

## FENOTIPSKA KARAKTERIZACIJA MINI KOR KOLEKCIJE KUKURUZA ZA POBOLJŠANI KVALITET ZRNA

Jelena Vančetović<sup>1\*</sup>, Dragana Ignjatović-Mićić<sup>1</sup>, Violeta Anđelković<sup>1</sup>, Natalija Kravić<sup>1</sup>, Sofija Božinović<sup>1</sup>

### Izvod

U radu su proučavane agronomske osobine 18 populacija koje čine mini kor kolekciju Instituta za kukuruz Zemun Polje za poboljšani kvalitet zrna, kao i dva hibrida standardnog kvaliteta zrna. Za skoro sve ispitivane osobine (osim procenta pleglih biljaka) postoji dovoljna genetička varijabilnost koja se može iskoristiti u programima selekcije sa ovim materijalom. Na osnovu dobijenih rezultata izdvojene su dve populacije sa prinosom zrna na nivou standarda ZP 341 (jedna sa područja bivše Jugoslavije, a druga introdukovana), koje će se najpre uključiti u programe komercijalne selekcije, ukoliko budu zadovoljile i po svojim biohemijskim karakteristikama. S druge strane, tri populacije su imale prinos zrna u rasponu od 1,60-1,91 t/ha, što je niže i od elitnih inbred linija, i biće isključene iz daljeg selekcionog rada. Većina populacija bila je ranostasija od komercijalnih hibrida, kako po vegetaciji, tako i po vlazi u zrnu, što je veoma povoljno sa stanovišta selekcije. Najveća uočena mana ovih populacija jeste veoma visok lom stabla u odnosu na komercijalne hibride.

**Ključne reči:** kukuruz, kvalitet zrna, mini kor kolekcija

### Uvod

Predselekcija predstavlja najbolji i najprirodniji put za uključivanje materijala iz genbanke u komercijalne selekzione programe (Nass and Paterniani, 2000). Ona obuhvata niz aktivnosti u cilju pronalazjenja poželjnih gena/genotipova među uzorcima u bankama gena za važne agronomske osobine, njihovu preciznu karakterizaciju i uvođenje u selekzione

programe. Najveći problem sa predselekcijom je to što su ovakvi programi veoma skupi i dugotrajni, a uspeh nikada nije potpuno zagarantovan.

Selekcija kukuruza bila je izuzetno uspešna u povećanju prinosa zrna. Kvalitet zrna je, s druge strane, bio zapostavljen. Crossa et al. (1990a,b) zaključuju da u Severnoj, Centralnoj i Južnoj Americi postoji ogromna, još

<sup>1</sup> Originalni naučni rad (Original scientific paper)

Vančetović J.\*, Ignjatović-Mićić D., Anđelković V., Kravić N., Božinović S., Institut za kukuruz "Zemun Polje", Slobodana Bajića 1, 11185 Zemun Polje - Beograd

\*e-mail: [vjelena@mrizp.rs](mailto:vjelena@mrizp.rs)

uvek neiskorišćena genetička varijabilnost kukuruza, nastala kao rezultat evolucije hiljadama godina, uz istovremenu domestifikaciju i hibridizaciju. Ovo se u velikoj meri odnosi i na osobine koje definišu kvalitet zrna kukuruza. Slično je i u Evropi, s tim što je period domestifikacije i hibridizacije trajao mnogo kraće (nekoliko vekova).

Glavne komponente kvaliteta zrna kukuruza predstavljaju ukupan sadržaj proteina i njegov amino-kiselinski sastav (pogotovu sadržaj triptofana, lizina i metionina, kao tri najvažnije esencijalne amino-kiseline, koji je kod kukuruza standardnog kvaliteta zrna vrlo nepovoljan), kao i ukupan sadržaj ulja i njegov masno-kiselinski sastav. Međunarodni zahtevi za poboljšanim komponentama kvaliteta zrna, kao što su ulje, skrob, ugljeni hidrati i proteini, su u porastu.

Kako bi se oni ispunili neophodno je stvoriti varijetete koji imaju poželjnu kombinaciju komponenti prinosa i kvaliteta zrna. Amino-kiselinski balans, sastav masnih kiselina i fizičke osobine skroba su važne osobine na koje se vrši selekcija, pošto utiču na vrednost zrna za životinjsku ishranu, ljudsko zdravlje i industrijsku upotrebu. Zbog ovoga je neophodno ispitati raspoloživu germplazmu i iskoristiti njenu genetičku varijabilnost.

U Banci gena Instituta za kukuruz 2007. godine počela je predselekcija najpre na tolerantnost prema suši, i 2010. godine formirana je mini kor kolekcija za ovo svojstvo (Kravić, 2013). Svi uzorci iz ove mini kor kolekcije analizirani su na sastav makronutrijenata (% skroba, proteina i ulja u znu) koristeći infracrvenu transmisiju (NIR aparat, Fostecator 1251, Sweeden; Vančetović et al., 2014). Zatim su uzorci sa povećanim sadržajem proteina i ulja detaljnije analizirani na amino-kiselinski sastav (Ignjatović-Mićić et al., 2014) i masno-kiselinski sastav (Ignjatović-Mićić et al.,

in press), pri čemu su identifikovani oni koji pored visoke tolerantnosti na sušu poseduju i izuzetan kvalitet zrna. Smatra se da bi ovakvi uzorci mogli da posluže za simultanu predselekciju na više svojstava istovremeno.

Cilj ovde prikazanog istraživanja bio je da se izvrši fenotipska karakterizacija uzoraka iz mini kor kolekcije Instituta za kukuruz za poboljšani kvalitet zrna. Naime, radi uključenja ovih genotipova u selekciju, osim kvaliteta zrna moraju posedovati i ostale zadovoljavajuće agronomске osobine, kako ne bi došlo do negativnog plejotropnog efekta pri njihovoj selekciji na povećan kvalitet zrna.

### **Materijal i metode**

343 populacije iz gen-banke Instituta za kukuruz Zemun Polje (lokalne sorte sa područja bivše Jugoslavije kao i introdukovane populacije) skenirane su na NIR aparatu (Infratecgrain-analyzer 1241, Fosstecator, Sweeden) za sastav osnovna trimakronutrijenta (skrob, ulje i proteini). Za dalju selekciju odabrano je po 5% populacija sa najvećim sadržajem skroba, 5% sa najvećim sadržajem ulja i 5% sa maksimalnim sadržajem proteina. Neke od ispitivanih populacija su se našle u 5% najboljih i po sadržaju ulja i po sadržaju proteina, pa je za dalji rad odabrana 471 sorta. One su 2011. godine, kao majke, ukrštene u prostornim izolacijama sa tri elitna inbred testera - Lancaster, BSSS i Iodent osnove. Minimum 30 klipova po testiranoj populaciji uzeto je iz svake prostorne izolacije, seme okrunjeno zasebno sa svakog klipa i približno iste količine zrna uzete u smeši za dalji rad. Godine 2012. test-ukrštanja ovih sorti ispitivana su u ogledima sa još dva komercijalna hibrida koji su poslužili kao standardi, na 3-5 lokacija u Srbiji. Kriterijum za dalji odabir populacija bio je da dato test-ukrštanje ima 85% ili veći performans indeks (vrednost koja

KARAKTERIZACIJA MINI KOR KOLEKCIJE KUKURUZA 1-11

se dobija uzimanjem u obzir vlage i prinosa zrna kako standarda, tako i test-ukrštanja) ili/i 90% ili veći prinos zrna u odnosu na prosek standarda. Ukupno 358 populacija pokazalo je zadovoljavajuće rezultate barem sa jednim testerom. Posebno interesantna pokazala se grupa od 18 populacija sa povećanim sadržajem ulja

ili/i proteina i univerzalnom kombinacionom sposobnošću (sa sva tri korišćena testera). Ove populacije označene su kao mini kor kolekcija za kvalitet zrna Instituta za kukuruz. U Tabeli 1 dati su matični brojevi odabranih populacija, kao i neke osobine zrna.

Tabela 1. Populacije koje čine mini kor kolekciju za kvalitet zrna  
Table 1. Populations comprising mini core collection for grain quality

Matič.br.	Boja zrna	Tip zrna	NIR <sup>2</sup>		
			% proteina	% ulja	% skroba
K <sup>1</sup> 8	žuta	tvrdunac	12,70	6,31	64,10
K 161	narandžasta	tvrdi-kokičar	14,30	9,10	58,35
K 381	bela	poluzuban	12,70	7,75	61,25
K 449	žuta	poluzuban	11,70	8,39	60,40
K 451	žuta	tvrdunac	12,80	7,98	60,80
K 492	žuta	tvrdunac	12,70	8,32	60,35
K 499	bela	tvrdunac	12,50	9,27	58,85
K 626	žuta	tvrdunac	13,25	6,26	64,00
K 897	žuta	tvrdunac	12,65	7,32	62,45
K 933	žuta	tvrdunac	12,35	7,66	61,30
K 1190	narandžasta	tvrdunac	12,75	8,96	58,75
K 1195	narandžasta	tvrdunac	12,55	8,11	60,80
K 2283	žuta	poluzuban	10,35	8,84	62,75
IP 1660	žuta	tvrdunac	11,70	9,05	59,60
IP 2314	žuta	tvrdunac	12,65	6,90	62,80
IP 5038	bela	tvrdunac	12,40	7,69	61,55
IP 6429	žuta	tvrdunac	11,40	8,29	60,35
IP 7169	bela	tvrdunac	9,85	8,11	62,75

<sup>1</sup> - K predstavlja kolekciju (sorte sa područja bivše Jugoslavije), a IP su uvedene populacije;

<sup>2</sup> - NIR vrednosti dobijene u prvoj fazi istraživanja

Osim hemijskih analiza ovih populacija, veoma su bitne i njihove agronomске osobine. Naime, ukoliko neka od sorti ima izrazito nepovoljne agronomске osobine, biće izbačena iz mini kor kolekcije i neće biti uzeta u obzir za dalju selekciju, kao ni za inače skupe i zahtevne biohemijske analize.

Radi fenotipske karakterizacije, ovih 18 populacija i zajedno sadva standardna hibrida (ZP 341 i ZP 505 - inače korišćeni i u prethodnoj fazi, kao standardi u ogledima 2012. godine) posejani su 2014. godine u Zemun Polju u dve gustine i dva ponavljanja po slučajnom blok sistemu. Elementarna parcela se sastojala od 20 kućica međusobno udaljenih 0,4m (gustina I) i 0,3m (gustina II), dok je razmak između redova iznosio 0,75m. Ogled je sejan ručno, po četiri zrna u kućici, a u fazi od 5-7 listova izvršeno je raščupavanje na po dve biljke u kućici. Gustina I iznosila je 66.667 biljaka/ha, a gustina II 88.889 biljaka/ha. Primijenjena je standardna agrotehnika za gajenje kukuruza. Berba je takođe obavljena ručno.

Ispitivane su sledeće osobine: broj dana od nicanja do metličanja (NM), kao i svilanja (NS); broj dana između metličanja i svilanja (ASI - pošto je najmanja vrednost bila -1, na sve vrednosti dodata je vrednost 2, kako bi brojevi bili pozitivni i mogla da se uradi statistička obrada podataka); visina biljke (VB) do vrha metlice (cm); visina biljke do nodusa koji nosi gornji klip (VK, cm); položaj klipa na biljci (VK/B, %);- širina (ŠL) klipnog lista (cm); DL - dužina (DL) klipnog lista (cm); broj listova iznad klipa uključujući i klipni list (BRL); % pleglih biljaka u berbi(%P); % slomljenih biljaka u berbi (%S); broj klipova po biljci (K/B); % oklaska (%OK); % vlage u momentu berbe (%VL); prinos zrna u t/ha sa 14% vlage (PR); performans indeks u odnosu na standard ZP 341 (PI). Poleglim se smatraju biljke nagnute za više od 30° u odnosu na vertikalnu, a slom-

ljenim one koje pokazuju lom ispod nodusa koji nosi gornji klip. PI se računao po sledećoj formuli:

$$PI = (PP*VS)/(PS*VP)*100$$

Pri čemu je PP - prinos zrna ispitivane populacije; VS - vlaga u zrnu standarda u trenutku berbe; PS - prinos zrna standarda (u ovom slučaju ZP 341) i VP - vlaga u zrnu ispitivane populacije u momentu berbe.

Statistička analiza obuhvatila je analizu varijanse (ANOVA) po slučajnom blok sistemu, radi utvrđivanja eventualno postojeće genetičke varijabilnosti u okviru ove mini kor kolekcije. Međusobna poređenja između genotipova urađena su putem LSD testa za prag značajnosti od 0,05.

## Rezultati

U ANOVA po slučajnom blok sistemu (Tabela 2) značajnu razliku između ponavljanja pokazale su samo VK i DL ( $p < 0,05$ ) i ŠL ( $p < 0,01$ ). Razlike između ispitivanih genotipova bile su visoko značajne za skoro sve osobine ( $p < 0,01$ ), osim za ASI ( $p < 0,05$ ) i % P (nije bilo značajnih razlika). Između dve ispitivane gustine visoko značajne razlike ( $p < 0,01$ ) utvrđene su za VB, VK, DL, BRL, PR i PI, a značajne ( $p < 0,05$ ) za VK/B. I najzad, interakcija genotip x gustina bila je visoko značajna jedino za PR, a značajna za ŠL i PI.

U odnosu na standard ZP 341 (Tabela 3) jedino je sorta IP1660 bila duža po vegetaciji, i to značajno ( $p < 0,05$ ). Od ostalih sorti, značajno kraću dužinu vegetacije (NM i NS) imale su sve ostale populacije, osim IP5038. Značajno viši ASI, što je nepovoljno sa gledišta selekcije, u odnosu na ZP 341 imale su jedino K993 i K161. Značajno višji klip i biljku od standarda imala je IP6429, dok su ove dve osobine na nivou standarda imale K2283 i K381. Sve ostale ispitivane populacije imale su značajno

Tabela 2a. Sredine kvadrata iz ANOVA za ispitivana svojstva  
Table 2a. Mean squares from ANOVA for measured traits

Osobina	NM	NS	ASI	VB	VK	VK/B	ŠL
I.V. <sup>1</sup>	SSS	MS	MS	MS	MS	MS	MS
P	1	0,01	2,45	1,51	66,43	162,74*	56,36
S	19	180,09***	217,63***	5,39**	3336,00***	1264,56***	136,67***
G	1	6,61	0,05	3,61	1185,03***	774,39**	95,81*
S x G	19	0,88	1,37	1,06	66,18	43,95	13,87
Greška	39	2,09	3,50	1,72	42,81	36,85	14,94

I.V. - izvor varijacije; SS - stepeni slobode; MS - sredina kvadrata; P - ponavljanja; S - sorte; G - gustine; S x G - interakcija sorta x gustina; \*, \*\*, \*\*\* - statistički značajno na nivou od 0,05 i 0,01, redom

Tabela 2b. Sredine kvadrata iz ANOVA za ispitivana svojstva  
Table 2b. Mean squares from ANOVA for measured traits

DL	BRL	% P	% S	K/B	% OK	% VL	PR	PI
69,01*	0,10	4,38	30,75	0,001	0,08	0,11	0,19	22,82
532,25**	1,77**	26,28	904,81**	0,05**	23,24**	6,24**	30,04**	2933,91**
293,76**	0,48**	35,58	277,55	0,01	1,92	0,26	18,83**	3380,70**
9,23	0,08	19,04	131,07	0,02	1,82	0,27	1,81**	175,04*
13,85	0,06	22,46	75,34	0,02	2,38	0,29	0,71	77,75

Tabela 3a. Prosečne vrednosti genotipova za ispitivane osobine  
 Table 3a. Average values of genotypes for measured traits

Sorta	NM	NS	ASI	VB	VK	VK/B	ŠL	DL
IP1660	75,5a	79,0a	5,5abc	98gh	46,4f	47,5bc	8,9ab	71,3cd
K449	63,8efgh	66,8def	5,0abcd	98gh	46,4f	40,1def	7,6d	58,7f
IP6429	66,0d	66,5ef	2,8ef	186a	100,3a	53,7a	8,7b	80,5a
IP7169	59,3jk	61,0i	4,0bcdef	136cd	62,0cd	45,3cd	8,5bc	67,3de
K2283	65,8de	68,0de	4,3bcdef	165b	68,8bc	41,8def	8,9b	74,7bc
K8	55,8l	58,0j	4,5bcde	101g	37,0g	36,4fg	6,4g	47,2gh
K381	64,0defgh	67,0def	5,0abcd	165b	74,2b	44,7cd	8,1c	66,7de
K451	64,3defg	66,3efg	4,0bcdef	135cd	57,8de	42,6cde	6,4g	65,8e
K492	62,8gh	63,5ghi	2,8ef	136cd	59,8de	44,0cd	6,9ef	56,5f
K626	57,5kl	58,0j	2,5f	125ef	46,5f	37,1ef	7,2de	57,5f
IP5038	69,0c	71,0c	4,0bcdef	141cd	73,1b	52,0ab	8,9b	66,8de
IP2314	60,3ij	62,5hi	4,0bcdef	125ef	51,4ef	41,0def	7,0e	58,5f
K897	50,8m	51,8k	3,0ef	88i	26,8h	30,0h	5,1h	41,9h
K933	62,0hi	65,8efg	5,8ab	132de	54,2def	41,0def	6,7efg	68,3de
K1195	50,8m	51,3k	2,5f	89hi	27,9h	31,4gh	6,4fg	45,9gh
K499	63,5fgh	64,5fgh	3,0ef	143c	57,4de	39,9def	8,1c	65,6e
K161	65,0def	69,5cd	6,5a	132de	58,8de	44,5cd	6,2g	65,9de
K1190	52,0m	53,3k	3,3def	98ghi	37,3g	38,2ef	7,1de	47,5g
<b>ZP341</b>	<b>70,0bc</b>	<b>71,8c</b>	<b>3,8cdef</b>	<b>166b</b>	<b>74,9b</b>	<b>45,3cd</b>	<b>8,8b</b>	<b>78,2ab</b>
ZP505	71,5b	74,8b	5,3abc	179a	71,0bc	39,7def	9,4a	81,7a
Prosek	62,46	64,50	4,06	133,04	56,68	41,81	7,56	63,31
CV(%)	2,31	2,90	32,26	4,92	10,71	9,24	4,67	5,88
LSD <sub>0,05</sub>	2,139	2,769	1,940	9,683	8,984	5,720	0,523	5,508

Vrednosti koje u okviru iste kolone imaju različita slova su statistički značajno različita na nivou od 0,05; CV - koeficijent varijacije; LSD - vrednost na nivou od 0,05

niže stablo i klip od ZP 341. Jedino je sorta IP5038 imala visinu klipa na nivou standarda.

Širinu i dužinu klipnog lista na nivou standarda imala je jedino sorta IP6429, dok su

još svega četiri populacije imale samo širinu lista na nivou ZP 341. Značajno veći broj listova iznad klipa (uključujući i klipni list) u odnosu na standard imalo je pet populacija, a sedam značajno manji broj. Što se tiče po-

KARAKTERIZACIJA MINI KOR KOLEKCIJE KUKURUZA 1-11

leglih biljaka, jedino su K499 i K1190 imale izraženiji kod ispitivanih populacija u odnosu na standard, pošto je čak 13 populacija imalo značajniji procenat poleganja u odnosu na ZP 341. Naprotiv, lom biljaka bio je daleko značajno veći lom biljke u odnosu na ZP 341.

*Tabela 3b. Prosečne vrednosti genotipova za ispitivane osobine*  
*Table 3b. Average values of genotypes for measured traits*

Sorta	BRL	%P	%S	K/B	%OK	%VL	PR	PI
IP1660	6,0b	1c	6hi	0,8ef	22,3a	13,9defg	1,91ij	23,6ij
K449	5,6c	7abc	27bcdef	0,9bcdef	16,0fgh	14,1def	4,08def	47,8efg
IP6429	6,0b	4abc	17efgh	1,2a	16,7efgh	16,0c	7,7b	82,5c
IP7169	5,2ef	4abc	25cdef	0,8cdef	15,4gh	13,3g	4,5cde	58,0de
K2283	6,3b	2c	19defg	1,1abc	19,7bcd	15,9c	8,7b	93,9bc
K8	4,6hij	6abc	38bc	0,9bcdef	18,8de	13,8defg	1,9ij	22,5j
K381	6,0b	5abc	17fghi	1,0bcde	18,5de	14,3de	5,7c	68,0d
K451	5,5cde	3bc	16fghi	1,1abc	18,6de	13,6efg	3,6defgh	44,6fg
K492	5,6cd	7abc	20defg	1,1abc	18,0def	13,9defg	3,8defg	46,3efg
K626	5,2def	5abc	30bcd	1,0bcde	15,6gh	14,5d	3,6defgh	43,0gh
IP5038	5,0fg	4abc	15fghi	1,0bcde	19,3cd	16,8b	5,6c	56,5def
IP2314	5,1ef	6abc	26bcdef	1,0bcde	19,6bcd	13,4fg	3,3efgh	42,3gh
K897	4,3j	4abc	68a	0,8cdef	14,5h	13,8defg	1,6j	20,7j
K933	4,7ghi	4abc	39b	0,8cdef	21,4abc	13,7defg	2,9fghi	35,8ghi
K1195	4,5ij	4abc	35bc	0,9bcdef	16,6efgh	14,4de	2,7ghij	31,4hij
K499	6,3b	10a	11ghi	1,1abc	16,8efg	13,9defg	4,8cd	58,1de
K161	4,9fgh	7abc	30bcde	0,9bcdef	21,7ab	13,9defg	2,5hij	29,9hij
K1190	4,6hij	9ab	37bc	0,9bcdef	15,6gh	14,2de	2,7ghij	31,0hij
<b>ZP341</b>	<b>5,5cde</b>	<b>0,7c</b>	<b>5hi</b>	<b>0,9bcdef</b>	<b>14,5h</b>	<b>16,2bc</b>	<b>8,9b</b>	<b>100,0b</b>
ZP505	6,7a	0,9c	4i	1,0bcde	15,1gh	17,7a	11,9a	115,6a
Prosek	5,38	4,70	24,32	0,96	17,73	14,56	4,62	52,57
CV(%)	4,43	10,85	35,68	13,82	8,70	3,68	18,22	16,77
LSD <sub>0,05</sub>	0,353	7,014	12,85	0,199	2,282	0,793	1,246	13,05

Značajnu višeklipost u odnosu na standard ispoljila je sorta IP6429, dok su sve ostale imale broj klipova po biljci na nivou standarda.

Veći procenat oklaska u odnosu na standard imalo je 11 populacija, a nižu vlagu u zrnu čak 17 ispitivanih populacija. Prinos zrna, kao najbitnije agronomsko svojstvo, bio je daleko niži kod populacija nego kod ZP 341. Tako su samo dve populacije (IP6429 i K2283) imale prinos zrna statistički na nivou standarda, dok su sve ostale populacije imale niži prinos, od čega su najlošije bile redom K897, K8 i IP1660. Performans indeks, osim prinosa zrna, uzima u obzir i vlagu ispitivanih genotipova, koja je u ovom slučaju bila povoljnija u odnosu na standard (najčešće značajno niža). Bez obzira na to, dve najbolje populacije po PI su bile iste one kao i po PR, naime K2283 i IP6429.

### Diskusija

Odsustvo značajnosti variranja između ponavljanja u ANOVA za većinu ispitivanih osobina govori o dobro postavljenom ogledu i pouzdanosti dobijenih rezultata. S druge strane, značajno variranje između ispitivanih genotipova ukazuje na postojanje genetičke varijabilnosti koja se može iskoristiti u selekcionim programima za svako od ispitivanih svojstava, osim procenta polegih biljaka. Gustina je značajno uticala na VB, VK, VK/B, DL, BRL, PR i PI. Ovo su osobine koje su vezane za habitus biljke ili prinos zrna, pa je očekivano i njihovo variranje u različitim gustinama setve. Interakcija genotip x gustina bila je značajna jedino za ŠL, ali i PR i PI (ponovo dve osobine koje su direktan pokazatelj prinosa genotipova u različitim gustinama gajenja).

Većina ispitivanih populacija bila je, i po vegetaciji i po vlazi u zrnu, ranija od ZP 341 standarda, što je povoljno sa stanovišta selekcije. Međutim, ove populacije su posedovale i niz nepovoljnih osobina, kao što su nizak prinos zrna, kao i lom stabla. Ovo je

u saglasnosti sa navodima Gouesnard et al. (2005) o odnosu populacija i hibrida kukuruza. Nizak prinos ovih populacija je i očekivan, s obzirom da su one pre svega selekcionisane na povećan sadržaj ulja i/ili proteina. Naime, kod kukuruza postoji izražena negativna korelacija između sadržaja ulja i proteina u zrnu sa jedne, i skroba sa druge strane. Skrob je mahom sastavni deo endosperma kukuruza i čini oko 88% težine zrelog endosperma i 72-73% ukupne težine zrna. Ulje se, s druge strane, mahom nalazi u klici, koja čini svega 10-12% suve materije zrna. Zreo embrion kod hibrida kukuruza standardnog kvaliteta zrna ima oko 33% ulja i sadrži oko 80% ukupnih lipida zrna (Val et al., 2009). Procenat proteina takođe je najveći u klici (17-20%), a najmanji u perikarpu sa aleuronom (4-6%) (Lasztity, 1996). U endospermu ima u proseku 8-9% proteina, što čini 75% ukupnih proteina zrna.

ASI kod populacija nije mnogo odstupao u odnosu na standardni hibrid, što je povoljno. Međutim, 2014 godina bila je izuzetno vlažna, odnosno sa puno padavina ([www.hidmet.gov.rs](http://www.hidmet.gov.rs)), što je pogodovalo manjim vrednostima ASI. Naime, u sušnim uslovima interval metličenje-svilanje kod kukuruza se drastično povećava (Bolaños and Edmeades, 1996). Isto važi i za broj klipova po biljci (K/B), koji se smanjuje u sušnim uslovima (povećava se jalovost biljaka, Edmeades et al., 2000). Visina biljke i klipa bila je niža kod sorti u odnosu na hibrid, što ukazuje na manji heterotični vigor nego što je to inače slučaj kod hibrida. Na ovo ukazuju i mahom niže vrednosti DL i ŠL populacija u odnosu na ZP 341. Za BRL su se izdvojile populacije sa nižim, višim i vrednostima na nivou standarda, što govori o velikoj varijabilnosti ovog materijala za to svojstvo.

Procenat oklaska kod sorti je uglavnom premašivao vrednost standarda. S obzirom da



je niži procenat oklaska jedno od svojstava koje se favorizuje u selekciji hibrida, u ispitivanim populacijama koje budu eventualno odabrane za selekzione programe ovo će biti jedan od ciljeva.

Samo dve sorte, IP6429 i K2283, mogle su da pariraju standardu po prinosu zrna. Pošto se u ispitivanim populacijama pre uključivanja u selekciju moraju uraditi i odgovarajući biohemijski parametri (sadržaj proteina i aminokiselinski sastav, sadržaj ulja i masno-kiselinski sastav, kao i sadržaj mikronutrijenata), ukoliko oni budu povoljni u ove dve sorte, one će biti najpoželjnije od ispitivanog materijala za uključivanje u programe selekcije, i to za istovremenu popravku kako prinosa, tako i kvaliteta zrna.

S druge strane, tri sorte (K897, K8 i IP1660) imale su prinose manje od nivoa elitnih inbred linija (1,60 - 1,91 t/ha; Čamdžija, 2014). Čak i pod pretpostavkom da imaju izuzetna biohemijska svojstva, ove sorte će najverovatnije biti izbačene iz razmatranja za dalju selekciju. Naime, popravka kvaliteta zrna iz ovih sorti neminovno bi dovela do značajne redukcije prinosa zrna.

### Zahvalnica

Rezultati rada su deo projekta TR31028, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja. Zahvaljujemo se Ministarstvu na podršci.

### Literatura

- Bolaños J, Edmeades GO (1996): The Importance of the Anthesis - Silking Interval in Breeding for Drought Tolerance in Tropical Maize. In: G. O. Edmeades, M. Bänzinger, H. R. Mickelson and C. B. Peña - Valdivia (eds.). 1997. Developing Drought - and Low N - Tolerant Maize. Proceedings of a Symposium, March 25-29, 1996. El Batán, Mexico. Mexico, D. F.:CIMMYT, 355-368.
- Crossa J, Taba S, Wellhausen EJ (1990a): Heterotic patterns among Mexican races of maize. *Crop Sci.* 30:1182-1190.
- Crossa J, Vasal SK, Beck DL (1990b): Combining ability estimates of CIMMYTs tropical late yellow dent maize germplasm. *Maydica* 35:273-278.
- Čamdžija Z (2014): Kombinacione sposobnosti za prinos zrna i agronomska svojstva ZP inbred linija kukuruza. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet u Beogradu, Zemun.
- Edmeades GO, Bänzinger M, Ribaut JM (2000): Maize improvement for drought-limited environments. In: M. E. Otegui and G. A. Slafer (eds.). *Physiological Bases for Maize Improvement*. Howarth Press, New York, 75-111.
- Gouesnard B, Dallard J, Bertin P, Boyat A, Charcosset A (2005): European maize landraces: Genetic diversity, core collection definition and methodology of use. *Maydica*, 50:225-234.
- Ignjatović - Micić D, Kostadinović M, Božinović S, Anđelković V, Vančetočić J (2014): High grain quality accessions within a maize drought tolerant core collection. *Sci. Agr.*, 71 (5): 402-409.
- Ignjatović - Micić D, Kostadinović M, Božinović S, D, Vančetočić J: Fatty acid profiles (composition) of high oil drought tolerant maize populations. *Jour. of Agr. And Food Chem.*, in press.
- Kravić N (2013): Analiza genetičke varijabilnosti kukuruza na tolerantnost prema suši. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet u Beogradu, Zemun.
- Laszity R (1996): Maize proteins. Pp. 185-

- 
225. In: *The Chemistry of Cereal Proteins*. 2nd ed. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL.
- Nass LL, Paterniani E (2000): Pre-breeding: a link between genetic resources and maize breeding. *Sci. Agr.*, 57 (3): 581-587.
- Val DL, Schwartz SH, Kerns MR, Deikman J (2009): Development of a high oil trait for maize. In: Kriz AL, Larkins BA (eds) *Biotechnology in agriculture and forestry*, Vol. 63: Molecular genetics approaches to maize improvement. Springer-Verlag Press, Berlin. pp. 303–323.
- Vancetović J, D Ignjatović-Mićić, Božinović S, Babić M, Filipović M, Grcić N, Andjelkovic V (2014): Grain quality of drought tolerant accessions within the MRI Zemun Polje maize germplasm collection. *Spanish Jour. of Agric. Res.*, Vol. 12 (1): 186-194. [www.hidmet.gov.rs](http://www.hidmet.gov.rs)

## **PHENOTYPIC CHARACTERISATION OF A MINI COR COLLECTION FOR INCREASED GRAIN QUALITY IN MAIZE**

Jelena Vančetović, Dragana Ignjatović-Micić, Violeta Anđelković, Natalija Kravić

### **Summary**

Agronomic traits of 18 populations comprising a mini core collection for increased grain quality of the Maize Research Institute Zemun Polje were studied, along with two standard kernel type commercial hybrids. For almost all the traits (except root lodging) a considerable genetic variability was found, enabling successful breeding for any of them using this populations. Based on the obtained results, two populations were found to have grain yield at the level of ZP 341 commercial hybrid (one of them is from former Yugoslavia, and another is the introduced one). These two populations will be first to introduce into commercial breeding programs, if it proves they have also favorable biochemical characteristics. On the other hand, three populations had grain yield in the range of 1, 60-1, 91 t/ha, that is even lower than for commercial inbreds. They will be excluded from the further breeding programs. Most of the populations were earlier than the commercial hybrids, during vegetation and according to the grain moisture at harvest. This is very favorable from a breeding standpoint. The worst characteristic of the population was very high stalk lodging, compared to commercial checks.

**Key words:** maize, grain quality, mini core collection

Primljeno: 14. oktobra 2014.  
Prihvaćeno: 22. oktobra 2014.