (*r*) among analyzed traits and their significance (*p*)

Svojstvo		Visina stabljike Plant height (cm)	Broj grana Branches / plant	Broj mahuna Pods / plant	Broj trna Seeds / plant	Masa zrna (g) Seed weight / plant	Broj zrna po mahuni Seeds / pod
Broj grana	r	0,82					
Branches / plant	p	0,00					
Broj mahuna	r	-0,70	-0,75				
Pods / plant	p	0,00	0,00				
Broj zrna	r	-0,70	-0,75	0,99			
Seeds / plant	p	0,00	0,00	0,00			
Masa zrna (g)	r	-0,71	-0,77	0,97	0,98		
Seed weight	p	0,00	0,00	0,00	0,00		
Zrna po mahuni	r	-0,02	0,06	-0,12	0,01	-0,02	
Seeds / pod	p	0,80	0,49	0,14	0,93	0,77	
Masa 1000 zrna (g)	r	-0,47	-0,57	0,45	0,44	0,59	-0,15
Seed weight / plant (g)	p	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06

Analiza varijance i Bonferronijev test

Analiza varijance ispitivanih svojstava uključivala je sljedeće izvore varijabilnosti: genotip, godinu, interkaciju genotipa i godine, te ponavljanje unutar godine. Prilikom postavljanja optimalnog modela za pojedina svojstva bilo je potrebno transformirati izvorne podatke kao i izbaciti određene izmjere koji su se pokazali utjecajnim (influential observations). Utjecani izmjeri su oni koji znatno utječu na procjenu parametara, te su u svrhu modeliranja bili izbačeni iz daljnje analize.

Zavisna varijabla visine stabljike (cm) mogla se objasniti na temelju modela uz prethodno izbacivanje 13 izmjera koji su označene kao utjecajni izmjeri. Pretpostavljeni model je bio visokosignifikantan, te je objašnjavao 93,73% varijabilnosti zavisne varijable. Analiza varijance je pokazala da su izvori svi izvori varijabilnosti visokosignifikantni. Bonferronijevim testom nađene su signifikantne razlike između srednjih vrijednosti pojedinih genotipova, no nisu uočeni signifikantno različiti setovi genotipova.

Pomoću pretpostavljenog modela bilo je moguće objasniti 92,69% varijabilnosti u broju grana nakon izbacivanja jednog utjecajnog izmjera. Godina i genotip kao izvori varijabilnosti bili su visokosignifikantni, dok je njihova interakcija bila nesignifikantna. Bonferronijev test nije dao signifikantno različite setove genotipova iako su se pojedini genotipovi signifikantno razlikovali po broju grana.

Prilikom modeliranja zavisne varijable broja mahuna po biljci prišlo se logaritamskoj transformaciji izvornih podataka jer originalna mjerna skala nije bila optimalna za modeliranje. Uočen je i izbačen iz seta podataka jedan utjecajni izmjer. Model je bio visokosignifikantan i objašnjavao je 84,20% varijabilnosti broja mahuna po biljci. Svi su izvori varijabilnosti osim repeticije (unutar godine) bili visokosignifikantni. Bonferronijev test je pokazao da postoje signifikantne razlike između genotipova po broju mahuna po biljci, ali da se ne mogu ustanoviti signifikantno različiti setovi genotipova.

Izvorni podaci za broj zrna po biljci također su se trebali transformirati logaritmiranjem u svrhu modeliranja. Model je objašnjavao 81,17% varijabilnosti zavisne varijable i bio je visokosignifikantan. Osim repeticije (unutar godine) svi su ostali izvori varijabilnosti bili visokosignifikantni. No, većina se genotipova međusobno nije signifikantno razlikovala u broju zrna po biljci.

Transformacija logaritmiranjem izvornih podataka bila je nužna i za modeliranje zavisne varijable mase zrna po biljci (g) kao i izbacivanje dvaju utjecajnih izmjera. Visokosignifikantnim modelom moglo se objasniti 86,02% varijabilnosti. Genotip, godina i njihova interakcija su se kao izvori varijabilnosti pokazali visokosignifikantnima, dok je repeticija (unutar godina) bila signifikantna. Većina se genotipova nije međusobno signifikantno razlikovala u ovom svojstvu.

Zavisnu varijablu broja zrna po mahuni bilo je u svrhu modeliranja potrebno transformirati prema formuli $y = x^{-1.9}$ uz izbacivanje jedne utjecajne izmjere. Model je bio visokosignifikantan i objašnjavao je 54,45% varijabilnosti zavisne varijable. Analizom varijance utvrđena je visokosignifikantnost genotipa, dok su godina i interakcija godine i genotipa kao izvori varijabilnosti bili nesignifikantni. Bonferronijev test je pokazao da postoje signifikantne razlike između genotipova po broju mahuna po biljci, ali da se ne mogu ustanoviti signifikantno različiti setovi genotipova.

Zavisnu varijablu mase 1000 zrna nije bilo potrebno transformirati nakon izbacivanja osam utjecajnih izmjera. Visokosignifikantni model objasnio je 78,90% varijabilnosti navedene varijable. Genotip i godina kao izvori varijabilnosti su bili visokosignifikantni, dok je njihova interakcija bila nesignifikantna. Većina se genotipova nije međusobno signifikantno razlikovala u masi 1000 zrna.

Rezultati Bonferronijevog testa za sva analizirana svojstva prikazani su u Tablici 3.

I. Kolak i sur: Prinos i sastavnice prinosa oplemenjivačkih linija slanutka (*Cicer arietinum* L.)
Sjemenarstvo 17(2000)1-2 str. 27-41

Tablica 3. Rezultati Bonfferonijevog testa za 25 ispitivanih genotipova slanutka (*Cicer arietinum* L.)
Table 3. Results of Bonfferoni's test among 25 analyzed chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes

	Genotip Genotype	Visina stabljike (cm)* Plant height (cm)	Broj grana No. of primary branches per plant	Broj mahuna No. of pods per plant
1	FLIP 93-51C	58,56 cdefghij	3,35 a	35,99 abc
2	FLIP 93-58C	52,59 ghijk	2,63 abc	51,85 ab
3	FLIP 93-64C	73,49 ab	3,00 abc	42,85 abc
4	FLIP93-118C	68,24 abcd	2,28 cde	39,89 abc
5	FLIP 93-144C	58,80 cdefghi	2,69 abc	57,64 a
6	FLIP 93-166C	69,86 abc	2,64 abc	45,34 abc
7	FLIP 93-176C	61,11 cdefg	2,54 bcd	44,72 abc
8	FLIP 94-44C	59,98 cdefgh	2,72 abc	44,52 abc
9	FLIP 94-54C	64,51 abcdef	2,61 abcd	34,08 abc
10	FLIP 94-61C	47,05 jk	2,50 bcde	38,75 abc
11	FLIP 94-88C	48,79 hijk	2,45 bcde	43,13 abc
12	FLIP 94-111C	60,77 cdefg	2,53 bcd	46,38 abc
13	FLIP 95-12C	59,97 cdefgh	1,74 e	31,04 bc
14	FLIP 95-41C	74,82 a	2,76 abc	39,19 abc
15	FLIP 95-42C	73,89 a	2,65 abc	28,07 c
16	FLIP 95-43C	56,37 efghij	2,35 bcde	37,54 abc
17	FLIP 95-44C	57,21 defghij	3,06 ab	34,43 abc
18	FLIP 95-47C	62,00 bcdefg	2,94 abc	40,52 abc
19	FLIP 95-48C	55,00 fghijk	2,71 abc	46,31 abc
20	FLIP 95-49C	65,00 abcdef	2,61 abcd	50,98 ab
21	FLIP 95-56C	65,71 abcdef	2,81 abc	38,47 abc
22	FLIP 95-66C	54,62 fghijk	2,38 bcde	41,05 abc
23	FLIP 82-150C	67,22 abcde	2,24 cde	44,35 abc
24	ILC 482	44,42 k	2,23 cde	44,89 abc
25	Hrvatski standard	48,05 ijk	1,84 de	43,78 abc

*Vrijednosti označene istim slovom ne razlikuju se značajno po Bonfferonijevom testu na razini $p > 0.05$
*Values followed by the same letter are not significantly different by Bonfferoni's test ($p > 0.05$)

I. Kolak i sur: Prinosa i sastavnice prinosa oplemenjivačkih linija slanutka (*Cicer arietinum* L.)
Sjemenarstvo 17(2000)1-2 str. 27-41

Broj zrna No. of seeds per plant	Masa zrna (g) Total seed weight per plant (g)	Broj zrna po mahuni No. of seeds per pod	Masa 1000 zrna (g) 1000 seed weight (g)
40,63ab	11,81abc	1,13cdefg	290,86bcde
70,30a	18,44ab	1,37a	263,29def
49,19ab	13,77abc	1,15bcdef	278,50cdef
47,94ab	13,35abc	1,20abcde	267,42cdef
68,57a	20,70a	1,19abcdef	290,64bcde
50,48ab	15,24abc	1,11defg	289,77bcde
51,08ab	15,29abc	1,16bcdef	300,14bcd
45,77ab	10,10c	1,03g	278,30cdef
37,45b	11,28bc	1,12cdefg	308,81abcd
46,91ab	13,55abc	1,23abcd	291,52bcde
51,20ab	13,70abc	1,18bcdef	248,83efg
51,77ab	14,95abc	1,12cdefg	285,46bcde
40,19ab	14,02abc	1,29ab	350,17a
41,71ab	12,18abc	1,06fg	288,99bcde
33,12b	10,28bc	1,19abcdef	307,85abcd
45,33ab	11,59abc	1,20abcde	308,36abcd
41,54ab	12,33abc	1,20abcde	290,04bcde
49,40ab	15,25abc	1,20abcde	311,55abc
53,27ab	17,21abc	1,15bcdefg	328,27ab
59,86ab	18,54ab	1,17bcdef	313,11abc
43,04ab	12,48abc	1,11defg	305,44abcd
50,96ab	15,36abc	1,25abcd	303,97abcd
52,56ab	12,33abc	1,18bcdef	234,13fg
49,08ab	13,26abc	1,08efg	274,48cdef
55,70ab	12,41abc	1,27abc	209,98g

ZAKLJUČAK

Pokus sa 22 oplemenjivačke linije slanutka dobivene iz ICARDA-e izveden je u svrhu procjene prinosa i sastavnica prinosa. Za usporedbu su korištena tri testera: domaća lokalna populacija slanutka, standard iz Turske i ICARDA-in standard. Istraživanje je obuhvatilo slijedeća svojstva: visina biljke, broj grana po biljci, broj mahuna po biljci, masa zrna po biljci, broj zrna po mahuni i apsolutna masa zrna.

Potpuna i pozitivna korelacija utvrđena je između broja mahuna i mase zrna po biljci kao i broja zrna i mase zrna po biljci. Korelacija između visine stabljike i mase zrna po biljci kao i između broja grana i mase zrna po biljci bila je vrlo jaka i negativna.

Za svojstvo masa zrna po biljci sve ispitivane linije bile su na razini triju standarda. Najveću masu zrna imao je genotip FLIP 93-144, ali ne i signifikantno veću od standarda.

Nisu uočene velike razlike između genotipova u broju mahuna i broju zrna po biljci, a isto tako niti jedan od ispitivanih genotipova nije se u ovom svojstvu signifikantno razlikovao od standarda.

Najveći broj zrna po mahuni imao je genotip FLIP 93-58 C, koji je ujedno bio signifikantno bolji od većine ostalih linija u pokusu te od turskog i ICARDA-inog standarda.

U svojstvu masa 1000 zrna signifikantno bolji od sva tri standarda bio je genotip FLIP 95-12 C, koji je ujedno imao i značajno veću masu 1000 zrna od većine ostalih genotipova.

Signifikantno veći broj grana od sva tri standarda imalo je genotip FLIP 93-51C. Ovaj genotip se ujedno nije značajno razlikovao u ovom svojstvu od preostalih linija.

Uočene su velike razlike između genotipova u svojstvu visina stabljike. Veći broj genotipova također je imao značajno višu stabljiku od hrvatskog i turskog standarda. Značajno višu stabljiku od većine ostalih genotipova imale su linije FLIP 95-41C i FLIP 95-42 C.

YIELD COMPONENTS RELATED TO SEED YIELD IN CHICKPEA (*Cicer arietinum* L.) BREEDING LINES

SUMMARY

The objective of our study was to evaluate yield and yield components of 22 ICARDA's chickpea breeding lines. Three standards (Croatian, Turkish and ICARDA's) were used for comparison. The experiment was performed in random block design with three repetition and was conducted at Maksimir experimental field, Zagreb, Croatia

during the 1998 and 1999. No significant differences were detected among genotypes in total seed weight per plant, number of pods per plant and number of seeds per plant. None of the genotypes were significantly different from standard in these traits, too. Genotype FLIP 93-58 C significantly exceeded most of other genotypes in the number of seeds per pod. This genotype also had significantly greater number of seeds per pod than ICARDA's and Turkish standard. Genotype FLIP 95-12 C was significantly better than all three standards in 1000 seed weight, as well as than most of other genotypes. High differences were determined among genotypes in plant height. Most of genotypes were also significantly higher than Croatian and Turkish standards. Furthermore, many genotypes had greater or significantly greater number of primary branches than all three standards.

Key words: chickpea, *Cicer arietinum* L., yield, yield components

LITERATURA - REFERENCES

1. Dani, R. G. i Murty, B. R. 1985. Genetic divergence and biology of adaptation in *Cicer arietinum* L. Theor. Appl. Genet. 69: 383-392.
2. Kolak, I. Radošević, Jasna i Šatović. Z. 1992 Karakterizacija i evaluacija domaćih populacija slanutka. Sjemenarstvo 4-5: 203-214.
3. Moreno, Maria Teresa and Cubero, J. I. 1978. Variation in *Cicer arietinum* L. Euphytica 27: 465-485.
4. Ladizinsky, G. i Adler, A. 1976. The origin of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Euphytica 25: 211-217.
5. Pundir, R. P. S., Rao, N. K. i Van der Maesen, L. G. 1985. Distribution of qualitative traits in the world germplasm of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Euphytica 34: 697-703.
6. Van der Maesen, Lj. G. 1972. *Cicer* L. A monograph of the genus with special reference to the chickpea (*Cicer arietinum* L.), its ecology and cultivation. H. Veenman and Zonen N. V. Wageningen.
7. Van der Maesen, Lj. G. 1987. Origin, history and taxonomy of chickpea. In: The Chickpea (ED. Saxena, M.C. and Singh, K.B.), C.A.B. International and ICARDA, Walingford, Oxon, UK.
8. Židovec, Vesna, Kolak, I., Milas, S., Radošević, J. i Šatović Z. 1993. Kvantitativna i kvalitativna analiza domaćih populacija slanutka. Sjemenarstvo 5:317-334.
9. FAO 2000. FAOSTAT Database Agriculture Data. On-line baza podataka: <http://apps.fao.org/>
10. SAS Institute Inc. (1990) SAS/STAT user's guide, ver. 6, 4th ed. vol. 2, SAS Institute Inc. Cary, NC.

Adresa autora-Authors' addresses:

prof. dr. sc. Ivan Kolak
doc. dr. sc. Zlatko Šatović
mr. sc. Hrvoje Rukavina
Mislav Šatović, dipl. ing.
Zoran Vlaisović, dipl. ing.
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za sjemenarstvo
Svetošimunska 25
HR-10 000 Zagreb

mr. sc. Jerko Gunjača
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
Zavod za oplemenjivanje bilja, genetiku, biometriku i eksperimentiranje
Svetošimunska 25
HR-10 000 Zagreb

mr. sc. Vesna Židovec
Visoko gospodarsko učilište Križevci
M. Demerca b.b.
HR-48260 Križevci

Primljeno - Received:

10. 12. 1999.