

**EFIKASNOST Pm GENA OTPORNOSTI PREMA ERYSHIPHE
GRAMINIS D.C. f. sp. TRITICI MARCH. U HRVATSKOJ ZA
RAZDOBLJE OD 1968. DO 1991. GODINE**

**EFFECTIVENESS OF Pm RESISTANCE GENES TO ERYSHIPHE
GRAMINIS DC f. sp. TRITICI MARCH. IN CROATIA IN THE PERIOD
FROM 1968 TO 1991**

B. Korić

SAŽETAK

Pepelnica je najčešća i jedna od najopasnijih bolesti u proizvodnji pšenice, i može imati veliki utjecaj na količinu i kakvoću uroda. Uzročnik ove bolesti je gljiva *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*. Stvaranje tolerantnih ili otpornih sorata pšenice danas je, više nego ranije, najvažniji način smanjenja jačine napada ove bolesti. Da bi selekcija na otpornost bila uspješna potrebno je pronaći odgovarajuće Pm gene otpornosti za postojeće patotipove koji prevladavaju u populaciji na području Hrvatske. Rezultati istraživanja su pokazali da su se ispitivani Pm geni otpornosti različito ponašali u odnosu na svoju efikasnost prema izolatima *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*. Svojstvo efikasnosti ispitivanih Pm gena otpornosti svrstao sam u tri osnovne grupe prema povezanosti između domaćina (pšenice) i parazita (gljive *Erysiphe graminis*).

1. ineffective resistance gens Pm 1 i Pm 3a.
2. broken down resistance genes Pm 2, Pm 3b, Pm 5 i Pm 8.
3. effective resistance genes Pm 4b i Pm2+Mld.

U protekle 24 godine najefikasniji Pm gen otpornosti bio je Pm 4b. Prema tom Pm genu gotovo svi izolati *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* bili su uglavnom avirulentni. Uz ovaj Pm gen otpornosti u sadašnjem vremenu u oplemenjivačkim programima na otpornost prema toj bolesti preporučujem da se u proces križanja uključi i gen otpornosti Pm 2+Mld. Rezultate mojih istraživanja potkrepljuju rezultati istovjetnih ispitivanja znanstvenika u susjednoj Mađarskoj.

UVOD

Bolest pšenice poznatu pod nazivom pepelnica uzrokuje gljiva *Erysiphe graminis* D.C. f. sp. tritici March. To je jedna od najčešćih i najopasnijih bolesti na toj žitarici. Ova bolest može imati veoma veliki utjecaj na količinu i kvalitetu uroda.

O tome postoje mnogi zabilježeni podaci u literaturi među koje spadaju i oni koji pokazuju da je napad pepelnice u Velikoj Britaniji, Novom Zelandu i Indiji snizio urod i do 45%, a u USA do 35% (Namuco i sur. 1987.). Istraživanja provedena u Institutu pokazala su da u našim uvjetima to smanjenje može iznositi i do 42% (Korić, 1986). Postoji više različitih mjera borbe kojima se smanjenje uroda može svesti na ekonomski razumnu mjeru. U današnje vrijeme selekcija na otpornost i stvaranje tolerantnih i otpornih sorata društveno su najkorisniji. Na ovaj način stvorena sorta, oslobađa nas jednog dijela troškova kemijske zaštite kod uzgoja pšenice, a ujedno utječe na smanjenje zagađivanja okoline u kojoj živimo. Da bi selekcija na otpornost bila uspješna potrebno je istražiti, ispitati i pronaći efikasne Pm gene otpornosti za populaciju patotipova *Erysiphe graminis* f. sp. tritici koja prevladava na području Hrvatske.

MATERIJAL I METODA RADA

Istraživanja su provedena u stakleniku Zavoda za strne žitarice Instituta na lokaciji Botinec na pšenici u stadiju mladih biljčica sa 2-3 lista (seedling). One su obuhvatile razdoblje od 1968. do 1991. godine. U tom je vremenu ispitana efikasnost 8 Pm gena, od do sada 18 poznatih (Mc Intosh 1988.), čiji su nosioci AXMINSTER (CI-14114) Pm1, ULKA (CI 14118) Pm2, HALLE STAMM 13471, Pm2 + Mld, ASOSAN (CI-14120) Pm3a, CHUL (CI-14121) Pm3b, WEIHEN-STEPHAN MI Pm 4b, HOPE (CI - 14125) Pm5, SALZMÜNDE St. 14/44 Pm8 i sorta CARSTEN V PmO.

Navedene sorte nosioce određenog Pm gena posijao sam po 10 zrna u plastične lonce promjera 10 cm. U jednom loncu zasijao sam po tri sorte. Nakon sjetve lonci su prenešeni u staklenik da se u stakleničkim uvjetima pšenica razvije u stadij mladih biljčica s razvijena 2-3 lista. U tom stadiju razvoja obavljena je umjetna zaraza s inokulumom dobivenim umnažanjem jedne pustule (sorusa) *Erysiphe graminis* f. sp. tritici.

Način na koji sam došao do monopustulnih izolacija detaljno je opisan u ranijim radovima (Nover, Lehman 1969; Špehar, Vlahović 1978.).

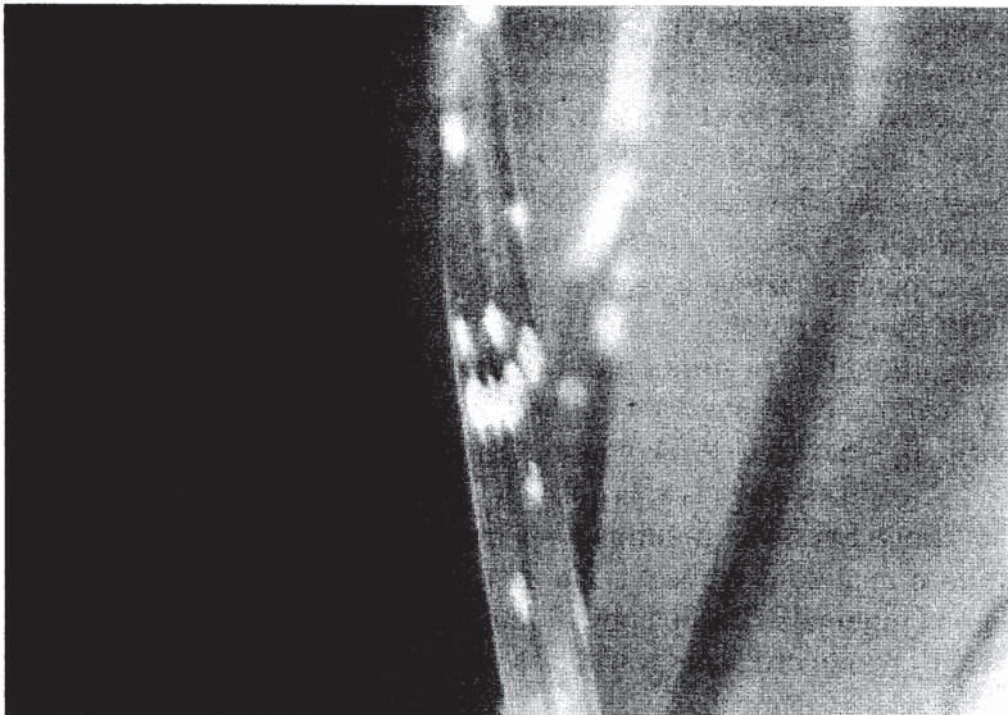
Umjetna zaraza obavljena je metodom prašenja tj. istresanja inokuluma na

materijal koji se testira. Ova se metoda zaraze pokazala u našim uvjetima najboljom iako u svijetu postoji još nekoliko metoda no one se nisu pokazale tako dobre u mojim uvjetima rada.

Nakon umjetne zaraze materijal (set od tri lonca) se ponovo odnosi u staklenik gdje se dalje uzgaja na temperaturi od 18°C do 20°C. Pojedini materijali su međusobno odvojeni staklenim pregradama. Nakon 10-12 dana obavlja se očitavanje rezultata.

Slika 1 Pustule gljive *Erysiphe graminis* f. sp. tritici na mladim biljčicama pšenice

Photo 1 Pustules of *Erysiphe graminis* f. sp. tritici on seedling stage of wheat



Skala za očitavanje je 0-4 koja se primjenjuje i kod određivanja patotipova crne žitne rđe (Stakman, Stewart, Loegering, 1962). Nakon očitavanja rezultati se stavljaju u dvije osnovne grupe reakcija. Prvo je otporan tip reakcije označen sa R, a ulaze ocjene 0-2. Drugo je osjetljivi tip reakcije S a ulaze ocjene 3- 4. Radi valjanosti dobivenih rezultata svaki je izolat ispitan u tri ponavljanja. Godišnje se ispita oko 80 izolata *Erysiphe graminis* f. sp. tritici.

REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati istraživanja i ispitivanja efikasnosti navedenih osam Pm gena otpornosti u protekle 24 godine pokazali su da je njihova efikasnost promjenjiva. To tumačim primjenom dominantnih patotipova gljiva u populaciji u tom periodu, a što je opet povezano s izmjenom asortimana pšenice u strukturi sjetve na našim poljima. Odnos asortimana i patotipova u populaciji *Erysiphe graminis* f. sp. tritici obrađen je i objavljen u znanstvenom radu (Korić, 1991.).

Od svih ispitanih Pm gena samo je Pm 4b bio postojan nosilac otpornosti prema *Erysiphe graminis* f. sp. tritici. Taj gen se kroz sve 24 godine ispitivanja pokazao kao najefikasniji. Prema genu Pm 4b gotovo svi ispitani izolati bili su uglavnom avirulentni (tablica 1).

To se odnosi i na sorte koje u sebi nose taj gen otpornosti. U našim ispitivanjima to je bila sorta WEIHENSTEPHAN M₁. Osim navedene sorte taj gen otpornosti Pm 4b u svom genofondu posjeduje još i neke druge sorte kao što su: ACHILL, AJAX, ARKAS, ARMADA, ELS, HERMES, HORIZONT, MARIS HALBERD, OLYMP, ORBIS, KOSACK, SOLO i druge (Mc. Intosh, 1988). Na žalost mnoge od tih sorata ne zadovoljavaju naše zahtjeve po osnovi drugih veoma važnih i bitnih agronomskih svojstava. Zato njihovo direktno uključivanje u oplemenjivačke programe putem križanja ne daje u mnogo slučajeva zadovoljavajuće i očekivane rezultate. Stoga je potrebno vršiti i povratna križanja da bi se na kraju dobio genotip pšenice, prihvatljiv za široku proizvodnju kao novopriznata sorta. Da bi se došlo do tog rezultata potrebno je mnogo višegodišnjeg rada velikog broja znanstvenika različitih djelatnosti. U 1984. godini u istraživanje je uključen i gen Pm 3a, koji se nakon višegodišnjeg ispitivanja pokazao kao neefikasan, jer je potpuno avirulentan na patotipove *Erysiphe graminis* f. sp. tritici našeg područja u Hrvatskoj.

Boljom analizom tablice 1 vidljivo je da se efikasnost pojedinih Pm gena otpornosti mijenjala i da su u pojedinom vremenskom razdoblju pojedini Pm geni bili više ili manje efikasni (grafikon 1).

B. Korić: Efikasnost Pm gena otpornosti prema *Erysiphe graminis* D. C. f. sp. tritici March.
u Hrvatskoj za razdoblje od 1968. do 1991. godine

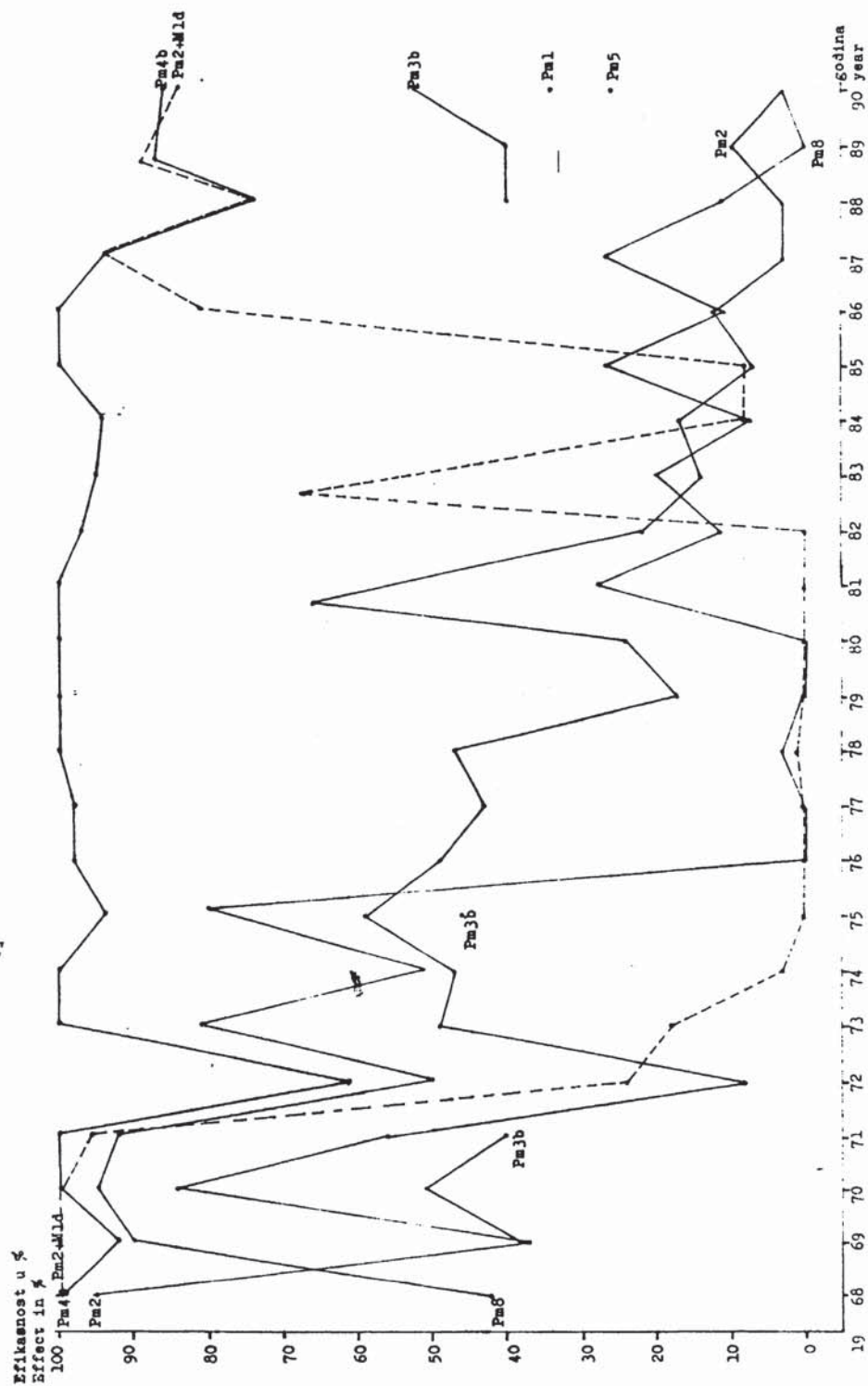
Tablica 1 Efikasnost Pm gena otpornosti u %
Table 1 Effectiveness of Pm resistance genes in %

Godia Year	Pm 1	Pm 2	Pm2+Mld	Pm 3b	Pm 4b	Pm 5	Pm 8	Pm 3a
1968.	0	95	100	98	100	95	43	
1969.	0	37	100	38	92	29	89	
1970.	27	84	100	51	100	84	95	
1971.	4	92	96	40	100	35	92	
1972.	0	8	24	5	61	5	50	
1973.	0	49	18	8	100	6	81	
1974.	0	47	3	14	100	2	51	
1975.	2	59	0	46	94	8	67	
1976.	0	49	0	4	98	4	0	
1977.	2	43	0	7	98	0	0	
1978.	1	47	1	12	100	0	3	
1979.	0	17	0	17	100	0	0	
1980.	0	24	0	5	100	0	0	
1981.	0	56	0	21	100	0	28	
1982.	2	22	0	9	97	0	11	
1983.	11	14	67	10	95	0	20	16
1984.	0	17	8	0	94	29	7	4
1985.	0	7	8	0	100	0	27	13
1986.	0	12	81	0	100	2	6	2
1987.	1	3	94	2	94	38	27	8
1988.	0	3	74	40	74	12	6	8
1989.	0	10	89	40	87	10	0	1
1990.	34	3	84	52	86	26	3	9
1991.	45	7	69	39	69	45	0	0

B. Korić: Efikasnost Pm gena otpornosti prema *Erysiphe graminis* D. C. f. sp. tritici March. u Hrvatskoj za razdoblje od 1968. do 1991. godine

Grafikon 1
Figure 1

Efikasnost Pm gena otpornosti u %
Effectiveness of Pm resistance genes in %



B. Korić: Efikasnost Pm gena otpornosti prema *Erysiphe graminis* D. C. f. sp. tritici March. u Hrvatskoj za razdoblje od 1968. do 1991. godine

U početnim godinama ispitivanja efikasni Pm geni otpornosti bili su Pm2, Pm2+Mld, Pm5, Pm8 i već spomenuti Pm 4b. Ovi rezultati su pokazali da u tom razdoblju gljiva *Erysiphe graminis* f. sp. tritici nije imala gen virulentnosti da probije efikasnost Pm gena domaćina. Kako su godine prolazile virulentnost gljive postojala je sve jača tako da je vremenom većina tih Pm gena bila probijena. Oni su postali potpuno neefikasni, a što su ostali i do danas. Iz toga treba izdvojiti gen Pm2+Mld koji je u posljednje četiri godine ponovo počeo pokazivati svojstvo efikasnosti, pa se spomenuti gen Pm 4b preporučuje kao gen otpornosti sa kojim se u procesu oplemenjivanja pšenice na otpornost prema pepelnici mogu postići zadovoljavajući rezultati. Gubljenje efikasnosti pojedinih Pm gena veoma je lako protumačiti promjenom dominantnih patotipova gljive u populaciji na terenu. To se i pokazalo tokom višegodišnjih ispitivanja i određivanja patotipova *Erysiphe graminis* f. sp. tritici. (Korić, 1991).

U istom razdoblju (24 godine) po mojim saznanjima bilo je pet velikih izmjena asortimana pšenice koje su se sijale na poljima i koje su u isto vrijeme utjecale na promjenu dominantnih patotipova u populaciji ove bolesti (Korić, 1991.)

Da su rezultati dosadašnjih ispitivanja o efikasnosti Pm 4b gena otpornosti na području Hrvatske zaista takvi kakvi su prezentirani potkrepljuju rezultati sličnih ispitivanja u susjednoj Mađarskoj. Tamo su naime provedena ispitivanja sa istim Pm genima u razdoblju od 1971. do 1980. i 1983. do 1987. godine. Dobiveni su gotovo identični rezultati, naime i na području te zemlje gen Pm 4b pokazao je potpunu efikasnost u cijelom ciklusu ispitivanja. Gen Pm2+Mld isto je bio efikasan na tim prostorima, ali samo do trenutka dok se u Mađarskoj nije počela jače širiti Zg sorta Baranjka. Od tada taj Pm gen izgubio je svoju efikasnost (Szunics, 1990). To se dogodilo kod nas samo nešto ranije jer je ranije počelo širenje te sorte u Hrvatskoj. Danas kada se na poljima Hrvatske uz druge Zg sorte siju i sorte ostalih Instituta gen Pm2+Mld opet pokazuje određenu efikasnost. Osim u Mađarskoj vršena su ista takva ispitivanja u trajanju od pet godina (1980-1984.) i u Brazilu. Ona su pokazala da su i u toj dalekoj zemlji isto tako efikasni geni otpornosti Pm 4b i Pm2+Mld (Linnares, 1986).

U analizi dobivenih rezultata u ispitivanju efikasnosti Pm gena otpornosti prikazanih u tablici 1 posebnu pažnju treba posvetiti posljednjoj godini. Uočljivo je da niti jedan od ispitivanih Pm gena nema prevladavajuću efikasnost kao što je to bilo u ranijim godinama. Da li je relativno slabija efikasnost gena Pm 4b samo slučajna u 1991. godini ili je njegova efikasnost u opadanju to će pokazati naredne godine ispitivanja.

ZAKLJUČAK

Na osnovu višegodišnjih ispitivanja (1968-1991.) efikasnosti Pm gena otpornosti mogu se donijeti slijedeći zaključci:

1. Najbolju efikasnost pokazao je gen otpornosti Pm 4b.
2. Geni otpornosti Pm1 i Pm3 pokazali su se potpuno neefikasni.
3. Gen otpornosti Pm2+Mld pokazao se kao efikasan u prve četiri godine ispitivanja (1968.-1971.) da bi zatim dugi niz godina bio neefikasan i u posljednjih šest godina (1986.-1991.) ponovo postao efikasan.
4. Gen otpornosti Pm8 je u prvih osam godina pokazao izvjesnu a u nekim godinama zadovoljavajuću efikasnost da bi ju nakon 1975. godine izgubio i do danas ostao je potpuno neefikasan.
5. Gen otpornosti Pm5 bio je efikasan samo u početnim godinama ispitivanja da bi kasnije tu efikasnost izgubio.
6. Gen otpornosti Pm2 bio je efikasan u prvim godinama ispitivanja, polovično efikasan u srednjem razdoblju ispitivanja (1973-1981) da bi kasnije postao neefikasan što je i danas.

SINOPSIS

U razdoblju od 24 godine (1968-1991.) ispitivana je efikasnost 8 Pm gena otpornosti prema gljivi *Erysiphe graminis* f. sp. tritici uzročniku dobro poznate i opasne bolesti na pšenici pod nazivom powdery mildew. Tokom višegodišnjeg ispitivanja najbolju efikasnost pokazao je gen otpornosti Pm 4b. Stoga se za oplemenjivanje pšenice na otpornost prema toj bolesti preporučuje putem križanja, uzimajući one genotipove pšenice koje u svom genofondu sadrže navedeni Pm 4b gen, stvarati otporne ili tolerantne sorte. U tu svrhu može poslužiti i gen otpornosti Pm2+Mld.

SYNOPSIS

During a 24-year period (1968-1991), effectiveness was studied of 8 Pm resistance genes to the fungus *Erysiphe graminis* f. sp. tritici, the cause of a well known and serious wheat disease, known as powdery mildew. During the many years of investigations, the best effectiveness was exhibited by the Pm 4 resistance gene. Therefore, in breeding for resistance to this wheat disease, it is recommended to include in crossings those wheat genotypes that contain the Pm 4b gene, and thus develop resistant or tolerant varieties. For that purpose, the gene Pm 2 + Mld. may be used.

SUMMARY

Powdery mildew is the most frequent and one of the most serious diseases in wheat production and can greatly affect both quantity and quality of yield.

The cause of the disease is the fungus *Erysiphe graminis* f. sp. tritici. Development of tolerant or resistant wheat diseases presents today, more than before, the principal way of reducing its severity. To make breeding work successful, it is necessary to find appropriate Pm resistance genes for the existing pathotypes prevailing in the population on the territory of Croatia. The results of the investigation showed that the tested Pm resistance genes acted differently in terms of their effectiveness to *Erysiphe graminis* f. sp. tritici isolates. Effectiveness of the tested Pm resistance genes was grouped into three main groups according to the association existing between the host (wheat) and the parasite (the fungus *Erysiphe graminis*):

1. ineffective resistance genes Pm 1 and Pm 3a
2. broken down resistance genes Pm 2, Pm 3b, Pm 5 and Pm 8
3. effective resistance genes Pm 4b and Pm2 + Mld.

Over the past 24 years, the most effective Pm resistance gene was Pm 4b. Almost all isolates of *Erysiphe graminis* f. sp. tritici were for the most part avirulent to this Pm gene. Beside this Pm resistance gene, I suggest that resistance gene Pm 2+Mld. be included in the process of breeding in today's breeding programs for resistance to this disease. The results of my investigations agree with the results obtained from identical investigations conducted by researchers from the neighbouring Hungary.

LITERATURA

- Namuco, L. O., Coffman, W.R., Bergstorm, G.C., Sorrells, M.E.:** Virulence Spectrum of the *Erysiphe graminis* f. sp. tritici Population in New York. *Plant Disease*, Vol. 71(6), 539-541, 1987.
- Linhares, W.I.:** Survey of pathogenic populations of *Erysiphe graminis* f. sp. tritici in Brazil. *Fitopatologia Brasileira*, Vol. 11(10), 967-977, 1986.
- McIntosh, R.A.:** Catalogue of gene symbols for wheat. *Proceedings of Seventh International Wheat Genetics Symposium*, Cambridge 1988.
- Korić, B.:** Utjecaj pepelnice (*Erysiphe graminis* f. sp. tritici) na smanjenje mase 1000 zrna pšenice. *Semenarstvo*, Vol. 3(9), 222-226, 1986.
- Korić, B.:** Zastupljenost patotipova *Erysiphe graminis* f. sp. tritici u zapadnom dijelu Jugoslavije od 1968. do 1990. godine. *Agronomski glasnik*, Vol. 53(4-5), 241-253, 1991.
- Nover-Lehman:** Resistenzeigenschaften in Gersten und Weizensortiment Gatersleben. *Die Kulturpflanze*, Band XVII, 1969.

B. Korić: Efikasnost Pm gena otpornosti prema *Erysiphe graminis* D. C. f. sp. tritici March. u Hrvatskoj za razdoblje od 1968. do 1991. godine

Špehar, V., Vlahović, V.: Petogodišnja ispitivanja fizioloških rasa *Erysiphe graminis* u zapadnom području Jugoslavije (1968-1972). Poljoprivredna znanstvena smotra, Vol. 45(55), 81-88, 1978.

Stakman, E.C., Stewart, D.C., Loegering, W.Q.: Identification of physiologic races of *Puccinia graminis* f. sp. tritici. Agricultural service E-617, 1962.

Szunics, L., Szunics Ludmilla: Use of resistance genes in the biological plant protection against wheat powdery mildew. *Növénytermeles*, Vol. 39(1), 1-9, 1990.

Adresa autora - Author's address:

Primljeno: 6.03.1991.

Dr. Bogdan Korić

"Zaštita bilja" d. o. o.

Zagreb, Svetošimunska 25