

Očekivana dobit od selekcije na svojstva kvalitete pšenice

Dario Novoselović¹, Ruđer Šimek¹, Sonja Marić², Georg Drezner¹

¹Poljoprivredni institut Osijek, Južno predgrađe 17, 31000 Osijek, Hrvatska
(dario.novoselovic@poljinoh.hr)

²Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijek, Trg Svetog Trojstva 3, 31000 Osijek, Hrvatska

Sažetak

Cilj istraživanja bio je procijeniti očekivanu dobit od selekcije na odabrana svojstva pšenice (sadržaj bjelančevina, sadržaj vlažnog ljepka i vrijednost zamjesa tijesta srednje crte), te utjecaj izravne selekcije na ostala svojstva koja nisu korištena kao selekcijski kriterij. Dobiveni rezultati ukazuju na uspješnost izravne selekcije na gore spomenuta svojstva i utjecaj genetske osnove populacije. Očekivana dobit varirala je, uz primijenjeni intenzitet selekcije od 10 %, i to za sadržaj bjelančevina od 9.99 do 14.28 %, sadržaj vlažnog ljepka od 24.84 do 36.99 % i vrijednost zamjesa srednje crte od 6.71 do 25.78 %. Od svojstava koji nisu bili pod izravnom selekcijom najviše se mijenjao gluten indeks.

Ključne riječi: pšenica, nasljednost, dobit od selekcije, kvaliteta, korelacije

Uvod

Kako bi zadržali ili povećali svoj udio na tržištu oplemenjivači pšenice moraju kontinuirano poboljšavati najvažnija gospodarska svojstva uključujući i kvalitetu zrna i brašna. Shodno tome, ispunjavanje ovih ciljeva ima za posljedicu povećanje troškova samih oplemenjivačkih programa. Jedan od putova kako optimalizirati troškove programa je racionalno upravljanje generacijskim materijalom i identifikacija onih gospodarskih svojstava koja doprinose većoj stopi genetske dobiti od selekcije. Pod racionalnim upravljanjem smatra se način na koji se odabiru roditelji za križanja i kako se vodi selekcija. Vrijednost križanja može se predvidjeti jedino u slučaju da su nam na raspolaganju informacije o genima koji kontroliraju svojstvo od interesa kod odabranih roditelja. No, za većinu svojstava od ekonomskog interesa ovi geni ostaju nepoznati i zbog te činjenice mnoge kombinacije križanja se odbacuju već u ranim generacijama selekcije. Prema procjeni Van Ginkela i suradnika (2002) od ukupnog broja križanja do faze testiranja u pokusima ostane 10 % od početnog broja križanja, a svega 1-2 % daju priznate kultivare.

Kako genetska dobit od selekcije ovisi o ukupnoj genetskoj varijaciji, nasljednosti ili ponovljivosti svojstva (h^2) i primijenjenom intenzitetu selekcije (Allard, 1961; Lerner, 1961; Poehlman and Sleper, 1995), tako je važno u kojoj generaciji se započinje sa selekcijom, jer složenost nasljeđivanja može biti izraženija zbog učinaka dominacije i epistaze, ali i interakcije gena s okolinom, na ukupnu genetsku varijancu (ovisno o generaciji izbora) (Wang i sur., 2005). Kod pšenice se, iz praktičnih razloga, u selekciji na svojstva kvalitete započinje u kasnijim generacijama kada je gotova sva genetska varijanca aditivnog tipa i sama nasljednost svojstava vrlo visoka.

Iz toga razloga cilj rada je bio ispitati učinak jednog ciklusa direktne selekcije, na posebno razvijenom genetskom materijalu pšenice, i procijeniti očekivanu dobit od selekcije na pojedino svojstvo i njihov utjecaj na druga svojstva kvalitete zrna i brašna koja nisu pod selekcijom.

Materijal i metode

Pokus je postavljen kao monofaktorijski (genotip) pokus u dva ponavljanja prema red*stupac (row*column design) rasporedu sa 143 genotipa pšenice (rekombinirane inbred linije F7 generacije) iz kombinacije križanja Bezostaja/Klara) i 173 genotipa pšenice (rekombinirane inbred linije F7 generacije) iz kombinacije križanja Monika/Golubica na lokacijama Osijek i Slavonski Brod u vegetacijskoj godini 2008/09.

Analizirana su slijedeća svojstva: sadržaj bjelančevina (%), tvrdoća zrna, sadržaj vlažnog ljepka (%), gluten indeks (%), vrijeme zamjesa tijesta (min) i vrijednost zamjesa srednje crte. Za analizu ovih svojstava korišteni su uređaji NIR Infratec 1241, Glutomatic Perten i miksograf.

Statistička obrada podataka urađena je korištenjem procedura MEANS, CORR i MIXED u SAS/STAT(R) 9.2 statističkom programu (SAS Institute, 2009.). Kao parametar korelacije korišten je Pearsonov koeficijent linearne korelacije i razina njegove značajnosti testirana je na osnovi prosječnih vrijednosti u pokusu.

Procjena očekivane dobiti od selekcije (G) izračunata je prema formuli $G=S \cdot h^2$.

Selekcijski diferencijal (S) izračunat je po formuli $S=X_{OL}-X_P$, gdje je

X_{OL} = prosjek odabranih linija uz intenzitet selekcije od 10 %.

X_P = prosjek svih rekombiniranih inbred linija kombinacije križanja.

Nasljednost u užem smislu (h^2) izračunata i procjenjena je korištenjem procedure PROC MIXED s opcijom ASYCOV (Holland et al., 2003) (izvorni kod: <http://www4.ncsu.edu/~jholland/heritability.html>).

Rezultati i rasprava

Iz Tablice 1. vidljivo je za svojstva sadržaja bjelančevina, tvrdoće zrna, sadržaja vlažnog ljepka i vrijednosti zamjesa srednje crte prosječne vrijednosti da su bile veće na lokaciji Osijek, a za svojstvo gluten indeksa u Slavonskom Brodu. Razlike u svojstvima između kombinacija križanja na obje lokacije bile su dosljedne za tvrdoću zrna i gluten indeks, gdje su prosječne vrijednosti bile veće u kombinaciji križanja Bezostaja/Klara (Tablica 1).

Tablica 1. Minimalne, maksimalne i prosječne vrijednosti analiziranih svojstava kvalitete ozime pšenice.

	Sadržaj bjelančevina (%)	Tvrdoća zrna	Sadržaj vlažnog ljepka (%)	Gluten indeks (%)	Vrijeme zamjesa tijesta (min)	Vrijednost zamjesa srednje crte
OSIJEK		BEZOSTAJA/KLARA				
Minimum	11.80	49.80	22.26	70.20	3.40	29.83
Maksimum	16.10	89.60	48.36	99.67	7.71	55.06
Prosjek	14.09	73.70	33.83	96.32	5.75	43.97
SLAVONSKI BROD		MONIKA/GOLUBICA				
Minimum	10.75	40.20	16.42	62.37	1.22	24.95
Maksimum	14.80	79.35	37.68	99.63	7.90	48.53
Prosjek	12.45	60.38	25.73	97.69	5.18	38.06
OSIJEK		MONIKA/GOLUBICA				
Minimum	11.70	48.45	21.89	39.63	2.00	36.70
Maksimum	16.15	82.75	56.82	99.76	7.55	71.85
Prosjek	13.66	67.03	33.18	88.83	4.97	49.24
SLAVONSKI BROD		MONIKA/GOLUBICA				
Minimum	10.50	24.95	18.50	36.78	1.44	33.92
Maksimum	15.70	70.40	49.98	99.64	7.91	58.54
Prosjek	12.91	51.55	29.94	89.96	5.26	43.58

Razlike u prosječnim vrijednostima i pojedina odstupanja od očekivanih razlika mogu se pripisati utjecaju lokaliteta pokusa i eventualnoj eksperimentalnoj pogrešci.

Uzimajući u obzir činjenicu da je u obje kombinacije križanja testiran veliki broj genotipova, shodno tome je i većina koeficijenta linearne korelacije bila statistički značajna, iako stupanj međuovisnosti između svojstava nije uvijek bio značajno visok.

Tablica 2. Koeficijenti linearnih korelacija (Pearson) između analiziranih svojstva ovisno o kombinaciji križanja i lokaciji pokusa (donji lijevi dio-Slavonski Brod, gornji desni dio-Osijek) u 2008/09 godini.

	Sadržaj bjelančevina	Tvrdoća zrna	Sadržaj vlažnog ljepka	Gluten indeks	Vrijeme zamjesa tijesta	Vrijednost zamjesa srednje crte
SlavonskiBrod/Osijek			Bezostaja/Klara			
Sadržaj bjelančevina	1	0.38	0.91	-0.58	-0.17	0.62
p		<.0001	<.0001	<.0001	0.0358	<.0001
Tvrdoća zrna	0.52	1	0.47	-0.18	-0.16	0.45
p	<.0001		<.0001	0.0324	0.0586	<.0001
Sadržaj vlažnog ljepka	0.92	0.61	1	-0.68	-0.34	0.67
p	<.0001	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001
Gluten indeks	-0.37	-0.22	-0.51	1	0.44	-0.41
p	<.0001	0.0078	<.0001		<.0001	<.0001
Vrijeme zamjesa	0.61	0.32	0.58	-0.06	1	-0.32
p	<.0001	<.0001	<.0001	0.4599		<.0001
Vrijednost zamjesa srednje crte	0.70	0.52	0.70	-0.16	0.41	1
p	<.0001	<.0001	<.0001	0.0444	<.0001	
SlavonskiBrod/Osijek			Monika/Golubica			
Sadržaj bjelančevina	1	0.36	0.84	-0.49	-0.04	0.64
p		<.0001	<.0001	<.0001	0.5708	<.0001
Tvrdoća zrna	0.39	1	0.36	-0.16	-0.07	0.43
p	<.0001		<.0001	0.0297	0.325	<.0001
Sadržaj vlažnog ljepka	0.84	0.36	1	-0.76	-0.34	0.76
p	<.0001	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001
Gluten indeks	-0.38	0.00	-0.69	1	0.54	-0.45
p	<.0001	0.9632	<.0001		<.0001	<.0001
Vrijeme zamjesa tijesta	0.25	0.21	0.02	0.34	1	-0.21
p	0.0008	0.005	0.8096	<.0001		0.0046
Vrijednost zamjesa srednje crte	0.69	0.51	0.75	-0.35	0.12	1
p	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.1242	

*p=razina značajnosti linearnog koeficijenta korelacije

U obje kombinacije križanja i lokacije pokusa utvrđene su podudarne i konzistentne korelacije između sadržaja bjelančevina i sadržaja vlažnog ljepkca ($r=0.84-0.92^{***}$), sadržaja bjelančevina i vrijednosti zamjesa srednje crte ($r=0.62-0.70^{***}$), te sadržaja vlažnog ljepkca i vrijednosti zamjesa srednje crte ($r=0.67-0.76^{***}$). Drugi autori su našli slične razine korelacija, postojanje različitih vrijednosti korelacija između bjelančevina i drugih parametara miksografa najčešće se može dovesti u vezi s prisutnošću određenih gluteninskih (Glu 5+10 i 17+18) i različitih glijadinskih frakcija bjelančevina (Bergman et al., 1998; Dong et al., 1992).

Kada se primijene različiti selekcijski kriteriji očekivana dobit se mijenja u ovisnosti od svojstva (Tablica 3) i ukazuju na podudarnost s rezultatima drugih autora koji navode da je izravna selekcija na jedno svojstvo uspješna, no zbog različitih genetskih interakcija i korelacija s drugim svojstvima, često dovode do neželjenih učinaka na druga svojstva (Sgro and Hoffman, 2004; Na Niu et al., 2010).

Uz intenzitet selekcije od 10 % izborom na povećani sadržaj bjelančevina i sadržaj vlažnog ljepkca u obje kombinacije križanja i na obje lokacije utvrđeno je da se istovremeno povećava tvrdoća zrna i vrijednost zamjesa tijesta, dok se vrijednosti gluten indeksa i vremena zamjesa tijesta srednje crte uglavnom smanjuju. Naročito smanjenje zabilježeno je u populaciji genotipova Monika/Golubica što ukazuje da izbor na ova svojstva ovisi o genetskoj osnovi. Pri izboru na vrijednost zamjesa tijesta srednje crte odabirom 10 % genotipova nije utvrđena konzistentna promjena u ostalim svojstvima (osim za gluten indeks), a što je vjerojatno posljedica niskih korelacija između svojstava (Tablica 3).

Tablica 3. Očekivana dobit od selekcije (relativno u %) ovisno o kriteriju izbora.

Kombinacija križanja	Lok	Sadržaj bjelančevina	Tvrdoća zrna	Sadržaj vlažnog ljepkca	Gluten Indeks	Vrijednost zamjesa srednje crte	Vrijeme zamjesa tijesta
Sadržaj bjelančevina							
Bezostaja/Klara	OS	11.01	7.11	23.84	-7.88	9.75	-6.89
	SB	9.99	10.48	30.82	-3.22	14.98	5.58
Monika/Golubica	OS	14.04	10.16	25.60	-20.00	12.98	-9.59
	SB	14.28	8.89	31.67	-15.71	15.75	-1.35
Sadržaj vlažnog ljepkca							
Bezostaja/Klara	OS	10.35	7.19	24.84	-7.72	9.79	-10.76
	SB	9.18	11.04	33.69	-8.97	12.85	3.29
Monika/Golubica	OS	12.78	10.87	31.34	-29.10	20.57	-22.23
	SB	10.93	15.68	36.99	-23.09	19.91	-14.86
Vrijednost zamjesa srednje crte							
Bezostaja/Klara	OS	5.82	3.65	14.42	-4.09	16.69	-12.85
	SB	-2.68	-12.79	-10.81	0.90	6.71	1.08
Monika/Golubica	OS	8.42	10.59	24.16	-18.72	25.78	-22.72
	SB	10.15	20.57	30.71	-12.78	24.08	-6.95

Zaključci

Očekivana dobit od selekcija, izražena relativno u postotku, ovisila je o pojedinim svojstvima, i uz primijenjeni intenzitet selekcije od 10 %, varirala je za sadržaj bjelančevina od 9.99 do 14.28 %, za sadržaj vlažnog ljepkca od 24.84 do 36.99 % i vrijednost zamjesa srednje crte od 6.71 do 25.78 %.

Od svojstava koji nisu bili selekcijski kriterij, najviše se mijenjao gluten indeks i to uglavnom s negativnim predznakom (od -29.10 do 0.90 %), naročito u slučaju kad je selekcijski kriterij bio sadržaj vlažnog ljepkca.

Očekivana dobit od selekcije i reakcija genotipova kroz vrijednost drugih analiziranih svojstava ovisila je o genetskoj osnovi populacije iz koje linije potječu (Monika/Golubica vs. Bezostaja/Klara).

Zahvala

Ovaj rad financiran je od strane MZOŠ-a Republike Hrvatske u sklopu projekta „Razvoj QTL pomoću molekularnih markera za svojstva kvalitete pšenice“ (073-0730718-0536).

Literatura

- Allard, R. W. (1961). Principles of Plant Breeding. J. Wiley & Sons Ltd. New York, London.
- Bergman, C.J., Gualberto, D.G., Campbell, K.G., Sorrells, M.E., Finney, P.L. (1998). Genotype and environment effects on wheat quality traits in a population derived from a soft by hard cross. *Cereal Chem.* **75(5)**:729-737.
- Dong, H., Sears, R.G., Cox, T.S., Hosney R.C., Lookhart, G.L., Shogren, M.D. (1992). Relationships between protein composition and mixograph and loaf characteristics in wheat. *Cereal Chem.* **69(2)**:132-136.
- Holland, J. B. W. E. Nyquist and C. T. Cervantes-Martinez. (2003). Estimating and interpreting heritability for plant breeding: an update. *Plant Breed. Rev.* **22**: 9-112.
<http://www4.ncsu.edu/~jholland/heritability.html>
- Lerner, M.I. (1961). The Genetic Basis Of Selection. J. Wiley & Sons Ltd., New York, London.
- Na Niu, Vivi N. Arief, Ian H. DeLacy, Douglas Lush, John Sheppard, Gaisheng Zhang and Mark J. Dieters (2010). Genetic gain in yield and protein over two cycles of a wheat recurrent selection program. *Breed. Sci.* **60**: 181-186.
- Poehlman, J. M. and Sleper, A.D. (1995). Breeding Field Crops. Fourth Edition. Iowa State University Press/Ames.
- SAS Institute. (2009). SAS/STAT(R) 9.2 User's Guide, Second Edition.
<http://support.sas.com/documentation/onlinedoc/stat/>
- Sgro, C.M. and Hoffmann, A.A. (2004). Genetic correlations, tradeoffs and environmental variation. *Heredity* **9**: 241-248.
- van Ginkel, M. Trethowan, R. Ammar, K. Wang, J. Lillem, M. (2002). Guide to bread wheat breeding at Cimmyt (rev.). Wheat Special Report No.5. CIMMYT:D.F., Mexico.
- Wang, J. Eagles, H.A. Trethowan, R. and van Hinkel, M. (2005). Using computer simulation of the selection process and known gene information to assist in parental selection in wheat quality breeding. *Australian Journal of Agricultural Research.* **56**: 465-473.

Expected selection response for wheat quality traits

Abstract

The aim of this research was to study the influence of the direct selection on some selected wheat quality traits (grain protein content, wet gluten content, midline curve tail value of mixing) and its effects on traits that were not used as a selection criterion.

These results suggest on the success of direct selection and influence of genetic background on it. Expected selection response varied depending on the trait, with applied selection intensity of 10 %, from 9.99 to 14.28 % for grain protein content, from 24.84 to 36.99 % for wet gluten content and from 6.71 to 25.78 for midline curve peak value of mixing. The most variable trait not exposed to direct selection was gluten index.

Key words: wheat, heritability, selection response, quality, correlations