
PETI KONGRES O KOROVIMA

Fifth Congress of Weeds

**ZBORNİK RADOVA
Proceedings**

BANJA KOVILJAČA
18-21. juna 1996.

PIREVINA KAO IZVOR GENA OTPORNOSTI
PREMA RĐAMA PŠENICES. Stojanović¹, Stojanović Jovanka¹, Z. Jerković², S. Milijić³, R. Jevtić²^{1,3} Institut za istraživanja u poljoprivredi »Srbija«¹ Centar za strna žita, Kragujevac² Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad³ Centar za poljoprivredna i tehnološka istraživanja, Zaječar

Izvod: U radu je prikazana efikasnost Sr24, Sr25, Sr26 i Lr19, Lr24 i Lr29 gena otpornosti poreklom iz pirevine prema stabljličnoj i lisnoj rđi pšenice. Istaknuta je visoka efikasnost Sr24 i Sr26 gena prema različitim patotipovima *Puccinia graminis tritici* u fazi sejanaca, kao i njihova niska efikasnost u odraslom stadijumu u lokalitetima Kragujevac i Zaječar. Prema *Puccinia recondita tritici* vrlo efikasni su bili Lr19 i Lr24 geni. U našoj populaciji parazita nije bilo alela virulentnosti za Lr19 gen. Geni iz pirevine (posebno *Agropyron elongatum*) su veoma značajni u selekcionom programu pšenice kao donori Sr i Lr gena otpornosti prema rđama.

Ključne reči: Pirevina, geni, pšenica, stabljlična rđa, lisna rđa, otpornost.

Abstract: In the paper showed effectiveness of Sr24, Sr25, Sr26 and Lr19, Lr24 and Lr29 resistance genes from the quitch grass to wheat stem and leaf rust. It is pointed out on high effectiveness Sr24 and Sr26 genes to different pathotypes of *Puccinia graminis tritici* in the seedling stage, as a theirs low effectiveness at adult stage in the locations Kragujevac and Zaječar. Very effective to *Puccinia recondita tritici* were Lr19 and Lr24 genes. In our population of parasites there is no virulence alele to Lr19 gene. Genes from the quitch grass (especially *Agropyron elongatum*) are very important in breeding program of wheat, as dodonors Sr and Lr genes of resistance to rusts.

Key words: Quitch grass. - Genes. - Wheat. - Stem rust. - Leaf rust. - Resistance.

UVOD

Pšenica (*Triticum aestivum* L.) je osnovna hraniteljka za tri vrste rđa: stabljličnu (*Puccinia graminis tritici*), lisnu (*Puccinia recondita tritici*) i žutu (*Puccinia striiformis*). U nas je najvažnija lisna rđa, jer je najčešća i najštetnija. Stabljlična i žuta rđa se sporadično javljaju i zasad nemaju veći značaj.

Pirevina (*Agropyron Gaertn*) je veoma rasprostranjena korovska biljka i predstavlja dopunsku hraniteljku za prouzrokovaoče rđa pšenice (Jekson i Mains, 1921; Kostić, 1962; Хоряков и Федорова, 1957; Stojanović et al, 1992). Zbog toga ona može da ima veoma važnu ulogu u epidemiologiji i imunologiji parazita. Najefikasniji geni otpornosti za rđe su nađeni među srodnicima meke pšenice,

gde spada i pirevina. Od nje potiču različiti Sr, Lr i Yr geni (Knott, 1961; Sharma i Knott, 1966; Sears, 1973; Sharma i Gill, 1983; McIntosh, 1988). Njihovom transgresijom iz pirevine u pšenicu stvorene su mnoge otporne sorte (Knott, 1956; Caldwell et al, 1956).

Cilj rada je da ukaže na neke gene otpornosti prema rdama pšenice koji potiču od pirevine, njihovu efikasnost u našim agroekološkim uslovima i mogućnosti korišćenja u selekciji.

MATERIJAL I METODE RADA

Ispitivanja su obavljena u periodu 1992–1994. u Centru za strna žita u Kragujevcu, Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu i Centru za poljoprivredna i tehnološka istraživanja u Zaječaru. Korišćene su linije pšenice sa Sr i Lr genima otpornosti poreklom od *Agropyron elongatum* (Tabela 1.) i čiste kulture gljiva *Puccinia graminis tritici* i *Puccinia recondita tritici*. Uredouzorcji ovih gljiva su prikupljeni sa različitih sorata pšenice u više lokaliteta Srbije.

Tabela 1.

LINIJE PŠENICE SA Sr I Lr GENIMA OTPORNOSTI Wheat lines with Sr and Lr resistance genes				
Primalac gena Receptient of gene	Vrsta pirevine <i>Agropyron spp.</i>	Hromozomi Chromosomes	Gen Gene	Autor Author
Agent	<i>Agropyron elongatum</i>	3Ag/3DL	Sr24	McIntosh et al, 1977
Chinese Spring	<i>Agropyron elongatum</i>	7Ag/7DL	Sr25	Sears, 1973
Thatcher	<i>Agropyron elongatum</i>	6Ag/6DL	Sr26	Knott, 1961
Agatha	<i>Agropyron elongatum</i>	7Ag/7DL	Lr19	Sharma i Knott, 1966
Osage	<i>Agropyron elongatum</i>	3Ag/3DL	Lr24	Browder, 1980
Agrus	<i>Agropyron elongatum</i>	7Ag/7DS	Lr29	Petterson et al, 1985

Za ispitivanja efikasnosti Sr i Lr gena u fazi sejanaca, seme linija pšenice je sejano u saksije. Kada se dobro razvio prvi list, obavljena je njegova inokulacija uredosporama prevalentnih kultura gljiva. Nakon 10–12 dana ocenjivan je način reakcije biljaka odredivanjem tipova infekcije 0–4 (Stakman et al, 1962). Tipovi infekcije imaju sledeća značenja:

- 0 – Vrlo otporan (VR): uredopustule nisu vidljive, moguća je pojava sitnih nekrotičnih pega;
- 1 – Otporan (R): uredopustule su sitne, moguća je pojava sitnih nekrotičnih pega;
- 2 – Srednje otporan (MR): uredopustule su nešto krupnije, mogu se javiti hlorotične zone ili sitne nekrotične pege;

- 3 – Srednje osetljiv (MS); uredopustule su krupne, mogu se javiti hlortične zone, ali ne i nekrotične pege;
- 4 – Vrlo osetljiv (VR): uredopustule su vrlo krupne, ređa je pojava hlortičnih zona oko njih;
- X – Intermedijaran (I): pojava različitih tipova infekcije na istom listu.

Variranja u okviru jednog tipa infekcije označavana su sa »+«, »-« i »;«.

U cilju ispitivanja efikasnosti gena u fazi odraslih biljaka seme Sr linija je sejano u lokalitetima Kragujevac i Zaječar, a Lr linija u lokalitetima Kragujevac i Novi Sad. Veštačke inokulacije sa *Puccinia graminis tritici* su vršene metodom hipodermalnog injektiranja suspenzije uredospora u stabla biljaka pšenice, a *Puccinia recondita tritici* prskanjem biljaka suspenzijom uredospora. U periodu potpunog razvoja bolesti vršeno je očitavanje načina reakcije biljaka određivanjem tipova infekcije (0-4) i intenziteta zaraze (0-100%). Intenzitet zaraze je odredivan po modifikovanoj Cobb-ovoj skali (Peterson et al, 1948).

Efikasni su oni geni koji, u interakciji sa genima parazita za virulentnost, omogućavaju pojavu otpornih (0-2), a neefikasni pojavu osetljivih tipova infekcije (3-4).

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Iz podataka u tabeli 2. može se videti da su geni Sr24 i Sr26 pružali dobru zaštitu prema prevalentnim patotipovima *Puccinia graminis tritici* u fazi sejanaca. Za razliku od njih gen Sr25 je bio nedovoljno efikasan, jer su biljke sa ovim genom reagovale srednje osetljivim tipom infekcije. Međutim, u fazi odraslih biljaka u uslovima epifitotične pojave bolesti nijedan od ispitivanih Sr gena nije bio efikasan. Izogene linije sa genima Sr24, Sr25, Sr26 su reagovale vrlo osetljivim tipom infekcije (4) i relativno visokim intenzitetom zaraze (20-60%). U odnosu na kontrolnu sorti L. Club najniži intenzitet zaraze je zabeležen kod linije sa genom Sr26.

Tabela 2.

REAKCIJA LINIJA PŠENICE PREMA STABLJIČNOJ RĐI							
Reaction of wheat lines to stem rust							
Sr gen Sr gene	Sejanci – Seedlings					Odrasle biljke Adult plants	
	Patotip – Pathotype					Lokalitet – Location	
	RHT	RHS	RKK	RKB	RKT	Kragujevac	Zaječar
Sr24	1+	2	0;	1+	0;	60VS	60VS
Sr25	3-	3+	3-	2++	0;	60VS	50VS
Sr26	1+	0;	0;	0;	0;	50VS	20VS
L. Club (K)	4	4	4	4	4	90VS	60VS

Prema prouzročivaču lisne rđe efikasni su bili geni Lr19 i Lr24, kako u fazi sejanaca tako i u fazi odraslih biljaka pšenice, dok je gen Lr29 bio neefikasan (Tabela 3.). Do sličnih rezultata su došli i drugi istraživači. Tako, Long i Kolmer (1989) ukazuju na visoku efikasnost Lr19 i Lr24 gena. Bošković (1992) navodi da je od 26 ispitivanih Lr gena jedino Lr19 ispoljio potpunu efikasnost, nešto slabiju Lr24 i Lr29, dok su ostali bili neefikasni. Schlehber i Sebesta (1958) ukazuju na povezanost Sr24 sa Lr24 genom, a Caldwell et al. (1956) na povezanost Sr25 sa Lr19 genom. Činjenica o povezanosti gena otpornosti prema različitim bolestima ukazuje na mogućnost ostvarenja kompleksne otpornosti. Воронкова (1974) iznosi mišljenje više autora da je udaljena hibridizacija najbolji put u selekciji pšenice na otpornost prema bolestima, jer obezbeđuje dobijanje novih gena. Novija istraživanja u nas su usmerena ka akumulaciji više gena u jednoj sorti i postizanju nekompletne otpornosti pšenice prema rdama (Jerković et al., 1994).

Tabela 3.

REAKCIJA LINIJA PŠENICE PREMA LISNOJ RĐI
Reaction of wheat lines to leaf rust

Lr gen Lr gene	Sejanci – Seedlings		Odrasle biljke – Adult plants	
	Kragujevac	Novi Sad	Kragujevac	Novi Sad
Lr19	0;	0	OVR	OVR
Lr24	0	0;	10MR	OVR
Lr29	3+	4	5MS	30VS
L. Club (K)	4	4	80VS	80VS

Dobijeni rezultati pokazuju da pirevina može da bude značajan izvor gena otpornosti prema rdama pšenice. Zbog toga, linije i sorte pšenice sa genima iz ove korovske biljke treba češće koristiti u selekciji na otpornost. Pri tome treba znati da transgresija gena iz pirevine u pšenicu nije jednostavna i da je vezana sa problemom sterilnosti hibrida i prenošenja nepoželjnih svojstava na potomstvo. Zato se pri hibridizaciji koriste diploidne i tetraploidne vrste pšenice kao posrednici, a primenjuje se i veći broj povratnih ukrštanja. Caldwell et al. (1956) su gene otpornosti od *Agropyron elongatum* preneli u sortu Knox, kroz seriju od pet povratnih ukrštanja. Knott i Green (1965) su povratna ukrštanja veoma uspešno koristili pri stvaranju izogenih linija. Knott (1962) je uspeo da gene otpornosti iz pirevine prenese u sortu Khapstein i tako zaustavi epifitociju stabljичne rđe u severnoj Americi, izazvanu rasama 15B i 56. Sharma i Sing (1966) su dobili hibride od *Agropyron elongatum* koji su bili otporni prema spektru rasa *Puccinia recondita tritici*. Ova i mnoga druga istraživanja pokazuju da se geni otpornosti mogu preneti iz pirevine u pšenicu i tako obezbediti njenu dobru zaštitu.

Osim *Agropyron elongatum* korišćene su i druge vrste pirevine kao donori gena otpornosti za rđe pšenice. Cauderon, Wienhues, Yamamori, McIntosh, Mukade i dr. (loc. cit. Shepherd i Islam, 1988) kao moguće izvore Sr, Lr i Yr gena navode još i *Agropyron intermedium* ($2n=70$), *Agropyron glaucum* ($2n=42$) i *Agro-*

pyron trichophorum ($2n=42$). Maan i Gordon (1988) daju veoma opširan prikaz hibrida nastalih između različitih vrsta *Agropyron* i heksaploidne pšenice.

Rad na stvaranju otpornih sorata pšenice prema rdama u nas je novijeg datuma. Prva istraživanja su se odnosila na proučavanja virulentnosti parazita, efikasnosti pojedinih gena i izdvajanja i ugrađivanja major gena u nove sorte. Tako je stvorena sorta Sava sa Lr3 genom (Bartoš et al, 1969). Pokazalo se da su mnogi major Sr i Lr geni brzo gubili otpornost, zbog stalnih promena virulentnosti parazita, posebno onih koji su poticali iz heksaploidne pšenice. Utvrđeno je da najefikasniji geni vode poreklo od *Agropyron spp.* (Sr24, Sr25, Sr26, Lr19, Lr24), *Aegilops spp.* (Sr32, Sr33, Lr9, Lr21, Lr22, Lr28) i *Secale cereale* (Sr27, Sr31, Lr25, Lr26) (Bošković i Browder, 1976). Bošković (1992) navodi da su ovi geni najviše doprineli suzbijanju parazita lisne rde. Ona je u svojim istraživanjima koristila linije sa Lr9, Lr19 i Lr24 genima. Njih je ukrštala sa rekurentnim roditeljima Princ i Starke i dobila otporne hibride. Mi smo kao donore gena otpornosti prema prouzrokovaču stabljične rde koristili linije sa Sr24, Sr25, Sr26, Sr33 i nekim drugim genima. Ukrštajući ih sa komercijalnim sortama pšenice dobili smo, takođe, otporne hibride (Stojanović, nepublikovani podaci). Zbog toga u našim budućim selekcionim programima pšenice treba češće koristiti genotipove sa Sr i Lr genima otpornosti od pirevine i drugih divljih srodnika.

ZAKLJUČAK

Na osnovu obavljenih istraživanja i dobijenih rezultata mogu se izvući sledeći zaključci:

- Pirevina je veoma značajan izvor gena otpornosti prema prouzrokovačima rda pšenice. U ovim istraživanjima su korišćene linije pšenice sa genima Sr24, Sr25, Sr26, Lr19, Lr24 i Lr29 koji potiču od *Agropyron elongatum*.
- Utvrđena je visoka efikasnost Sr24 i Sr26 gena prema različitim patotipovima parazita stabljične rde u fazi sejanaca, dok je gen Sr25 bio srednje efikasan. Međutim, u uslovima epifitotične pojave ove bolesti ispitivani Sr geni nisu bili efikasni u fazi odraslih biljaka pšenice u Kragujevcu i Zaječaru.
- Geni Lr19 i Lr24 su bili efikasni kako u fazi sejanaca tako i u fazi odraslih biljaka u Kragujevcu i Novom Sadu. Gen Lr19 nije imao alelne gene virulentnosti u našoj populaciji *Puccinia recondita tritici*. Za razliku od njega gen Lr29 je bio neefikasan.
- U selekciji pšenice na otpornost prema prouzrokovačima stabljične i lisne rde treba koristiti linije i sorte sa Sr24, Sr26, Lr19 i Lr24 genima, kao i genotipove sa faktorima kompleksne otpornosti. Na ovaj se način mogu dobiti sorte pšenice visoke otpornosti i dobrih agronomskih karakteristika.

Literatura

- BARTOŠ, P., SAMBROSKI, D. J., DYCK, P. L. (1969): Leaf rust resistance in some European varieties of wheat. *Can. J. Bot.*, 47:543-546.
- BOŠKOVIĆ, M., BROWDER, L. E. (1976): A comparison of pathogenicity of *Puccinia recondita tritici* in Europe, the United States and Canada. *Plant Disease Reporter*, 7:278-280.
- BOŠKOVIĆ, J. (1992): Selekcija izvora otpornosti pšenice akumulacijom gena otpornosti prema *Puccinia recondita f. sp. tritici* i primena modela »gen-za=gen« odnosa. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Novi Sad.
- CALDWELL, R. M., SCHAFER, J. F., COMPTON, L. E., PATTERSON, F. L. (1956): Resistance to leaf rust derived from *Agropyron elongatum*. Report of the Third Inter. Wheat Rust Conf., Mexico, p. 95-96.
- ХОХРЯКОВ, М. К., ФЕДОРОВА, Р. Н. (1957): Ржавчина хлебных злаков. Обзор исследований ржавчины зерновых культур в СССР, 257-271. «Колос», Москва.
- JEKSON, H. S., MAINS, E. B. (1921): Aecial stage of the orange leaf rust of wheat *Puccinia triticina* Erikss. *J. Agric. Res.*, 22:151.
- JERKOVIĆ, Z., JEVTIĆ, R., STOJANOVIĆ, S. (1994): Nekompletna otpornost pšenice i ječma prema prouzrokovateljima rđi i mogućnosti selekcije na to svojstvo. *Savremena poljoprivreda*, 3:87-96.
- KNOTT, D. R. (1956): Progres in the transfer of leaf and stem rust resistance from *Agropyron elongatum* (Host) to common wheat. Report of the Third Inter. Wheat Rust Conf., Mexico, p. 72-74.
- KNOTT, D. R. (1961): The inheritance of rust resistance. VII. The transfer of stem rust resistance from *Agropyron elongatum* to common wheat. *Can. J. Plant Sci.*, 41:108-123.
- KNOTT, D. R. (1962): The inheritance of rust resistance. IX. The inheritance of resistance to races 15B and 56 of stem rust in the wheat variety Khapstein. *Can. J. Plant Sci.*, 42:415-419.
- KNOTT, D. R., GREEN, G. J. (1965): A comparison of the reactions to stem rust of wheat lines backcrossed five and nine times to Marquis that carry the same resistance genes. *Can. J. Plant Sci.*, 1:106-107.
- KOSTIĆ, B. (1962): Physiologic races of *Puccinia graminis* var. *tritici* Erikss. et Henn. isolated from wild grasses in 1960. *Bollettino della stazione di patologia vegetale*, Ann. XX, No 2, Roma.
- LONG, D. L., KOLMER, J. A. (1989): A North American System of Nomenclature for *Puccinia recondita f. sp. tritici*. *Phytopathology*, 79:525-529.
- MAAN, S. S., GORDON, J. (1988): Compendium of alloplasmic lines and amphiploids in the Triticeae. VII Inter. Wheat Gen. Symp., 2:1325-1371, Cambridge.
- McINTOSH, R. A. (1988): Catalog of gene symbols for wheat. Proc. of the VII Inter. Wheat Gen. Sym., 1225-1323, England.
- PETERSON, R. F., CAMPBELL, A. B., HANNAH, E. E. (1948): A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. *Can. J. Res.*, 496-500.
- SEARS, E. R. (1973): *Agropyron-wheat* transfers induced by homoelogenous pairing. Proc. IV Inter. Wheat Gen. Symp., 191-207, Columbia.
- SCHLEHLUBER, A. M., SEBESTA, E. E. (1958): Progres in wheat grass breeding. *Proc. Okla. Acad. Sci.*, 39:6-16.
- SHARMA, D., KNOTT, D. R. (1966): The transfer of leaf rust resistance from *Agropyron* to *Triticum* by irradiation. *Can. J. Gen. Cytol.*, 8:137-143.
- SHARMA, D., SINGH, K. B. (1966): Sources of resistance to leaf rust of wheat in alien genera and their utilization. *Ind. J. Gen. and Plant Breed.*, 26:3.
- SHARMA, H. C., GILL, B. S. (1983): Current status of wide hybridization in wheat. *Euphytica*, 32:17-31.
- SHEPHERD, K. W., ISLAM, A. K. M. R. (1988): Forth compendium of wheat-alein chromosome lines. VII Inter. Wheat Gen. Symp., 2:1373-1398.
- STAKMAN, E. C., STEWART, D. M., LOEGERING, W. (1962): Identification of physiologic races of *Puccinia graminis tritici*. USDA-ARS, E-617.
- STOJANOVIĆ, S., JOKSIMOVIĆ, S., STOJANOVIĆ, J., OGNJANOVIĆ, R. (1992): Vrste roda *Agropyron* Gaertn kao hraniteljke gljivi *Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* Erikss. et Henn. Zbornik radova sa IV Kongresa o korovima, str. 189-193.
- ВОРОНКОВА, А. А. (1974): Генетика и селекция болезнеустойчивых сортов культурных растений. Исходный материал для селекции на устойчивость л буро й и стеблевой ржавчине, 41-65. «Наука», Москва.

THE QUITCH GRASS AS A SOURCE OF RESISTANT GENES TO WHEAT RUSTS

S. Stojanović¹, Stojanović Jovanka¹, Z. Jerković², S. Milijić³, R. Jevtić²

^{1,3} Agricultural research Institute »Serbia«

¹Center for Small Grains, Kragujevac

² Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

³ Center for Agricultural and Technological Investigation, Zaječar

Summary

The leaf rust is one of the most important wheat disease in Yugoslavia. Stem and yellow rust, are sporadic present, too.

The quitch grass (*Agropyron spp.*) is complementary host for wheat rusts. Because of that it is important sources of resistant genes. Different Sr, Lr and Yr genes have been translocated from *Ag. elongatum*, *Ag. intermedium*, *Ag. glaucum* and *Ag. trichophorum* to wheat chromosome.

In our experiment we used wheat isogenics lines with genes Sr24, Sr25, Sr26, Lr19, Lr24 and Lr29. They are inoculated with clean cultures of fungus in the greenhouse. For investigation of resistance of adult plants the same isogenic lines were grown on the field in the localities Kragujevac, Novi Sad and Zaječar. The plants were inoculated with prevalent pathotypes of stem and leaf rusts.

Results of this investigation showed that genes from quitch grass were very effective, especially Sr24, Sr26, Lr19 and Lr24. In our population there are no virulence alele to Lr19 gene. This and some other genes were used in our selection program.