



## Korelacije i analiza koeficijenata putanje komponenti prinosa hlebne pšenice (*Triticum aestivum*. L)

Sofija Petrović<sup>1\*</sup>, Miodrag Dimitrijević<sup>1</sup>, Borislav Banjac<sup>1</sup>, Velimir Mladenov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Departman za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Srbija

\*Autor za kontakt: [sonjap@polj.uns.ac.rs](mailto:sonjap@polj.uns.ac.rs)

### SAŽETAK

U radu su prikazani rezultati ogleda sa sedam sorti hlebne pšenice: Pobeda, Sara, Renesansa, Pema, Evropa 90, NSR5 i Simonida. Ogled je postavljen na lokalitetu Rimski Šančevi, na zemljištu tipa černoze, kao i na lokalitetu Kumane, u stresnim uslovima halomornog zemljišta tipa solonjec. Ispitane su komponente prinosa: visina biljke, dužina klasa, masa klasa, masa zrna po klasu i broj zrna po klasu. Cilj rada je ispitivanje genetičke varijabilnosti, kao i direktne i indirektne međuzavisnosti komponenti prinosa pšenice, gajene na različitim tipovima zemljišta. Međuzavisnost ispitivanih svojstava je utvrđena izračunavanjem jednostrukih, Pirsonovih koeficijenata korelacije, kao i analizom indirektnih koeficijenata korelacije-analizom putanje (Path coefficient analysis). Na osnovu dobijenih rezultata je ustanovljena široka varijabilnost komponenti prinosa, pri čemu su značajno više srednje vrednosti dobijene na plodnom zemljištu tipa černoze, u poređenju sa onim dobijenim na zemljištu tipa solonjec. Uočena je značajna ili visoko značajna međuzavisnost većine komponenti prinosa. Razlaganjem korelacija na direktne i indirektne efekte, analizom koeficijenata putanje, ustanovljeno je da je broj zrna po klasu osobina u okviru čije varijacije još uvek ima prostora za pozitivnu selekciju, čime bi se povećala i masa zrna po klasu, što nije slučaj sa ostale dve ispitivane osobine - visinom biljke i dužinom klasa. Ovo se posebno odnosi na oplemenjivanje sorti pšenice bolje adaptiranih na uslove abiotičkog stresa alkalizovanog zemljišta.

### KLJUČNE REČI

pšenica, komponente prinosa, varijabilnost, zemljište, korelacije, koeficijenti putanje

### Uvod

Pšenica je jedna od najrasprostranjenijih ratarskih kultura i zauzima centralno mesto u svetskoj poljoprivrednoj proizvodnji. U ljudskoj ishrani je u razvijenim zemljama zastupljena sa oko 25%, dok je u nerazvijenim zemljama sveta zastupljena sa čak 80% i predstavlja osnovni izvor neophodnih minerala i vitamina. Hlebna pšenica (*Triticum aestivum* L.) se u svetu gaji na oko 23% ukupnih obradivih površina, što čini u dvodecenijskom proseku oko 220 miliona hektara ([www.fao.org](http://www.fao.org)). U Srbiji je, prema podacima Republičkog Ministarstva poljoprivrede i zaštite životne sredine, u žetvenoj 2016/17. godini pšenica zasejana na 557.702ha, a od toga u Vojvodini na 331.454ha ([www.mpzss.gov.rs](http://www.mpzss.gov.rs); [www.pks.rs](http://www.pks.rs), po redosledu).

Pšenica je kultura sa visokim polimorfizmom, ima veliki broj vrsta i podvrsta, širok areal rasprostranjenosti, pa može da se gaji u različitim klimatskim uslovima. Ipak, najviše joj odgovaraju semiaridni uslovi gajenja i plodno zemljište, kao što je černoze. Ovaj tip zemljišta ima dubok humusno-akumulativni horizont, povoljan, ilovast mehanički sastav i u Vojvodini je zastupljen na oko 930.000ha. Međutim, pored plodnih zemljišta, na teritoriji Vojvodine je rasprostranjen i solonjec na oko 120.000ha, a najviše ga ima u Banatu na oko 68.000ha. To je niskoproduktivno zemljište, sa visokim sadržajem gline i adsorbovanog natrijuma u Bt horizontu, sa nepovoljnim fizičkim i hemijskim osobinama (Đorđević i Radmanović, 2015). Postoji mogućnost da se pšenica gaji i na manje plodnom zemljištu, kao što je solonjec i u uslovima abiotičkog stresa, ali uz primenu odgovarajućih agrotehničkih mera (Knežević i sar., 2016).

Zemljišta tipa solonjec pripadaju redu halomornih zemljišta, odnosno zemljišta koja sadrže značajan udeo rastvorljivih soli. Solonjec se odlikuje nepovoljnim fizičkim i hemijskim osobinama, izazvanih visokim sadržajem gline i natrijuma Bt, na horizontu. Natrijum dovodi do jake alkalne reakcije i peptizacije koloida, što je primaran uzrok veoma nepovoljnih hemijskih, fizičkih, pa time i vodnih osobina i vazdušnog režima solonjeca (Belić et al., 2012; Pavlović et al., 2017). Ovo čini zemljišta tipa solonjeca izvorom abiotičkog stresa u slučajevima kada se koristi u biljnoj proizvodnji (Leonard, 1986).

Po projekciji UN, na Zemlji će 2028. živeti 8 milijardi stanovnika, a oko 2050. godine, 9 milijardi. Pri tome, razvijene zemlje sveta će imati mnogo manji udeo u populacionom porastu, dok će nerazvijene zemlje učestvovati sa više od 90% u porastu broja stanovnika (Spasovski i Šantić, 2011). Povećanje svetske populacije znači da će, sa jedne strane, biti prisutan nedostatak životnog prostora, a sa druge

strane, postojeće ozbiljan nedostatak hrane. Obzirom na značaj koji pšenica ima u ljudskoj ishrani, neophodno je da se velika pažnja usmeri ka oplemenjivanju pšenice i povećanju genetičkog potencijala za prinos. Druga mogućnost u povećanju proizvodnje hrane je da se što bolje iskoriste zemljišta slabijih proizvodnih kategorija i stvore sorte koje mogu da se gaje i na ovakvim zemljištima (Banjac, 2015). Prinos pšenice je složena, kvantitativna osobina, rezultat velikog broja različitih komponenti prinosa, pa je za uspešan efekat oplemenjivanja, između ostalog, potrebno da se poznaje međuzavisnost između njih.

Cilj rada je ispitivanje genetičke varijabilnosti, kao i direktne i indirektno međuzavisnosti komponenti prinosa pšenice, gajene na solonjecu i černozeu.

## Materijal i metod rada

U toku vegetacione 2015/2016. sezone, ispitano je sedam sorti ozime heksaploidne ( $2n=6x=42$ ) pšenice (*Triticum aestivum* ssp. *aestivum* L.): Pobeda, Sara, Renesansa, Pesma, Evropa 90, NSR5 i Simonida. Sve sorte su stvorene u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada. Ogljed je postavljen po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja, istovremeno na dva lokaliteta, koji se međusobno razlikuju u zemljišnim uslovima i klimatskim parametrima. Na oglednom polju Rimski Šančevi, u blizini Novog Sada (45,322° s.g.š. i 19,839° i.g.d.) sorte su gajene na zemljištu tipa černozeu, dok su na lokalitetu Kumane, u Banatu, u blizini Novog Bečeja (45,539° s.g.š. i 20,228° i.g.d.) gajene na zemljištu tipa solonjec.

Na oba lokaliteta sorte su sejane u 6 redova dužine 2m, sa međurednim rastojanjem 15cm. U osnovnoj obradi, pre setve, je primenjeno 130 kg/ha mineralnog đubriva NPK (15:15:15). Tokom obe vegetacione sezone, usevi su rano u proleće prihranjeni mineralnim đubrivom KAN u količini od 200 kg/ha.

U fazi pune zrelosti, sa po 30 biljaka po ponavljanju, su analizirane sledeće komponente prinosa: visina biljke (cm), masa klasa (g), masa zrna po klasu (g) i broj zrna po klasu. Od statističkih parametara, za svaku osobinu su izračunate: aritmetička sredina ( $\bar{x}$ ), koeficijent varijacije (V) i najmanja značajna razlika (NZR), za prag značajnosti od 5% i 1%. Međuzavisnost navedenih komponenti prinosa je ustanovljena izračunavanjem Pirsonovih koeficijenata korelacije, a indirektna međuzavisnost analizom koeficijenata putanje (*Path coefficient analysis*). Statistička obrada rezultata je urađena u računarskom programu „Statistica for Windows“, verzija 13.

## Rezultati i diskusija

### Visina biljke

Ovo je složena, kvantitativna komponenta prinosa u čijem nasleđivanju učestvuju minor i major geni (Rht geni- *Reduced height*), što je uslovalo statistički visoko značajne razlike u srednjim vrednostima i unutar jednog, ali i između oba ispitivana lokaliteta, tj. zemljišta različitih bonitetnih kategorija. Tako se na černozeu srednje vrednosti visine biljke kreću od  $\bar{x}=94.7$  cm kod sorte NSR5, do  $\bar{x}=108.4$  cm kod sorte Pesma (tabela 1). Na solonjecu najnižu srednju vrednost ove komponente prinosa je ispoljila sorta NSR5 ( $\bar{x}=75.1$  cm), a najvišu srednju vrednost sorta Pesma ( $\bar{x}=92.7$  cm), tabela 2. Uočljivo je da je sorta Pesma na oba tipa zemljišta ispoljila najvišu srednju vrednost visine biljke, a sorta NSR5 najnižu srednju vrednost posmatrane osobine.

Na černozeu najveću varijabilnost ima sorta Pesma kao najviši genotip (V= 7.4%), dok najnižu varijabilnost ima Renesansa (V= 3.2%), tabela 1. Na solonjecu najmanje variraju sorte Renesansa i Pesma (V=4.8%), a najviše varira sorta Simonida (V=9.5%), tabela 2. Sorta Renesansa se i u prethodnim istraživanjima pokazala kao genotip sa niskom varijabilnošću i dobrom adaptiranošću na uslove abiotičkog stresa (Dimitrijević, 2012; Banjac, 2015).

### Dužina klasa

Srednje vrednosti ove komponente prinosa se međusobno statistički značajno razlikuju na oba lokaliteta. Srednje vrednosti na černozeu se kreću od  $\bar{x}=7.9$  cm kod sorte Renesansa do  $\bar{x}=10.4$  cm kod sorte Evropa 90 (tabela 1). Na solonjecu sorta Pesma ima najveću srednju vrednost visine biljke, ali i najduži klas ( $\bar{x}=8.2$  cm), dok je najmanju srednju vrednost dužine klasa imala sorta Simonida ( $\bar{x}=6.3$  cm), tabela 2.

Na zemljištu tipa černoze sorte Simonida ( $V=10.1\%$ ) i Sara ( $V=10.2\%$ ) najmanje variraju, a najveću varijabilnost dužine klasa je ispoljila sorta Renesansa ( $V=15.1\%$ ), koja ujedno ima i najmanju srednju vrednost posmatrane komponente prinosa (tabela 1). U uslovima abiotičkog stresa halomorfno zemljišta, dobijena je mnogo veća varijabilnost dužine klasa u odnosu na plodni černoze. Tako je najmanja varijabilnost ove osobine uočena kod sorte Pobeda ( $V=10.7\%$ ), a najveća kod sorte Simonida ( $V=21.3\%$ ), kod koje je dobijena i najmanja srednja vrednost ovog svojstva (tabela 2). Na oba ispitivana lokaliteta, tj. oba tipa zemljišta, uočava se da je najveća varijabilnost dužine klasa dobijena upravo kod onih sorti koje imaju najmanju srednju vrednost ove komponente prinosa. Ovo ukazuje na pojačanu interakciju genotipa i spoljne sredine u uslovima solonjeca za posmatranu osobinu, u poređenju sa černoze. U postupku oplemenjivanja genotipova pšenice tolerantnih na abiotički stres izazvan zemljištem tipa solonjec, jedan o selekcionih kriterijuma bi bio i smanjenje GE interakcije za ovu osobinu, pri višim prosečnim vrednostima.

**Tabela 1**

Srednje vrednosti i varijabilnost ispitivanih osobina sedam sorti hlebne pšenice gajenih na lokalitetu Rimski Šančevi, tokom vegetacione sezone 2015/2016.

**Table 1**

Mean values and variation of examined traits of seven bread wheat varieties, grown in Rimski Šančevi, during vegetation season 2015/2016.

Sorta Variety	Visina biljke Plant height		Dužina klasa Spike length		Masa klasa Spike weight		Masa zrna po klasu Grain weight per spike		Broj zrna po klasu Grain number per spike	
	$\bar{x}$	V	$\bar{x}$	V	$\bar{x}$	V	$\bar{x}$	V	$\bar{x}$	V
	<b>Pobeda</b>	104.1	6.0	10.1	14.6	3.4	16.7	2.7	16.7	52.0
<b>Sara</b>	99.0	6.2	9.3	10.2	3.0	19.0	2.3	24.3	50.2	20.2
<b>Renesansa</b>	105.8	3.2	7.9	15.1	3.0	18.7	2.3	20.6	48.6	19.0
<b>Pesma</b>	108.4	7.4	8.9	13.4	2.5	21.8	1.9	24.5	45.9	20.0
<b>Evropa 90</b>	102.1	7.0	10.4	12.8	2.9	19.2	2.2	20.7	50.8	15.4
<b>NSR5</b>	94.7	5.9	8.9	11.2	2.7	17.5	2.1	18.5	47.7	16.2
<b>Simonida</b>	100.3	4.6	8.7	10.1	2.4	20.1	1.9	19.3	41.1	18.7
<b>NZR/LSD<sub>0,05</sub></b>	1.16		0.22		0.10		0.09		1.63	
<b>NZR/LSD<sub>0,01</sub></b>	1.53		0.29		0.14		0.12		2.14	

\* $\bar{x}$  -aritmetička sredina/mean value (cm); V-koeficijent varijacije/coefficient of variation (%)

**Tabela 2**

Srednje vrednosti i varijabilnost ispitivanih osobina sedam sorti hlebne pšenice gajenih na lokalitetu Kumane, tokom vegetacione sezone 2015/2016.

**Table 2**

Mean values and variation of examined traits of bread wheat varieties, grown in Kumane, during vegetation season 2015/2016.

Sorta Variety	Visina biljke Plant height		Dužina klasa Spike length		Masa klasa Spike weight		Masa zrna po klasu Grain weight per spike		Broj zrna po klasu Grain number per spike	
	$\bar{x}$	V	$\bar{x}$	V	$\bar{x}$	V	$\bar{x}$	V	$\bar{x}$	V
	<b>Pobeda</b>	84.1	6.5	7.1	10.7	1.8	26.0	1.2	26.9	29.1
<b>Sara</b>	92.6	5.2	7.3	16.9	1.9	27.8	1.4	31.1	37.4	19.1
<b>Renesansa</b>	92.5	4.8	7.9	12.6	1.4	36.8	1.1	39.8	26.3	36.0
<b>Pesma</b>	92.7	4.8	8.2	16.2	1.6	21.0	1.2	22.8	30.6	21.2
<b>Evropa 90</b>	80.9	6.2	7.2	16.9	1.6	32.6	1.2	33.6	29.5	31.1
<b>NSR5</b>	75.1	9.3	7.1	16.3	1.3	28.8	0.8	44.9	24.6	38.2
<b>Simonida</b>	76.6	9.5	6.3	21.3	1.4	32.3	1.0	34.0	27.2	30.6
<b>NZR/LSD<sub>0,05</sub></b>	1.07		0.22		0.09		0.07		1.58	
<b>NZR/LSD<sub>0,01</sub></b>	1.40		0.29		0.12		0.09		2.08	

\* $\bar{x}$  -aritmetička sredina/mean value (cm); V-koeficijent varijacije/coefficient of variation (%)

### Masa klasa

Srednje vrednosti mase klasa se na černozeu kreću od  $\bar{x}$ =2.4 g kod sorte Simonida, do  $\bar{x}$ =3.4 g kod sorte Pobeda (tabela 1). Na solonjecu su dobijene znatno niže srednje vrednosti ove komponente prinosa, obzirom da se radi o zemljištu niže bonitetne klase. Najniža srednja vrednost mase klasa je uočena kod sorte NSR5 ( $\bar{x}$ =1.3 g), a najviša srednja vrednost kod sorte Sara ( $\bar{x}$ =1.9 g), tabela 2.

Najmanja varijabilnost mase klasa je na černozeu zabeležena kod sorte Pobeda (V=16.7%), koja ima i najveću srednju vrednost posmatrane komponente prinosa, dok je najviše varirala sorta Pesma (V=21.8%), tabela 1. Na halomorfnom solonjecu najviše varira sorta Renesansa (V=36.8%), dok najmanje varira sorta Pesma (V=21.0%), tabela 2. Sorta Pesma je na černozeu ispoljila najveću, a na solonjecu najmanju varijabilnost mase klasa, što može da ukaže na dobru adaptiranost ove sorte na uslove abiotičkog stresa na halomorfnom zemljištu, a u skladu je sa prethodnim rezultatima Petrović et al. (2016).

### Masa zrna po klasu

Srednje vrednosti mase zrna po klasu se statistički visoko značajno razlikuju među ispitivanim genotipovima. Najmanja srednja vrednost ove osobine je zabeležena kod sorti Pesma i Simonida ( $\bar{x}$ =1.9 g), a najveća srednja vrednost kod sorte Pobeda ( $\bar{x}$ =2.7g), koja ima i najveću srednju vrednost mase klasa (tabela 1). Na solonjecu su, obzirom na uslove halomorfnog zemljišta, dobijene značajno niže srednje vrednosti posmatrane komponente prinosa i kreću se od  $\bar{x}$ =0.8 g kod sorte NSR5, do  $\bar{x}$ =1.4 g kod sorte Sara, koja ima i najveću srednju vrednost mase klasa (tabela 2).

Najmanja varijabilnost mase zrna po klasu na černozeu je uočena kod sorte Pobeda (V=16.7%), a najveća kod sorte Pesma (V=24.5%), tabela 1. Na solonjecu za ovu osobinu najmanje varira sorta Pesma (V=22.8%), dok je najveća varijabilnost zapažena kod sorte NSR5 (V=44.9%), koja ima i najmanju srednju vrednost posmatrane osobine (tabela 2). Sorta Pesma je ispoljila najmanju varijabilnost mase zrna po klasu na oba ispitivana lokaliteta, odnosno na oba tipa zemljišta, mada je na černozeu imala najmanju srednju vrednost ove komponente prinosa.

### **Broj zrna po klasu**

Široka varijabilnost je uočena i za ovu komponentu prinosa. Tako se srednje vrednost kreću od  $\bar{x}=41.1$  kod sorte Simonida, do  $\bar{x}=52.0$  kod sorte Pobeda (tabela 1). U uslovima halomorfnog zemljišta, najmanja srednja vrednost broja zrna po klasu je dobijena kod sorte NSR5 ( $\bar{x}=24.6$ ), a najveća srednja vrednost kod sorte Sara ( $\bar{x}=37.4$ ), tabela 2.

Za ovu osobinu na černozeu najmanje varira sorta Pobeda ( $V=14.3\%$ ), a najviše sorta Sara ( $V=20.2\%$ ), tabela 1. Na solonjecu, u uslovima abiotičkog stresa, najmanja varijabilnost broja zrna po klasu je dobijena kod sorte Sara ( $V=19.1\%$ ), a najveća kod sorte NSR5 ( $V=38.2\%$ ), tabela 2. Sorta Sara je na solonjecu ispoljila najveći broj zrna po klasu, sa najmanjom varijabilnošću, a na černozeu je za ovu osobinu imala najveću varijabilnost, što pokazuje da se dobro adaptirala na uslove halomorfnog zemljišta, što je u skladu sa rezultatima koje navode Dimitrijević i sar. (2013).

### **Međuzavisnost ispitivanih komponenti prinosa**

Stepen povezanosti između pojedinih komponenti prinosa ima značaja u oplemenjivanju biljaka, jer ako postoji genetička međuzavisnost između osobina, selekcija u okviru jedne može da uslovi promene druge osobine. Na lokalitetu Rimski Šančevi i zemljištu tipa černozeu, su dobijene visoko značajne pozitivne vrednosti korelacionih koeficijenata između mase zrna po klasu i mase klasa ( $r=0.864$ ), kao i između broja zrna po klasu i mase klasa ( $r=0.654$ ). Takođe, na černozeu je dobijena visoko značajna pozitivna vrednost korelacionog koeficijenta između broja zrna po klasu i mase zrna po klasu ( $r=0.767$ ), što znači da se povećanjem broja zrna povećava i masa zrna po klasu (tabela 3). Dobijeni rezultat ukazuje da povećanje mase klasa može da se dobije povećanjem broja i mase zrna po klasu, a do sličnih rezultata su došli i Sokoto et al. (2012), ispitujuću korelacionu međuzavisnost između prinosa, komponenti prinosa i kvaliteta hlebne pšenice. Jocković (2015) je ustanovio pozitivnu korelaciju između broja zrna po klasu i prinosa, kao i između mase zrna po klasu i prinosa zrna pšenice, ali navodi da je veoma bitno da se posmatra i njihova međusobna povezanost sa ostalim osobinama. Kobiljski i Denčić (1997) ističu da je za povećanje prinosa pšenice veoma bitan i odnos između mase zrna po klasu i mase klasa (indeks klasa). Takođe ovi autori navode da se kod ispitanih novosadskih sorti pšenice ističe visoko značajna pozitivna korelacija između broja zrna i mase zrna po klasu sa prinosom zrna, mada ova povezanost ne mora uvek da dovede do povećanja prinosa, nego je mnogo pouzdaniji indikator prinosa indeks klasa.

Na solonjecu su ustanovljene značajne ili visoko značajne pozitivne korelacije između visine biljke i dužine klasa ( $r=0.485$ ), visine biljke i mase klasa ( $r=0.164$ ), visine biljke i mase zrna po klasu ( $r=0.276$ ) i visine biljke i broja zrna po klasu ( $r=0.225$ ), tabela 3. Sve ispitivane sorte pripadaju jednom ideotipu. Na černozeu u boljim agrotehničkim uslovima gajenja sorte istog ideotipa dostižu svoje fenotipske genetičke potencijale, u ovom slučaju visinu biljke i dužinu klasa ujednačenije, pa onda i nema statistički značajnog odnosa među njima. Međutim, u slučajevima stresnih uslova gajenja izazvanih, u ovom slučaju tipom zemljišta, različite sorte različito reaguju na ekološku varijaciju, dosežući različite nivoe realizacije genetičkog potencijala za ispitivane osobine. Ovo se odnosi i na visinu biljke i dužinu klasa, što se u ovom slučaju odrazilo na statistički značajnu pozitivnu korelaciju između ove dve dužinske osobine.

Kao i na černozeu, na solonjecu je uočena visoko značajna pozitivna korelacija između mase zrna po klasu i mase klasa ( $r=0.768$ ), broja zrna po klasu i mase klasa ( $r=0.664$ ), kao i između broja zrna po klasu i mase zrna po klasu ( $r=0.771$ ), tabela 3. Dobijeni rezultat pokazuje da se sa povećanjem jedne povećava i druga komponenta prinosa, koje će kasnije uticati i na povećanje samog prinosa, a u skladu je sa rezultatima koje navode laei et al. (2012).



**Tabela 3**

Pirsonovi korelacioni koeficijenti između ispitivanih osobina (vrednosti iznad dijagonale se odnose na lokalitet Rimski Šančevi, a ispod na lokalitet Kumane)

**Table 3**

Pearson's correlation coefficients between all the examined traits (values above the diagonal are related to Rimski Šančevi, while figures under the diagonal are related to Kumane)

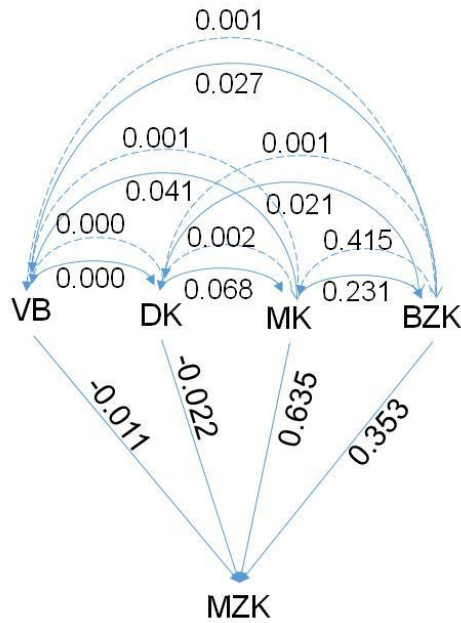
	Visina biljke <i>Plant height</i>	Dužina klasa <i>Spike length</i>	Masa klasa <i>Spike weight</i>	Masa zrna po klasu <i>Grain weight per spike</i>	Broj zrna po klasu <i>Grain number per spike</i>
Visina biljke	-	-0.021 <sup>ns</sup>	0.065 <sup>ns</sup>	0.058 <sup>ns</sup>	0.078 <sup>ns</sup>
Dužina klasa	0.485**	-	0.108 <sup>ns</sup>	0.069 <sup>ns</sup>	0.061 <sup>ns</sup>
Masa klasa	0.164*	-0.061 <sup>ns</sup>	-	0.864**	0.654**
Masa zrna po klasu	0.276**	0.078 <sup>ns</sup>	0.768**	-	0.767**
Broj zrna po klasu	0.225**	-0.016 <sup>ns</sup>	0.664**	0.771**	-

$t_{0,05, 210}=0,138$ ;  $t_{0,01, 210}=0,181$ ; ns - bez statističke značajnosti/no statistical significance

### **Analiza koeficijenata putanje**

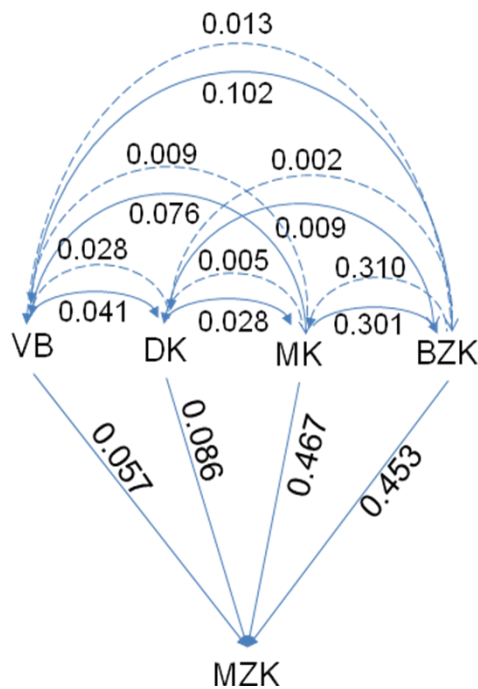
Da bi se dobile dodatne informacije o međusobnoj povezanosti ispitivanih osobina i njihovog međusobnog uticaja na prinos zrna po klasu pšenice, urađena je analiza koeficijenta putanje (*Path coefficient analysis*). Na ovaj način je koeficijent korelacije razložen na direktne i indirektno uticaje. Direktne efekte na oba lokaliteta su pokazali izraženiju vezu mase klasa (MK) i broja zrna po klasu (BZK) na masu zrna po klasu (MZK), grafikon 1 i grafikon 2.

Ovim se BZK afirmiše kao osobina koja je selekcionni kriterijum za povećanje MZK. Nešto jači direktan uticaj BZK na MZK u delu eksperimenta izvedenog u uslovima alkalizovanog zemljišta tipa solonjec, pokazuje da ova osobina dobija na značaju u formiranju prosečnog prinosa zrna po klasu, datog kroz MZK, u uslovima abiotičkog stresa. Takođe, veći direktan efekat mase klasa (MK) na MZK u uslovima eksperimenta na Rimskim Šančevima, u poređenju sa odgovarajućom vrednošću na lokalitetu Kumane, pokazuje da su gubici u klasu veći u uslovima abiotičkog stresa, te da je veza između MK i MZK u tim uslovima slabija. Dužinski parametri, visina biljke (VB) i dužina klasa (DK), prema dobijenim rezultatima, nisu ispoljili značajniji direktan efekat na MZK. Ovo je posledica fenotipske ujednačenosti sorti u eksperimentu, pošto sve pripadaju intenzivnim sortama pšenice. Ipak, uočljivo je da oba parametra pokazuju negativnu vezanost za MZK na lokalitetu Rimski Šančevi, dok je veza pozitivna na lokalitetu Kumane. To znači da su povoljniji proizvodni uslovi u delu oglada na Rimskim Šančevima uslovili povišene vrednosti visine biljke i dužine klasa, čak i preko optimalnih vrednosti za formiranje MZK, dok je na lokalitetu Kumane, zbog stresnih uslova gajenja, dobijeno upravo suprotno. Indirektni efekti na MZK su uglavnom na nivou neznačajnih korelacionih koeficijenata, izuzev u slučajevima BZK i MK, što dodatno ukazuje na značaj BZK, kao fenotipskog markera i objekta selekcionnog pritiska u cilju povećanja MZK (grafikon 1 i grafikon 2). Denčić et al. (2000) i El-Mohsen and El-Shafi (2014) ukazuju da su individualne osobine biljke, kao što je i broj zrna po klasu, veoma važne u formiranju prinosa zrna, posebno u stresnim uslovima gajenja pšenice. Rezultati dobijeni u ovom radu su u skladu sa rezultatima navedenih autora, kao i sa prethodnim istraživanjima Petrović i sar. (2013).



**Grafikon 1.** Dijagram analize putanje za uticaj visine biljke (VB), dužine klasa (DK), mase klasa (MK), broja zrna po klasu (BZK) na prinos biljke dat putem prosečne mase zrna po klasu (MZK) za sedam sorti hlebne pšenice gajene u ogledu na lokalitetu Rimski Šančevi

**Figure 1.** Path analysis diagram for the influence of the plant height (VB), spike length (DK), spike weight (MK), number of grain per spike (BZK) on the plant yield given through average grain weight per spike (MZK) for seven varieties of bread wheat at the locality of Rimski Šančevi



**Grafikon 2.** Dijagram analize putanje za uticaj visine biljke (VB), dužine klasa (DK), mase klasa (MK), broja zrna po klasu (BZK) na prinos biljke dat putem prosečne mase zrna po klasu (MZK) za sedam sorti hlebne pšenice gajene u ogledu na lokalitetu Kumane

**Figure 2.** Path analysis diagram for the influence of the plant height (VB), spike length (DK), spike weight (MK), number of grain per spike (BZK) on the plant yield given through average grain weight per spike (MZK) for seven varieties of bread wheat at the locality of Kumane village

## Zaključci

Srednje vrednosti ispitanih komponenti prinosa široko variraju. Pri tome, na solonjecu, u uslovima abiotičkog stresa, sve sorte su ostvarile značajno niže srednje vrednosti ispitanih komponenti prinosa u odnosu na one dobijene na černozeu. Sorta Pobjeda je imala najveće srednje vrednosti broja zrna, mase zrna po klasu i mase klasa na černozeu, dok se sorta Sara na solonjecu izdvaja po najvećim srednjim vrednostima navedenih osobina. Između većine komponenti prinosa ispitanih u ovom radu je dobijena značajna ili visoko značajna korelaciona povezanost. Analiza direktnih i indirektnih efekata je ukazala da je broj zrna po klasu fenotipski marker prosečnog prinosa zrna po klasu, datog kroz prosečnu masu zrna po klasu. Broj zrna po klasu je i osobina kroz koju pozitivnom selekcijom može da se poveća i masa zrna po klasu. Ostale osobine, visina biljke i dužina klasa nisu dale izražene direktne i indirektno efekte na varijaciju mase zrna po klasu, što znači da je prethodnom selekcijom postignut fenotipski optimum u odnosu mase zrna po klasu i ove dve osobine.

## Zahvalnica

Prikazani rezultati u radu su deo istraživanja u okviru Projekta Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije TR31066.

## Literatura

- Banjac, B. 2015. Potencijal za prinos i adaptacija pšenice na stresne uslove solonjeca. (Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet).
- Belić, M., Nešić, Ljiljana., Petrović, Sofija, Dimitrijević, M., Ćirić, V., Pekeč, S., Vasin, J. 2012: Impact of reclamation practices on the content and qualitative composition of exchangeable base cations of the solonetz soil. *Australian journal of crop science*, 6 (10), 1471-1480.
- Denčić, S., Kastori, R., Kobiljski, B., Duggan, B. 2000. Evaluation of grain yield and its components in wheat cultivars and landraces under near optimal and drought conditions. *Euphytica*, 113, 1, 43-52.
- Dimitrijević, M., Petrović, S., Banjac, B. 2012. Wheat breeding in abiotic stress conditions of solonetz. *Genetika*, 44, 1: 91-100.
- Dimitrijević, M., Petrović, Sofija, Banjac, B. 2013. Varijacija fenotipskih markera prinosa pšenice na alkalizovanom zemljištu. *Selekcija i semenarstvo*, XIX, 2, 1-9.
- Đorđević, A., Radmanović, S. 2016. *Pedologija*. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet.
- El-Mohsen, A. A., El-Shafi, M.A. 2014. Regression and path analysis in Egyptian bread wheat. *Journal of Agri-Food and Applied Sciences*, 2, 5, 139-148.
- Iaei, H., Afshari, M. R., Kamali, J., Hassanzadeh, A. H. 2012. Study Yield And Yield Components Comparison Correlation Some Physiological Characteristics, 20 Genotypes Of Bread Wheat. *Annals of Biological Research*, 3, 9, 4343-435.
- Jocković, B. 2015. Kombinacione sposobnosti sorti pšenice za dužinu nalivanja zrna i komponente prinosa. (Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet).
- Knežević, D., Paunović, A., Madić, Milomirka, Kondić, Danijela, Menkovska, Mirjana. 2016. Oplemenjivanje pšenice i ječma i očuvanje genetičkih resursa u poljoprivredi. XXI Savetovanje o biotehnologiji. Čačak, 11-12. mart 2016. *Zbornik radova*. 21 (23), 11-18.
- Kobiljski, B., Denčić, S. 1997. Karakteristike klasa- Selekcioni kriterijum za prinos pšenice. *Selekcija i semenarstvo*, IV, 3-4, 17-22.
- Leonard, D. 1986. *Soils, Crops and Fertilizer Use: A Field Manual for Development Workers*. Chapter 12: Salinity and alkalinity problems. Publ. Peace Corps, Information Collection and Exchange, 338 p.
- Pavlović P., Kostić N., Karadžić B., Mitrović M. 2017. Order of Halomorphic and Subaquatic Soils. In: *The Soils of Serbia*. World Soils Book Series. Springer, Dordrecht
- Petrović, Sofija, Dimitrijević, M., Ljubičić, Nataša, Banjac, B. 2013. Nasleđivanje osobina klasa heksaploidne pšenice (*Triticum aestivum* L.). *Selekcija i semenarstvo*, XIX, 1, 43-52.
- Petrović, Sofija, Dimitrijević, M., Banjac, B., Mladenov, V. 2016. Selection of wheat superior genetic variation for growing in halomorphic soil conditions. VII International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2016", Jahorina, 6-9. October. *Book of proceedings*, 193-198.
- Sokoto, M.B. Abubakar, I.U., Dikko, A.U. 2012. Correlation Analysis of some Growth, Yield, Yield Components and Grain Quality of Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Nigerian Journal of Basic and Applied Science*, 20(4): 349-356.
- Spasovski, Milena, Šantić, Danica. 2011. Sedam milijarditi stanovnik sveta- Polarizovanost demografskog razvitka na početku XX veka. *Demografija*, VIII, 7-26.
- [www.fao.org/FAOSTAT](http://www.fao.org/FAOSTAT), posećeno decembra 2017.
- [www.mpzss.gov.rs](http://www.mpzss.gov.rs), posećeno decembra 2017.
- [www.pks.rs](http://www.pks.rs), posećeno decembra 2017.



## Correlation and Path coefficient analysis of yield components in bread wheat (*Triticum aestivum* L.)

Sofija Petrović<sup>1\*</sup>, Miodrag Dimitrijević<sup>1</sup>, Borislav Banjac<sup>1</sup>, Velimir Mladenov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Department of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Serbia

\*Corresponding author: [sonjap@polj.uns.ac.rs](mailto:sonjap@polj.uns.ac.rs)

### ABSTRACT

The results of the experiment consisting of seven bread wheat varieties: Pobeda, Sara, Renesansa, Pesma, Evropa 90, NSR5 and Simonida, are presented in the article. The trial was set at the location of Rimski Šančevi, on the soil of the chernozem soil, as well as at the Kumane site, in the abiotic stress conditions of the solonetz type halomorphous soil. The following yield components were tested: plant height, spike length, spike weight, grain weight per spike and number of grains per spike. The interrelations of the properties tested were determined by calculating the simple Pearson's coefficients of correlation, as well as, the analysis of the indirect coefficient correlation using the Path analysis. On the basis of the obtained results, wide variability of the yield components was determined, with significantly higher mean values obtained on the fertile soil of the chernozem type, than on the solonetz soil. Significant or highly significant interdependence of yield components was noticed. Parsing simple correlations to direct and indirect effects, by Path coefficients analysis, it was determined that the genetic variation of the number of grains per spike still gave the room for positive selection, which would increase the grain weight per spike. That is not the case with the other two investigated properties, plant height and spike length. This particularly refers to the breeding for the improvement of wheat varieties better adapted to the alkaline soil abiotic stress conditions.

### KEY WORDS

wheat, yield components, variability, soil, correlations, path coefficient

Primljen: 22.11.2017.

Prihvaćen: 19.12.2017.