

DORMANTNOST SEMENA SELEKCIONIH LINIJA PLAVOG PATLIDŽANA (*Solanum melongena* L.)

ZDRAVKOVIĆ JASMINA¹, RISTIĆ NEVENA, GIREK ZDENKA,
PAVLOVIĆ SUZANA, PAVLOVIĆ N., ĐORĐEVIĆ M. i ZDRAVKOVIĆ M.¹

Izvod

Dormantnost semena plavog patlidžana je značajna osobina ove povrtarske vrste. Ispitivanje je sprovedeno na 6 genotipova. Dva genotipa (33 i 34) predstavljaju selekzione linije dok su četiri (1-00261, 2-02619, 7-00568, 12-00823) predstavnici egzotične germ plazme Instituta za povrtarstvo iz Smederevske Palanke. Tretman hlađenjem (HLS) izveden je na 4°C u trajanju od: 96, 72 i 48 sati u kontinuitetu. Hormonski tretman giberelinskom kiselinom (GA₃) izveden je sa tri koncentracije: 5 ml/100ml; 15 ml/100ml i 25 ml/100ml, u trajanju od 24 sata posle koga je seme stavljeno na klijanje. Hemijski tretman izveden je kalijum nitratom KNO₃ u koncentraciji od: 0,5, 1 i 1,5% rastvorom u trajanju od 24 sata. Kontrolni tretman je predstavljao zasejavanje netretiranog semena. Ispitivane su energija klijanja i klijavost semena. Tri genotipa (33, 7 i 12) predstavljaju najmanje stabilne genotipove, odnosno na njih su delovali tretmani i to najintenzivnije tretman giberelinskom kiselinom 0,25 %.

Ključne reči: *Solanum melongena, GA₃, KNO₃, hlađenje, energija klijanja, klijavost*

¹ Originalni naučni rad (Original scientific paper)
ZDRAVKOVIĆ JASMINA, RISTIĆ NEVENA, GIREK ZDENKA, PAVLOVIĆ SUZANA, PAVLOVIĆ N., ĐORĐEVIĆ M. i ZDRAVKOVIĆ M. Institut za povrtarstvo, Karađorđeva 71, 11420 Smederevska Palanka, Srbija

Uvod

Dormantnost ili mirovanje semena predstavlja nemogućnost ispoljavanja maksimalne klijavosti semena u određenom vremenskom periodu neposredno posle branja. Veliki broj istraživača bavio se ovom problematikom (Bawley, 1997; Wang, 2001; Yogeeshha et al., 2006). Dormantnost semena se češće javlja kod divljih vrsta dok je kod gajenih vrsta ova osobina retka pojava (Yogeeshha et al., 2006). Smatra da postoji velika zavisnost između sadržaja ABA (apscisinska kiselina) i dormantnosti semena (Bawley, 1997; Koornneef et al., 2002; Finch-Savage and Leubner-Metzger, 2006). Nakon berbe plodova, veliki problem prilikom određivanja klijavosti semena plavog patlidžana predstavlja dormantnost semena. Smatra se da je starost semena u vreme berbe (broj dana od zametanja) bitan faktor za rešavanje dormancije semena plavog patlidžana (Demir et al., 2002; Passam et al., 2010). Agbo i Nwosu (2009), su ispitivali dormantnost semena plavog patlidžana sa plodova koji su ubrani u različitim fazama sazrevanja. Zaključili su da je klijavost od 90% postignuta kod semena iz plodova pune zrelosti, dok je iz polusazrelih plodova klijavost semena bila 70%. Najveću klijavost, od 90% seme je postiglo posle tri meseca čuvanja u skladištu.

Dormantnost semena kod plavog patlidžana uslovljena je genski (Padmini et al., 2008). Kod ove osobine utvrđen je citoplazmatični (materinski efekat) u F_1 generaciji, dok je u F_2 generaciji utvrđena monogenska dominantna, dvogensko komplementarna i recesivna genska akcija. Dormancija semena predstavlja kompleksnu osobinu koju čine komponente dormantnosti (Finch-Savage and Leubner-Matzger, 2006) i mogu se podeliti na: fiziološku (dormantnost embriona, dormantnost endosperma i semenjače), morfološku, morfofiziološku,

fizičku i kombinovanu (kompleksnu) dormantnost.

Prekid mirovanja semena egzogenim hormonima ili hlađenjem semena poboljšava energiju klijanja i ukupnu klijavost semena. Tretman svežeg semena plavog patlidžana acetonskim rastvorom giberelinske kiseline izazvao je povećanje klijavosti sa 81% na 100%, dok je energija klijanja povećana sa 68 na 98% (Zhinzhang et al., 1993). Delovanjem egzogenim hormonima i hemijskim agensima kao i tretmanom hlađenja (Yogeeshha et al., 2006), donekle je objašnjen mehanizam prevazilaženja dormantnosti semena kod plavog patlidžana, kod dve oplemenjivačke linije. Vujaković i sar. (2000) na jednom genotipu koristili su, pored hormonskih i hemijskih tretmana, tretman niskim i visokim temperaturama i tretman naizmeničnim temperaturama (hlađenje-grejanje), kao i skarifikaciju semena u predelu hiluma. Semena kojima je izvršeno zasecanje semenjače, u poređenju sa ostalim tretmanima, su imala najnižu klijavost. U cilju prevazilaženja dormantnosti semena kod povrtarske vrste *S. melongena* proizvođači su koristili i alternativne preparate za inicijaciju klijanja (Sharma and Sharma, 2010).

Cilj ovog rada je bio dati odgovor na dva pitanja: 1) da li su energija klijavosti i klijavost postojani kod odabranih genotipova patlidžana; 2) da li je dormancija semena kod odabranih genotipova stabilna i da li je moguće prekinuti upotrebom određenih tretmana.

Seme domaće sorte Domaći srednje dugi (DSD), rasprostranjene u proizvodnji na otvorenom polju i u plasteničkoj proizvodnji plavog patlidžana u Srbiji, poseduje dormantnost. Nove linije u svom pedigreu imaju genofond sorte DSD. U radu su upoređene novoselekcionisane linije sa linijama kolekcije germplazme plavog patlidžana u Institutu

za povrtarstvo. Tretirane su hormonskim, hemijskim i tretmanima hlađenja kako bi se ispitao nivo dormantnosti kod novih linija i razrešio problem ispitivanja kvaliteta semena ove povrtarske kulture.

Materijal i metod rada

Genotipovi: Za ispitivanje je korišćeno 6 genotipova. Linije 33 i 34 su selekcionisane u Institutu za povrtarstvo i predstavljaju sestrinske linije dobijene iz ukrštanja sorte Domaći srednje dugi (DSD) sa sortom Junior. Obe linije se odlikuju krupnim plodovima intenzivne obojenosti. Linija 34 nije dormantna, dok Linija 33 poseduje dormantnost na nivou DSD. Četiri genotipa su poreklom iz kolekcije germplazme plavog patlidžana Instituta: 1 - 00261, 2 - 02619, 7 - 00568, 12 - 00823. Genotip 2 ne poseduje dormantnost semena, dok su ostali dormantni. Seme genotipa 1 je duboko (izraženo) dormantno.

Ekstrakcija semena: Seme je ručno vađeno iz sazrelih plodova 73. dan od cvetanja. Ručno vađenje podrazumevalo je sečenje plodova i pranje u vodi. Seme je sušeno do 10% vlažnosti semena. Pripremljeno seme za ogled je čuvano u papirnim vrećicama, na sobnoj temperaturi (20°C) i vlažnosti vazduha (55%). Pet dana nakon ekstrakcije započeti su tetmani hlađenja.

Tretmani: Tretman hlađenjem (HLS) izveden je na 4°C u vremenu od: 96 sati (4 dana), 72 sata (3 dana) i 48 sati (2 dana) u kontinuitetu. Hormonski tretman giberelinskom kiselinom (GA₃) izveden je sa tri koncentracije: 5 ml/100ml; 15 ml/100ml i 25 ml/100ml, u trajanju od 24 sata posle koga je seme stavljeno na klijanje. Hemijski tretman izveden je kalijum nitratom (KNO₃) u koncentraciji od: 0,5, 1 i 1,5% rastvorom u trajanju od 24 sata, nakon čega je seme stavljena na naklijavanje. Kontrolni tretman je

zasejavanje netretiranog semena.

Klijavost: Klijavost je ispitivana standardnom metodom ISTA (1985), zasejavanjem 100 semena na filter papiru u petri sudovima, u 4 ponavljanja za sve tretmane i kontrolu. Energija klijanja očitavana je 7. dana, a ukupna klijavost 14 dana od zasejavanja. Posle ovog termina nisu očitavane vrednosti isključalih semena.

Statistička obrada podataka: Za utvrđivanje razlika između genotipova i tretmana je korišćena dvofaktorijska analiza varijanse (ANOVA), dok je za poređenje srednjih vrednosti korišćen LSD test.

Za analiziranje interakcije genotipova i tretmana i za poređenje povećanja energije klijanja i klijavosti (prekid dormancije) primenjen je AMMI model (Additive Mean Effects and Multiactive Interaction – Metod glavnih komponenti i višestruke) (Gauch, 1988; Zobel et al., 1988). Na osnovu AMMI analize izračunate su vrednost AMMI stabilnosti (*AMMI stability value* - ASV) i iskazan je rang na osnovu stabilnosti genotipova prema Purchase (1997):

$$ASV = \sqrt{[SSIPCA1/SSIPCA2(IPCA1score)^2 + [IPCA2score]^2]}$$

Gde je:

SS= suma kvadrata

IPCA1= prva interakcijska osa (ili komponenta)

IPCA2 = druga interakcijska osa (ili komponenta)

Za obradu podataka korišćen je R software (verzija 2.14.0, A Language and Environment Copyright, 2011)

Rezultati ispitivanja

Prema rezultatima ispitivanja genotipovi se mogu podeliti u tri grupe: (1) genotipovi koji nemaju dormantnost - genotip 2 i 34 čija je prosečna vrednost klijavosti semena bez primene tretmana 96,75, odnosno

81%; (2) genotip koji je duboko dormantan - genotip 1 (0% klijavosti - kontrola, a posle primene tretmana GA₃ 25ml/100ml- 7,25%); (3) dormantni genotipovi na čiju su klijavost uticali tretmani - genotipovi 12, 33 i 7, čija je klijavost 59, 18,5 odnosno 21,5% (tabela 1). Slično su se ponašale i prosečne vrednosti energije klijanja semena kod ispitivanih genotipova (tabela 2).

Tabela 1. Prosečna vrednost iskljalih biljaka posle 15 dana (klijavost) u %
Table 1. Mean values of seed germination after 15 days (germination) in %

Tretman/Treatment	Genotip/Genotype					
	34	12	7	33	2	1
KNO ₃ 0,5%	98,50	84,75	54,00	48,00	99,00	0
KNO ₃ 1%	99,25	91,50	62,50	59,75	98,75	0
KNO ₃ 1,5%	98,75	92,00	58,80	67,25	99,25	0
<i>LSD test</i>	<i>Genotip / Genotype</i>		<i>Tretman / Treatment</i>		<i>GxT</i>	
	0,05	4,68	0,05	3,31	0,05	8,12
	0,01	5,77	0,01	4,08	0,01	9,99
GA ₃ 5 ml/100ml	93,50	75,00	41,50	41,75	100,00	0
GA ₃ 15 ml/100ml	98,75	97,50	78,50	83,00	99,75	2,50
GA ₃ 25 ml/100ml	99,25	98,00	94,25	98,00	99,75	7,15
<i>LSD test</i>	<i>Genotip / Genotype</i>		<i>Tretman / Treatment</i>		<i>GxT</i>	
	0,05	5,23	0,05	3,70	0,05	9,07
	0,01	6,44	0,01	4,56	0,01	11,16
Hlađenje 96 sati / Cooling 96 hours	92,25	58,75	31,50	27,75	100,00	0
Hlađenje 72 sati / Cooling 72 hours	91,50	50,00	36,50	28,25	99,25	0
Hlađenje 48 sati / Cooling 48 hours	94,00	63,00	45,00	36,50	99,25	0
<i>LSD test</i>	<i>Genotip / Genotype</i>		<i>Tretman / Treatment</i>		<i>GxT</i>	
	0,05	5,14	0,05	3,64	0,05	8,91
	0,01	6,33	0,01	4,47	0,01	10,96
Kontrola / Control	81,00	59,25	21,50	18,50	96,75	0

Kod tretmana sa KNO_3 signifikantan je bio samo genotip, dok tretmani i interakcija genotip x tretman (GxT) nisu izazvali promenu kod energije klijanja semena plavog patlidžana. Za tretmane giberelinskom kiselinom i

genotipovi i tretmani i njihova interakcija bili su signifikantni. Kod tretmana hlađenjem signifikantno je delovanje: genotipa, tretmana i njihove interakcije za energiju klijanja (tabela 2).

Tabela 2. Prosečne vrednosti energije klijanja u % (isključalih biljaka posle 7 dana)

Table 2. Mean values of seed germination energy in % (germinated after 7 days)

Tretman/Treatment	Genotip/Genotype					
	34	12	7	33	2	1
KNO_3 0,5%	97,50	50,75	39,75	35,00	81,75	0
KNO_3 1%	97,75	56,75	52,00	48,75	69,75	0
KNO_3 1,5%	95,50	51,50	42,00	49,00	83,75	0
<i>LSD test</i>	<i>Genotip / Genotype</i>		<i>Tretman / Treatment</i>		<i>GxT</i>	
	0,05	13,13	0,05	9,28ns	0,05	22,73
	0,01	16,15	0,01	11,42ns	0,01	27,96
GA_3 5 ml/100ml	92,25	41,00	37,50	37,00	84,00	0
GA_3 15 ml/100ml	96,50	70,00	69,50	74,50	84,50	2,25
GA_3 25 ml/100ml	99,25	73,75	69,25	85,50	90,75	7,25
<i>LSD test</i>	<i>Genotip / Genotype</i>		<i>Tretman / Treatment</i>		<i>GxT</i>	
	0,05	5,38	0,05	3,82	0,05	9,35
	0,01	6,64	0,01	4,69	0,01	11,51
Hlađenje 96 sati / Cooling 96 hours	89,50	43,25	27,75	26,25	83,50	0
Hlađenje 72 sati / Cooling 72 hours	90,25	26,50	34,50	25,50	84,75	0
Hlađenje 48 sati / Cooling 48 hours	92,25	48,75	42,75	35,75	86,75	0
<i>LSD test</i>	<i>Genotip / Genotype</i>		<i>Tretman / Treatment</i>		<i>GxT</i>	
	0,05	5,62	0,05	3,98	0,05	9,74
	0,01	6,93	0,01	4,90	0,01	11,99
Kontrola / Control	66,00	31,00	17,75	16,00	66,75	0

Za ukupnu klijavost semena različitih genotipova plavog patlidžana signifikantni su genotip, tretman KNO_3 i njihova interakcija. Giberelinska kiselina, genotip i njihova interakcija signifikantno **imaju** uticaja na klijavost. Tretman hlađenja semena imao je visoku signifikantnost ($p < 0,01$) za tretman i genotip, dok je interakcija ova dva faktora signifikantna ($p < 0,05$).

Analiza stabilnosti

Analiza varijanse AMMI modela pokazuje da su prosečne vrednosti tretmana, genotipova i njihove interakcije visoko signifikantni ($p < 0,01$). Odnos SS tretmana energije klijanja semena 6 linija testiranih sa 10 tretmana pokazuje da 82,00 % ukupne sume kvadrata može da se pripise uticaju genotipova, 10,03% uticaju tretmana i 6,03% uticaju interakcije genotip x tretmani. Dobijeni rezultati jasno pokazuju da je postojala značajna razlika u reakciji genotipova na

tretmane (tabela 3). Kod osobine klijavost semena 81,96% ukupne sume kvadrata se može pripisati uticaju genotipa, 9,45% uticaju tretmana, a uticaju interakcije 7,50%.

Rezultati analize varijanse AMMI modela ukazuju da su za energiju klijanja i klijavost semena ispitivanih genotipova patlidžana značajne prve četiri IPCA ose ($p < 0,01$). Prva IPCA osa za obe osobine obuhvata višestruko veću sumu kvadrata interakcije od naredne, druge IPCA ose (78,08 i 89,46% u odnosu na 9,32 i 7,85%). Naredna, treća IPCA osa obuhvata mali procenat sume kvadrata interakcije (7,36 i 1,85%) a četvrta IPCA osa obuhvata još manji procenat (3,69 i 0,82). Kako se iz analize varijanse AMMI modela može izračunati da prve dve IPCA ose za energiju klijavosti obuhvataju 87,40% a za klijavost 97,31% može da se zaključi da je AMMI model sa samo dve interakcije ose glavnih komponenti najbolji u ovom slučaju, a da se ostale ose mogu zanemariti (tabela 3).

Tabela 3. Analiza varijanse AMMI modela za energiju klijanja i klijavost
 Table 3. AMMI analysis of variance for seed germination and seed germination energy

Izvor varijacije / Source of variation	Stepeni slobode / Degree of freedom	Energija klijanja semena / Seed germination energy			Klijavost semena / Seed germination		
		Suma kvadrata / Sum of squares	Srednji kvadrat / Mean of squares	F	Suma kvadrata / Sum of squares	Srednji kvadrat / Mean of squares	F
Tretman (T) / Treatment (T)	9	25520,00	2836,00	88,23**	30483,00	3387,00	125,90***
Ponavljanja u okviru T / Replicates within T	30	964,00	32,00	1,21	807,00	27,00	1,50
Genotip (G) / Genotype (G)	5	208629,00	41726,00	1576,21**	264312,00	52862,00	2945,30***
GxT	45	15343,00	341,00	12,88**	24191,00	538,00	29,90**
IPCA1	13	11979,05	921,47	34,81**	21640,30	1664,60	92,75**
IPCA2	11	1429,85	129,97	4,91**	1898,80	172,60	9,62**
IPCA3	9	1128,62	125,40	4,74**	448,10	49,80	2,77**
IPCA4	7	565,69	80,81	3,05**	197,90	28,30	1,57
Ostatak / Residue	8	239,46	47,89	1,81	5,90	0,74	0,04
Greška / Error	150	3971,00	26,00		2692,00	18,00	
G + T + GxT	59	249492,00	4228,68		318986,00	5406,54	
Ukupno / Total	239	254427,00	1064,55		322485,00	1349,31	

*** značajnost za $p < 0,01$ / significant for $p < 0,01$

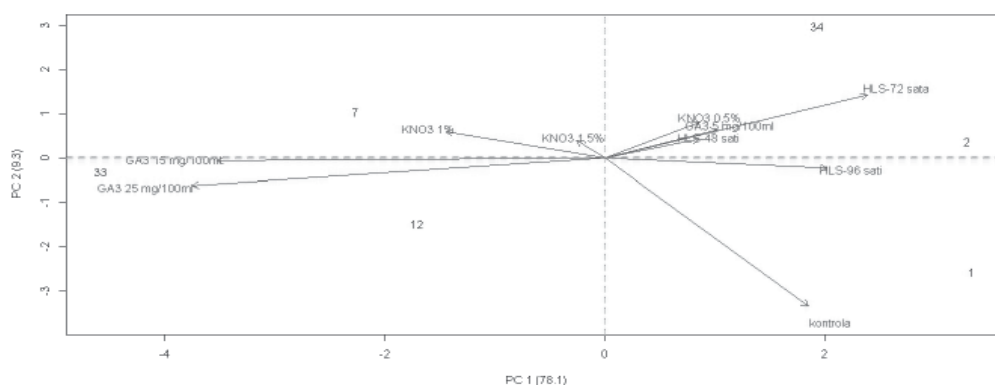
IPCA= interaction principal component axis / interakcija osa glavne komponente

AMMI biplot analiza energije klijanja i klijavosti semena

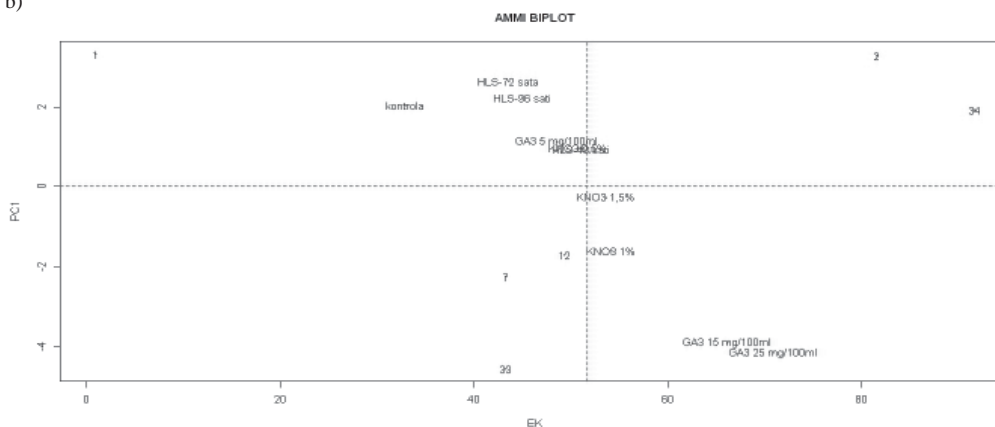
AMMI model omogućava grafičko predstavljanje rezultata (biplot grafikoni) s ciljem istovremenog sagledavanja rezultata glavnih efekata genotipa i tretmana i njihovih interakcija. Na AMMI2 biplotu (Graf 1a), gde je prikazan interakcijski efekat (IPCA1 –

IPCA2) za energiju klijavosti, uočavamo da je genotip 33 imao sličan interakcijski efekat sa tretmanima GA3 15 mg/100ml i GA3 25 mg/100ml. Genotip 7 je imao najpribližniji interakcijski efekat sa tretmanom KNO₃ 1%, genotip 2 sa tretmanima hladjenja (HLS-72 i HLS 96), dok je genotip 34 najslabije intereagovao sa HLS-72. Genotip 1 je ispoljio najslabiji interakcijski efekat kontroli i

a)



b)



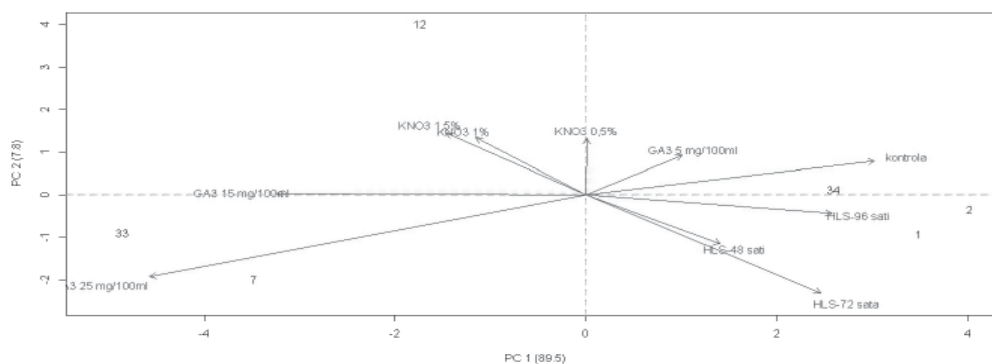
Grafikon 1. a) AMMI2 biplot (IPCA1 - IPCA2) za energiju klijanja (EK) semena b) AMMI1 biplot (energiya klijanja – IPCA1) za energiju klijanja semena
Graph 1. a) AMMI2 biplot (IPCA1 – IPCA2) for seed germination energy (EK); b) AMMI1 biplot (germination energy – IPCA1) for seed germination energy

hladjenju na 96 sati.

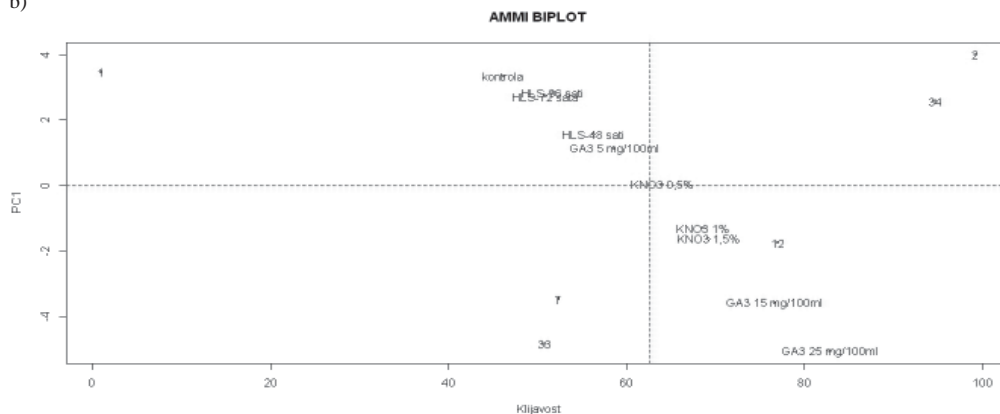
AMMI1 biplot (Graf. 1b) istovremeno prikazuje glavne efekte (G, T) i prvu interakcijsku komponentu, koja je ujedno i najvažnija. Vidimo da su genotipovi 2 i 34 ispoljili najveću energiju klijanja, dok je energija klijanja genotipa 1 bila blizu nule. Ukoliko bismo donosili odluku koji tretman je najbolje primeniti za ove genotipove to bi bili tretmani sličnog interakcijskog efekta, a to su

kontrola i HLS-72 i HLS-96. Genotipovi 7 i 12 imaju najbližnju interakciju sa tretmanom KNO₃ 1%, pa se zaključuje da ovaj tretman ima najbolji efekat na njihovu energiju klijanja. Iako je ispoljio sličnu vrednost energije klijanja kao i genotip 7, za genotip 33 bi se najpre mogli preporučiti tretmani sa giberelinskom kiselinom (GA3 15 mg/100ml i GA3 25 mg/100ml.).

a)



b)



Grafikon 2. a) AMMI2 biplot (IPCA1 - IPCA2) za klijavost semena b) AMMI1 biplot (klijavost - IPCA1) za klijavost semena

Graph 2. a) AMMI2 biplot (IPCA1 - IPCA2) for seed germination; b) AMMI1 biplot (germination - IPCA1) for seed germination

Slični rezultati dobijeni su prilikom analize klijavosti semena plavog patlidžana. Sličan interakcijski efekat sa tretmanima: kontrola i hladjenje (HLS-96) ispoljili su genotipovi 34 i 2. Genotip 1 je imao najpribližniji interakcijski efekat sa sva tri tretmana hlađenja. Genotip 12 imao je najbliži interakcijski efekat sa tretmanima KNO_3 1% i KNO_3 0,5%. Tretmani sa giberelinskom kiselinom (GA_3 15mg/100ml i GA_3 25mg/100ml) ispoljili su sličan interakcijski efekat kao i genotip 33, odnosno GA_3 25mg/100ml kao genotip 7 (Graf. 2a). Na osnovu AMMI1 biplota (Graf.2b) genotipovima 34 i 2, koji su imali najveću klijavost, kao i genotipu 1 sa najmanjom klijavošću najpre bi se preporučila kontrola (to jest nikakav tretman) ili tretmani sa hladjenjem (HLS-72, HLS-96). Genotipovi koji su imali pozitivne vrednosti IPCA1 ose (1, 2 i 34) predstavljaju genotipove na koje su tretmani imali najmanji uticaj. Genotipovi 33, 7 i 12 (dormantni prema kontrolnom uzorku) imaju negativne vrednosti IPCA1 skora. Genotip 12 najbolje reaguje na KNO_3 (1% i 1,5%) tretmane dok bi se genotipovima 7 i 33 najpre preporučili tretmani sa giberelinskom kiselinom (GA_3 15mg/100ml i GA_3 25mg/100ml).

Tretmani sa pozitivnom vrednošću IPCA1 skora predstavljaju tretmane koji su slabo uticali na prekid dormacije semena. Tu je

pre svega kontrola, zatim svi tretmani hlađenja kao i tretmani sa giberelinskom kiselinom i kalijum nitratom najmanjih koncentracija. Sa druge strane tretmani koji su više uticali na prekid dormantnosti imaju negativne vrednosti IPCA1 skora. (Graf .2,b)

AMMI parametar stabilnosti za energiju klijanja i klijavost

AMMI parametar stabilnosti predstavlja ponderisanu vrednost stabilnosti koja pored IPCA1 uključuje i drugu glavnu komponentu. Vrednost ovog parametra predstavlja udaljenost od nule u dvodimenzionalnom skatergramu IPCA1 i IPCA2 vrednosti. Najveće vrednosti ASV koeficijenata kod obe posmatrane osobine (rang devet i 10) imaju tretmani koji su najviše uticali na prekid dormancije (GA_3 25mg/100ml i GA_3 15mg/100ml). Najmanji uticaj na dormantnost semena za energiju klijanja imao je tretman KNO_3 1,5% dok je najmanji uticaj na klijavost semena imao tretman KNO_3 0,5%. Tretmani sa hlađenjem (72 i 96 sati) i kontrola, odn. tretmani po rangui osam, sedam i šest su tretmani koji su prema rezultatima najmanje uticali na prekid dormancije. Objašnjenje za ovo može da bude to da je ispoljena velika kvalitativna interakcija kao posledica razlika u samim genotipovima (tabela 4).

Tabela 4. Vrednosti AMMI parametara stabilnosti (ASV) i rang tretmana za energiju klijanja i klijavost semena plavog patlidžana
 Table 4. AMMI stability values (ASV) and ranking orders of treatments for seed germination energy and seed germination of eggplant

Tretman / Treatment	Energija klijanja semena / Seed germination energy		PC1	PC2	ASV		Klijavost semena / Seed germination		PC1	PC2	ASV	
	Prosek / Mean	Rang / Rank			Vrednost / Value	Rang / Rank	Prosek / Mean	Rang / Rank			Vrednost / Value	Rang / Rank
Kontrola / Control	32.96	10	2.05	-3.71	17.58	6	46.17	10	3.35	0.88	38.20	8
5	48.63	7	1.14	0.71	9.53	4	58.63	6	1.11	1.02	12.74	2
15	66.21	2	-3.92	-0.07	32.83	9	76.67	2	-3.60	0.03	41.03	9
25	70.96	1	-4.17	-0.69	34.92	10	82.83	1	-5.10	-2.20	57.93	10
HLS	51.04	5	0.94	0.46	7.93	2	56.29	7	1.56	-1.30	17.80	4
72	43.58	9	2.65	1.57	22.25	8	50.92	9	2.72	-2.60	31.16	6
96	45.04	8	2.24	-0.26	18.77	7	51.71	8	2.85	-0.50	32.51	7
0.5	50.79	6	0.95	0.88	8.04	3	64.04	5	0.01	1.47	1.47	1
1	54.17	3	-1.60	0.66	13.42	5	68.54	4	-1.30	1.48	14.78	3
1.5	53.63	4	-0.28	0.44	2.42	1	69.29	3	-1.60	1.60	18.66	5

Tabela 5. Vrednosti AMMI parametara stabilnosti (ASV) i rang genotipova za energiju klijanja i klijavost semena plavog patlidžana

Table 5. AMMI stability values (ASV) and ranking orders of genotypes for seed germination energy and seed germination of eggplant

Genotip / Genotype	Energija klijanja / Germination energy		PC1	PC2	ASV		Klijavost / Germination		PC1	PC2	ASV	
	Prosek / Mean	Rang / Rank			Vrednost / Value	Rang / Rank	Prosek / Mean	Rang / Rank			Vrednost / Value	Rang / Rank
1	0.95	6	3.33	-2.57	28.05	5	1,03	6	3,49	-0,92	39,76	4
2	81.63	2	3.29	0.37	27.60	4	99,18	1	4,01	-0,34	45,73	5
7	43.28	5	-2.27	1.04	19.01	3	52,38	4	-3,47	-1,99	39,64	3
12	49.35	3	-1.71	-1.48	14.42	1	76,98	3	-1,75	4,01	20,32	1
33	43.33	4	-4.58	-0.32	38.37	6	50,83	5	-4,85	-0,89	55,32	6
34	91.68	1	1.93	2.97	16.43	2	94,68	2	2,59	0,13	29,56	2

Primenjeni tretmani su imali najmanji uticaj odn. najveću stabilnost kod obe posmatrane osobine je imao genotip 12. Ovo je nepovoljno jer za ovaj genotip se moraju nalaziti drugi načini za prekid dormancije semena. Kod genotipa 33 je uočen najveći uticaj tretmana na prekid dormancije semena (tabela 5).

Diskusija

Cilj ovog rada je bio dati odgovor na dva pitanja: (1) da li su energija klijavosti i klijavost postojani kod odabranih genotipova plavog patlidžana; (2) da li je dormancija semena kod odabranih genotipova stabilna i da li je moguće prekinuti upotrebom određenih tretmana.

Ispitivane su 2 selekcionisane linije i mogućnosti pojave dormancije semena plavog patlidžana u komparaciji sa 4 genotipa egzotične germ plazme, kao i mogućnost prekida dormancije. Mada se za selekcionisane genotipove dormancija semena smatra za retku osobinu (Yogeesha et al., 2006), u našim ogleđima se pojavila dormantnost na jednom genotipu, dok se drugi genotip odlikovao visokom energijom klijanja i klijavašću odmah posle ubiranja semena. Analizom varijanse dokazano je da genotipovi, tretmani kao i njihove interakcije su na visoko značajnom nivou što ukazuje na njihovo značajno učešće u variranju analiziranih osobina. Najznačajniji faktor, za obe osobine je genotip, zatim tretmani pa tek na kraju GxT interakcija. Na osnovu ovoga može da se zaključi da efekat genotipa najviše doprinosi variranju energije i klijavosti semena ispitivanih genotipova plavog patlidžana. Unutar interakcijskog efekta najveću značajnost ima IPCA1 osa na koju otpada 78.08 i 89,46% varijabiliteta za energiju i klijavost semena. Dormantnost

semena je uslovljena genskim faktorima (Padmini et al., 2008), mada bi regulaciju i prekid dormantnosti trebalo potražiti u genskoj regulaciji fizioloških mehanizama sazrevanja semena u periodu od momenta oprašivanja do sazrevanja. Saglasno sa Finch-Savage i Leubner-Matzger (2006), koji dormantnost semena pripisuju odnosu ABA i giberelinske kiseline i njihovoj ulozi u sazrevanju semena, egzogeni unos giberelinske kiseline izazvao je inicijaciju „duboko“ dormantnog semena genotipa 1.

Plodovi su brani 73 dana (od oprašivanja) da bi bio izbegnut efekat „nesazrelog“ semena, jer je starost semena pri ubiranju relevantan faktor za pojavu i trajanje dormantnog perioda plavog patlidžana (Demir et al., 2002; Agbo and Nwosu, 2009). Za najbolje vreme ekstrakcije se smatra 55 dana od oprašivanja (Passam et al., 2010).

Kod tretmana sa KNO_3 za osobinu energija klijanja semena plavog patlidžana je signifikantan samo genotip, dok za osobinu ukupna klijavost semena signifikantni su genotip, tretman KNO_3 i njihova interakcija. Van Pijlen et al. (1995) i Geetharani i Ponnuswamy (2002) su utvrdili da kod semena plavog patlidžana KNO_3 utiče na povećanje energije klijanja i ukupne klijavosti. Veći broj israživača ukazuje da kalijum nitrat utiče na povećanje klijavosti kod plavog patlidžana (Jagadish, 1993; Geetharani and Ponnuswamy, 2002; Yogananda et al., 2004) dok predtretman semena kalijum nitratom povoljno utiče na energiju klijanja, klijavost a uz to i na poboljšanje vigora biljaka plavog patlidžana (Barlow and Haigh, 1987; Van Pijlen et al., 1995; Geetharani and Ponnuswamy, 2002), paradajza (Jagadish, 1993), crnog luka (Bradford et al., 1990) i paprike (Kumar, 2005).

Vrednost ASV (AMMI vrednosti stabilnosti) je najveća za GA_3 25 mg/100ml

i GA_3 15 mg/100ml za energiju klijanja i za ukupnu klijavost semena. Ovo su tretmani koji su izazvali najveću varijabilnost, odnosno izazvali prekid dormantnosti semena. Tretmani sa giberelinskom kiselinom značajno su uticali na sve genotipove i na energiju klijanja i na ukupnu klijavost. Delovanje giberelinske kiseline se može pripisati uticaju na omekšavanje endosperma semena kod *Solanaceae* (Leubner-Metzger, 2003). Najveći uticaj imao je na genotip 1 gde su najveće koncentracije GA_3 mg/100ml izazvale klijavost 7,15% klijavosti. Ostali tretmani korišćeni u ovom ogledu nisu izazvali prekid dormantnog perioda kod semena genotipa 1. Neophodna su dalja istraživanja i upotreba drugih tretmana s ciljem prekida dormantnog perioda kod genotipa 1. Giberelinska kiselina ima izražen uticaj na klijavost semena i na prekid dormantnog perioda kod pojedinih vrsta što je u skladu i sa rezultatima Solanki i Joshi (1985) koji su tretmanom giberelinskom kiselinom na semenu paradajza i karfiola u trajanju od 12 sati značajno povećali klijavost. Prskanjem semena plavog patlidžana giberelinske kiseline koncentracije 200 ppm Arun et al. (1997), su u svojim istraživanjima uspeli da izazovu povećanje klijavosti semena, dok su sa istom koncentracijom Yogananda et al. (2004) kod semena paprike takođe izazvali iste efekte. Predtretman semena plavog patlidžana sa GA_3 u koncentraciji od 200 ppm u trajanju od 6 sati izazvao je povećanje kvaliteta semena (Kumar, 2005).

Naši rezultati ukazuju da na osnovu analize glavnih komponenti (IPCA) kod energije klijanja genotip 33 najbolje reaguje na tretmane GA_3 15 mg/100ml i GA_3 25 mg/100ml. Genotip 7 najbolje sa tretmanom KNO_3 1% što se slaže sa rezultatima Van Pijlen i saradnici (1995) i Geetharani i Ponnuswamy (2002).

Za osobinu klijavost semena na AMMI biplotu je uočeno da je genotip 12 najbolje reagovao na tretmane KNO_3 1% i KNO_3 0,5% u smislu povećanja klijavosti, a genotipovi 33 i 7 najbolje sa tretmanima giberelinskim kiselinom (GA_3 15mg/100ml i GA_3 25mg/100ml (33), odnosno GA_3 25mg/100ml (7)).

Tretman hlađenjem semena plavog patlidžana imao je efekta, ali ne u očekivanom obimu. Uticao je na poboljšanje klijavosti semena. U ovom ispitivanju najveći uticaj je imalo hlađenje u trajanju od 48 sati (HSL-48), što je inače i najkraći tretman iz ove grupe (HSL). U ovom ogledu su tretmani hlađenjem kod osobine klijavost semena imali signifikantne vrednosti na nivou genotipa kao i na nivou interakcija GxT. Vrednosti parametra AMMI stabilnosti za energiju klijanja i klijavost tretmana hlađenja su bile slabije rangirane u odnosu na tretmane giberelinskom kiselinom (25mg/100ml i 15mg/100ml). Hlađenje semena imalo je uticaja na pojedine genotipove u pogledu prekida dormancije i povećanja klijavosti semena. Pretpostavka je da je velika kvalitativna interakcija ispoljena kao posledica razlika u samim genotipovima. Za izazivanje prekida inhibicije tretmanom hlađenja vlažnog semena kod *Solanum* rodova iz familije *Solanaceae* bilo je potrebno od 1-5 dana (Hayati et al., 2005). Demir et al. (2004) su utvrdili pozitivan, značajan uticaj na nicanje posle višednevnog zagrevanja semena uz prisustvo 20% vlage, kod 5 genotipova plavog patlidžana. Baskin i Baskin (2004) smatraju da je rešenje problema dormantnosti kod *Solanaceae* uticaj endogenih hormona u klasi ne-dubokih nivoa kod *Angiospermae*.

Zaključak

Problem rešavanja prevazilaženja dotmantnosti kod plavog patlidžana za

praktično semenarstvo, upućuje ka iznalaženju metoda za sugurno utvrđivanja kvaliteta semena posle berbe. Problem je kompleksan, zato se moraju uključiti veći broj metoda ili njihova kombinacija kako bi se dobili odgovori za „najpraktičniji“ metod koji bi se koristio za predtretmane ispitivanja kvaliteta semena ove povrtarske vrste.

Literatura

- AGBO, C. U. and NWOSU, P. U. (2009): The influence of seed processing and drying techniques at varying maturity stages of *Solanum melongena* fruits on their germination and dormancy. African Journal of Biotechnology, 8(18): 4529-4538.
- ARUN, K. G., HARIWALLABH and JANDIAL, K.C. (1997): Effect of GA₃ on growth and yield of brinjal. Haryana Journal of Horticultural Science, 26: 143-145.
- BARLOW, E. W. R. and HAIGH, A. M. (1987): Effect of seed priming on the emergence, growth and yield of UC 82B tomatoes in the field. Acta Horticulturae, 200: 153-164.
- BASKIN, J. M. and BASKIN, C. C. (2004): A classification system for seed dormancy. Seed Science Research, 14: 1 – 16.
- BAWLEY, D. J. (1997): Seed germination and dormancy. The Plant Cell. 9: 1055-1066.
- BRADFORD, K. J., STEINER, J. J. and TRAVATHA, S. E. (1990): Seed priming influence on germination and emergence of pepper seed lots. Crop Science, 30(3): 718-721.
- DEMIR, I., ERMIS, S., OKCU, G. and MATTHEWS, S. (2004): Vigour tests for predicting seedling emergence of aubergine (*Solanum melongena* L.) seed lots. 27th ISTA Congress Seed Symposium, Budapest, Hungary, May 17-19, p:13.
- DEMIR, I., MAVI, K., SEERMANLI, T. and OZKOBAN, M. (2002): Seed development and maturation in aburgine (*Solanum melongena* L.). Gartenbauwissenschaft, 67(4): 148-154.
- FINCH-SAVAGE, W. E. and LEUBNER-MATZGER, G. (2006): Seed dormancy and control of germination. New Phytologist, 171: 501-523.
- GAUCH, H. G. (1988): Model selection and validation for yield trials with interaction. Biometrics, 46: 1488-1500.
- GEETHARANI, P. and PONNUSWAMY, A. S. (2002): Effect of seed hardening in tomato to increase the germination and vigour. M.Sc. (Agri.) Thesis, Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore.
- HAYATI, N. E., SUKPRAKARN, S. and JUNTAKOOL, S. (2005): Seed Germination Enhancement in *Solanum stramonifolium* and *Solanum torvum*. Kasetsart J. (Nat. Sci.), 39: 368 – 376.
- International Seed Testing Association (ISTA) (1985): Rules for seed testing. Seed Sci. Technol., 13: 300-520.
- JAGADISH, G. V. (1993): Seed storability, ageing and effect of pre-sowing treatment on the performance of some vegetable crops. M.Sc. (Agri.) Thesis, University of Agricultural Sciences, Dharwad.
- KOORNNEEF, M., BENTSINK, L. and HILHORST, H. (2002): Seed dormancy and germination. Current Opinion in Plant Biology, 5(1): 33 – 36.
- KUMAR, S. (2005): Influence of pre-sowing seed treatment and seed pelleting

- on storability in brinjal (*Solanum melongena* L.). M.Sc. (Agri.) Thesis. University of Agricultural Sciences, Dharwad.
- LEUBNER-METZGER, G. (2003): Hormonal and molecular events during seed dormancy release and germination, In Nicolás G., Bradford K.J., Comê D. and Pritchard H.W. The Biology of Seeds: Recent Research Advances, CABI publishing, pp: 101 – 112.
- PADMINI, K., YOGEESSHA, H. S. and NAIK, L. B. (2008): Genetics of fresh seed dormancy in brinjal (*Solanum melongena* L.). Indian journal of agricultural sciences, 78(4): 304-308.
- PASSAM, H. C., TEODOROPOLUOLU, S., KARANOSSA, T. and KARAPANOS, I. C. (2010): Influence of harvest time and after-ripening on the seed quality of eggplant. *Scientia Horticulturae*, 125(3): 518-520.
- PURCHASE, J. L. (1997): Parametric analysis to describe G x E interaction and yield stability in winter wheat. PhD tthesis. Department of Agronomy, Faculty of Agriculture. University of the Orange Free State Bloemfontein, South Africa.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2011). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>
- SHARMA, S. AND SHARMA, K. (2010): Study on germination and growth behavior of brinjal *Solanum melongena* var. BR 112 in admiration to effect of C.M.L. (Contry Made Liquor). *Nature and Science*, 8(5): 163- 165.
- SOLANKI, S. S. and JOSHI, R. P. (1985): Studies on invigoration of vegetable seeds of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) and cauliflower (*Brassica oleraceae* L.). *Progressive Horticulure*, 17 (3): 267-269.
- VAN PIJLEN, J. G., KRAAK, H. L., BINO, R. J. and DE VOS, C. H. R. (1995): Effects of ageing and osmo-priming on germination characteristics and chromosome aberrations of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seeds. *Seed Science and Technology*, 23: 823-830.
- VUJAKOVIĆ, M., MILOŠEVIĆ, M., ZLOKOLOCA, M., BALEŠEVIĆ-TUBIĆ, S. i NIKOLIĆ, Z. (2000): Primena različitih tretmana za prekid mirovanja kod semena eggplant (*Solanum melongena* L.) III JUSEM Zlatibor 28. Maj-1. Jun, Srbija, str: 98.
- WANG, R. Q. (2001): Effects of GA₃ seed soaking treatment on germination of eggplant seeds. *Acta Agriculturae Shanghai*, 3: 61-63.
- YOGANANDA, D. K., VYAKARANAHAL, B. S. and SEKHARGOUDA, M. (2004): Effect of seed invigoration with growth regulators and micronutrients on germination and seedling vigour of bell pepper cv. *California wonder*. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 17(4): 811-813.
- YOGEESSHA, H. S., UPRETI, K. K., PADMINI, K., BHANUPRAKASH, K. and MURTI, G. S. R. (2006): Mechanism of seed dormancy in eggplant (*Solanum melongena* L.).

Seed Sci. & Technol., 34: 319-325.
ZHINZHANG, Y., ENRANG, Z. and
BINKUI, Z. (1993): Research on
optimum pretreating methods of
eggplant seeds with exotic hormones.
Journal of Shanghai Agricultural

College, 11(4): 291-296.
ZOBEL, R. W., WRIGHT, M. S. and
GAUCH, H. G. (1988): Statistical
analysis of a yield trial. Agron J., 80:
388-393.

SEED DORMANCY IN BREEDING LINES OF EGGPLANT (*Solanum melongena* L.)
ZDRAVKOVIC JASMINA, RISTIC NEVENA, GIREK ZDENKA, PAVLOVIC SUZANA,
PAVLOVIC N., DJORDJEVIC M. AND ZDRAVKOVIC M.

Summary

*Six eggplant (*Solanum melongena* L.) genotypes were studied for the seed dormancy, a common trait of this vegetable crop. Two genotypes (33 and 34) were the breeding lines while other four (1-00261, 2-02619, 7-00568, 12-00823) belong to exotic germplasm of the Institute for Vegetable Crops in Smederevska Palanka. In order to break the dormancy the seeds were treated with: 1) low temperature (HLS), at 4°C for: 96, 72, and 48 hours, continually; 2) hormones, i.e. with Gibberellic acid (GA₃) in three concentrations: 5 ml/100ml; 15 ml/100ml and 25 ml/100ml, for 24 hours and after that seed were left to germinate; 3) chemicals, with potassium nitrate (KNO₃) solution in concentration: 0.5, 1 and 1.5% for 24 hours. Non-treated seeds were the control. We analyzed seed germination and seed germination energy. Three genotypes (33, 7 and 12) represent the least stabile genotypes, since they reacted positively to treatments, and the most intensively to treatment with Gibberellic acid 25ml/100ml.*

Key words: *Solanum melongena*, seed dormancy, GA₃, KNO₃, low temperature, germination

Primljeno: 1. avgust 2012.

Prihvaćeno: 17. septembar 2012.