

## MORFOLOŠKA VARIJABILNOST KRTOLA VRSTE *Helianthus tuberosus*

Sreten Terzić, Aleksandar Mikić, Jovanka Atlagić,  
Radovan Marinković, Voislav Mihailović

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

**Izvod:** Divlja vrsta suncokreta *H. tuberosus* se može smatrati korovom ali i izvorom hrane. Cilj ovog rada je bio da se utvrdi morfološka varijabilnost krtola populacija vrste *H. tuberosus* iz kolekcije divljih vrsta suncokreta i odrede populacije sa potencijalom za gajenje. Analizirano je ukupno 115 populacija u tri ponavljanja. Zabeležena je značajna varijabilnost u masi, veličini i obliku krtola.

Među analiziranim populacijama je približno podjednako bila zastupljena bela (55 populacija) i crvena boja krtola (52). Krtole crvene boje je formiralo 52 od 73 populacije poreklom iz Crne Gore, dok su kod 8 populacija bile prisutne krtole obe boje. Nasuprot tome, kod ostalih populacija su češće bile bele krtole (37/42).

Izdužene krtole je formiralo 13 od 55 populacija sa belim krtolama dok su populacije sa crvenim krtolama, osim jedne, formirale normalne krtole. Prisustvo izduženih krtola svedoči o varijabilnosti unutar vrste, mogućem efektu gajenja u izolovanim parcelama, ali i mogućnosti pogrešne determinacije pojedinih populacija.

Najveću prosečnu masu krtola je ostvarila populacija TUB CG 27 koja je sa 45,5 grama blizu prosečne mase krtola gajenih sorti čičoke. Po krupnoći krtola se među prvih 12 izdvojilo čak 10 crnogorskih populacija sa belim krtolama, kavih je ukupno u ogledu bilo 13. Takav rezultat, uz veću masu krtola od prosečne, ukazuje na mogućnost da su one introdukovane u Crnu Goru kao gajene sorte. Da bi se stekla potpuna slika o varijabilnosti i mogućoj primeni, potrebno je detaljnije ispitati njihov mineralni sastav, sadržaj šećera i proteina, kao i uticaj načina gajenja, odnosno reakcije na selekciju.

**Cljučne reči:** *Helianthus tuberosus*, krtole, varijabilnost, krmno bilje.

### Uvod

Vrsta *H. tuberosus* (u daljem tekstu čičoka - narodni naziv) pripada obimnom i polimorfnom rodu *Helianthus*. Heiser i Schiling (1981) su opisali 49 vrsta roda *Helianthus*, od kojih je 36 višegodišnjih i 13 jednogodišnjih. Sve su poreklom iz Severne Amerike. Višegodišnje vrste prezimljavaju formiranjem rizoma ili krtola. Čičoka se prvobitno gajila zbog krtola za ljudsku ishranu, a potom i za ishranu stoke. Ona se planski gajila još od XVI veka, a poslednji put je gajena na velikim površinama nakon drugog svetskog rata u Francuskoj, gde su ukupne površine dostigle 350.000 hektara (Serieys, 2005).

Krtole čičoke sadrže oko 30% suve materije. Ugljeni hidrati čine do 80% suve mase krtole, a glavni ugljeni hidrat je fruktoza u vidu inulina (Chekroun et al. 1996). Proteini su prisutni sa oko 5% suve mase i sadrže skoro sve esencijalne aminokiseline (Rakhimov et al. 2003). Postoji adekvatna koncentracija

makro i mikro elemenata za kvalitetnu ishranu stoke. Makro elementi Ca, Mg, P i K su prisutni u odgovarajućoj količini, dok natrijuma ima više nego kod drugih gajenih biljaka sa krtolama (Seiler, 1990).

Nadzemni deo čičoke je ispitivan pretežno u cilju primene za ishranu stoke. Utvrđeno je da je ukupan sadržaj proteina od 6-10% dovoljan za ishranu preživara shodno njihovim potrebama. Proverom mineralnog sastava nađen je odgovarajući sadržaj Ca, Mg i K. Sadržaj P je bio ispod odgovarajućeg, usled čega je i odnos Ca/P previsok pa se preporučuje dodavanje P pri ishrani (Seiler, 1988).

Potražnja za novim izvorima hrane i energentima konstantno raste u pogledu količine ali i kvaliteta. Čičoka predstavlja jedan od potencijalnih izvora hrane kao i sirovinu za proizvodnju bioetanol.

Cilj ovog rada je bio da se ispita morfološka varijabilnost krtola populacija čičoke u kolekciji i da se izdvoje one koje formiraju manji broj krupnih krtola.

### **Materijal i metode**

Za ovaj rad su korišćene populacije čičoke iz kolekcije divljih vrsta suncokreta Naučnog Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Ukupno je ispitivano 115 populacija, od kojih je 73 poreklom iz Crne Gore, 38 iz sakupljačkih ekspedicija u SAD, dve populacije sa područja Novog Sada, jedna iz Čortanovaca i jedna populacija/klon poreklom sa Fruške gore nabavljena na lokalnoj pijaci ekološke hrane. Biljke su gajene u parcelicama dugim 3 m i širokim 50 cm koje su izolovane plastičnim omotačem da bi se sprečilo širenje krtola. Zalivanje je vršeno automatskim sistemom da bi se obezbedio maksimalni rast. Korovi su odstranjivani ručno. Đubrenje nije primenjivano. Nadzemni deo biljke je uklanjn nakon završene vegetacije, a krtole su izvađene u prvoj nedelji novembra 2006. i odložene u hladnu komoru na +4}C do obrade uzoraka.

Vađeno je prosečno oko 20 krtola za svako od tri ponavljanja koja su određena kao krajnji levi, krajnji desni i srednji deo parcelice u kojoj se nalazi populacija. Ocenjivana je boja i oblik, a merena je dužina i masa krtola. Krupnoća krtola je preciznije ocenjivana deljenjem mase sa dužinom čime je dobijan indeks rasporeda mase po jedinici dužine. Krtole sa većim indeksom su ocenjivane kao pogodnije za proizvodnju jer krupnoća pozitivno utiče na prinos i kvalitet sadnog materijala, a krupnije krtole su pogodnije za vađenje. Merenje je u okviru ponavljanja vršeno na po tri krtole koje su birane tako da što vernije predstave varijabilnost unutar ponavljanja.

Dobijene vrednosti su statistički obraćene programom Mstat C. Određeni su koeficijenti varijacije za dužinu, masu i indeks krupnoće, kao i najmanje značajne razlike. Zavisnost dužine, mase i indeksa krupnoće krtola je utvrđena koeficijentima korelacije.

### **Rezultati i diskusija**

Među analiziranim populacijama je približno podjednako bila zastupljena bela (55 pop.) i crvena boja krtola (52), dok su kod 8 populacija nađene i crvene i bele. Ako se boja krtola posmatra u odnosu na poreklo, primetna je razlika u udelu belih i crvenih. Krtole crvene boje je formiralo 52 od 73 populacije poreklom iz Crne Gore, dok su kod 8 populacija bile prisutne krtole obe boje. Među populacijama koje nisu poreklom iz Crne Gore su češće bile bele krtole (37 od 42) (Tab. 1).

*Tabela 1. Morfološke osobine krtola populacija divlje vrste Helianthus tuberosus iz kolekcije divljih vrsta suncokreta Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu*

*Table 1. Morphological traits of the tubers from Helianthus tuberosus populations from the collection of wild sunflower species of the Institute of field and vegetable crops in Novi Sad*

Populacija <i>Population</i>	Boja krtola <i>Tuber colour</i>	Oblik krtola <i>Tuber shape</i>	Dužina krtole <i>Tuber length</i> (cm)	Prosečna masa krtola <i>Average tuber</i> <i>weight</i> (g)	Krupnoća <i>Tuber size</i> (g/cm)
TUB 2045	bela	izdužena krtola	11.00	0.76	0.09
TUB CG 75	bela	izdužena krtola	10.33	3.33	0.25
TUB 2024	bela	izdužena krtola	12.67	3.77	0.32
TUB 2080	bela	Izdužena krtola	6.17	2.48	0.33
TUB CG 07	bela	izdužena krtola	10.33	2.35	0.34
TUB NS-2	bela	izdužena krtola	7.67	4.14	0.41
TUB CG 62	bela	izdužena krtola	8.33	4.02	0.48
TUB CG 63	crvena i bela	izdužena krtola	6.33	3.03	0.52
TUB 1959	bela	izdužena krtola	10.17	5.24	0.56
TUB CG 77	crvena i bela	krtola	5.33	4.36	0.58
TUB 2062	bela	izdužena krtola	6.33	5.52	0.64
TUB 2067	bela	krtola	5.50	4.23	0.71
TUB CG 76	crvena i bela	krtola	6.00	4.30	0.73
TUB CG 54	crvena	krtola	4.67	4.27	0.74
TUB CG 31	bela	izdužena krtola	5.83	8.92	0.77
TUB CG 10	bela	izdužena krtola	7.67	2.68	0.80
TUB 20	bela	izdužena krtola	7.33	5.67	0.82
TUB 1945	bela	krtola	7.50	5.76	0.85
TUB 15	bela	krtola	5.00	4.46	0.85
TUB 2189	bela	krtola	5.50	5.73	0.87
TUB CG 70	crvena	krtola	5.17	5.92	0.90
TUB CG 80	bela	krtola	2.83	3.85	0.91
TUB CG 78	crvena	krtola	7.50	7.17	0.91
TUB 1703	bela	krtola	5.33	4.73	0.91
TUB NS-1	bela	krtola	5.50	4.00	0.92
TUB 1699	bela	krtola	5.67	5.59	0.93
TUB 1705	bela	krtola	6.17	5.33	0.93
TUB 2071	bela	krtola	7.67	6.55	0.94
TUB CG 69	crvena	krtola	6.67	5.85	0.95
TUB CG 65	crvena	krtola	3.00	4.27	0.96
TUB CG 47	bela	krtola	2.50	1.00	0.97
TUB 1700	crvena i bela	krtola	4.50	3.56	1.00
TUB CG 72	crvena	krtola	3.83	4.71	1.01
TUB 675	bela	krtola	4.50	6.52	1.01
TUB 1628	crvena	izdužena krtola	9.83	13.84	1.02
TUB 2050	bela	krtola	4.67	5.56	1.03

Populacija <i>Population</i>	Boja krtola <i>Tuber colour</i>	Oblik krtola <i>Tuber shape</i>	Dužina krtole <i>Tuber length</i> (cm)	Prosečna masa krtola <i>Average tuber</i> <i>weight</i> (g)	Krupnoća <i>Tuber size</i> (g/cm)
TUB CG 57	crvena	krvola	3.85	4.03	1.05
TUB 1704	bela	krvola	5.67	4.59	1.07
TUB CG 06	bela	izdužena krtola	9.00	3.32	1.08
TUB CG 66	crvena	krvola	4.00	6.38	1.09
TUB CG 49	crvena	krvola	3.33	4.27	1.11
TUB CG 19	crvena i bela	krvola	4.33	5.27	1.12
TUB 06	crvena i bela	krvola	8.67	8.27	1.14
TUB 07	bela	krvola	8.67	9.15	1.14
TUB 2061	bela	krvola	7.83	11.02	1.16
TUB 1701	bela	krvola	5.67	6.19	1.18
TUB 2070	bela	krvola	4.83	4.63	1.23
TUB CG 39	crvena	krvola	6.67	7.63	1.23
TUB CG 60	crvena	krvola	3.17	2.64	1.24
TUB CG 46	crvena	krvola	4.67	4.85	1.24
TUB CG 79	crvena	krvola	4.17	5.47	1.26
TUB 1698	bela	krvola	3.67	5.00	1.30
TUB 16	crvena i bela	krvola	4.67	5.59	1.31
TUB 2052	bela	krvola	7.50	14.40	1.31
TUB CG 43	crvena	krvola	5.50	7.30	1.32
TUB 2047	bela	krvola	5.83	7.32	1.33
TUB 2089	bela	krvola	4.33	5.48	1.35
TUB CG 25	crvena	krvola	5.17	7.69	1.36
TUB 2051	bela	krvola	5.33	8.61	1.36
TUB CG 52	crvena	krvola	3.17	2.61	1.40
TUB CG 41	crvena	krvola	6.00	7.25	1.41
TUB CG 12	crvena	krvola	5.17	7.97	1.44
TUB 2066	bela	krvola	6.33	10.19	1.46
TUB CG 67	crvena	krvola	4.00	5.06	1.48
TUB 2046	bela	krvola	5.33	6.40	1.53
TUB 08	bela	krvola	5.83	9.55	1.53
TUB CG 09	crvena	krvola	4.83	4.12	1.53
TUB CG 58	crvena	krvola	5.17	9.64	1.54
TUB CG 17	crvena	krvola	5.50	10.55	1.55
TUB CG 34	crvena	krvola	5.83	10.11	1.56
TUB CG 35	crvena	krvola	6.50	10.63	1.57
TUB CG 05	crvena	krvola	5.17	10.27	1.57
TUB CG 22	crvena	krvola	4.50	6.02	1.64
TUB CG 28	crvena	krvola	4.33	6.65	1.64
TUB CG 42	crvena	krvola	5.17	7.57	1.67
TUB 26	bela	krvola	5.00	9.20	1.68
TUB CG 51	crvena	krvola	3.17	4.13	1.68
TUB CG 18	crvena	krvola	3.17	5.45	1.68

Populacija <i>Population</i>	Boja krtola <i>Tuber colour</i>	Oblik krtola <i>Tuber shape</i>	Dužina krtole <i>Tuber length</i> (cm)	Prosečna masa krtola <i>Average tuber</i> <i>weight</i> (g)	Krupnoća <i>Tuber size</i> (g/cm)
TUB 1625	bela	krtola	5.50	12.86	1.69
TUB CG 44	crvena	krtola	4.67	7.63	1.70
TUB CG 16	crvena	krtola	4.17	9.01	1.74
TUB CG 15	crvena	krtola	4.50	8.66	1.75
TUB 2069	bela	krtola	5.67	11.95	1.75
TUB CG 38	crvena	krtola	5.33	8.92	1.77
TUB CG 36	crvena	krtola	5.33	10.62	1.78
TUB 1702	bela	krtola	3.67	7.16	1.80
TUB 1540	bela	krtola	5.17	10.55	1.81
TUB CG 20	crvena	krtola	4.67	8.09	1.81
TUB CG 13	crvena	krtola	5.17	8.74	1.83
TUB CG 40	crvena	krtola	5.00	8.05	1.87
TUB CG 33	crvena	krtola	5.00	9.62	1.93
TUB CG 24	crvena	krtola	4.50	8.08	1.94
TUB CG 26	crvena	krtola	5.67	10.69	1.98
TUB CG 21	crvena	krtola	4.83	9.78	2.06
TUB CG 23	crvena	krtola	4.00	6.44	2.08
TUB CG 37	crvena	krtola	6.17	12.16	2.10
TUB CG 30	crvena	krtola	4.33	6.79	2.19
TUB CG 08	crvena	krtola	5.83	14.79	2.21
TUB CG 32	crvena	krtola	3.83	8.04	2.27
TUB CG 29	crvena	krtola	4.50	11.47	2.36
TUB CG 11	crvena	krtola	6.17	13.76	2.54
TUB pijaca	bela	krtola	7.00	35.78	2.92
TUB CG 53	crvena i bela	krtola	6.50	15.46	3.09
TUB CG 55	bela	krtola	5.00	13.21	3.29
TUB CG 56	bela	krtola	5.50	20.81	3.45
TUB CG 14	bela	krtola	6.00	22.75	3.48
TUB CG 04	bela	krtola	5.33	37.28	3.52
TUB CG 59	bela	krtola	5.83	26.30	4.01
TUB CG 48	bela	krtola	4.50	14.54	4.11
TUB CG 61	bela	krtola	6.00	22.95	4.21
TUB CG 03	crvena	krtola	5.67	10.78	4.93
TUB CG 50	bela	krtola	6.67	31.19	4.96
TUB CG 45	bela	krtola	6.00	30.43	4.96
TUB Čort.	crvena	krtola	7.17	38.78	5.64
TUB CG 27	bela	krtola	8.17	45.50	5.74
Prosek/Average:			5.69 cm	9.18 g	1.63 g/cm
CV (%)			16.71	23.14	20.82
LSD <sub>0.05</sub>			1.54	3.40	0.55
LSD <sub>0.01</sub>			2.02	4.48	0.73

Izdužene krtole je formiralo 13 od 55 populacija sa belim krtolama dok su populacije sa crvenim krtolama, osim jedne, formirale normalne krtole. Prisustvo izduženih krtola svedoči o varijabilnosti unutar vrste, mogućem efektu gajenja u izolovanim parcelama, ali i mogućnosti pogrešne determinacije pojedinih populacija.

Gajene sorte čičoke formiraju u proseku 2 kg krtola po biljci sa prosečnom masom krtole od oko 50 g (Berenji and Sikora, 2001). Od 115 analiziranih populacija u ovom ogledu, 10 je imalo prosečnu masu krtola od preko 20 g dok je populacija TUB CG 27 formirala krtole prosečne mase od 45,50 g. Većina populacija kolekcionisanih u Crnoj Gori su imale krtole veće mase od populacija kolekcionisanih u SAD, što ukazuje na mogućnost da su neke od populacija introdukovanih u Crnu Goru bile gajene sorte čičoke. Moguće je da su u početku korišćene za ishranu ljudi i stoke, a da su nakon toga preko dekorativne namene daljim širenjem prerasle u korove (Dozet et al. 1993).

Po krupnoći krtola se među prvih 12 izdvojilo čak 10 crnogorskih populacija sa belim krtolama, kavih ukupno u ogledu ima 13. Takav rezultat, uz veću masu krtola od prosečne, ukazuje na mogućnost da su one introdukovane u Crnu Goru kao gajene sorte sa većim potencijalom za prinos.

Analizirane populacije su se pokazale vrlo varijabilnim, sa značajnim razlikama u dužini, masi i krupnoći (Tab. 1).

Izračunati koeficijenti korelacije potvrđuju visoko značajan pozitivan odnos mase i krupnoće krtole zbog čega se krupnoća i navodi kao jedna od bitnih osobina kvalitetne sorte gajene čičoke (Berenji and Sikora, 2001). Registrovana pozitivna korelacija dužine i mase krtola nije bila značajna, jer se kod populacija sa izduženim krtolama (15 od 115) masa ne uvećava srazmerno povećanju dužine. Negativan uticaj dužine krtole na krupnoću nije bio značajan (Tab. 2), jer je većina populacija formirala krtole kod kojih se sa dužinom srazmerno povećavala i krupnoća krtole.

*Tabela 2. Koeficijenti korelacije mase dužine i krupnoće krtola*  
*Table 2. Correlation coefficient of tuber weight, length and size*

	Masa krtole / <i>Tuber weight</i>	Krupnoća krtole / <i>Tuber size</i>
Dužina krtole / <i>Tuber length</i>	0.096	-0.158
Masa krtole / <i>Tuber weight</i>		0.945**

Maksimalne pojedinačne mase krtola u ovom ogledu su imale vrednosti bliske gajenim sortama čičoke. Potencijal za prinos gajenih sorti po hektaru iznosi od 50-70 t ha<sup>-1</sup>, a zelene krme od 80 t ha<sup>-1</sup>. Takav prinos je uporediv sa drugim biljnim vrstama čiji se koren koristi za stočnu hranu kao što je stočna repa (90 t ha<sup>-1</sup>), stočna mrkva (30 t ha<sup>-1</sup>), broskva (70 t ha<sup>-1</sup>) i postrna repa (40 t ha<sup>-1</sup>) (Đukić, 2002; Berenji and Sikora, 2001).

Najčešća prepreka gajenju čičoke na većim površinama je njena korovska priroda i brzo širenje putem krtola. Pri razmatranju korovske prirode čičoke i brzine nekontrolisanog širenja, treba imati u vidu da njena regenerativna sposobnost jeste velika ali i ograničena vremenom. Utvrđeno je da krtole koje se nisu razvile godinu dana od formiranja, gube tu sposobnost. Razlog su zemljišni mikroorganizmi i niske temperature, koje dovode do gubitka rezervnih materija neophodnih za razvoj (Swanton and Cavers, 1988).

## Zaključak

Rezultati prikazani u ovom radu ukazuju da među ispitivanim populacijama ima onih koje bi po srednjoj masi krtola mogle da se koriste za proizvodnju. Potrebno je detaljnije ispitati njihov mineralni sastav, sadržaj šećera i proteina, kao i uticaj načina gajenja, odnosno reakcije na selekciju. Tako bi se stekla potpuna slika o varijabilnosti i mogućoj primeni populacija čičoke iz kolekcije divljih vrsta suncokreta Naučnog Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu.

## Literatura

- Berenji, J., Sikora, V., (2001): Variability and stability of tuber yield of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). *Helia*, 24, Nr. 35, 25-32.
- Chekroun, B. M., Amzile, J., Mokhtari, A., Haloui, N. E., Prevost, J., Fontanillas, R., (1996): Comparison of fructose production by 37 cultivars of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers. *New Zealand journal of crop and horticultural science*, Vol. 24: 115-120.
- Dozet, B., Marinković, R., Vasić, D., Marjanović, A., (1993): Genetic similarity of the Jerusalem artichoke populations (*Helianthus tuberosus* L.) collected in Montenegro. *Helia*, 16, Nr. 18, 41-48.
- Đukić D. (2002): Biljke za proizvodnju stočne hrane. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 421.
- Herve Serieys (2005): Institute Nationale de la Recherche Agronomique, France. Lična komunikacija
- Rakhimov, D. A., Arifkhodzhaev, A. O., Mezhlumyan, L. G., Yuldashev, O. M., Rozikova, U. A., Aikhodzhaeva, N., Vakili M. M., (2003): Carbohydrates and proteins from *Helianthus tuberosus*. *Chemistry of Natural Compounds*, Vol. 39, No. 3, 2003
- Schilling E. E., Heiser, Ch. B., (1981): Infrageneric classification of *Helianthus* (Compositae). *Taxon* 30 (2) 393-403.
- Seiler, G. J., (1988): Nitrogen and mineral content of selected wild and cultivated genotypes of Jerusalem artichoke. *Agron. J.* 80:681-687.
- Seiler, G. J., (1990): Protein and mineral concentrations in tubers of selected genotypes of wild and cultivated Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*, Asteraceae). *Economic botany*, 44(3) 322-335.

## MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF *Helianthus tuberosus* TUBERS

Sreten Terzić, Aleksandar Mikić, Jovanka Atlagić,  
Radovan Marinković, Voislav Mihailović

Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

**Summary:** The wild species of *H. tuberosus* can be considered as weeds but also as a source of food. The objective of this paper was to determine the morphological variability of tubers and to distinguish the populations with yield potential for cultivation. The total number of analyzed populations was 115 in three replications. Significant variability was found for tuber weight, size and shape.

The number of analyzed populations that formed white (55) or red tubers (52) was similar. Red tubers were formed by 52 of 73 populations collected in Monte Negro, while 8 were mixed and formed tubers of both colors. On the contrary, majority of populations collected elsewhere formed white tubers (37/42).

Elongated tubers were formed by 13 of 55 populations with white tubers, while the red tubers were all normal except for one. The presence of elongated tubers can be addressed to species variability, the effect of cultivation in small isolated plots, but for some extreme values also by possible errors in determination.

The highest average tuber weight was achieved by TUB CG 27 with 45,5 g, which came close to the yield of some *H. tuberosus* cultivars. Among the first twelve populations by tuber size, there were 10 populations from Monte Negro with white tubers of 13 total in this experiment. Such results, with tuber weight higher than average, imply that they were introduced to Monte Negro in cultivated form. It is necessary analyze their mineral, sugar and protein content, the effect of cultivation and the response to selection, to obtain the complete information about the possible usage and application.

**Key words:** *Helianthus tuberosus*, tuber, morphology, variability