

**KORELACIJE IZMEĐU NEKIH GOSPODARSKI VAŽNIJIH
SVOJSTAVA GRAHA MAHUNARA (*Phaseolus vulgaris* L.)**Zrinka KNEZOVIĆ, Z. MATOTAN, Ivana BEVANDA, Elma SEFO
i Adrijana MAJIĆAgronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Mostaru
Faculty of Agriculture and Food Technology University of Mostar

SAŽETAK

Poznavanje korelacija između pojedinih gospodarski važnih svojstava graha mahunara može biti od velike pomoći za unapređenje proizvodnje, a posebice utvrđivanja optimalnih rokova berbe.

Na temelju podataka o visini biljke, broju mahuna po biljci, broju tehnološki zrelih mahuna, prirodu po biljci, dužini i širini mahune, dobivenih iz sortnih pokusa u razdoblju od 2001. do 2005. godine na sorti Grenoble izračunate su pojedinačne korelacije. Između visine biljke i broja mahuna, te broja tehnološki zrelih mahuna i priroda po biljci utvrđene su pozitivne korelacije pretežito srednje jačine. Povezanost između broja mahuna i broja tehnološki zrelih mahuna bila je jaka i pozitivna za sve istraživane godine. Veći broj mahuna kao i veći broj tehnološki zrelih mahuna uvjetovao je i veći prirod po biljci. Korelacija između dužine i širine mahuna s prirodom po biljci bila je negativna i slaba. Izračunati korelacijski koeficijenti između broja mahuna i dužine mahuna bili su niski i različitog smjera ovisno o godini istraživanja, a između broja mahuna i širine mahuna niski ali ujednačenog negativnog smjera. Prinosi su bili veći kada su mahune brane u punoj tehnološkoj zriobi dok na prinos nije utjecala duljina odnosno širina mahune.

Ključne riječi: grah mahunar, korelacije, gospodarstva svojstva

UVOD

Grah mahunar (*Phaseolus vulgaris* L.) porijeklom je iz Amerike od kud je prenesen u Europu. U početku se za jelo koristilo samo zrelo zrno, a tek kasnije mlade mahune i mlado zrno. Prve mahune bez niti selekcionirane su oko 1800 godine. Po sistematskoj klasifikaciji grah mahunar pripada botaničkoj porodici *Fabaceae* i rodu *Phaseolus*. Jednogodišnja je zeljasta biljka, čija stabljika naraste 30 – 40 cm kod niskih sorata kod kojih se grana, odnosno do 3 metra kod visokih sorti. Stabljika visokih sorata je povijušna i za normalan razvoj treba oslonac. Sorte visoke stabljike tijekom rasta neprekidno cvatu i formiraju mahune, te se beru kroz duže razdoblje u više navrata dok

niske sorte završavaju rast formiranjem cvjetova, prije dospijevaju za berbu i mogu se brati u manje navrata ili mehanizirano jednokratno. (Matotan, 2004.). Među uzgajanim sortama postoje značajne morfološke razlike, a na prinos pojedine sorte različito utječu pojedine komponente (Zeven i sur., 1999, Santalla i sur., 2004, Casquero i sur., 2006). Plod graha mahunara je mahuna različitog oblika, boje i veličine. Najčešće uzgajane sorte graha mahunara imaju okrugle ili plosnate mahune, dužine 10 – 20 cm zelene ili žute boje. Za razliku od mahuna graha zrnaša šavovi mahuna nemaju izraženo sklerenhimsko staniće koje tvori konce. U tehnološkoj zriobi mahune su krhke i sočne. Za industrijsku se preradu uzgajaju isključivo sorte niskog rasta pogodne za mehaniziranu berbu.

Grah mahunar kao i grah zrnaš u prehrani ljudi važan je izvor hranjivih tvari, osobito bjelančevina (Todorović i sur., 2003). Naročito je bogat kalijem i fosforom, dok je od vitamina najznačajnija skupina vitamina B. Mlada mahuna graha odlikuje se sadržajem bjelančevina aminokiselinskog sastava sličnog bjelančevinama životinjskog podrijetla (Coelho and Sgarbieri, 1994.,1995.). Koristi se kao svježa namirnica ili kao prerađena. Kuhanjem se uništava štetni sastojak glukozid fazein. Grah mahunar se konzervira sterilizacijom i zamrzavanjem. Dobro uspijeva na različitim tipovima tala (Lešić i sur., 2002.). Grah mahunar se obvezno uzgaja u plodoredu i zbog bolesti koje se prenose preko zaraženih dijelova ne bi se trebao uzgajati na istoj površini najmanje 4-5 godina. Najčešće pretkulture su strne žitarice i krumpir. Vrijedan je predusjev za većinu drugih povrtnih kultura zbog značajne količine dušika koja ostaje u tlu od simbiotskih *Rhizobium* bakterija. Niski grah mahunar ima kratku vegetaciju (60-80 dana) pa se može uzgajati od kontinentalnog do mediteranskog i planinskog područja. Rokove sjetve treba uskladiti kako bi se u proljeće izbjegli kasni mrazovi i visoke temperature u vrijeme cvatnje. (Ćota i Ljubančić, 2006.). Kultivari niskog graha mahunara obično su visoki od 40 do 60 cm. Prema dužini vegetacije do tehnološke zrelosti rani i kasni kultivari razlikuju se najviše za 8 do 10 dana. Najveće su razlike među kultivarima u obliku, boji i veličini mahuna. Za preradu se najčešće traže kultivari zelenih mahuna, okruglog i ovalnog presjeka. Kultivari žutih mahuna rjeđe se konzerviraju, prvenstveno sterilizacijom. Kultivari niskog graha mahunara, širokih (2 do 3 cm), plosnatih, mesnatih mahuna, najviše se koriste u domaćinstvima i za prodaju u svježem stanju. Kultivari visokog graha mahunara namijenjeni su prvenstveno za domaćinstva i za prodaju na tržištu u svježem stanju. Imaju veću rodnost, dulje razdoblje berbe i koriste se i za uzgoj u zaštićenim prostorima.

Grah mahunar kao termofilna kultura ima velike zahtjeve prema temperaturi. Minimalna temperatura klijanja i nicanja je 8 - 10 °C. Temperature od 0°C tijekom vegetacije djeluju pogubno. Najosjetljiviji na visoke temperature je tijekom cvatnje i početka formiranja mahuna, kada je optimalna temperatura oko 23°C . U tom razdoblju temperature ispod 15°C te iznad 32°C dovode do otpadanja cvjetova i formiranih mahuna. Temperature od 30°C uz nisku vlagu zraka prouzrokuju abortivnost cvjetova, što smanjuje prinos mahuna. Ako takvi uvjeti nastupe tijekom cvatnje srednjih etaža niskih sorti nastaje značajna šteta jer je nemoguća jednokratna mehanizirana berba. Ako

se bere kad su prvo formirane mahune tehnološki zrele ostvaruje se jako nizak prinos, a ako se čeka da u tehnološku zrelost dospiju i vršne mahuna, donje će biti prezrele.

U ovom radu je proučavana uzročna povezanost gospodarski važnijih svojstava niskog graha mahunara. Kako ta povezanost uvjetuje ispoljavanje svakog proučavanog svojstva nužno je bilo utvrditi njihove međusobne odnose. Cilj istraživanja bio je utvrditi jačinu i smjer povezanosti svojstava primjenjujući metode korelacije i regresije kako bi se moglo na njih korisno djelovati. Također su zanimljivi bili odnosi kao i stupanj povezanosti najvažnijih morfoloških svojstava. Kako poznavanje korelacija između pojedinih svojstava može biti od velike pomoći za unapređenje proizvodnje, a posebice utvrđivanja optimalnih rokova berbe, proveden je višegodišnji pokus u kojem su praćena važnija gospodarska svojstva.

MATERIJAL I METODIKA ISTRAŽIVANJA

Istraživanja povezanosti korelacija između pojedinih gospodarski značajnih svojstava graha mahunara provedena su na sorti Grenoble. Sorta Grenoble selekcija je tvrtke Seminis i najraširenija je sorta graha mahunara namijenjena preradi u Hrvatskoj. Na hrvatsku sortnu listu je upisana 2000. godine. Namijenjena je za preradu sterilizacijom i smrzavanjem rezanih mahuna, te za tržište u svježem stanju. Po dospijevanju pripada skupini ranih sorti niskog graha mahunara tamno zelenih mahuna koje su u tehnološkoj zriobi dužine 13 - 14 cm. Okruglog su presjeka s najvećim udjelom mahuna promjera 8 mm. Biljke su koncentriranog dospijevanja za berbu i prilagođene jednokratnoj mehaniziranoj berbi. Relativno sporog su razvoja sjemena u mahuni što djelomično produžava razdoblje tehnološke zrelosti.

Petogodišnja istraživanja su provedena u razdoblju 2001 – 2005. godine na pokusnom polju Razvoja poljoprivrede Podravke d.d. u Koprivnici postavljanjem sortnog pokusa po metodi slučajnog bloknog rasporeda u pet ponavljanja. Iz svake repeticije za istraživanja svojstva prikupljeni su podaci sa 10 biljaka, tako da je za svako svojstvo analizirano po 50 podataka svake godine. Veličina pokusne parcele bila je 7,5 m², a činila su je 3 reda međurednog razmaka 50 cm i dužine 5 m. Za analize i izračun korelacija korišteni su dobiveni podaci o visini biljke, ukupnom broju mahuna po biljci, broju tehnološki zrelih mahuna po biljci, prirodu po biljci te dužini i širini mahuna.

Za utvrđivanje povezanosti između svojstava primijenjen je Pearsonov korelacijski koeficijent, te metoda regresije. (Vasilj, 2000.)

REZULTATI I RASPRAVA

Iz četverogodišnjih podataka sortnih mikro pokusa u kojima su detaljno analizirana sva gospodarski važnija svojstva graha mahunara sorte Grenoble analizirana je njihova međusobna povezanost primjenom Pearsonovog korelacijskog koeficijenta te izračunati regresijski koeficijenti kao i jednadžbe regresije.

Z. Knezović i sur.: Korelacije između nekih gospodarski važnijih svojstava graha mahunara (*Phaseolus vulgaris* L.)

Tablica 1. – Vrijednosti korelacijskih koeficijenata za 2001. godinu
Table 1. Values of the correlation coefficients for 2001

Svojstvo 1. Trait 1.	Svojstvo 2. Trait 2.	Pearsonov koeficijent Pearson's coefficient (r)
Visina biljke Plant height	Broj mahuna Number of pods	0,65**
Visina biljke Plant height	Broj tehnološki zrelih mahuna Number of technologically ripe pods	0,57**
Visina biljke Plant height	Prirod po biljci u Yield per plant	0,64**
Broj mahuna Number of pods	Broj tehnološki zrelih mahuna Number of technologically ripe pods	0,91**
Broj mahuna Number of pods	Prirod po biljci Yield per plant	0,89**
Broj tehnološki zrelih mahuna Number of technologically ripe pods	Prirod po biljci Yield per plant	0,93**

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

Visina biljke bila je u pozitivnoj korelaciji s brojem mahuna po biljci svih godina istraživanja. Korelacija je bila jaka za 2001., 2002. i za drugi rok sjetve 2004. godine (Tablica 1., Tablica 2. i Tablica 4.), a slabija za prvi rok sjetve 2004. godine (Tablica 3.) te za 2005. godinu (Tablica 5.). Za sve godine istraživanja utvrđena je pozitivna korelacija između visine biljke i broja tehnološki zrelih mahuna. Jačina korelacije je varirala od srednje i jake za 2001. i 2002. godinu do slabe za ostale godine istraživanja. Korelacija između visine biljke i priroda po biljci bila je pozitivna, nešto manje jačine u 2002. i prvom roku sjetve 2004. godine, dok je u ostalim godinama bila srednja i jaka.

Jačina povezanosti između broja mahuna i broja tehnološki zrelih mahuna bila je vrlo jaka do potpuna za sve godine istraživanja, a smjer pozitivan. Između broja mahuna i priroda po biljci utvrđena je jaka i pozitivna povezanost, s izuzetkom 2002. godine kada je bila negativna i slaba. Slični rezultati dobiveni su i za odnos između broja tehnološki zrelih mahuna i priroda po biljci. Za 2001. godinu nisu računani korelacijski koeficijenti za usporedbe drugih svojstava, jer su nedostajali podaci.

Z. Knezović i sur.: Korelacije između nekih gospodarski važnijih svojstava graha mahunara (*Phaseolus vulgaris* L.)

Tablica 2. – Vrijednosti korelacijskih koeficijenata za 2002. godinu

Table 2. Values of the correlation coefficients for 2002

Svojstvo 1. Trait 1.	Svojstvo 2. Trait 2.	Pearsonov koeficijent Pearson's coefficients (r)
Visina biljke Plant height	Broj mahuna Number of pods	0,51**
Visina biljke Plant height	Broj tehnološki zrelih mahuna Number of technologically ripe pods	0,45**
Visina biljke Plant height	Prirod po biljci Yield per plant	0,01
Broj mahuna Number of pods	Broj tehnološki zrelih mahuna Number of technologically ripe pods	0,96**
Broj mahuna Number of pods	Prirod po biljci Yield per plant	-0,17
Broj tehnološki zrelih mahuna Number of technologically ripe pods	Prirod po biljci Yield per plant	-0,12
Prirod po biljci Yield per plant	Dužina mahune Length of pods	-0,32*
Prirod po biljci Yield per plant	Širina mahune Width of pods	-0,36*
Broj mahuna Number of pods	Dužina mahune Length of pods	0,32*
Broj mahuna Number of pods	Širina mahune Width of pods	0,17

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

Između priroda i dužine mahuna je utvrđena vrlo slaba do slaba i negativna korelacija za 2002. i prvi rok sjetve 2004. godine, a za drugi rok u 2004. i 2005. godini korelacija je bila pozitivna ali različite jačine od vrlo slabe do jake. Između priroda po biljci i širine mahuna za sve godine je utvrđena negativna i vrlo slaba do slaba korelacija. Broj mahuna i dužina mahuna u svim godinama istraživanja vrlo slabo su do slabo korelirali i to pozitivno za sve godine osim prvog roka sjetve 2004. godine.

Između broja mahuna i širine mahuna utvrđena je vrlo slaba do slaba negativna korelacija s izuzetkom 2002. godine kada je korelacija bila pozitivna.

Z. Knezović i sur.: Korelacije između nekih gospodarski važnijih svojstava graha mahunara (*Phaseolus vulgaris* L.)

Tablica 3. – Vrijednosti korelacijskih koeficijenata za 2004. godinu, prvi rok sjetve
Table 3. Values of the correlation coefficients for 2004, first sowing term

Svojstvo 1. Trait 1.	Svojstvo 2. Trait 2.	Pearsonov koeficijent Pearson's coefficients (r)
Visina biljke Plant height	Broj mahuna Number of pods	0,27
Visina biljke Plant height	Broj tehnološki zrelih mahuna Number of technologically ripe pods	0,18
Visina biljke Plant height	Prirod po biljci Yield per plant	0,17
Broj mahuna Number of pods	Broj tehnološki zrelih mahuna Number of technologically ripe pods	0,89**
Broj mahuna Number of pods	Prirod po biljci Yield per plant	0,85**
Broj tehnološki zrelih mahuna Number of technologically ripe pods	Prirod po biljci Yield per plant	0,96**
Prirod po biljci Yield per plant	Dužina mahune Length of pods	-0,17
Prirod po biljci Yield per plant	Širina mahune Width of pods	-0,14
Broj mahuna Number of pods	Dužina mahune Length of pods	-0,13
Broj mahuna Number of pods	Širina mahune Width of pods	-0,13

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

Za sva istraživana svojstva konstatirani su izuzeci za pojedine godine i to: za odnos visine biljke s brojem mahuna po biljci, brojem tehnološki zrelih mahuna, i s prirodom po biljci kao i za odnos broja mahuna i dužine mahuna. Izuzetak je bio prvi rok sjetve 2004. godine. Također je za odnose visine biljke i priroda po biljci, broja mahuna i priroda po biljci i broja tehnološki zrelih mahuna i priroda po biljci, te broja mahuna i širine mahuna izuzetak 2002. godina.

Z. Knezović i sur.: Korelacije između nekih gospodarski važnijih svojstava graha mahunara (*Phaseolus vulgaris* L.)

Tablica 4. –Vrijednosti korelacijskih koeficijenata za 2004. godinu, drugi rok sjetve
Table 4. Values of the correlation coefficients for 2004, second sowing term

Svojstvo 1. Trait 1.	Svojstvo 2. Trait 2.	Pearsonov koeficijent Pearson's coefficients (r)
Visina biljke Plant height	Broj mahuna Number of pods	0,46**
Visina biljke Plant height	Broj tehnološki zrelih mahuna Number of technologically ripe pods	0,34*
Visina biljke Plant height	Prirod po biljci Yield per plant	0,42**
Broj mahuna Number of pods	Broj tehnološki zrelih mahuna Number of technologically ripe pods	0,88**
Broj mahuna Number of pods	Prirod po biljci Yield per plant	0,84**
Broj tehnološki zrelih mahuna Number of technologically ripe pods	Prirod po biljci Yield per plant	0,90**
Prirod po biljci Yield per plant	Dužina mahune Length of pods	0,12
Prirod po biljci Yield per plant	Širina mahune Width of pods	-0,05
Broj mahuna Number of pods	Dužina mahune Length of pods	0,19
Broj mahuna Number of pods	Širina mahune Width of pods	-0,02

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

Iz izračunanih regresijskih jednadžbi moguće je na temelju regresijskog koeficijenta utvrditi za koliko se mijenja zavisna varijabla (y) za jediničnu promjenu nezavisne varijable (x). Za odnos između broja tehnološki zrelih mahuna i priroda po biljci regresijska jednadžba je $y = 4,99x - 2,97$, što znači da će se prirod po biljci povećati za 4,99 grama ako se broj tehnološki zrelih mahuna poveća za jednu.

Z. Knezović i sur.: Korelacije između nekih gospodarski važnijih svojstava graha mahunara (*Phaseolus vulgaris* L.)

Tablica 5.–Vrijednosti korelacijskih koeficijenata za 2005. godinu
Table 5. Values of the correlation coefficients for 2005

Svojstvo 1. Trait 1.	Svojstvo 2. Trait 2.	Pearsonov koeficijent Pearson's coefficients (r)
Visina biljke Plant height	Broj mahuna Number of pods	0,28*
Visina biljke Plant height	Broj tehnološki zrelih mahuna Number of technologically ripe pods	0,32*
Visina biljke Plant height	Prirod po biljci Yield per plant	0,36*
Broj mahuna Number of pods	Broj tehnološki zrelih mahuna Number of technologically ripe pods	0,91**
Broj mahuna Number of pods	Prirod po biljci u Yield per plant	0,82**
Broj tehnološki zrelih mahuna Number of technologically ripe pods	Prirod po biljci Yield per plant	0,90**
Prirod po biljci Yield per plant	Dužina mahune Length of pods	-0,06
Prirod po biljci Yield per plant	Širina mahune Width of pods	-0,03
Broj mahuna Number of pods	Dužina mahune Length of pods	0,08
Broj mahuna Number of pods	Širina mahune Width of pods	-0,03

ZAKLJUČAK

Ma temelju izračunanih korelacijskih koeficijenata utvrđeni su jačina i smjer povezanosti između gospodarski važnih svojstava graha mahunara. Ustanovljeno je postojanje pozitivne i po jačini pretežito srednje korelacije između visine biljke i broja mahuna, broja tehnološki zrelih mahuna i priroda po biljci. Povezanost između broja mahuna i broja tehnološki zrelih mahuna bila je jaka i pozitivna. Veći broj mahuna kao i veći broj tehnološki zrelih mahuna uvjetovao je i veći prirod po biljci. Korelacija između dužine mahuna i širine mahuna sa prirodom po biljci bila je negativna i slaba. Izračunati korelacijski koeficijenti između broja mahuna i dužine mahuna bili su niski i

različitog smjera po godinama istraživanja, a između broja mahuna i širine mahuna niski ali ujednačenog negativnog smjera. Izračunati korelacijski koeficijent pokazuje da prinos najviše raste s povećanjem broja tehnološki zrelih mahuna. Sortnim karakteristikama kao što su širina i dužina mahune ne može se znatnije utjecati na prinos.

CORRELATION BETWEEN SOME ECONOMICALLY IMPORTANT PLANT CHARACTERISTICS OF BUSH BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.)

SUMMARY

Knowing the correlation between some economically important characteristics of bush bean can be a significant aid for improving production, especially for determination of the optimal term of harvesting.

On the basis of data obtained in variety trials during the period 2001 – 2005 for the bush bean variety Grenoble for plant height, number of pods per plant, number of technologically ripe pods per plant, yield per plant such as length and width of pods, individual correlations were calculated.

Between plant height and number of pods, number of technologically ripe pods per plant and yield per plant determined correlation was positive and of middle intensity.

Correlation between number of pods per plant and number of technologically ripe pods per plant was strong and positive for all years of research. Higher number of pods per plant and a higher number technologically ripe pods per plant resulted by higher yield. Correlation between length and width of pods with yield per plant was weak and negative. Correlation coefficients between number of pods per plant and pod length were low and of different direction depending on year and between number of pods per plant and pod width were low and of negative direction.

The yield was higher when the number of technologically ripe pods per plant and their percentage in total number of pods per plant was higher. Pod length and width were without influence on the yield.

Key words: bush bean, correlation, plant characteristics

LITERATURA - REFERENCES

1. Casquero, P. A., Lema, M., Santalla, M. and De Ron, A. M., 2006. Performance of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces from Spain in the Atlantic and Mediterranean environments. *Resource and Crop Evolution* 53, 1021 – 1032.
2. Coelho, R.G. and Sgarbieri, V.C., 1995., Nutritional evaluation of bean (*Phaseolus vulgaris*) protein. *In vivo* versus *in vitro* procedures. *Journal of food Biochemistry*, v. 18, p.297-309.
3. Coelho, R.G., and Sgarbieri, V.C., 1994., Methionine liberatin by pepsin-pancreatin hydrolysis of bean protein fractions. *Journal of food Biochemistry* 18:5, 311-324.

Z. Knezović i sur.: Korelacije između nekih gospodarski važnijih svojstava graha mahunara (*Phaseolus vulgaris* L.)

4. Čota, J. i Ljubančić, A., 2006., Visoke sorte graha mahunara u Federaciji Bosne i Hercegovine. Radovi Poljoprivrednog fakulteta, Univerzitet Sarajevo God. LI, Br. 57/1.
5. Lešić, R. i sur. 2002., Povrčarstvo. Zrinski, Čakovec.
6. Matotan, Z., 2004. Suvremeno povrčarstvo. Globus, Zagreb.
7. Santalla, M., Menendez-Sevillano, M. C., Monteagudo, A. B. and De Ron, A. M., 2004., Genetic diversity of Argentinian common bean and its evolution during domestication. Euphytica 135, 75 – 87.
8. Todorović, J. i sur., 2003., Ratarsko-povrtlarski priručnik. Laktaši 295-301.
9. Vasilj, Đ., 2000. Biometrika i eksperimentiranje u bilinogojstvu. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb.
10. Zeven, A. C., Waning, J., Hintum, T. and Singh, S. P., 1999. Phenotypic variation in a core collection of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in the Netherlands. Euphytica 109, 93 – 106.

Adresa autora – Author's address:

Doc. dr. sc. Zrinka Knezović
Prof. dr. sc. Zdravko Matotan
Ivana Bevanda dipl. inž.
Elma Sefo dipl. inž.
Adriana Majić dipl. inž.
E-mail: knezovic.zrinka@tel.net.ba

Primljeno – Received:

06. 03. 2008.

Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet
Biskupa Čule 10
88000 Mostar
Bosna i Hercegovina