

UTICAJ GENOTIPA I SPOLJAŠNJE SREDINE NA PRINOS PLAVOG PATLIDŽANA**

Jelena Damnjanović^{1*}, Suzana Pavlović¹, Zdenka Girek¹, Slađana Savić¹,
Milan Ugrinović¹, Milka Brdar-Jokanović², Nenad Pavlović³

Apstrakt

Jedan od ciljeva u gajenju i selekciji plavog patlidžana (*Solanum melongena* L.) jeste veći prinos, kao i prilagođavanje različitim uslovima sredine. Naša studija obuhvatila je 20 različitih genotipova plavog patlidžana. Ogljed je realizovan na tri različite lokacije (Smederevska Palanka, Vranovo i Kusadak) po slučajnom blok sistemu sa 3 ponavljanja. Ispitivan je uticaj dva faktora na prinos po biljci: genotipa i lokaliteta. Dvofaktorijalna ANOVA je pokazala značajan uticaj genotipa, lokaliteta kao i interakcije genotip x lokalitet na prinos po biljci. Nakon analize 20 genotipova na tri različita lokaliteta zabeleženi prosečni prinos po biljci iznosio je 2,47 kg. Značajno veći prinosi po biljci u odnosu na opšti prosek, zabeleženi su kod genotipova K13 (3,02 kg), K20 (2,99 kg), K21 (3,44 kg), K34 (4,35 kg), K39 (4,28 kg). Najveći prinos je imao genotip K34 na lokalitetu Vranovo (4,71 kg). Na lokalitetu Smederevska Palanka genotip K39 je imao najveću prosečnu vrednost, dok je najmanju vrednost prinosa ispod opšteg proseka imao genotip K1 (1,09 kg). Genotip K39 je imao značajno viši prinos po biljci iznad prosečne vrednosti i na lokalitetu Kusadak. Najstabilniji lokalitet na osnovu koeficijenta AMMI stabilnosti (0,92) bila je Smederevska Palanka, dok je najmanje stabilan lokalitet bio Kusadak (2,34). Genotipovi K13, K39, K36 sa prinosom iznad opšteg proseka, imali su malu vrednost PC1, što ukazuje da su bili pod manjim uticajem lokaliteta, tj. da su imali dobru stabilnost prinosa na svim lokalitetima. Genotip K34 se izdvojio kao najprinosniji genotip dok su genotipovi K21 i K25 ispoljili usku adaptabilnost u lokalitetu Kusadak.

Ključne reči: AMMI analiza, genotip, lokalitet, prinos, *Solanum melongena* L.

Uvod

Plavi patlidžan (*Solanum melongena* L.) je agronomski i ekonomski važan član porodice *Solanaceae*. U 2018. svetska proizvodnja plavog patlidžana iznosila je 54 miliona tona na više od 1,8 miliona ha, predvođena Kinom sa 63% ukupne količine i Indijom sa 24% (FAOSTAT, 2019). Značajan je kao izvor različitih nutritivnih jedinjenja ali i kao sirovina za farmaceutsku

industriju (Naeem and Ugur, 2019). Prisustvo dobrih vlakana i različitih vitamina i minerala u plodu (bogat izvor gvožđa, mangana) od velike je koristi za zdravlje ljudi. Plavi patlidžan takođe sadrži visok sadržaj fenola koji deluju kao antioksidansi (Stommel and Whitaker, 2003; Caguiat and Hautea, 2014). Smeđe meso ploda patlidžana nastaje oksidacijom polifenola, prvenstveno hlorogenske kiseline kao najza-

Originalni naučni rad (Original Scientific Paper)

¹Damnjanović J, Pavlović S, Girek Z, Savić S, Ugrinović M, Institut za povrtarstvo, Karadorđeva 71, Smederevska Palanka, Srbija

²Brdar-Jokanović M, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, Novi Sad, Srbija

³Pavlović N, Agronomski fakultet Čačak, Univerzitet u Kragujevcu, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija

*e-mail: jdamnjanovic@institut-palanka.rs

**Rezultati izloženog rada predstavljaju deo rezultata doktorske disertacije: Damnjanović J (2016): Genetička varijabilnost i stabilnost osobina plavog patlidžana (*Solanum melongena* L.). Univerzitet u Beogradu, Poljoprivremi fakultet.

stupljenijeg fenolnog jedinjenja (Prohens et al., 2007). Hrana koja sadrži antioksidanse može pomoći u sprečavanju niza bolesti. Među antioksidansima u plavom patlidžanu najzastupljeniji su antocijani, uključujući nasunin, lutein i zeaksantin. Konzumiranje hrane koja sadrži određene flavonoide, uključujući antocijanine, smanjuju nivo sistemske i vaskularne inflamacije koji povećavaju rizik od srčanih oboljenja (Fallah et al., 2020). Boja ljubičastih sorti kože nastaje zbog antocijanina nasunina (Noda et al., 2000). Različita istraživanja pokazuju da ekstrakti patlidžana imaju izvanredne lekovite efekte na različite poremećaje poput opekotina, bradavica, upalnih infekcija, gastritisa, stomatitisa i artritisa (Im et al., 2016). Istraživanje koje su sproveli Afshari et al. (2016) dokazali su da ekstrakti plavog patlidžana imaju izraženije toksične efekte na kancerogene ćelije nego na normalne ćelije. Hlorogenska kiselina iz kore ploda patlidžana takođe pokazuje antikancerogena svojstva indukcijom apoptoze u mnogim ćelijama raka čoveka, kao što su leukemija i ćelije raka pluća (Tajik et al., 2017). Jedan od ciljeva oplemenjivanja plavog patlidžana je veći prinos i bolji kvalitet plodova, kao i prilagođavanje različitim okruženjima (Borgato et al., 2007). Manje promene u sastavu hranljivih materija javljaju se u zavisnosti od sezone, uslova gajenja (otvoreno polje ili staklenik) i genotipa (San José et al., 2014). Uticaj faktora spoljašnje sredine takođe može uticati na divergenciju. Mnoge forme (različitih visina biljke, oblika ploda, boje ploda i sl.) nastaju kao posledica prilagođavanja uslovima sredine. Okruženje posebno značajno utiče na kvantitativna svojstva. Varijabilnost se primećuje čak i unutar iste forme u pogledu visine, veličine ploda i prinosa u zavisnosti od klime, izloženosti različitim uticajima spoljašnje sredine, mesta i načina gajenja (Prodanović et al., 2015).

Cilj istraživanja je bio ispitati uticaj različitih genotipova i sredina, kao i njihove interakcije na prinos ploda po biljci plavog patlidžana.

Materijal i metode

Istraživanje je obuhvatilo 20 različitih genotipova plavog patlidžana koji su deo ko-

lekcije Instituta za povrtarstvo Smederevska Palanka (Damnjanović, 2016). 16 genotipova je poreklom iz Srbije, 2 iz Holandije (K22 i K25), jedan iz Italije (K19) i jedan iz Izraela (K38). Eksperiment je sproveden na 3 različita lokaliteta: Smederevska Palanka (44°21'24.79"N, 20°56'55.70"E, nadmorska visina 103 m), Vranovo (44°36'6,35"N, 20°59'55.47"E, nadmorska visina 87 m) i Kusadak (44°24'6,73"N, 20°56'30,52"E, nadmorska visina 175 m). Lokaliteti su se razlikovali po tipu zemljišta i klimatskim uslovima. U Smederevskoj Palanci tip zemljišta je aluvijalna smonica, dok je u Vranovu i Kusadaku gajnjača. Prosečne temperature vazduha na sva tri lokaliteta bile su veće od višegodišnjeg proseka. U periodu vegetativnog razvoja i cvetanja biljaka patlidžana, prosečne temperature su bile od 20,5 - 29,2°C na lokalitetu Smederevska Palanka, 19,8 - 26,5°C u Kusadku i 21,0 - 27,8°C u Vranovu. Ukupna količina padavina na lokalitetima Kusadak (152,2 mm) i Vranovo (139,6 mm) bila je manja u poređenju sa višegodišnjim prosečnim padavinama. U Smederevskoj Palanci količina padavina je iznosila 240,7 mm, što je više od višegodišnjeg proseka. Setva je izvršena u pojedinačnim saksijama prečnika 11 cm, napunjenim sterilnim supstratom i čuvanim u zaštićenom prostoru. Sadnice su održavane na uobičajen način, tj. svakih 15 dana đubrene su sa NPK 20:20:20 (25 g 10 l vode) i tretirane pesticidima po potrebi. Sadnja je izvršena početkom juna. Tokom vegetacije, identične agrotehničke mere su sprovedene na sva tri lokaliteta. Površina osnovne parcele iznosila je 56 m². U svakom ponavljanju, sađeno je po 10 biljaka u redu za svaki genotip. Dužina redova bila je 4 m, rastojanje između redova 0,70 m, dok je rastojanje između biljaka u redu bilo 0,40 m. Ispitivan je prinos po biljci. Ogljed je postavljen po slučajnom blok sistemu sa 3 ponavljanja i ispitivan je uticaj 2 faktora na prinos: genotipa i lokaliteta. Svi podaci su statistički obrađeni u StatSoft Inc. STATISTICA, verzija 8.0 (2007) i prikazani kao srednja vrednost ± standardna greška. Statistička obrada podataka podrazumevala je analizu varijanse dvofaktorijalnog eksperimenta (ANOVA) i poređenje srednjih vrednosti LSD testom (najmanje značajna razlika) na nivou značajnosti

$P \leq 0,05$. Stabilnost uočenih osobina analizirana je pomoću AMMI (*Additive Main Effects and Multiplicative Interaction*) analize (Gauch et al., 2008). GxE interakcija je interpretirana na osnovu AMMI2 biplot grafikona (apscisa predstavlja vrednost PC1, a ordinata vrednost PC2) i AMMI1 (apscisa – prinos ploda po biljci, ordinata – vrednost PC1 skora ili vrednosti skora prve interakcijske ose). Vrednost AMMI stabilnosti (ASV – *AMMI Stability Value*) je izračunata prema formuli (Purchase, 2000):

$$ASV = \sqrt{\frac{S_{PC1}}{S_{PC2}} (\text{vrednost PC1})^2 + [\text{vrednost PC2}]^2}$$

SS_{PC1} - suma kvadrata prve interakcijske ose;
 SS_{PC2} - suma kvadrata druge interakcijske ose.
 PC1 vrednost - vrednost skorova prve interakcijske ose; PC2 vrednost - vrednost skorova druge interakcijske ose.

AMMI analiza urađena je korišćenjem R softvera, verzija 2.15.2 (A Language and Environment, Copyright 2012).

Tabela 1. Dvofaktorijska ANOVA za prinos ploda po biljci
 Table 1. Two-factors ANOVA for the yield per plant

Izvor varijacije	Stepeni slobodi	Suma kvadrata	Sredina kvadrata	F vrednost	F – tablično	
					0,05	0,01
Ponavljanje	2	0,01	0,003	0,37 ^{nz}	3,07	4,80
Genotip (G)	19	135,70	7,142	926,40**	1,68	2,06
Lokalitet (L)	2	4,84	2,421	314,06**	3,07	4,80
G × L	38	16,15	0,425	55,13**	1,51	1,78
Greška	118	0,91	0,008			
Ukupno	179	157,61				

Nakon analize 20 genotipova na tri različite lokacije zabeleženi prosečni prinos po biljci iznosio je 2,47 kg (Tabela 2). Značajno veći prinosi po biljci u odnosu na opšti prosek zabeleženi su kod genotipova K13 (3,02 kg), K20 (2,99 kg), K21 (3,44 kg), K34 (4,35 kg), K39 (4,28 kg). Najveći prinos je imao genotip K34 na lokalitetu Vranovo (4,71 kg). Na lokalitetu

Rezultati i diskusija

Prinos predstavlja ekonomski vrlo važnu osobinu plavog patlidžana, koja je definisana genetskim faktorima, uslovima spoljne sredine kao i njihovom interakcijom.

ANOVA je pokazala značajan uticaj genotipa, lokaliteta kao i interakcije G×L (genotip×lokalitet) na prinos po biljci (Tabela 1). Sivakumar et al. (2015) u svojoj studiji na plavom patlidžanu navode da analiza varijanse ukazuje na značajne razlike između genotipa, spoljne sredine i interakcije genotip × spoljna sredina, a koje utiču na stabilnost prinosa po biljci. Sličan uticaj je zapažen i prilikom analize prinosa krtola krompira, kada je na ukupnu varijansu udeo lokaliteta bio 47,77%, udeo genotipa 8,83% i interakcija genotip × spoljna sredina 44,07% (Gedif and Yigzaw, 2014).

Smederevska Palanka genotip K39 je imao najveću prosečnu vrednost, dok je najmanju vrednost prinosa ispod opšteg proseka imao genotip K1 (1,09 kg). Genotip K39 je imao značajno viši prinos po biljci iznad prosečne vrednosti i na lokalitetu Kusadak. Koeficijent varijacije je bio od 1,37% do 8,40%.

Tabela 2. Aritmetička sredina, standardna greška, standardna devijacija i koeficijent varijacije za prinos ploda po biljci na lokalitetima: Smederevska Palanka, Kusadak, Vranovo
 Table 2. Arithmetic mean, standard error, standard deviation and coefficient of variation for the yield per plant at the following localities: Smederevska Palanka, Kusadak, Vranovo

G	Smederevska Palanka			Kusadak			Vranovo			\bar{x}
	$\bar{x} \pm Se$	Sd	Cv	$\bar{x} \pm Se$	Sd	Cv	$\bar{x} \pm Se$	Sd	Cv	
K1	1,09±0,04	0,07	5,98	2,66±0,03	0,05	1,72	1,42±0,06	0,10	7,03	1,72
K3	2,27±0,07	0,13	5,65	2,46±0,07	0,11	4,59	1,88±0,04	0,07	3,71	2,20
K6	1,26±0,06	0,11	8,40	1,55±0,04	0,07	4,42	2,38±0,05	0,09	3,94	1,73
K7	2,05±0,04	0,07	3,22	2,24±0,06	0,11	4,75	1,84±0,04	0,06	3,36	2,05
K8/1	1,74±0,02	0,04	2,08	2,15±0,04	0,08	3,55	2,27±0,04	0,06	2,69	2,05
K10	1,47±0,05	0,08	5,33	1,46±0,04	0,07	4,67	2,29±0,07	0,12	5,24	1,74
K12	1,50±0,02	0,04	2,52	1,81±0,02	0,03	1,77	2,06±0,07	0,12	5,88	1,79
K13	2,96±0,06	0,10	3,28	3,04±0,01	0,02	0,67	3,08±0,08	0,14	4,64	3,02
K15	1,25±0,02	0,03	2,61	1,42±0,05	0,09	6,18	1,42±0,03	0,05	3,73	1,36
K16	1,38±0,03	0,05	3,60	2,57±0,05	0,09	3,54	2,29±0,07	0,12	5,37	2,08
K19	2,22±0,05	0,09	3,84	2,47±0,05	0,08	3,39	2,17±0,03	0,05	2,26	2,29
K20	2,77±0,06	0,11	4,04	2,91±0,05	0,08	2,77	3,29±0,05	0,09	2,69	2,99
K21	3,22±0,03	0,04	1,37	4,17±0,05	0,09	2,09	2,95±0,03	0,05	1,55	3,44
K22	1,95±0,05	0,09	4,48	1,81±0,04	0,07	3,67	1,32±0,05	0,09	6,96	1,69
K25	3,18±0,05	0,09	2,69	4,45±0,04	0,08	1,73	3,33±0,03	0,06	1,72	3,65
K34	4,04±0,07	0,11	2,84	4,31±0,06	0,11	2,57	4,71±0,08	0,14	3,03	4,35
K35	1,55±0,03	0,06	3,90	1,50±0,06	0,11	7,21	2,36±0,07	0,12	5,20	1,80
K36	2,97±0,05	0,09	3,00	3,02±0,04	0,08	2,49	2,90±0,05	0,09	2,96	2,96
K38	1,87±0,04	0,07	3,93	2,45±0,03	0,06	2,38	2,15±0,06	0,10	4,59	2,16
K39	4,27±0,05	0,08	1,84	4,42±0,07	0,13	2,91	4,16±0,06	0,11	2,61	4,28
\bar{x}	2,25			2,64			2,51			2,47
Genotip			Lokalitet			Genotip x Lokalitet				
lsd _{0,05}			0,08	lsd _{0,05}		0,03	lsd _{0,05}		0,14	
lsd _{0,01}			0,11	lsd _{0,01}		0,04	lsd _{0,01}		0,19	

Na osnovu rezultata AMMI analize može se zaključiti da postoje značajne razlike između lokaliteta, genotipova kao i njihovih interakcija (Tabela 3). Od ukupne sume kvadrata 86,10% se odnosi na efekat genotipa, dok je suma kvadrata G×L interakcije tri puta veća u odnosu na sumu kvadrata lokaliteta (10,25% u odnosu na 3,07%). Velika suma kvadrata G×L interakcije ukazuje da je postojala značajna razlika između reakcije genotipova na različitim lokaliteti-

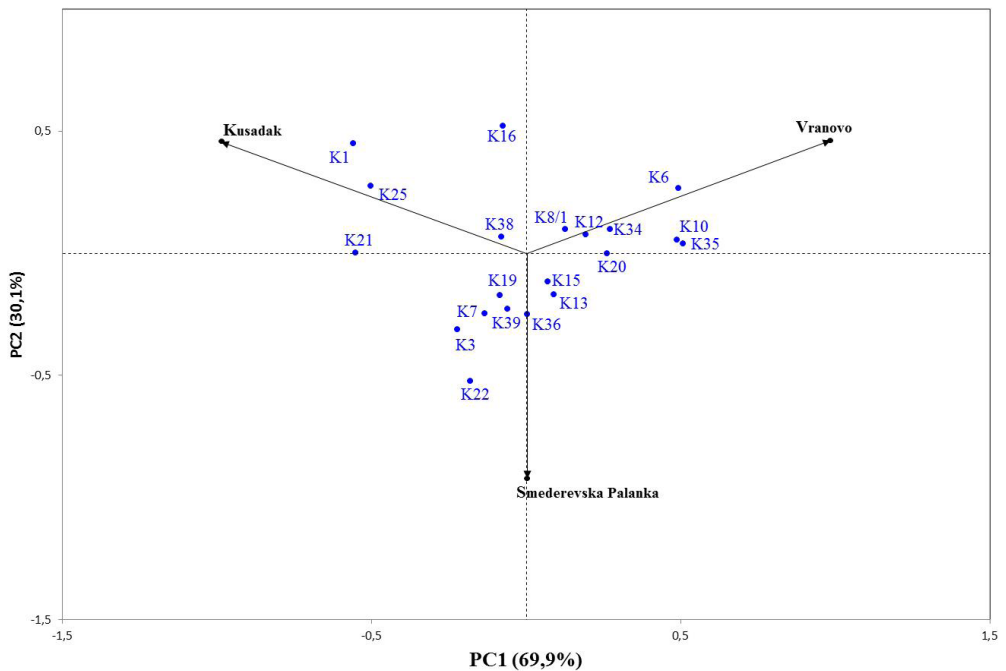
ma, dok suma kvadrata genotipova ukazuje na veliku divergentnost između posmatranih genotipova za prinos po biljci. Girek et al., (2013) su u svojim istraživanjima na dinji takođe pokazali da su između genotipova, lokaliteta i interakcije G×L postojale značajne razlike u prinosu. Minimalna varijansa genotipova ukazuje da su oni stabilniji, odnosno da su pod manjim uticajem spoljne sredine (Sabaghnia et al., 2006; Marjanović-Jeromela i sar., 2011).

Tabela 3. Analiza varijanse AMMI modela za prinos ploda po biljci
 Table 3. Analysis of the variance of the AMMI model for the yield per plant

Izvor varijacije	Stepeni slobode	Suma kvadrata	Suma kvadrata%	Sredina kvadrata	F vrednost
Genotip (G)	19	135,70	86,10	7,14	916,15**
PON	6	0,03	0,02	0,05	0,75 ^{nz}
Lokalitet (L)	2	4,84	3,07	2,42	543,62**
G × L	38	16,15	10,25	0,43	54,52**
PC1 (69,9%)	20	11,29	69,91	0,57	72,44**
PC2 (30,1%)	18	4,86	30,09	0,27	34,61**
Greška	114	0,89	0,56	0,01	
Ukupno	179	157,61	100,00		

Na Grafikonu 1 je grafički prikazana G×L interakcija (AMMI 2 model biplot - PC1 i PC2). Manji ugao između vektora predstavlja veću sličnost u njihovoj interakciji (Babić et al., 2010). Genotipovi grupisani na grafikonu ima-

ju sličnu prilagodljivost (Balalić, 2010), oni koji se nalaze blizu centra preseka mogu se smatrati najstabilnijim, dok su oni najudaljeniji od središta grafikona najmanje stabilni.



Grafikon 1. AMMI 2 biplot za 20 genotipova plavog patlidžana na tri lokaliteta za osobinu prinos po biljci

Legenda: Lokaliteti: Smederevska Palanka, Kusadak, Vranovo; Genotipovi: K1, K3, K6, K7, K8/1, K10, K12, K13, K15, K16, K19, K20, K21, K22, K25, K34, K35, K36, K38, K39.

Figure 1. AMMI 2 biplot for 20 genotypes of blue eggplant at three localities for the trait yield per plant

Legend: Locations: Smederevska Palanka, Kusadak, Vranovo; Genotypes: K1, K3, K6, K7, K8 / 1, K10, K12, K13, K15, K16, K19, K20, K21, K22, K25, K34, K35, K36, K38, K39.

Najstabilniji lokalitet na osnovu koeficijenta AMMI stabilnosti (0,92) bila je Smederevska Palanka, dok je najmanje stabilan lokalitet bio Kusadak. ASV vrednost za lokalitet Kusadak je bila najveća 2,34 (Tabela 4). Takođe, na Grafikonu 1 se može videti da je dužina vektora za lokalitet Smederevska Palanka najkraća, dok je lokalitet Kusadak imao najduži vektor.

Genotipovi K7, K13, K15, K19, K39 su imali najstabilnije rezultate na lokalitetu Smederevska Palanka. Genotip K36 se nalazi na samom vektoru lokaliteta Smederevska Palanka na osnovu čega se može izvesti zaključak da njegovo gajenje u uslovima ovog lokaliteta daje najstabilnije rezultate u pogledu prinosa ploda po biljci.

Tabela 4. Srednja vrednost, vrednosti AMMI stabilnosti i rangovi stabilnosti za tri lokaliteta za prinos ploda po biljci

Table 4. Mean value, AMMI stability values and ranking order of stability for the three localities for the yield per plant

Redni broj	Lokalitet	Prinos		PC1	PC2	ASV	
		Srednja vrednost	Rang			Vrednost	Rang
1	Kusadak	2,64	1	-0,9863	0,4586	2,34	3
2	Smederevska Palanka	2,25	3	0,0028	-0,9210	0,92	1
3	Vranovo	2,51	2	0,9836	0,4624	2,33	2

Tabela 5. Srednja vrednost, vrednost AMMI stabilnosti i rangovi stabilnosti za 20 genotipova za osobinu prinosa ploda po biljci

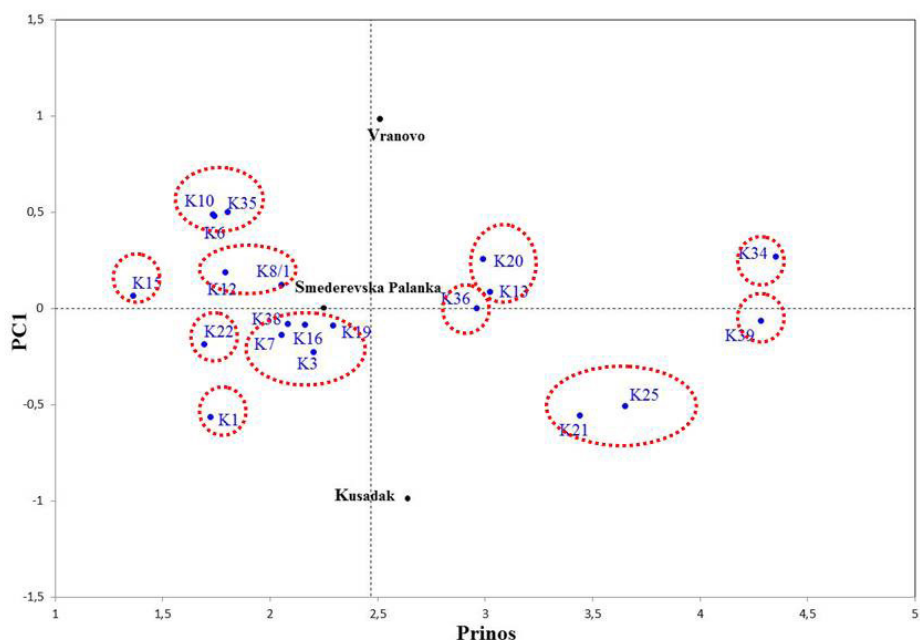
Table 5. Mean value, AMMI stability values and ranking order of stability for the 20 genotypes for the yield per plant

Redni Broj	Genotip	Prinos		PC1	PC2	ASV	
		Srednja vrednost	Rang			Vrednost	Rang
1	K1	1,72	18	-0,5623	0,4519	1,38	20
2	K3	2,20	9	-0,2246	-0,3082	0,61	12
3	K6	1,73	17	0,4899	0,2707	1,17	16
4	K7	2,05	13	-0,1362	-0,2434	0,40	8
5	K8/1	2,05	12	0,1242	0,1018	0,31	7
6	K10	1,74	16	0,4844	0,0594	1,13	15
7	K12	1,79	15	0,1906	0,0812	0,45	9
8	K13	3,02	5	0,0877	-0,1667	0,26	5
9	K15	1,36	20	0,0676	-0,1142	0,19	1
10	K16	2,08	11	-0,0778	0,5252	0,56	10
11	K19	2,29	8	-0,0873	-0,1675	0,26	4
12	K20	2,99	6	0,2598	0,0028	0,60	11
13	K21	3,44	4	-0,5553	0,0046	1,29	19
14	K22	1,69	19	-0,1839	-0,5195	0,67	14
15	K25	3,65	3	-0,5056	0,2775	1,21	18
16	K34	4,35	1	0,2694	0,1020	0,63	13
17	K35	1,80	14	0,5041	0,0433	1,17	17
18	K36	2,96	7	0,0019	-0,2471	0,25	3
19	K38	2,16	10	-0,0828	0,0703	0,20	2
20	K39	4,28	2	-0,0640	-0,2240	0,27	6

Izloženi rezultati su u skladu sa dobijenim vrednostima koeficijenata AMMI stabilnosti za navedene genotipove (Tabela 5). Pored genotipa K36, uslovi sredine na lokalitetu Smederevska Palanka pogodovali su i najmanje stabilnom genotipu (K22) (Tabela 5). Na lokalitetu Kusadak je najstabilnije rezultate imao genotip K38, kod kojeg je ASV vrednost bila 0,20. Na osnovu Grafikona 1, ali i na osnovu vrednosti ASV prikazanih u Tabeli 5, može se zaključiti da je najmanja interakcija na lokalitetu Vranovo bila kod genotipova K8/1, K12 i K34. Najmanje stabilan genotip, sa najvećim koeficijentom AMMI stabilnosti (1,38) je bio K1, kome su uslovi sredine lokaliteta Kusadak najviše odgovarali.

Iako je stabilnost prinosa značajna osobina ona se mora posmatrati istovremeno sa nivoom prinosa. Takav pristup nam omogućava AMMI biplot 1 grafikon na kome se istovremeno prikazuje prinos (x osa) i stabilnost izražena vrednostima PC1 skora, kako za genotipove tako i za lokalitete (Grafikon 2). Na Grafikonu 2 genotipovi su grupisani u nekoliko grupa, u odnosu na vrednosti prve glavne komponente i prosečne vrednosti prinosa ploda po biljci. Vrednosti iznad prosečne vrednosti prinosa zabeležene su kod lokaliteta Vranovo i Kusadak. Prvi lokalitet (Vranovo) je imao pozitivnu vrednost prve glavne komponente, a drugi (Kusadak), negativnu vrednost PC1. Genotipovi i lokalitete sa vrednostima PC1 istog znaka pozitivno interreaguju, odnosno ti genotipovi postižu veću vrednost posmatrane osobine na toj lokaciji (Chaudhary and Wu, 2012). Vrednost PC1 od 0,0028 za lokalitet Smederevska Palanka ukazuje da se radi o

vrlo stabilnom lokalitetu ali sa prosečnim prinosom ispod opšteg proseka. Genotipovi K13, K36 i K39, sa prinosom iznad opšteg proseka, imali su malu vrednost PC1, što znači da su bili pod manjim uticajem lokaliteta, tj. da su imali dobru stabilnost prinosa u svim lokalitetima. Genotip K34 se izdvojio u gornjem desnom kvadrantu (pozitivna PC1, vrednost prinosa iznad opšteg proseka) kao najprinosniji genotip. Kako sa lokalitetom Vranovo ima pozitivnu (Grafikon 2) i najmanju interakciju najpre se može preporučiti za taj lokalitet. Genotipovi K3, K7, K16, K19 i K38 u donjem levom kvadrantu (negativna vrednost PC1) su bili ispod prosečne vrednosti za prinos, ali su se pokazali kao stabilni. Niska stabilnost (visoke pozitivne vrednosti PC1 ose) je utvrđena i kod genotipova K6, K10 i K35 kod kojih je zabeležena vrednost prinosa ploda po biljci ispod proseka. Genotip K15 je stabilan (vrednost PC1 je niska, pozitivna), ima najmanju ASV vrednost ali se odlikuje i najnižom vrednošću za prinos ploda po biljci. Genotipovi, K1 (vrednost prinosa ispod proseka) i K21 i K25 (vrednost prinosa ploda po biljci iznad proseka) su najnestabilniji, s' tim što; K21 i K25 imaju zabeležen visok prinos ploda po biljci na svim lokalitetima i pozitivnu interakciju sa lokalitetom Kusadak, pa se mogu preporučiti za gajenje na tom lokalitetu. Suma kvadrata za interakciju genotip \times spoljna sredina bila je 4,27 puta veća od sume kvadrata za sredinu, što ukazuje na značajan uticaj spoljne sredine na ispitivane genotipove (Srividhya and Ponnuswami, 2011), odnosno u našem slučaju na prinos plavog patlidžana po biljci.



Grafikon 2. AMMI 1 biplot za 20 genotipova plavog patlidžana na tri lokaliteta za osobinu prinosa po biljci

Legenda: Lokaliteti: Smederevska Palanka, Kusadak, Vranovo; Genotipovi: K1, K3, K6, K7, K8/1, K10, K12, K13, K15, K16, K19, K20, K21, K22, K25, K34, K35, K36, K38, K39.

Figure 2. AMMI 1 biplot for 20 blue eggplant genotypes at three localities for the trait yield per plant

Legend: Locations: Smederevska Palanka, Kusadak, Vranovo; Genotypes: K1, K3, K6, K7, K8 / 1, K10, K12, K13, K15, K16, K19, K20, K21, K22, K25, K34, K35, K36, K38, K39.

Zaključak

Analizom varijanse utvrđen je statistički značajan uticaj svih ispitivanih faktora (genotip, lokalitet i interakcija genotip \times lokalitet) na posmatranu osobinu - prinos ploda po biljci.

Na osnovu rezultata AMMI analize identifikovani su genotipovi koji istovremeno imaju visok nivo i stabilnost prinosa ploda po biljci u svim ispitivanim lokalitetima: K36, K13, K20, K34 i K39. Genotipovi K34 i K20 imaju pozitivnu interakciju sa lokalitetom Vranovo, pa će bolje prinose davati u tom lokalitetu, dok će genotip K39 bolje prinose postizati u lokalitetu Kusadak. Za isti lokalitet se mogu preporučiti genotipovi K25 i K21 (genotipovi uske adaptabilnosti) koji su ispoljili prinos iznad proseka i visoku interakciju istog znaka.

Zahvalnica

Ovaj rad je podržan od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja (451-03-9/2021-14/ 200216).

Literatura

- Afshari F, Serah H., Hashemi ZS, Timajchi M, Olamafar E, Ghotbi L, Asadi M, Elyasi Z, Ganjibakhsh M (2016): The cytotoxic effects of eggplant peel extract on human gastric adenocarcinoma cells and normal cells. *Mod. Med. Lab. J.*, 1: 42-48.
- Babić V, Babić M, Ivanović M, Kraljević-Balalić M, Dimitrijević M (2010): Understanding and utilization of genotype-by-environment interaction in maize breeding. *Genetika*, 42(1): 79-90.
- Balalić I (2010): Multivariate analysis of the influence of hybrid interaction and sowing

- dates on oil content, yield and yield components of sunflower. Doctoral dissertation. Faculty of Agriculture, Novi Sad.
- Borgato L, Conicella C, Pisani F, Furini A (2007): Production and characterization of arboreous and fertile *Solanum melongena* and *Solanum marginatum* somatic fertile hybrid plants. *Planta*, 226: 961-969.
- Caguaiat X, Hautea D (2014): Genetic diversity analysis of eggplant (*Solanum melongena* L.) and related wild species in the Philippines using morphological and SSR markers. *Sabrao J. Breed. Genet.*, 46(2): 183-201.
- Chaudhary KR, Wu J (2012): Stability analysis for yield and seed quality of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] across different environments in Eastern South Dakota. Proceedings of 24th Annual Conference on Applied Statistics in Agriculture, 29 April, Kansas State University, Paper 11.
- Damnjanović J (2016): Genetička varijabilnost i stabilnost osobina plavog patlidžana (*Solanum melongena* L.). Univerzitet u Beogradu, Poljoprivreni fakultet.
- Fallah AA, Sarmast E, Fatehi P, Jafari T (2020): Impact of dietary anthocyanins on systemic and vascular inflammation: Systematic review and meta-analysis on randomised clinical trials. *Food Chem. Toxicol.*, 135: 110922.
- Gauch HG, Piepho HP, Annicchiarico P (2008): Statistical Analysis of yield trials by AMMI and GGE: Further considerations. *Crop Sci.*, 48: 866-889.
- Gedif M, Yizaw D (2014): Genotype x environment interaction analysis for tuber yield of potato using a GGE biplot method in Amhara region, Ethiopia. *Potato J*, 41(1):41-51.
- Girek Z, Prodanović S, Živanović T, Zdravković J, Đorđević M, Adžić S (2013): Analysis of GXE interaction by using AMMI model in melon breeding. *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik*, 19(1-2): 165-174.
- Im K, Lee JY, Byeon H, Hwang KW, Kang W, Whang WK, Min H (2016): *In Vitro* antioxidative and anti-inflammatory activities of the ethanol extract of eggplant (*Solanum melongena*) stalks in macrophage RAW 264.7 cells. *Food Agr. Immunol.*, 27: 758-771.
- Marjanović-Jeromela A, Terzić S, Zorić M, Marinković R, Atlagić J, Mitrović P, Milovac Ž (2011): Ocena stabilnosti prinosa semena i ulja NS sorti uljane repice (*Brassica napus* L.). *Ratarstvo i povrtarstvo*, 48: 67-76.
- Naeem MY, Ugur S (2019): Nutritional Content and Health Benefits of Eggplant. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(sp3): 31-36.
- Noda Y, Kneyuki T, Igarashi K, Mori A, Packer L (2000): Antioxidant activity of nasunin, an anthocyanin in eggplant peels. *Toxicology*, 148 (2-3): 119-23.
- Prodanović S, Šurlan-Momirović G, Rakonjac V, Petrović D (2015): Genetic resources of plants. Editor - Dušan Radivojević, Publisher - Faculty of Agriculture, University of Belgrade, Belgrade, p. 1-248.
- Prohens J, Rodríguez-Burruezo A, Raigón MD, Nuez F (2007): Total Phenolic Concentration and Browning Susceptibility in a Collection of Different Varietal Types and Hybrids of Eggplant: Implications for Breeding for Higher Nutritional Quality and Reduced Browning. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 132 (5): 638-646.
- Sabaghnia N, Deghani H, Sabaghpour SH (2006): Nonparametric methods for interpreting genotype x environment interaction of lentil genotypes. *Crop Sci*, 46: 1100-1106.
- San José R, Sánchez-Mata MC, Cámara M, Prohens J (2014): Eggplant fruit composition as affected by the cultivation environment and genetic constitution. *J. Sci Food Agric.*, 94 (13): 2774-84.
- Sivakumar V, Uma J, Venkata RC, Paratpara RM, Rajyalajshmi R, Uma Krishna K (2015): Genotype x environment interaction of brinjal genotypes against fruit borer. *I.J.S.N.*, 6(3): 491-494.
- Srividhya S, Ponnuswami V (2011): AMMI analysis for fruit yield stability of pepper (*Capsicum annum var. longum* L.). *Agric Sci. Digest.*, 31 (2): 86-92.
- Stommel JR, Whitaker BD (2003): Phenolic acid content and composition of eggplant fruit in a germplasm core subset. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 128: 704-710.
- Tajik N, Tajik M, Mack I, Enck P (2017): The potential effects of chlorogenic acid, the main phenolic components in coffee, on health: a comprehensive review of the literature. *Eur. J. Nutr.*, 56: 2215-2244.

INFLUENCE OF GENOTYPES AND ENVIRONMENT ON EGGPLANT YIELD

Jelena Damnjanović, Suzana Pavlović, Zdenka Girek, Slađana Savić, Milan Ugrinović, Milka Brdar-Jokanović, Nenad Pavlović

Summary

One of the goals in eggplant breeding (*Solanum melongena* L.) is higher yield, as well as adaptation to different environments. Our study included 20 different eggplant genotypes. The experiment was conducted at three different locations (Smederevska Palanka, Vranovo and Kusadak) using a randomized complete block design in three replications. The influence of two factors on yield per plant was examined: genotype and location. Two-factor ANOVA showed a significant influence of genotype, location as well as genotype x location interaction on yield per plant. After the analysis of 20 genotypes at three different locations, the recorded average yield per plant was 2.47 kg. Significantly higher yields per plant than the general average were recorded for genotypes K13 (3.02 kg), K20 (2.99 kg), K21 (3.44 kg), K34 (4.35 kg), K39 (4.28 kg). The highest yield had the genotype K34 at the location Vranovo (4.71 kg). At the location of Smederevska Palanka, genotype K39 had the highest average value, while genotype K1 (1.09 kg) had the lowest yield below the general average. Genotype K39 had a significantly higher yield per plant above the average value at the Kusadak site. Based on the results of AMMI analysis, it can be concluded that there are significant differences between locations, genotypes as well as interactions (Table 3). Of the total sum of squares, 86.10% refers to the effect of genotype, while the sum of squares of genotype \times location is three times higher than the sum of squares of location (10.25% compared to 3.07%). The most stable location based on the AMMI stability coefficient (0.92) was Smederevska Palanka, while the least stable was Kusadak (2.34). Genotypes K13, K39, K36, with a yield above the general average, had a low value of PC1, which indicates that they were less influenced by locations, ie. that they had good yield stability in all locations. Genotype K34 stood out as the most productive genotype. Genotypes K3, K7, K16, K19 and K38 were below the average yield value but proved to be stable. The strongest interaction (ASV) was observed in genotypes K1 (below average yield) and K21, K25 (above average yield), where the last two are closely adapted to the location Kusadak.

Key words: AMMI analysis, genotype, location, yield, *Solanum melongena* L.

Primljen: 26.08.2021.
Prihvaćen: 26.10.2021.