

Usporedba morfoloških svojstava mahuna i sjemenki rogača iz populacija srednjodalmatinskih otoka s osvrtom na lokalnu sortu "Komižki rogač"

Siniša Srećec¹, Ivna Dragojević Müller², Renata Erhatic¹, Dario Kremer², Ksenija Karlović³, Snježana Bolarić³, Tomislava Peremin Volf¹, Zvezdana Augustinović¹,
Dubravka Dujmović Prugar³, Mirko Ruščić⁴, Dubravka Vitali Čepo²

¹ Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Milislava Demerca 1, Križevci, Hrvatska (ssrecec@vguk.hr)

² Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kovačića 1, Zagreb, Hrvatska

³ Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska

⁴ Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Splitu, Rudera Boškovića 33, Split, Hrvatska

SAŽETAK

Komparativna morfometrijska istraživanja morfoloških osobina mahuna i sjemenki lokalne sorte rogača "Komižki rogač" i populacija susjednih otoka, provedena su na populacijama za koje je, prethodnim AFLP analizama i nakon provedene AMOVA-e, utvrđeno da pripadaju genetski srodnim populacijama rogača. Cilj istraživanja je utvrditi učinak selekcije na važna gospodarska svojstva lokalne sorte "Komižki rogač". Komižki rogač, uz populaciju s otoka Drvenik Mali mogao bi biti dobar ishodišni materijal za dalju selekciju na ekonomski važna morfološka svojstva.

Ključne riječi: rogač, *Ceratonia siliqua* L., mahune, sjeme, morfološka svojstva

Uvod

Prema paleobotaničkim i arheološkim istraživanjima, rogač potiče iz Mediteranskog gen centra, a zbog njegovih nutritivnih svojstava u doba Rimskog carstva započelo je njegovo intenzivno širenje (Zohary, 2002.). Iako je rogač vrlo važna biljka u prehrani ljudi, ali i domaćih životinja (Moh'd Khair i sur., 2001.; Durazzo i sur., 2014.; Oziyci i sur., 2014.) u Hrvatskoj je rogač zaboravljena kultura, čija se proizvodnja uglavnom bazira na sakupljanju mahuna. Osim svojih vrijednih nutritivnih svojstava, endosperm sjemenki rogača važan je izvor galaktomanana, polisaharida od kojeg se dobiva rogačeva guma (*engl.* carob gum, aditiv E410) koja ima svoju veliku uporabnu vrijednost u farmaceutskoj, kozmetičkoj i prehrambenoj industriji (Mirhosseini i Amid, 2011.; Akbulut i Bayramoglu, 2013.; Karababa i Coşkuner, 2013.). Rogačeve sjemenke zbog relativno malog variranja mase pojedinačnih sjemenki, bile su upotrebljavane kao ekvivalent za karat (Turnbul i sur., 2006.). U Hrvatskoj je 1999. započeo program selekcije rogača (Strikić i sur., 2006.). Tijekom 2016. godine u okviru istraživačkog projekta „Taksonomija, ekologija i uporaba rogača (*Ceratonia siliqua* L.) i lovora (*Laurus nobilis* L.) u Hrvatskoj“ provedena su komparativna morfometrijska istraživanja morfoloških osobina mahuna i sjemenki lokalne sorte rogača "Komižki rogač" u usporedbi s populacijama rogača iz preostalih lokaliteta otoka Visa i susjednih otoka, kako bi se utvrdio učinak selekcije na važna gospodarska svojstva.

Materijal i metode

Sva morfometrijska istraživanja provedena su na populacijama za koje je, prethodnim AFLP analizama i nakon provedene AMOVA-e, utvrđeno da pripadaju genetski srodnim populacijama rogača. A to su populacije otoka Visa, Hvara, Šolte i Drvenika Malog.

Uzorci mahuna uzimani su s pet stabala po svakom lokalitetu, unutar svake populacije. Sa svakog stabla uzeto je po sedam mahuna u filotaksiji grana od 360° s vanjskog dijela krošnje na približno istoj visini od površine tla. Određivana su važna morfološka i proizvodna svojstva rogača, kao što su: duljina mahuna, masa mahuna, broj sjemenki po mahuni i masa pojedinačne sjemenke rogača (Batlle i Tous, 1997.). Duljina mahuna mjerena je digitalnom pomičnom mjerkom, a odvage mase mahuna i sjemenki na digitalnoj preciznoj vagi Metler Toledo s podjelom na dva decimalna mjesta.

Statistička analiza dobivenih analitičkih rezultata provedena je jednosmjernom ANOVA-om i t-testom za usporedbu razlika prosječnih vrijednosti za svako svojstvo, uporabom statističkog software-a StatSoft SixSigma.

Rezultati i rasprava

Duljina mahuna lokalnog kultivara Komički rogač značajno je veća u usporedbi s mahunama uzorkovanim na preostalim biljkama iz populacije otoka Visa i u usporedbi s populacijama otoka Šolte i Hvara (tablica 1). Međutim, mahune nisu značajno dulje u usporedbi s mahunama populacije otoka Drvenika Malog (F-test ns, $p=0,251$, $df=68$ za svaku usporedbu). To se može objasniti činjenicom, da je cjelokupna populacija rogača na otoku Drvenik Mali bazirana na sjemenkama iz odabranih mahuna ubranih s biljaka „Komičkog rogača“, što potvrđuju i najveći uzgajivači rogača u Hrvatskoj, Nebojša Božanić iz Komiže i Milan Lučin sa Drvenika Malog (osobne izjave, koje su ispitanici na terenu dali jedan neovisno od drugoga). Štoviše, prema izjavi gospodina Milana Lučina sa Drvenika Malog, ribari sa Drvenika Malog kada su odlazili u ribolov na sredele u akvatorij otoka Visa, upravo s područja Komiže uzimali su i plemke iz populacije Komičkog rogača koje su, po povratku na Drvenik Mali, cijepili na vlastita rodna stabla rogača, i to, isključivo biseksualnih biljaka.

Tablica 1. Usporedbe duljine mahuna rogača lokalne sorte Komički rogač s populacijom otoka Visa i populacijama susjednih otoka

Populacija Population	Prosjeak Mean (cm)	Var.	St. Dev.	Coef. Var.	Stand. Pogreška St. Error	Min.	Max.
Komički rogač	18.17	1.64	1.28	7.05	0.22	16.0	22.9
Vis	13.28***	5.31	2.30	17.34	0.38	13.28	10.0
Šolta	13.92***	6.68	2.58	18.56	0.43	8.30	17.90
Hvar	14.36***	8.80	2.96	20.65	0.50	8.60	18.00
Drvenik Mali	17.73ns	1.10	1.05	5.92	0.17	15.00	20.50

***prosječna duljina mahuna stignifikantno je manja u usporedbi s Komičkim rogačem ($p<0.001$)/average pod length is significantly smaller in the comparison with local cv. Komički rogač ($p<0.001$), ns – nije stignifikantna razlika/not significant difference.

Najmanja prosječna masa mahuna rogača utvrđena je u populaciji otoka Hvara (tablica 2), dok usporedbe s ostalim populacijama nisu bile značajne (F-test Komički rogač vs. populacije Vis, Šolta, Drvenik Mali nije značajan, $p=0,87$; $0,83$; $0,54$, $df=68$ za svaku usporedbu). Isto vrijedi i za svojstvo broja sjemenki po mahuni (tablica 3).

Tablica 2. Usporedbe mase mahune rogača lokalne sorte Komižki rogač s populacijom otoka Visa i populacijama susjednih otoka

Populacija Population	Prosjek Mean (g)	Var.	St. Dev.	Coef. Var.	Stand. Pogreška St. Error	Min.	Max.
Komižki rogač	32.63	15.27	3.90	11.97	0.66	23.28	44.26
Vis	21.73ns	14.47	3.80	17.50	0.64	13.64	28.08
Šolta	19.39ns	16.41	4.05	20.89	0.68	10.86	27.39
Hvar	17.37***	37.43	6.11	35.20	1.03	6.62	30.32
Drvenik Mali	28.53ns	12.36	3.51	12.32	0.59	21.90	36.72

***prosječna masa mahuna rogača populacije Hvar, stignifikantno je manja u usporedbi s Komižkim rogačem ($p < 0.001$)/average carb weight of population of island of Hvar is significantly smaller in the comparison with local cv. Komižki rogač ($p < 0.001$), ns – nije stignifikantna razlika/not stignificant difference.

Strikić i sur. (2006.) izdvojili su dva uzorka rogača poželjnih fenotipskih osobina. Uzorak 1 imao je prosječno 9,8 sjemenki prosječne težine 0,17 g dok je uzorak 2 imao prosječno 8,8 sjemenki po plodu prosječne mase sjemenke 0,15 g. Iz ovih istraživanja posve je razvidno da je prosječni broj sjemenki u mahuni Komižkog rogača 11,7 a masa pojedinačne sjemenke $0,18 \pm 0,003$ grama. Stoga bi se, Komižki rogač uz populaciju otoka Drvenik Mali, mogao bi se ocijeniti kao dobar ishodišni materijal za daljnju selekciju na dva ekonomski važna morfološka svojstva; duljina sjemenki i masa pojedinačne sjemenke rogača (tablica 4). Prema vrijednostima koeficijenta varijabilnosti za masu pojedinačne sjemenke Komižkog rogača (38,13) i populacije Drvenik Mali (28,32), prikazanih u tablici 4, a i prema uočenom stanju na terenu, sve biljke iz kojih su uzimani uzorci na oba lokaliteta su biseksualne. Prema rezultatima prethodnih istraživača (Turnbul i sur., 2006.), to potvrđuje prethodno navedene iskaze gospode Milana Lučina i Nebojše Božanića.

Tablica 3. Usporedbe broja sjemenki po mahuni lokalne sorte Komižki rogač s populacijom otoka Visa i populacijama susjednih otoka

Populacija Population	Prosjek Mean	Var.	St. Dev.	Coef. Var.	Stand. Pogreška St. Error	Min.	Max.
Komižki rogač	11.77	2.76	1.66	14.13	0.28	9.00	15.00
Vis	8.94ns	3.52	1.87	20.99	0.31	6.00	13.00
Šolta	10.60ns	5.18	2.27	21.48	0.38	5.00	14.00
Hvar	8.34**	6.70	2.58	31.03	0.43	4.00	14.00
Drvenik Mali	11.25ns	2.02	1.42	12.62	0.24	9.00	15.00

**prosječni broj sjemenki po mahuni populacije Hvar stignifikantno je manji u usporedbi s Komižkim rogačem ($p < 0.01$)/average number of seeds per pod of Hvar population is significantly smaller in the comparison with local cv. Komižki rogač ($p < 0.01$), ns – nije stignifikantna razlika/not stignificant difference.

Tablica 4. Usporedbe mase pojedinačne sjemenke lokalne sorte Komički rogač s populacijom otoka Visa i populacijama susjednih otoka

Populacija Population	Prosjeak Mean (g)	Var.	St. Dev.	Coef. Var.	Stand. Pogreška St. Error	Min.	Max.
Komički rogač	0.18	0.0047	0.068	38.13	0.0033	0.04	0.74
Vis	0.17ns	0.0001	0.012	7.19	0.0007	0.14	0.20
Šolta	0.16***	0.0002	0.014	9.26	0.0009	0.11	0.20
Hvar	0.17ns	0.0006	0.025	14.39	0.0015	0.13	0.50
Drvenik Mali	0.18ns	0.0028	0.053	28.32	0.0026	0.01	0.96

***prosječna masa pojedinačne sjemenke populacije Šolta stignifikantno je manja u usporedbi s Komičkim rogačem ($p < 0.001$) / average individual seed weight of Šolta population is significantly smaller in comparison with local cv. Komički rogač ($p < 0.001$), ns – nije stignifikantna razlika/not stignificant difference.

Zaključak

Od svih ekonomski važnih morfoloških osobina mahuna i sjemenki rogača, učinak selekcije u lokalnog kultivara Komički rogač u usporedbi s neselekcioniranim populacijama rogača otoka Visa, i populacijama otoka Hvar i Šolta susjednih otoka, uočljiv je u duljini mahuna. Međutim, to se ne odnosi i na iste usporedbe s mahunama uzorkovanim iz populacije otoka Drvenik Mali, koja je u cijelosti bazirana na odabiru mahuna biljaka unutar populacije Komičkog rogača. Prosječni broj sjemenki u mahuni Komičkog rogača je 11,7 a masa pojedinačne sjemenke $0,18 \pm 0,003$ grama. Na temelju tih morfometrijskih pokazatelja, Komički rogač uz populaciju otoka Drvenik Mali mogao bi se ocijeniti kao dobar ishodišni materijal za daljnju selekciju na ekonomski važna morfološka svojstva. Rezultati morfometrijskih istraživanja, s izuzetkom duljine mahuna, uglavnom su u skladu s rezultatima prethodnih AFLP analiza i AMOVA-e.

Napomena

Istraživanja neophodna za ovaj rad dio su projekta HRZZ-IP-11-2013-3304-TEUCLIC kojeg financira Hrvatska zaklada za znanost. Autori zahvaljuju gospođi Mirni Bojanić Rebac iz Jelse na Hvaru i gospođi Milanu Lučinu sa Drvenika Malog i Nebojši Božaniću iz Komiže na Visu na pomoći u uzorkovanju tijekom terenskih istraživanja i brojnim korisnim informacijama.

Literatura

- Akbulut S., Bayramoglu M.M. (2013). The trade and use of some medicinal and aromatic herbs in Turkey. *Studies on Ethno-Medicine*. 7: 67-77.
- Battle L., Tous J. (1997). Carob tree. *Ceratonia siliqua* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 17. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 92
- Durazzo A., Turfani V., Narducci V., Azzini E., Maiani G., Carcea M. (2014). Nutritional characterisation and bioactive components of commercial carob flours. *Food chemistry*. 153: 109–13.
- Karababa E., Coşkuner Y. (2013). Physical properties of carob bean (*Ceratonia siliqua* L.): an industrial gum yielding crop. *Industrial Crops and Products*. 42: 440–6.
- Mirhosseini H., Amid B.T. (2011). A review study on chemical composition and molecular structure of newly plant gum exudates and seed gums. *Food Research International*. 46: 387-398.
- Mohd Khair J., El-Shatnawi, Khalil I. Ereifej (2001). Chemical composition and livestock ingestion of carob (*Ceratonia siliqua* L.) seeds. *Journal of Range Management*. 54: 669–673.
- Oziyci HR, Tetik N, Turhan I, Yatmaz E, Uçgun K, Akgul H, Gubbuk H, Karhan M. (2014). Mineral composition of pods and seeds of wild and grafted carob (*Ceratonia siliqua* L.) fruits. *Scientia Horticulturae*. 167: 149–52.

- Silanikove N., S. Landau, D. Or, D. Kababaya, I. Bruckental, Z. Nitsan (2006). Analytical approach and effects of condensed tannins in carob pods (*Ceratonia siliqua*) on feed intake, digestive and metabolic responses of kids. *Livestock Science*. 99: 29-38.
- Strikić F., Čmelik Z., Perica S. (2006). Morfološke osobine dva perspektivna tipa rogača (*Ceratonia siliqua* L.) s otoka Visa. *Pomologia Croatica*. 12: 245-253.
- Turnbul L.A., Santamaria L., Martorel T., Rallo J., Hector A. (2006). Seed size variability: from carob to carats. *Biological Letters* 2: 397-400.
- Zohary, D. (2002). Domestication of the carob (*Ceratonia siliqua* L.). *Israel Journal of Plant Sciences*. 50: S-141-S-145.

COMPARISONS OF CAROB PODS AND SEEDS MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF MIDDLE DALMATIAN ISLANDS POPULATIONS IN THE COMPARISON WITH LOCAL CAROB CULTIVAR "KOMIŽKI ROGAČ"

Abstract

To estimate efficiency of selection on important economic characteristics of local cultivar "Komižki rogač" in comparison with the populations of middle Dalmatian islands, the comparative morphometric research of pods and seeds were done on populations which are, according to previous results of AFLP analysis and AMOVA, geneticaly similar. Pod length of local cultivar "Komižki rogač" is significantly higher in the comparison with the pod length of other plants of carobs other than "Komiža rogač" on the island of Vis, as well as, with the populations of islands of Šolta and Hvar. However, the average difference of pod length is not significantly higher in the comparison with carob population of Drvenik Mali island (F-test ns, $p=0.251$, $df=68$ for each comparison). Namely, population of carob trees of Drvenik Mali Island is planted with the seeds from selected pods from the local cultivar of "Komižki rogač", or, by grafting of scion buds collected from "Komižki rogač" on support of bisexual carob plants on Drvenik Mali. The lowest average weight of carob pods was found in population of island of Hvar, and other differences were not significant (F-test Komižki rogač vs. population of Vis, Šolta, Drvenik Mali were not significant, $p=0.87$; 0.83 ; 0.54 , $df=68$ for each comparison). The same is for characteristics of seeds number per pod. Average individual seed weight of the carob population of island of Hvar is significantly smaller in comparison with "Komiža rogač" and the other comparisons were not significant. Local cultivar of "Komiža rogač" with carob population of Drvenik Mali island could be a good basic material for continuous selection on important economic traits, such as pod length and weight of individual seed (in both cases 0.18 g/seed). The results of morphometric research, with exception of pod length, mainly correspond with the results of previous AFLP analysis and AMOVA.

Key words: carob, *Ceratonia siliqua* L., pods, seeds, morphological characteristics