

GENI OTPORNOSTI PREMA BOLESTIMA UNOŠENI U GENSKI KOMPLEKS PŠENICE U HRVATSKOJ

B. KORIC

Pregledni znanstveni rad
Primljeno 17.03. 1994.

SAŽETAK

Oplemenjivanje pšenice na otpornost prema bolestima na ovim prostorima započeo je prof. dr. Gustav Bohutinsky (1903.-1912.). Na njegov rad nadovezao se rad prof. dr. Mirka Korića (1922. - 1947), čija je sorta U 1 obilježila jedno veliko razdoblje poljoprivrede u Hrvatskoj. nakon drugog svjetskog rata tim poslom nastavlja se baviti dr. Josip Potočanac u suradnji s prof. dr. Josipom Kišpaticem i dr. Višnjom Špehar, te ga uzdižu na svjetsku razinu.

Na osnovu mojih istraživanja načina na koji su pojedini geni otpornosti ušli u genofond pojedinih sorata pšenice, došao sam do spoznaje da se to činilo "slučajno" ili "ciljno" a na osnovu želje oplemenjivača da stvori novi i bolji genotip, te sam ih svrstao u dvije osnovne skupine. Prvu sačinjavaju geni otpornosti koji su u genofond pojedinih sorata unijete "slučajno", a rezultat su međusobnih križanja genotipova u cilju poboljšanja nekog drugog agronomskog svojstva. Djelotvornost tako unijetih gena nije uvijek zadovoljavajuća. Primjer za to je gen Pm8 koji je iz ruskih sorata unešen u mnoge naše priznate sorte, a do danas se pokazao potpuno nedjelotvoran. No treba napomenuti isto tako da su geni Sr5 i Sr31 iz istih sorata unešeni u naše sorte u ono vrijeme bili djelotvorni što su pokazala moja kasnija istraživanja. Osim toga mnogo gena otpornosti drugih bolesti koji su unošeni u postojeće sorte ne može biti vrednovano budući da se u Hrvatskoj na problematici tih bolesti ne radi, a što bi u buduću trebalo. Drugu skupinu sačinjavaju geni otpornosti koji su u genofond pojedinih sorata ušli "ciljnim" oplemenjivanjem. Taj vid oplemenjivanja dao je veoma dobre rezultate posebno kad je riječ o bolestima kao što su crna žitna hrđa i pepelnica su bolesti u ono vrijeme veoma mnogo utjecale na smanjenje uroda. Kod pepelnice to je razdoblje djelotvornosti Pm2. Pm4 i Pm6 gena otpornosti, te su isti unošeni u genofond pšenica, a koje je trajalo do 1979. godine. Iza tog razdoblja djelotvornost tih gena naglo je smanjena, a danas su oni potpuno nedjelotvorni. Sada su djelotvorni geni Pm4b, Pm9 i M1d ali nažalost u genofondu danas zastupljenih sorata njih nema. Zato su u većini slučajeva današnje sorte pšenice osjetljive na napad pepelnice. To je rezultat što se u oplemenjivanju na otpornost koriste neistraženi izvori otpornosti čija nam djelotvornost nije poznata. Zato je suradnja oplemenjivača i fitopatologa veoma značajna.

Ključne riječi: pšenica, oplemenjivanje, geni otpornosti, pepelnica, crna žitna hrđa, smeđa pjegavost pljevica, fuzarijska palež klasa.

RESISTANCE GENES INCORPORATED IN WHEAT GENE
COMPLEX IN CROATIA

B. KORIĆ

Scientific review
Received: 17. 03. 1994.

SUMMARY

Wheat breeding for resistance to diseases was started in this country by Prof. Dr. Gustav Bohutinsky (1903-1912). His work was followed by Prof. Dr. Mirko Korić (1922-1947) whose variety U1 earmarked a great period of development of agriculture in Croatia. After the Second World War, the work was continued by Dr. Josip Potočanac in cooperation with Prof. Dr. Josip Kišpatić and Dr. Višnja Spehar during which time its quality was raised to the world's level.

Investigating how individual resistance genes were incorporated into gene pool of certain wheat varieties, I came to a conclusion that it occurred either randomly or was targeted, as a result of a breeder's wish to develop a new and better genotype. I grouped them into two basic groups. First group consists of resistance that were incorporated into gene pool certain varieties randomly, and are the results of mutual crossing between genotypes aimed at improving some other agronomic traits. Effectiveness of those genes was not always satisfactory. An example to illustrate this is the gene Pm8, which was incorporated from Russian varieties into many of our related varieties, but has proved completely ineffective so far. However, the genes Sr5 and Sr31 from the same varieties were incorporated into our varieties and were effective at that time, which was proved by some of my later investigations. In addition, many resistance genes to other diseases that were incorporated into the existing varieties cannot be validated, because work is no longer being conducted on those diseases, which in the future should be. The other group consists of resistance genes that have been incorporated into the gene pool of certain varieties by targeted breeding. Such way of breeding produced very good results, especially when diseases like stem rust and powdery mildew are concerned, which at that time significantly affected yields. For powdery mildew it was the period when the genes Pm2, Pm4 and Pm6 were effective and they were incorporated in wheat gene pool. It lasted until 1979, and from then on their effectiveness sharply decreased to be completely lost today. At present effective are genes Pm4b, Pm9 and Mld, but, unfortunately they do not exist in the gene pool of varieties available today. Because of that, today's wheat varieties are in most cases susceptible to powdery mildew. This happens because uninvestigated sources of resistance whose effectiveness is not known to us are being used in breeding. Therefore, cooperation between breeders and plant pathologists is very important.

Keywords: wheat, breeding, resistance genes, powdery mildew, stem rust, septoria nodorum blotch, scab.

UVOD

Pojedine bolesti koje se javljaju na pšenici u jačem intenzitetu mogu utjecati na realizaciju kapaciteta rodnosti uzgajanih genotipova tako da utječu na veličinu uroda. O tome postoji mnogo podataka od najranijih dana uzgoja ove kulture, koji sežu daleko u prošlost 1300 godina prije rođenja Krista (Kislev 1982), pa sve do današnjih dana. U tom dugom vremenskom razdoblju u arhivima mnogih zemalja zapisani su slučajevi kada je napad neke od bolesti jako smanjio urod ili je on u potpunosti izostao (Korić 1989.). Sve to utjecalo je na ljudski rod da se pokuša oduprijeti tom zlu sa željom da ga spriječi ili svede na najmanju moguću mjeru. To se pokušavalo na različite načine. Oplemenjivanje na otpornost pšenice pokazala se najdjelotvorijom metodom iako ne uvijek lako ostvarivom. U ovom napisu dat je prikaz rada naših znanstvenika u cilju stvaranja otpornih ili tolerantnih genotipova pšenica putem oplemenjivanja na otpornost prema bolestima.

POVIJEST OPLEMENJIVANJA PŠENICE NA OTPORNOST U HRVATSKOJ

Rad na oplemenjivanju na otpornost prema bolestima, na ovim prostorima, započeo je početkom ovog stoljeća u Križevcima. U tom je gradu od 1903. pa sve do 1912. godine prof. dr. Gustav Bohutinsky kao upravitelj pokušališta, kasnije stanice, svojim znanstvenim i pokusnim radovima iz područja genetike i oplemenjivanja bilja pridonjeo ugledu tadašnjeg Gospodarskog učilišta i Hrvatske kao cjeline. među mnogim njegovim djelatnostima ovdje treba istaknuti njegov pokušaj da putem individualnog odabira sorte Sirban prolifik poboljša otpornost ove sorte prema, za ono vrijeme, najopasnijoj bolesti pšenice crnoj žitnoj hrđi (Seleš i sur. 1986).

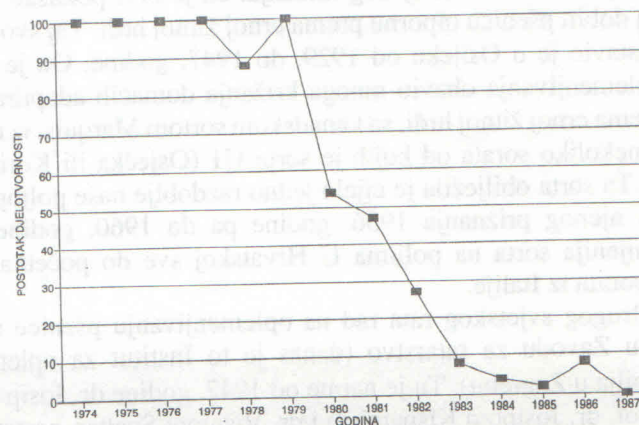
Nešto kasnije je u Križevcima, u tamošnjoj Stanici za uzgoj bilja, od 1922. do 1927. godine radio prof. dr. Mirko Korić kada je započeo svoj rad na oplemenjivanju pšenice putem kombinacijskog križanja. on je prvi pokušao ciljnim oplemenjivanjem dobiti pšenicu otpornu prema crnoj žitnoj hrđi. Taj svoj rad prof. dr. M. Korić nastavio je u Osijeku od 1929. do 1947. godine. On je u tom svom programu oplemenjivanja obavio mnoga križanja domaćih adaptiranih pšenica, osjetljivih prema crnoj žitnoj hrđi, sa kanadskom sortom Marquis. iz tog programa proizašlo je nekoliko sorata od kojih je sorta U1 (Osječka ili Korićeva šišulja) najpoznatija. Ta sorta obilježila je cijelo jedno razdoblje naše poljoprivrede koje je trajalo od njenog priznanja 1936. godine pa do 1960. godine. Bila je to najrasprostranjenija sorta na poljima U Hrvatskoj sve do početka uvođenja u proizvodnju sorata iz Italije.

Nakon Drugog svjetskog rata rad na oplemenjivanju pšenice na otpornost nastavlja se u Zavodu za ratarstvo (danas je to Institut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja u Zagrebu). Tu je naime od 1947. godine dr. Josip Potočanac u suradnji sa prof. dr. Josipom Kišpatićem i dr. Višnjom Špehar, nastavio rad prof. dr. Bohutinskog i prof. dr. Korića na stvaranju genotipova pšenica otpornih prema

prevladavajućim bolestima na području Hrvatske. Danas na tom programu rade njegovi nasljednici nekadašnji njegovi suradnici, Nakon crne žitne hrđe problem u proizvodnji pšenice zadavale su bolesti pepelnica, smeđa pjegavost lista, smeđa pjegavost pljevica i fuzarijska palež klasa. Sve su to bolesti koje mogu utjecati na visinu uroda i kvalitetu zrna, a što se želi smanjiti putem oplemenjivanja na otpornost. Osim Instituta u Zagrebu rješenje za navedene probleme od nedavno započinje tražiti i Institut u Osijeku iako je u tom Institutu sve započelo.



Slika 1. Sorta UI (Osječka ili Korićeva šišulja) prva je sorta nastala ciljnim oplemenjivanjem
na otpornost prema nekoj od bolesti (u ovom slučaju to je crna žitna hrđa)



Slika 2. Djelotvornost Pm2, Pm4 i Pm6 gena otpornosti

DOSADAŠNJI RAD U OPLEMENJIVANJU NA OTPORNOST

Proučavajući gene otpornosti prema bolestima, koji se mogu naći u genofondu naših priznatih sorata pšenice, od sorte U1 pa do današnjih dana, a na osnovu načina kako su u njega ušli podjelio sam ih u dvije osnovne skupine.

U prvu skupinu uvrstio sam sve gene otpornosti koji su "slučajno" unošeni u genofond naših sorata, a rezultat su međusobnih križanja dvaju ili više genotipova u cilju poboljšanja nekog drugog agronomskog svojstva (visina stabljike, ranozrelost, kvalitet itd.). U ovu skupinu spada velika grupa sorata koja je nastala križanjem domaćih genotipova pšenica sa ruskim sortama Kavkaz, Aurora, Bozostaja 1 (tablica 1), a koje u svom genofondu posjeduju gene Sr5, Sr 31, Lr3, Pm8, i Vt9 (tablica 2). Istraživanja su pokazala da je gen otpornosti prema pepelnici Pm8 potpuno nedjelotvoran. Dok su geni otpornosti prema crnoj žitnoj hrđi Sr5 i Sr31 (proizašao iz raži) na osnovu naših istraživanja (Korić, 1977), za ono vrijeme, bili dovoljno djelotvorni na populaciju dominantnih patotipova *Puccinia graminis* sp. tritici. Kasnija istraživanja su pokazala da se ta djelotvornost tokom vremena izgubila.

Tablica 1. Izvori otpornosti u rodoslovlju nekih priznatih domaćih sorata pšenice
Table 1. Sources of resistance in pedigree of some released domestic wheat varieties

Izvor otpornosti Source of resistance	Priznata domaća sorta Released domestic wheat variety
Marquis	U1, Zlatna dolina, Sanja
U1 (Marquis)	Vuka, Podravka, Slavonija, Srpanjka, Žitarka, Aljmašanka
Zlatna dolina Sanja (H-44 Marquis Regent Vernal)	Nova zlatna, Požežanka, Vučedolka, Đakovčanka, Pitoma, Sloboda, Dukat, Biljana, Ana, Demetra, Fortuna, Super zlatna, Slavonija, Poljarka, Zagrepčanka 2, itd.
Triticum timopheevii der. TP 114 1965A CI 12632 CI 12633 CI 14123 (Pm2 Pm4 Pm6)	Super zlatna, Dika, Korana, Baranjka, Podravka, Zlatoklasa, Lonja, Đakovčanka, Sana, Poljarka, Biljana, Tina, Elena, Melita, Sivka, Moslavka, Nova, Marijana, Miljenka itd.
Bezostaja 1 Aurora Kavkaz (Sr5 Pm8 Vr9 Lr3)	Pitoma, Široka, Sloboda, Poljarka, Sivka, Žitarka, Slavonija, Dukat, Marija, Ana, Demetra, Fortuna, Srpanjka, Aljmašanka, Olga, Sandra itd.
Roazon (<i>Fusarium</i> spp.)	Iva, Sandra
Artur 71 Iassul 20 Oassis (<i>Septoria</i> spp.)	Irena, Marina, Davorka

Kod francuske sorte Etoile de Choisy koja posjeduje gene otpornosti Sr23, Sr29, Lr14a i Lr16 nije ustanovljeno koliko su navedeni geni otpornosti i stvarno djelotvorni (tablica 2).

Sorte koje u svom rodoslovlju imaju gene iz sorte Hussar mogle bi u svom genofondu sadržavati gene otpornosti prema smrdljivoj snijeti (*Tilletia* spp.). Gene otpornosti prema polijeganju, koje uzrokuje gljivica *Pseudocercospora herpichoides*, mogle bi imati sorte dobivene križanjem sa sortom Rozaon (tablica 2).

Tablica 2. Geni otpornosti na bolesti u genotipovima pšenica korišteni u oplemenjivanju na otpornost
Table 2. Resistance genes in wheat genotypes used in breeding for resistance

Genotip Genotype	Crna žitna hrđa Stem rust	Lisna hrđa Leaf rust	Žuta hrđa Stripe rust	Pepelnica Powdery mildew
Aurora	Sr5 Sr31		Yr9	Pm8
Kavkaz	Sr5 Sr31		Yr9	Pm8
Bezostaja 1	Sr5	Lr3	Yr9	Pm8
Etoile de Choisy	Sr23 Sr29	Lr16		
Marquis	Sr5 Sr7b Sr18 Sr19 Sr20	Lr14a		
H-44	Sr1 Sr2 Sr7b			Pm5
Selkirk	Sr2 Sr6 St7b	Lr10 Lr15a Lr16		
Lee	Sr9q Sr11 Sr16	Lr10 Lr23	Yr7	
Thatcher	Sr5 Sr9q Sr12	Lr22b	Yr7 Yr18	
Regent	Sr2 Sr7b Sr9d Sr17 Sr18 Sr19 Sr20	Lr14a		
Zlatna dolina	Sr8 Sr17			
T. timopheevii der.	Sr36 Sr37			Pm6
TP 114 195A				Pm2 Pm6
CI 12632 CI 12633				Pm2 Pm6
CI 14123				Pm4
Gala		Lr14a		

Genotip Genotype	Smeđa pjegavost lista Septoria tritici Blotch	Smeđa pjegavost pljevica Septoria nodorum blotch	Pseudocercospora herpotrichoides
Red chief		Snb1	
T. timopheevii der. PI 290518		Smb TM	
Bulgaria 88	Stb1 (Lr11)		
Oasis	Stb1 (Sr36)	Lr9	Lr11
Sullivan	Stb1 (Lr9)		
Nova Prata	Stb2		
Veranopolis	Stb2		
Israel	Stb3		
Cleo	Stb4		
Tadina	Stb4		
Tadorna	Stb4 (Yr1)	Yr2)	
Roazon		(Fusarium spp.)	Pch
Hyak		(Lr37)	Pch
Madsen Rende-vous H-93-70			Pch
Hussar (Bt1)	Bt3-Tilletia spp.	Lr11)	

Mnogi genotipovi koji su poslužili u oplemenjivanju pšenice na poboljšanje mnogih agronomskih svojstva u svom su genofondu sadržavale gene otpornosti na lisnu i žutu hrđu (tablica 2). Nažalost djelotvornost tih gena prema populaciji patotipova navedenih hrđa na prostorima Hrvatske nije istražena. Uzrok tome je nedostatak programa u oplemenjivanju na otpornost prema tim bolestima, a koje bi trebalo što prije započeti ostvarivati.

Drugu skupinu sačinjavaju geni otpornosti koji su u genofondu pojedinih genotipova ušle "ciljnim oplemenjivanjem", a sa željom oplemenjivača da poboljša njihovu otpornost prema nekoj od bolesti.

Tablica 3. Genotipovi pšenica nositelji gena otpornosti prema crnoj žitnoj hrđi
Table 3. Wheat genotypes carriers of resistance genes to stem rust

Genotip Genotypes	Korišteni Sr geni otpornosti Used Sr resistance genes
Aurora Kavkaz	Sr5
Bezostaja 1	Sr5
Marqus	Sr7b Sr18 Sr19 Sr20
H-44	Sr2 Sr7b Sr9d Sr17
Regent	Sr2 Sr7b Sr9d Sr17 Sr18 Sr19 Sr20
Selkirk	Sr2 Sr6 Sr7b Sr17 Sr23
Thatcher	Sr5 Sr9g Sr12 Sr16
Zlatna dolina	Sr8 Sr17
Djelotvorni Sr geni otpornosti* Effective Sr resistance genes	
Sr gen Sr gene	Genotip pšenica kao izvor Wheat genotypes as sources of resistance
Sr7a	Sapporo, Egypt ,Na95, Knapstein, French peace, Fortuna, Komugi ichigo, Kenya socks itd.
Sr9e	Vernstein, Sunar, Vernal emmer itd.
Sr11	Timstein, Charter, Flevina itd.
Sr14	

* Rezultati istraživanja 1975. - 1983. godina Results of investigations 1975 - 1983 years

"Ciljno oplemenjivanje " na otpornost prema bolestima u Hrvatskoj započeo je početkom ovog stoljeća prof. dr Gustav Bohutinsky, u Križevcima putem individualnog odabira otpornih genotipova sorte Sirban prolifik.

Prvo "ciljno oplemenjivanje" na otpornost pšenice prema nekoj bolesti, u ovom slučaju crnoj žitnoj hrđi, proveo je prof. dr. Mirko Korić, stvarajući dobro poznatu sortu U1 (Osječka ili Korićeva šišulja). Kao jednog od roditelja odabrao kanadsku sortu Marquis. To je sorta koja je u ono vrijeme bila otporna na crnu žitnu hrđu, jer je u svom genofondu sadržavala nekoliko Sr gena otpornosti (tablica 3). Uspjeh koji je sorta U1 postigla u narednim godinama (dominirala je na poljima u Hrvatskoj do 1958. godine, Javor i sur. 1993.) razlogom su da je ta sorta u mnogim

kasnije priznatim sortama kod križanja bila jedan od roditelja (tablica 1). Čak i danas neke dosta raširene sorte u svom rodoslovlju imaju gene sorte U1 što dokazuje njenu vrijednost (crtež 1, 2, 3 i 4).

//(Hussar x Bankut. 12) x (Regent x U 1) / x S13// = Osk 6.9-1-69

(Osk 6.30-20 x Slavonka)

(Libellula x Bezostaja 1)

(Ephart. M68 x Osk 154-19) x Kavkaz

Libero x (U1 x Thatcher)

ZITARKA

(Regent x U1) - Sr2, Sr7b, Sr9d, Sr17, Sr18, Sr19, Sr20, Lr14a

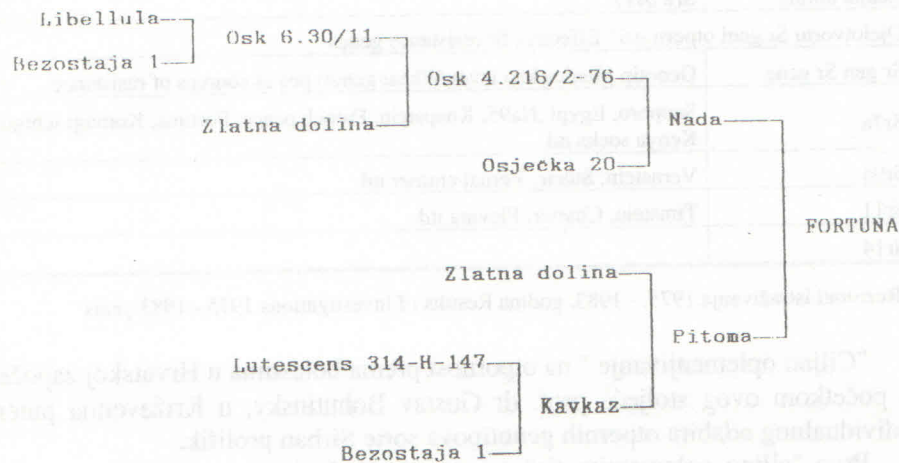
Thatcher - Sr5, Sr9g, Sr12, Sr16, Lr22b, Yr7, Yr18

Hussar - Lr11, Bt1, Bt2

Bezostaja 1 - Sr5, Yr9, Lr3, Pm8

Kavkaz - Sr5, Sr31, Yr9, Pm8

Crtež 1. Djelomično rodoslovlje sorte Žitarka
Figure 1. Partially Pedigree of Variety Žitarka



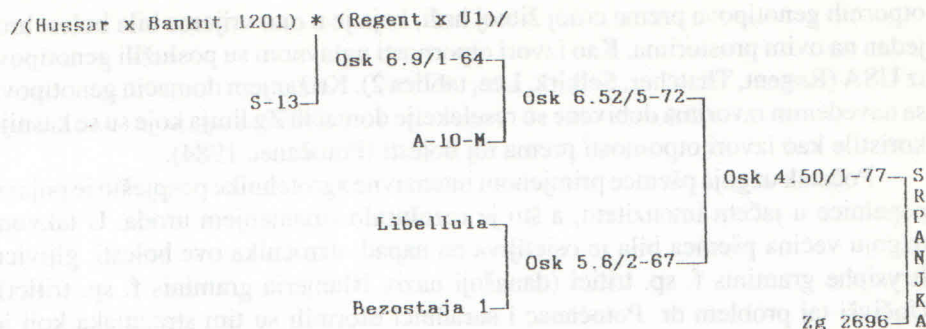
Bezostaja 1 - Sr5, Yr9, Pm8, Lr3

Kavkaz - Sr5, Yr9m, Pm8

Zlatna dolina - Sr8, Sr17

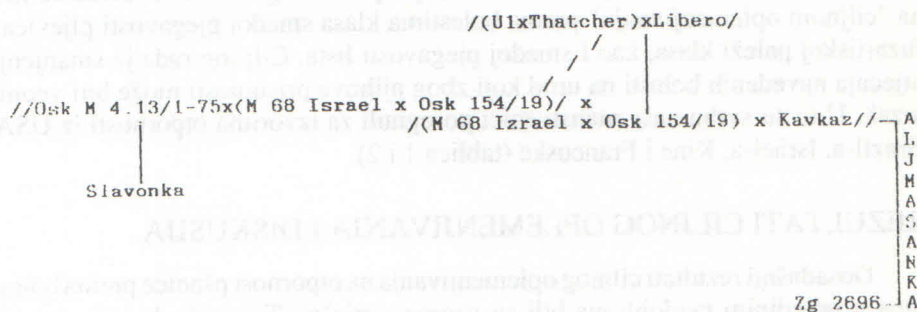
Osječka 20 - (Regent x U1) Sr2, Sr7b, Sr9d, Sr17, Sr18, Sr19, Sr20, Lr14a; Hussar Lr11, Bt 1, Bt2.

Crtež 2. Djelomično rodoslovlje sorte Fortuna
Figure 2. Partially Pedigree of Variety Fortuna



Hussar - Lr11, Bt1, Bt2
(Regent x U1) - Sr2, Sr7b, Sr9d, Sr17, Sr18, Sr19, Sr20, Lr14a
Bezostaja 1 - Sr5, Yr9, Pm8, Lr3

Crtež 3. Djelomično rodoslovlje sorte Srpanjka
Figure 3. Partially Pedigree of Variety Srpanjka



Kavkaz - Sr5, Sr31, Yr9, Pm8
U1 (Marquise Sr7b, Sr18, Sr19, Sr20)
Thatcher Sr5, Sr9g, Sr12, Sr16, Lr22b, Yr7
Slavonka (Hussar Lr11, Bt1, Bt2),
(Regent Sr2, Sr7b, Ssr9d, Sr17, Sr18, Sr19, Sr20, Lr14a), U1

Crtež 4. Djelomično rodoslovlje sorte Aljmašanka
Figure 4. Partially Pedigree of Variety Aljmašanka

Nakon Drugog svjetskog rata od 1947. godine ciljno oplemenjivanje pšenice na otpornost obavlja se u Zagrebu u tadašnjem Zavodu za ratarstvo, koji kasnije prerasta u Institut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja. Nositelji tog programa oplemenjivanja u početku bili su dr. Josip Potočanac i prof. dr. Josip Kišpatic, kojeg je nakon nekog vremena zamijenila dr. Višnja Špehar.

U prvo vrijeme oplemenjivanje na otpornost vršeno je sa ciljem stvaranja

otpornih genotipova prema crnoj žitnoj hrđi, koja je u ono vrijeme bila bolest broj jedan na ovim prostorima. Kao izvori otpornosti uglavnom su poslužili genotipovi iz USA (Regent, Thatcher, Selkirk, Lee, tablica 2). Križanjem domaćih genotipova sa navedenim izvorima dobivene su reselekcije domaćih Zg linija koje su se kasnije koristile kao izvori otpornosti prema toj bolesti (Potočanac 1984).

Početak uzgoja pšenice primjenom intenzivne agrotehnike pospješio je pojavu pepelnice u jačem intenzitetu, a što je rezultiralo smanjenjem uroda. U takvom uzgoju većina pšenica bila je osjetljiva na napad, uzročnika ove bolesti, gljivicu *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* (današnji naziv *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*). Uočivši taj problem dr. Potočanac i suradnici oformili su tim stručnjaka koji je 1964. godine izradio oplemenjivački program sa ciljem da se stvore genotipovi pšenica koji bi bili otporni ili tolerantni na populaciju patotipova ove gljivice. Tim stručnjaka je taj problem riješio unošenjem, u odabrane domaće genotipove, djelotvorne Pm gene otpornosti koje su posjedovali, genotipovi *Triticum timopheevii* der., TP 114/1965A, CI 12632 i CI 12633. Ti su se izvori u prvo vrijeme koristili kao direktni izvori, a da bi se iz njih kasnije reselekcijom došlo do domaćih linija (TpR-349, TpR-354, TpR-369) kao izvora na otpornost prema pepelnici.

Osim na navedene dvije bolesti u zadnjih petnaest godina intenzivno se radi na "ciljnom oplemenjivanju" prema bolestima klasa smeđoj pjegavosti pljevica i fuzarijskoj paleži klasa, kao i smeđoj pjegavosti lista. Cilj tog rada je smanjenje utjecaja navedenih bolesti na urod koji zbog njihove prisutnosti može biti veoma nizak. U tu su svrhu naši znanstvenici posegnuli za izvorima otpornosti iz USA, Brazil-a, Israel-a, Kine i Francuske (tablica 1 i 2).

REZULTATI CILJNOG OPLEMENJIVANJA I DISKUSIJA

Dosadašnji rezultati ciljnog oplemenjivanja na otpornost pšenice prema bolestima u pojedinim razdobljima bili su veoma uspješni. To znači da se je taj vid oplemenjivanja odvijao u ciklusima posebno u posljednjih deset godina. Kako je već ranije u tekstu naznačeno, "ciljnim oplemenjivanjem" na otpornost započeo se rješavati problem koji je uvjetovala crna žitna hrđa svojim veoma velikim štetama. U ono vrijeme ova je bolest mogla smanjiti urode i do 70% (Špehar, 1963). Ciljnim oplemenjivanjem npr. prof. dr. Korić a posebno dr. Potočanac i suradnici učinili su ovu bolest gotovo bezopasnom na ovim našim prostorima. Oni su to uspjeli unoseći u genofond priznatih domaćih sorata pšenice, samo one Sr gene otpornosti za koje su u svojim istraživanjima utvrdili da su djelotvorni. Tada odabrani Sr geni otpornosti mogu se još i danas naći u genofondu mnogih domaćih visokorodnih sorata pšenice od Zlatne doline i Sanje do danas najrasprostranjenije sorte Žitarke (crtež 1). Iako ova bolest sa stajališta štetnosti nije više problem ipak sam u tabeli 2 dao prikaz genotipova koji su najčešće korišteni u ciljnom oplemenjivanju, a nešto niže u istoj tabeli dat je popis onih Sr gena za koje se u istraživanjima dokazalo da su djelotvorni na dominantne patotipove gljivice *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* (njihovu populaciju). Uz to dat je i popis genotipova u čijem se genofondu ti djelotvorni Sr geni nalaze. Ukoliko se ukaže potreba navedeni genotipovi mogu

poslužiti kao izvori otpornosti. Treba napomenuti da su predloženi Sr geni samo dio od ukupno poznatih 36 Sr gena otpornosti (McIntosh 1988 čiju djelotvornost u našim uvjetima ne poznajemo, a što bi svakako trebalo istraživanjem ustanoviti. Prikazani rezultati su iz razdoblja istraživanja od prije deset godina (1973 - 1983), a to je nažalost posljednje desetgodišnje razdoblje kada se na toj problematici znanstveno radilo. Uzrok tome su objektivni (smanjena važnost ove bolesti) ali još više subjektivni razlozi (ljudski faktor). Kako već godinama ova bolest ne predstavlja značajniji problem to sam mišljenja da su navedeni djelotvorni Sr geni zadržali to svoje svojstvo i do danas. Smanjeni urodi pšenice koji mogu nastati zbog jačeg napada pepelnice potakli su, prije trideset godina, dr. Potočanca da osnuje tim stručnjaka koji bi putem oplemenjivanja na otpornost smanjio štete koje ova bolest može imati na urod. Istraživanjem se, u suradnji s fitopatolozima, došlo do otpornih genotipova pšenica koji su u svom genofondu posjedovali djelotvorne Pm gene. Bili su to izvori koji su poslužili kao roditeljska komponenta u procesu križanja. Dobiveni genotipovi bili su otporni na populaciju dominantnih patotipova gljivice *Erysiphe graminis* f. op. tritici a mnogi su i priznati kao sorta (tablica 1). Djelotvorni Pm geni u to vrijeme bili su Pm2, Pm4 i Pm6. Upravo te Pm gene su u svom genofondu sadržavali odabrane izvore otpornosti (tablica 4). Međutim višegodišnjom sjetvom sorata koje su u svom genofondu imale navedene Pm gene (tablica 1) došlo je do njihovog probijanja tako da se njihova djelotvornost od 1979. godine gubila (smanjivala) da bi 1987. godine, prema mojim istraživanjima, ti Pm geni postali potpuno nedjelotvorni (crtež 8). Danas su djelotvorni Pm4b, Pm9, Mld geni otpornosti kojih su nositelji genotipovi prikazani su u tablici 4.

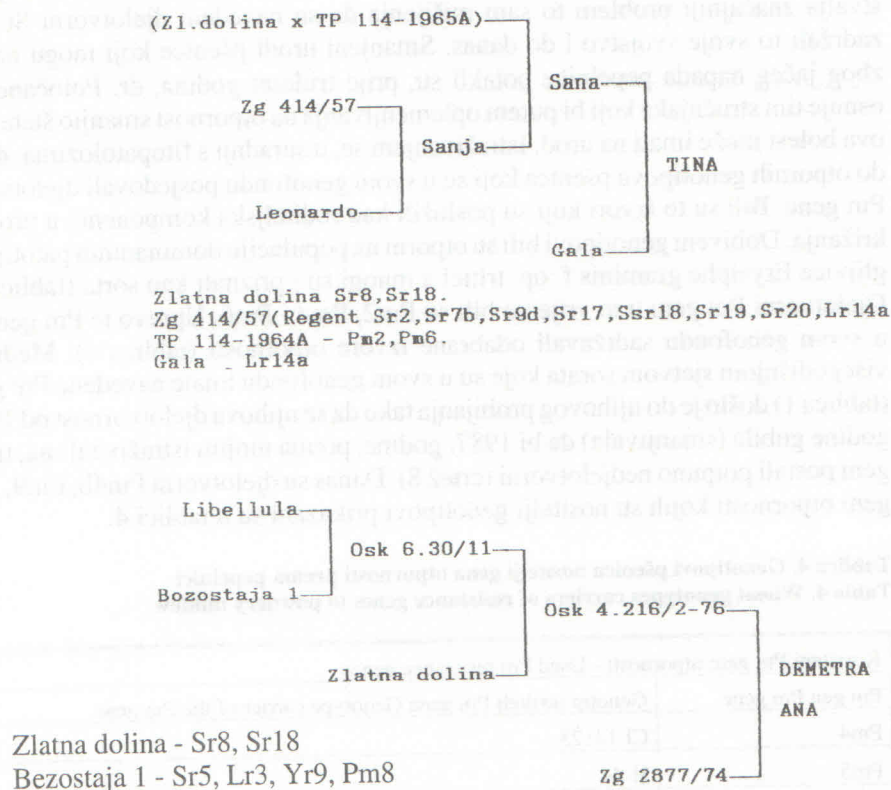
Tablica 4. Genotipovi pšenica nositelji gena otpornosti prema pepelnici
Table 4. Wheat genotypes carriers of resistance genes to powdery mildew

Korišteni Pm geni otpornosti - Used Pm resistance genes	
Pm gen Pm gene	Genotip nositelj Pm gena Genotype carrier of the Pm gene
Pm4	CI 14123
Pm5	H-44
Pm6	Triticum timopheevii der.
Pm8	Aurora Kavkaz Bezostaja 1
Pm2 + Pm6	TP114 1965A
Djelotvorni Pm geni otpornosti* Effective Pm resistance genes	
Pm4b	Achill
Pm9	Amigo
Mild	Maris Dove

* Rezultati istraživanja 1990. - 1992. godine - Results of investigations 1990-1992

Podatke o današnjem stanju ciljnog oplemenjivanja pšenice na otpornost prema pepelnici autor ovog napisa nema iako Javor u svom radu govori o tipu

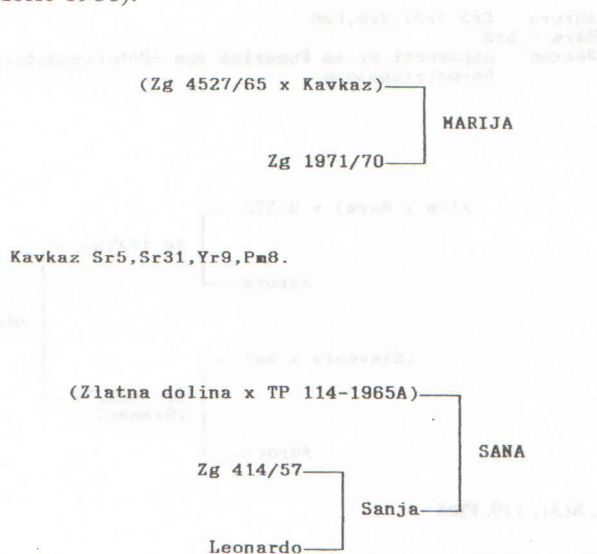
otpornosti dobivenog "ugradnjom većeg broja gena otpornosti uključujući i minor gene" (Javor i sur. 1993). Nažalost iz napisa se ne vidi koji su to izvori i koje Pm gene ti izvori posjeduju te tko je ispitao njihovu djelotvornost na populaciju gljivice *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* prisutnu na našim poljima. Otpornost sorata prema pepelnici koje se danas siju, dovoljno govori o stanju u kojem se danas nalazi ciljno oplemenjivanje prema ovoj bolesti.



Crtež 5. Djelomično rodoslovlje sorte Tina, Ana i Demetra
Figure 5. Partially Pedigree of Variety Tina, Ana and Demetra

Na inicijativu dr. Potočanca prišlo se i ciljnoj selekciji na otpornost prema bolestima klasa, smeđoj pjegavosti pljevica i fuzarijskoj paleži klasa, radi opasnosti koje nastaju ukoliko dođe do napada ovih bolesti. Zajedničkim timskim radom oplemenjivača i fitopatologa došlo se do zadovoljavajućih rezultata. Istraživanje fitopatologa dalo je određeni broj genotipova pšenica koji su se pokazali otporni ili tolerantni na populaciju izolata uzročnika smeđe pjegavosti pljevica. Njihov popis sa rezultatima istraživanja obznanjeni su u ranije objavljenom radu (Korić 1986). Iz ciljnog oplemenjivanja na otpornost prema smeđoj pjegavosti

pljevica proizašlo je i nekoliko sorata (tablica 1, Javor i sur. 1993). Tablica 2 prikazuje najnovije rezultate istraživanja gena otpornosti i njihovih nositelja za bolesti smeđe pjegavosti lista (Stb) i smeđa pjegavost pljevica (Snb) (Mc Intosh 1993). Današnja moja istraživanja o djelotvornosti genotipova na otpornost prema gljivici *Leptosphaeria* (*Phaeosphaeria*) *nodorum* i dobiveni rezultati sa sortom Oassis dobili su potvrdu u navedenom svjetskom rezultatu. To mi daje za pravo da dobivene rezultate tokom mojih višegodišnjih istraživanja mogu smatrati vjerodostojnima (Korić 1986).



Zlatna dolina Sr8, Sr17

Zg 414/57 (Regent Sr2, Sr7b, Sr9d, Sr17, Sr18, Sr19, Sr20, Lr14a)

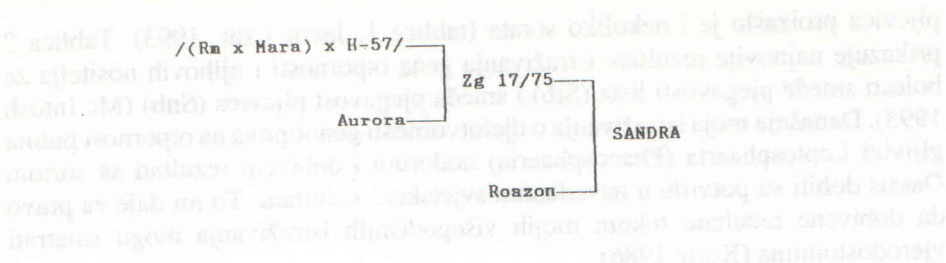
TP 114-195A Pm2, Pm6

Crtež 6. Djelomično rodoslovlje sorte Marija i Sana

Figure 6. Partially Pedigree of Variety Marija and Sana

Dosadašnji rad na stvaranju genotipova sa povećanom otpornošću prema fuzarijskoj paleži klasa dale su isto tako zadovoljavajuće rezultate. Posebno dobre rezultate postigli su znanstvenici Instituta za oplemenjivanje i proizvodnju bilja koji su uspjeli podići razinu otpornosti na ovu bolest putem oplemenjivanja različitih izvora otpornosti i dobili obilan generacijski materijal iz kojeg su izdvojeni mnogi otporni genotipovi među koje spada i Francuska sorta Roazon. Geni otpornosti ove sorte unošeni su i u dvije priznate sorte pšenice pod nazivom Iva i Sandra (tablica 1, Javor i sur. 1993).

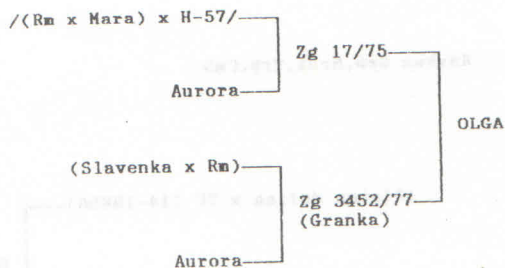
Iz dosad iznešenog može se uočiti da je u genofondu naših priznatih sorata pšenice nalazi mnogo gena otpornosti za koje se ne zna kakva je njihova djelotvornost, a što bi ubuduće trebalo izbjegavati. Stoga predlažem da se aktiviraju fitopatolozi u stvaranju programa na istraživanju i izučavanju djelotvornosti gena otpornosti i na druge bolesti, a ne samo na četiri koje su navedene u ovom napisu.



Aurora - Sr5, Sr31, Yr9, Pm8.

Mara - Lr3

Roazon - otpornost prema *Fusarium spp.*+Pch-*Pseudocercospora*
herpotrichoides



Aurora - Sr5, Sr31, Yr9, Pm8

Mara - Lr3

Slavenka - (Marquis Sr7b, Sr 18, Sr19, Sr20).

Crtež 7. Djelomično rodoslovlje sorte Sandra i Olga
Figure 7. Partially Pedigree of Variety Sandra and Olga

ZAKLJUČAK

1. Geni otpornosti koji se nalaze u genofondu naših domaćih visokorodnih sorti pšenice na osnovu porijekla možemo podijeliti na one unošene slučajno i one unošene ciljnim oplemenjivanjem.

2. Istraživanja koja su provedena ukazuju na nedjelotvornost većine gena otpornosti koji su u genofond ušli slučajno.

3. Ciljno oplemenjivanje na otpornost, kod kojeg su unošeni odabrani geni otpornosti, dali su veoma dobre rezultate a tako stvoreni genotipovi neko su vrijeme bili otporni ili tolerantni na populaciju gljivica određene bolesti na koju se to oplemenjivanje vršilo.

4. U proteklih šezdeset godina ciljno oplemenjivanje na otpornost više je ovisilo o entuzijazmu, htjenju i razumijevanju pojedinih znanstvenih djelatnika nego što je to bio rezultat želje sveukupnog društva da višegodišnjim sveobuhvatnim programom potakne istraživanja putem kojih bi se umanjio problem koji nastaje pojavom jačeg napada neke od bolesti.

5. Treba poboljšati suradnju između oplemenjivača i fitopatologa kako se u oplemenjivanju na otpornost ne bi koristili izvori otpornosti čija djelotvornost nije poznata.

6. Predlažem da se u Hrvatskoj načine znanstveni programi vezani za ciljno oplemenjivanje pšenice na otpornost prema aktualnim bolestima, no ne treba zapostaviti ni one koji bi u određenom momentu mogle to postati ili su to nekad bile a više nisu.

LITERATURA

1. Javor, P., Matijašević, M., Tomasović, S., Mlinar, R.: Oplemenjivanje ozime pšenice u Institutu za oplemenjivanje i proizvodnju bilja Zagreb. Sjemenarstvo, Vol. 10 (1-2), 53-69, 1993.
2. Kislev, M. E.: Stem rust of wheat 3300 years old found in Israel. Science, 216: 993-994, 1982.
3. Kišpatić, J.: Potreba rada na selekciji otpornosti poljoprivrednih biljaka prema bolestima Agronomski glasnik, Vol. 16 (2), 141-146, 1954.
4. Korić, B.: Utjecaj Puccinia graminis f. sp. tritici na prinos u uvjetima umjetne infekcije. Magistarska radnja, Zagreb, 1977.
5. Korić, B.: Ispitivanje otpornosti nekih genotipova pšenice (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*) prema *Septoria nodorum* Berk. Doktorska disertacija, Zagreb, 1986. (Sažetak objavljen u Poljoprivredna znanstvena smotra, broj 73, 135-157, 1986).
6. Korić, B.: Dostignuća u selekciji na otpornost prema nekim bolestima. Agronomski glasnik, Vol. 51 (4-5) 47-64, 1989.
7. Korić, B.: Znanstvena djelatnost u istraživanju najznačajnijih bolesti pšenice u Republici Hrvatskoj. Sjemenarstvo, Vol. 9 (4-5), 269-277, 1992.
8. McIntosh, R. A.: Catalogue of gene symbols for wheat. Seventh International Wheat Genetics Symposium, volume 2, 1225-1282, Cambridge, 1988.
9. McIntosh, R. A.: Catalogue of gene symbols for wheat. Annual Wheat Newsletter, Vol. 35, 36, 37, 38, Colorado State University.
10. Potočanac, J.: Oplemenjivačko-genetski rad na stvaranju sorti pšenice, rezultati i osobine stvorenih Zg sorti i linija. Agronomski glasnik, Vol. 46(6), 759-786, 1984.
11. Seleš, J. i suradnici: Poljoprivredni institut Križevci (1860-1985). "Grafičar" - Ludbreg, 1986.
12. Špehar, Višnja: Prilog poznavanju biologije *Puccinia graminis* Pers. f. sp. tritici Erikss et Henn. Doktorska disertacija, 1963.