

**DJELOTVORNOST Pm GENA OTPORNOSTI PREMA PEPELNICI  
(*ERYSIPHE GRAMINIS* F. SP. *TRITICI*) U HRVATSKOJ ZA RAZDOBLJE OD  
1990. DO 1995. GODINE**

Bogdan KORIĆ<sup>1</sup>

Zavod za zaštitu bilja u poljoprivredi i šumarstvu Republike Hrvatske, Zagreb

**IZVOD**

Da bi selekcija na otpornost bila uspješna potrebno je pronaći odgovarajuće Pm gene otpornosti za postojeće patotipove koji prevladavaju na području Hrvatske. Rezultati istraživanja su pokazali da su se ispitivani Pm geni otpornosti različito ponašali u odnosu na svoju djelotvornost prema izolatima pepelnice. U tom razdoblju istraživana je djelotvornost 19 Pm gena otpornosti i najbolju djelotvornost pokazali su Pm geni: Pm3b, Pm4a, Pm4b, Pm9, Pm2+Mld, Pm5+Pm6, Pm2+Pm4b+Pm8, pa se stoga preporučuju za rad na oplemenjivanju pšenice prema toj bolesti.

Ključne riječi: *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*, Pm geni otpornosti, djelotvornost, pepelnica

**IZVLEČEK**

**UČINKOVITI PM GENI ODPORNOSTI PROTI PŠENIČNI PEPELOVKI  
(*ERYSIPHE GRAMINIS* F. SP. *TRITICI*) NA HRVAŠKEM V OBDOBJU OD LETA  
1990 DO 1995**

Za uspješno selekciju pšenice na otpornost proti žitni pepelovki je potrebno najti odgovarajuće Pm gene otpornosti za znane prevladajuće patotipe na Hrvatskom. Raziskave su pokazale, da su se preizkušani Pm geni različito obnašali proti različnim izolatima žitne pepelovke. Na podlagi raziskav u tom razdoblju ugotavljamo, da su bili među 19 preizkušanimi Pm genima najbolje učinkoviti Pm3b, Pm4a, Pm4b, Pm9+Pm17, Pm2+Mld, Pm5+Pm6, Pm2+Pm4b+Pm8 in njih zato lahko priporočamo za delo pri zlahtnjenju pšenice na odpornost proti tej bolezni.

Ključne besede: *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*, Pm geni otpornosti, učinkovitost, pepelovka

**ABSTRACT**

**EFFECTIVENESS OF PM RESISTANCE GENES TO POWDERY MILDEW  
(*ERYSIPHE GRAMINIS* F. SP. *TRITICI*) IN CROATIA IN THE PERIOD FROM  
1990. TO 1995.**

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 powdery mildew. In this period effectiveness was studied of 19 Pm resistance genes and the best were exhibited by the Pm3b, Pm4a, Pm4b, Pm9, Pm2+Mld, Pm5+Pm6, Pm2+Pm4b+Pm8, therefore it recommended to include in crossing those Pm resistant genes and develop resistant or tolerant varieties.

Key words: *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*, Pm resistant genes, effectiveness, powdery mildew

<sup>1</sup> dr. agr. znan., HR-10000 Zagreb, Svetošimunska 25

## 1 UVOD

Pojedine bolesti, na pšenici se mogu pojaviti u jačem napadu, što može utjecati na realizaciju kapaciteta rodnosti uzgajanih genotipova pšenice. To se posebno odnosi na urod i njegove komponente. O tome postoje podatci iz najranijih dana uzgoja ove kulture, t. j. one iz daleke prošlosti, 1300 godina prije rođenja Krista (Kislev, 1982.), pa sve do današnjih dana. U tom dugom vremenskom razdoblju u arhivama mnogih zemalja čuvaju se zapisi o slučajevima kada je napad neke bolesti jako smanjio urod ili je on potpuno izostao (Korić, 1989.). Jedna od najčešćih i najopasnijih bolesti na toj žitarici je pepelnica koju uzrokuje gljivica *Erysiphe graminis* D. C. f. sp. *tritici* March., a može imati veoma veliki utjecaj na količinu i kvalitetu uroda. O tome postoje mnogi podatci zabilježeni u literaturi. Tako postoje podatci iz Velike Britanije, Novog Zelanda i Indije prema kojima je pepelnica u tim krajevima snizila urod i do 45%, a u USA do 35% (Namuco i sur., 1987.). Istraživanja provedena u Hrvatskoj u Bc Institutu pokazala su da u našim uvjetima to smanjenje može iznositi i do 42% (Korić, 1986.)

Postoji nekoliko različitih načina borbe kojima se smanjenje uroda, nastalo pod utjecajem ove bolesti, može svesti na ekonomski razumnju mjeru. U današnje vrijeme selekcija na otpornost, te stvaranje otpornih i tolerantnih sorata, društveno su najkorisniji. Takve sorte oslobadaju nas jednog dijela troškova kemijske zaštite kod uzgoja pšenice, što utječe na smanjenje troškova proizvodnje i na smanjenje zagađivanja okoline u kojoj živimo. Da bi taj vid selekcije bio uspješan potrebno je istražiti, pronaći i selekcionerima ponuditi zadovoljavajuće gene otpornosti prema gljivici uzročniku pepelnice tj. njezinoj populaciji koja prevladava na području Hrvatske.

Provedena istraživanja u Hrvatskoj odnosila su se na Pm gene otpornosti od Pm 1 do Pm 9 (Sorta Amigo uz taj gen posjeduje i gen Pm 17), a što su bila istraživanja u mnogim drugim zemljama kako Europe tako i ostalog dijela svijeta (tablica 1).

Tablica 1: Pm geni otpornosti u genofondu sorata pšenice u nekim zemljama Europe i svijeta

Table 1: Pm resistance genes into gene pool wheat varieties in some European and World countries

ZEMLJA Country	Pm geni Pm gene
FRANCUSKA	Pm 2, Pm 4b, Pm 5, Pm 6, Pm 8, Mli
RUSIJA	Pm 2, Pm 4b, Pm 6
ČEŠKA I SLOVAČKA	Pm 2, Pm 4b, Pm 6, Pm 8
MAĐARSKA	Pm 2, Pm 4b, Pm 5, Pm 6, Pm 8
HRVATSKA	Pm 2, Pm 4b, Pm 5, Pm 6, Pm 8
POLJSKA	Pm 2, Pm 3c, Pm 4, Pm 5, Pm 7, Mld
ENGLESKA	Pm 2, Pm 2 + Pm 6, Mli
DANSKA	Pm 2, Pm 4b, Pm 8, Mli
AUSTRIJA	Pm 2, Pm 2 + Pm 6, Pm 4b, Pm 8
ETIOPIJA	Pm 2, Pm 4, Pm 4b, Pm 5, Pm 6, Pm 7, Pm 8, Mld
BRAZIL	Pm 4b, Pm 2 + Mld
KINA	Pm 2, Pm 6
KANADA	Pm 1, Pm 2, Pm 3b, Pm 3c, Pm 4, Pm 5

To je razlogom da većina sorata pšenice u svom genofondu posjeduju neki od navedenih Pm gena otpornosti što se dakako odnosi i na sorte u Hrvatskoj (tablica 2). Time je sužena varijabilnost, a posljedica toga može biti potpuni gubitak otpornosti sorata pšenice na napad populacije pepelnice koja prevladava u područjima gdje se siju sorte sa nekim od navedenih Pm gena otpornosti. Tako nešto se već dogodilo u Hrvatskoj kada su nekad veoma djelotvorni Pm geni otpornosti postali potpuno nedjelotvorni (Korić, 1993.). Najbolji je primjer ruske sorte Kavkaz i Pm 8 gena otpornosti kojeg je ta sorta nositelj i sudjelovala je u mnogim selekcijskim programima u poboljšanju nekoliko agronomskih svojstava među kojima je bilo i svojstvo otpornosti na pepelnicu (tablica 3). Rezultati istraživanja djelotvornosti nekih od navedenih Pm gena u Europi prikazani su u tablici 4, a objavljeni u radu grupe znanstvenika iz Njemačke i Francuske (Limpert i sur., 1987). Mnogi oplemenjivači da bi se suprotstavili gubitku otpornosti svojih sorata u njihov genofond ugrađuju dva ili više Pm gena otpornosti čime podižu nivo otpornosti.

Tablica 2: Ustanovljeni Pm geni otpornosti u nekim Hrvatskim sortama  
Table 2: Pm resistant genes in some Croatian wheats

SORTA Variety	Ustanovljeni Pm Geni Postulated Pm genes
MARINA	<i>Pm 8</i>
SANA	<i>Pm 2 + Pm 6</i>
ZAGREPČANKA	<i>Pm 2 + Pm</i>
ADRIANA	<i>Pm 5 + Pm 6</i>
DIJANA	<i>Pm 4b + Pm 5</i>
IRENA	<i>Pm 4b + Pm 5</i>
LONJA	<i>Pm 2 + Pm 4b + Pm 6</i>

Istraživanja su provedena u: Phytopathology, Institute of Plant Science, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich; Institute of Agronomy and Plant Breeding, Freising - Weihenstephan; Agricultural Research Institute, Hungarian Academy of Sciences, Martonvasar

Daljnijim istraživanjima Pm gena otpornosti došlo se do spoznaje da danas svojstvo otpornosti pšenice prema pepelnici kontrolira mnogo više Pm gena nego što je to bilo do 1995. godine. Prema podatcima kojima raspolaže autor ovog rada došlo se do Pm 23 gena otpornosti. Slijedom toga u daljnjim istraživanjima treba se posvetiti tim novim Pm genima i pronaći one koji su djelotvorni za populaciju pepelnice koja prevladava u Hrvatskoj i ponuditi ih oplemenjivačima da ih putem križanja u svojim selekcijskim programima unesu u genofond novih sorata pšenice.

Tablica 3: Djelotvornost *Pm* gena otpornosti ugrađenih u gemetski kompleks pšenice u Hrvatskoj

Table 3: Effectiveness *Pm* resistant genes into gene pool on wheat in Croatia

Djelotvornost <i>Pm</i> gena u postotku po godinama										
Effectiveness <i>Pm</i> resistant genes in percentage per year										
<i>Pm</i> 2	1968 – 1970 84 – 95		1971 – 1978 45 – 59		1979 – 1981 47 – 66		1982 – 1991 3 – 8		1992 – 1995 0	
<i>Pm</i> 8	1968 43	1969 89	1970 95	1971 92	1972 50	1973 81	1974 51	1975 77	1976 – 1990 3 – 10	1991 – 1995 0
<i>Pm</i> 4	1990 15	1991 41	1992 17	1993 19	1994 33	1995 27				
<i>Pm</i> 4b	1968 – 1974 100		1975 – 1990 94 – 100		1991 69	1992 66	1993 59	1994 63	1995 73	
<i>Pm</i> 2+ <i>Mld</i>	1968 100	1969 100	1970 – 1989 67 – 89		1990 84	1991 59	1992 59	1993 52	1994 85	1995 77
<i>Pm</i> 2+ <i>Pm</i> 6	1990 7	1991 0	1992 0	1993 15	1994 37	1995 22				
<i>Pm</i> 5+ <i>Pm</i> 6	1992 98	1993 76	1994 85	1995 79						
<i>Pm</i> 2+ <i>Pm</i> 4b+ <i>Pm</i> 8	1990 48	1991 54	1992 51	1993 59	1994 67	1995 72				

Tablica 4: Djelotvornost *Pm* gena u nekim zemljama Europe u postotku

Table 4: Effectiveness of *Pm* genes in some European countries in percentage

Geni otpornost – Resistance genes							
ZEMLJA Country	<i>Pm</i> 2	<i>Pm</i> 2 + <i>Pm</i> 6	<i>Pm</i> 4b	<i>Pm</i> 8	<i>Pm</i> 4b + <i>Pm</i> 8	<i>Mli</i>	<i>Pm</i> 2 + <i>Pm</i> 4b + <i>Pm</i> 8
ENGLJSKA	67-90	57-65	45-55	0-35	0-10	55-100	0-5
FRANCUSKA	22-68	0-29	0-26	0-11	0	64-66	0
NIHOZEMSKA	54	39	31	23	0	77	0
DANSKA	23-46	4-9	9-15	46-59	0	89-100	0
NIJEMAČKA	0-53	0-32	0-64	25-87	0-48	61-100	0-18
ITALIJA	0	0	0	0	0	0	0
AUSTRIJA	0-21	17-20	0-29	74-86	0-10	97-100	0

Napomena: Rezultati prikazani u ovoj tablici objavljeni su u radu Lampert i sur., 1987.

## 2 MATERIJAL I METODIKA

Istraživanja su provedena u stakleniku Zavoda za strne žitarice Bc Instituta na lokaciji Botinec. U tu svrhu koristila se pšenica u stadiju mladih biljaka kod porasta 2-3 lista (seedling). Razdoblje u kojem su se obavila ta istraživanja bilo je od 1990. godine do 1995. godine. Za to vrijeme istražena je djelotvornost 14 pojedinačnih gena otpornosti čiji su nositelji bile sorte kako slijedi: *Pm* 1 –

Axminster, Pm 2 – Ulka, Pm 3a – Asosan, Pm 3b – Chul, Pm 3c – Sonora, Pm 4 – CI 14123, Pm 4a – Khapli, Pm 4b – Weihenstephan, Pm 5 – Hope, Pm 6 – Coker 747, Pm 7 – CI 14189, Pm 8 – Salzmunde St.14/44, Mli – Caripus, MA – CI 15888. U istraživanje je bilo uključeno i pet sorata koje su u svom genofondu sadržavale dva i više gena otpornosti, a to su: Pm 9 + Pm 17 – Amigo, Pm 2 + Mld – Halle Stamm 13471, Pm 2 + Pm 6 – PI 405718, Pm 5 + Pm 6 – Coker 983, Pm 2 + Pm 4b + Pm 8 – Apollo (tablica 5).

Tablica 5: Ispitivani geni otpornosti na pepelnicu  
Table 5: Studies of resistance genes to powdery mildew

GENI OTPORNOSTI	SORTA - LINIJA	GENI OTPORNOSTI	SORTA - LINIJA
Resistance genes	Variety - line	Resistance genes	Variety - line
<i>Pm 1</i>	AXMINSTER	<i>Pm 2</i>	ULKA
<i>Pm 3a</i>	ASOSAN	<i>Pm 3b</i>	CHUL
<i>Pm 3c</i>	SONORA	<i>Pm 4</i>	CI 14123
<i>Pm 4a</i>	KHAPLI	<i>Pm 4b</i>	WEIHENSTEPHAN
<i>Pm 5</i>	HOPE	<i>Pm 6</i>	COKER 747
<i>Pm 7</i>	CI 14189	<i>Pm 8</i>	SALZMUNDE
<i>Mli</i>	CARIPLUS	MA	CI 15888
	GEN OTPORNOSTI		SORTA - LINIJA
	<i>Pm 9 + Pm 17</i>		AMIGO
	<i>Pm 2 + Mld</i>		HALLE STAMM 13471
	<i>Pm 5 + Pm 6</i>		COKER 983
	<i>Pm 2 + Pm 4b + Pm 8</i>		APOLLO

Napomena: prema mojim saznanjima do danas je ustanovljeno da postoje *Pm* geni otpornosti do *Pm 23*

U plastične lonce promjera 10 cm posijano je po 10 zrna od svake navedene sorte nositelja nekog od navedenih gena otpornosti. Detaljniji opis cijelog postupka od sjetve u plastične lonce pa do pojave mladih biljaka sa dva do tri lista, način dobivanja monopustulnih izolacija i metoda umjetne zaraze potanko su opisana i objavljena u dosadašnjim radovima (Špehar, Vlahović, 1978, Korić, 1993).

Nakon umjetne zaraze materijal se odnosi u staklenik gdje se dalje uzgaja na temperaturi od 18° C do 20° C, uz odgovarajuću izolaciju pojedinog materijala. Kroz 10-12 dana mladih biljaka u navedenim uvjetima pepelnica se dovoljno razvila da se može očitati reakcija odabranog test sortimenta u obliku otpornog odnosno osjetljivo tipa reakcije. Skala za očitavanje tipa reakcije je od 0 do 4<sup>2</sup>. Po tipu reakcije očitavanja se svrstavaju u jednu od dvije osnovne skupine. Prvu sačinjava otporni tip reakcije označen sa R, a ulaze ocjene 0-2. Drugu sačinjava osjetljivi tip reakcije označen sa S, a ulaze ocjene 3-4. Sigurnost rezultata istraživanja jamči ispitivanje svakog izolata u tri ponovljena postupka. Godišnje se na ovaj način ispitalo 130-150 uzoraka populacije pepelnice sakupljene na raznim područjima Hrvatske.

### 3 REZULTATI I RASPRAVA

Analizom rezultata istraživanja djelotvornosti ispitivanih 19 gena otpornosti za razdoblje od 1990. do 1995. godine (tablica 6) došlo se do spoznaje da je za područje Hrvatske nekoliko gena otpornosti pokazalo zadovoljavajuću djelotvornost u smanjenju napada pepelnice (tablica 7).

<sup>2</sup> skala koja se primjenjuje kod crne žitne hrde autora Steward, Stakman, Loegering 1962

Tablica 6: Djelotvornost *Pm* gena prema *Erysiphe graminis* DC f. sp. *tritici* March. u postocima  
 Table 6: Effectiveness of *Pm* resistance genes to *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* in percentage

<i>Pm</i> gen otpornosti <i>Pm</i> resistant gene	Godina - Year					
	1990.	1991.	1992.	1993.	1994.	1995.
<i>Pm</i> 1	34	38	37	24	31	33
<i>Pm</i> 2	16	8	0	5	0	0
<i>Pm</i> 3a	44	5	6	8	5	0
<i>Pm</i> 3b	45	46	78	59	61	67
<i>Pm</i> 3c	19	43	39	7	20	15
<i>Pm</i> 4	15	41	17	19	33	27
<i>Pm</i> 4a	-	32	45	58	62	67
<i>Pm</i> 4b	84	69	66	57	63	73
<i>Pm</i> 5	63	43	33	11	12	15
<i>Pm</i> 6	0	0	0	0	0	0
<i>Pm</i> 7	5	5	3	0	0	0
<i>Pm</i> 8	0	0	0	1	0	1
<i>Pm</i> 9 + <i>Pm</i> 17	73	68	83	88	96	85
<i>Pm</i> 2 + <i>Mld</i>	84	59	59	48	85	77
<i>Pm</i> 2 + <i>Pm</i> 6	48	54	51	49	67	72
<i>Pm</i> 5 + <i>Pm</i> 6	7	0	0	15	37	22
<i>Pm</i> 2 + <i>Pm</i> 4b + <i>Pm</i> 8	-	-	98	76	85	79
Mli	2	24	0	1	15	12
MA	5	8	3	4	7	10

To su pojedinačni *Pm* geni *Pm* 3b, *Pm* 4a i *Pm* 4b, kao i *Pm* geni zajedničkog djelovanja u kombinaciji. U ovom slučaju bila su dva ili više *Pm* gena u kombinacijama kako slijedi: *Pm* 9 + *Pm* 17, *Pm* 2 + *Mld*, *Pm* 5 + *Pm* 6 i *Pm* 2 + *Pm* 4b + *Pm* 8. Istraživanja su pokazala da se djelotvornost gena *Pm* 3b i *Pm* 4a iz godine u godinu povećavala što daje pravo da se zaključi kako bi to mogli biti oni *Pm* geni koji bi u budućnosti, ugrađeni u genski kompleks budućih sorata pšenice, dali odgovarajuću otpornost tim sortama na napad pepelnice. U tablici 8 dat je prikaz djelotvornih *Pm* gena otpornosti u Hrvatskoj, kao i sorata nositelja tih *Pm* gena. Time se olakšava oplemenjivačima izbor pri odabiru roditelja u selekcijskim programima na otpornost pšenice prema pepelnici. U svijetu većina istraživanja odnosila se također na iste *Pm* gene otpornosti (u to vrijeme jedino poznate). Tako su se oplemenjivači diljem svijeta u svojim oplemenjivačkim programima služili uglavnom istim *Pm* genima otpornosti, a što je uvjetovalo da današnje sorte pšenice imaju suženu varijabilnost na genetsku otpornost prema pepelnici. To je razlogom da u genofondu sorata pšenice u Hrvatskoj kao i u Europi i svijetu prevladavaju uglavnom navedeni *Pm* geni otpornosti (Limper i sur., 1987, 1994; Liang Xun-Yi i sur., 1985; Negassa, 1987; Leath, Heun, 1990; Heun, Fischbeck, 1987; Zeller i sur., 1993; Širokov, 1990; Šebesta, Bartiš, 1989; Szunich, Szunich, 1990; Wstep, 1987; Linhares, 1986; Korić, 1993). Radi toga može se reći da većina sorata koje se danas uzgajaju u Hrvatskoj kao i u mnogim zemljama Europe i svijeta posjeduju iste *Pm* gene otpornosti u svom genofondu čime neizravno utječu na pojavu novih patotipova gljivice *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* za koje su ovi *Pm* geni u pravilu nedjelotvorni. U Hrvatskoj se sa nekim *Pm* genima to i dogodilo, a što je prikazano u radu autora ovog rada, objavljenog 1993. godine, a može se i vidjeti u tablici 3. Sve ovo je razlogom da danas u pojedinim godinama imamo velikih problema sa ovom bolesti pa moramo primjenjivati i druge načine suzbijanja, a što

uglavnom podrazumjeva kemijsku zaštitu odgovarajućim fungicidom. Kako bi se upotreba fungicida u suzbijanju pepelnice smanjila trebalo bi se pojačati istraživanje djelotvornosti Pm gena na one koji su otkriveni u novije doba, a prema literaturi to je do Pm23 (McIntosh, 1993-1998.).

Tablica 7: Djelotvornost djelotvornih otrovnih Pm gena otpornosti po godinama u postocima

Table 7: Effectiveness of effective resistance Pm genes per years in percentage

GENI OTPORNOSTI Resistance genes	Godina - Year					
	1990.	1991.	1992.	1993.	1994.	1995.
Pm3b	45	46	78	59	61	67
Pm4a	-	32	45	58	62	67
Pm4b	84	69	66	57	63	73
Pm9 + Pm17	73	68	83	88	96	85
Pm2 + Mld	84	59	59	48	85	77
Pm5 + Pm6	-	-	98	76	85	79
Pm2 + Pm4b + Pm8	48	54	51	59	67	72

Tablica 8: Djelotvorni Pm geni (1990.-1995.)

Table 8: Effective Pm resistant genes (1990.-1995.)

GENI OTPORNOSTI Resistant genes	SORTA NOSITELJ GENA OTPORNOSTI Varieties carriers of resistance genes
<i>Pm 4b</i>	ACHIL, AJAX, ARKAS, ARMADA, ROAZON, GERBIER, PERNEL, BOTRI, FAKON, I T.D.
<i>Pm 9 + Pm 17</i>	AMIGO
<i>Pm 2 + Mld</i>	HALLE STAMM 13471, MARIS DOVE
<i>Pm 5 + Pm 6</i>	COKER 983, DOUBLE CROP, ADRIANA, ARTHUR
<i>Pm 2 + Pm 4b + Pm 8</i>	APOLLO
<i>Pm 3b</i>	CHUL
<i>Pm 4a</i>	KHAPLI, YUMA, VALGERADO

#### 4 ZAKLJUČAK

- Istraživanja su pokazala da su za navedeno istraživano razdoblje svoju djelotvornost pokazali geni otpornosti Pm 3b, Pm 4a, Pm 4b, Pm 2+Mld, Pm 5+Pm 6, Pm 9+Pm 17, Pm 2+Pm 4b+Pm 8.
- Zbog sužene varijabilnosti korištenih Pm gena u selekciji pšenice kako u Hrvatskoj tako u Europi i svijetu postoji opasnost smanjenja otpornosti sorata pšenice prema napadu pepelnice.

- Do danas je znanstveno utvrđeno da postoji više Pm gena nego se donedavno znalo i to do Pm 23 što daje mogućnost pronalazjenja novih djelotvornih Pm gena prema populaciji patotipova pepelnice u Hrvatskoj.

### SAŽETAK

Pepelnica je najčešća i jedna od najopasnijih bolesti u proizvodnji pšenice i može imati veliki utjecaj na količinu i kvalitetu uroda. Uzročnik ove bolesti je gljivica *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 prevladavajuće patotipove u populaciji na području Hrvatske. Rezultati istraživanja su pokazali da su ispitani Pm geni otpornosti (ispitano je 19 gena otpornosti) različito ponašali u odnosu na svoju djelotvornost prema izolatima pepelnice sakupljenih sa različitih lokacija. Djelotvornost Pm gena otpornosti svrsta sam u tri osnovne grupe na osnovu povezanosti domaćina (pšenice) i parazita (gljivice *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*):

1. Nedjelotvorni geni otpornosti su Pm1, Pm2, Pm3a, Pm3c, Pm4, Pm6, Pm7, Pm8, Pm6+Pm8
2. Gen koji je izgubio djelotvornost Pm5
3. Djelotvorni geni otpornosti su Pm3b, Pm4a, Pm4b, Pm9+Pm17, Pm2+Mld, Pm2+Pm6, Pm2+Pm4b+Pm8

U razdoblju od 6 godina (1990.- 1995.) najdjelotvorniji Pm geni otpornosti su bili Pm4b, Pm9+Pm17, Pm2+Mld. Uz ove Pm gene otpornosti u sadašnjem vremenu u oplemenjivačke programe na otpornost prema toj bolesti u proces križanja uključiti i genotipove Pm2+Pm4b+Pm8.

### 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 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 resistant genes for the existing pathotypes prevailing in the population on territory of Croatia. The results of the investigation showed that the tested Pm resistance genes (tested were 19 resistant genes) acted differently in terms of their effectiveness to powdery mildew isolates collected on different locations. 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* f. sp. *tritici*):

1. ineffective resistance genes Pm1, Pm2, Pm3a, Pm3c, Pm4, Pm6, Pm7, Pm8, Pm5+Pm6.
2. broken down resistance gene Pm5
3. effective resistance genes Pm3b, Pm4a, Pm4b, Pm9+Pm17, Pm2+Mld, Pm2+Pm6, Pm2+Pm4b+Pm8.

During 6 years, the most effective Pm resistance genes were Pm4b, Pm9+Pm17, Pm2+Mld, Pm2+Pm6. Almost all isolates of *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* were for the most part avirulent to this Pm resistance genes. Beside this Pm resistant genes, I suggest that resistance gene Pm2+Pm4b+Pm8 be included in process of breeding in today's breeding programs for resistance to this disease.

## 5 LITERATURA

- Henn, M. / Fischbeck, G.: Identification of Wheat Powdery Mildew Resistance genes by Analysing Host Pathogen Interaction.- Plant Breeding, Vol.98(2), 124-129, 1987.
- Kislev, M. E.: Stem rust of wheat 3300 years old found in Israel.- Science, 216, 993-994, 1982.



- Korić, B.: Utjecaj pepelnice (*Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*) na smanjenje mase 1000 zrna pšenice.- Sjemenarstvo, Vol.3(2), 222-226, 1986.
- Korić, B.: Dostignuća u selekciji na otpornost prema nekim bolestima.- Agronomski glasnik, Vol.51(4-5), 47-64, 1989.
- Korić, B.: Efikasnost Pm gena otpornosti prema *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* u Hrvatskoj za razdoblje od 1968. do 1991. godine.- Agronomski glasnik, Vol.55(4-5), 305-313, 1993.
- Kwiatkowski, A.: Studies on biological specialization of *Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Marchal.- Prace Naukowe Instytutu Ochrony Roslin, Vol. 29(1), 9-38, 1987.
- Leath, S.: Identification of Powdery Mildew Resistance genes in Cultivars of Soft Red Winter Wheat.- Plant Disease Vol.74(10),747-752, 1990.
- Liang Xun-Yi, A. et al.: Identification of Resistance of Wheat Varieties to *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* and its Screening Resistance source. 1985.
- Limpert, F. G. et al.: Analysis of Virulence in Populations of Wheat Powdery Mildew in Europe.- J. Phytopathology, Vol.120(1-8), 1-7, 1987.
- Limpert, E. et al.: Identification of powdery mildew resistance genes in common wheat (*Triticum aestivum* L.) III. Hungarian and Croatian cultivars.- J. Genet. & Breed. Vol.48, 107-112, 1994.
- Linhares, W. J.: Survey of pathogenic populations of *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* in Brazil. bras.,Vol.11,967-977, 1986.
- McIntosh, R. A.: Catalogue of gene symbols for wheat.- Annual Wheat Newsletter, Vol. 36-41, 1990-1995.
- Menzies, J. G. et al.: Virulence spectrum of *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* in southern Ontario in 1986 and 1987.- Can. Journ. of Plant. Path.,Vol.11,148-153,1989.
- Namuco, L. O. et al.: Virulence Spectrum of the *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* Population in New York.- Plant disease, Vol. 71(6),539-541, 1987.
- Negassa, M.: Possible New Genes for Resistance to Powdery Mildew, Septoria Glume Blotch and Leaf Rust of Wheat.- Plant Breeding, Vol. 98(1), 37-46, 1987.
- Stakman, E. C. et al.: Identification of physiological races of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*.- Agricultural service E-617, 1962.
- Szunich, L., Szunich, Ludmilla: Use of resistance genes in the biological plant protection against wheat powdery mildew.- Noventytermeles, Vol.39(1), 1-9,1990.
- Šebesta, J., Bartoš, P.: Breeding cereals for disease resistance in the Czech Republic.- Ochr.Rostl.,Vol. 30(3), 233-242, 1994.
- Irokov, A. I.: Sorta Zernovjih kultur s efektivnimi genami ustojčivosti.- Naučno-tehnički bulletin, (6),21-26, 1990.
- Špehar, V., Vlahović, V.: Petogodišnja ispitivanja fizioloških rasa *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* u zapadnom području Jugoslavije (1968-1972.).- Poljoprivredna znanstvena smotra, Vol.45(55),82-88, 1978.
- Zeller, F. J. et al.: Identification of powdery mildew resistance genes in common wheat (*Triticum aestivum* L.). II French cultivars.- Agronomie, Vol. 13,201-207, 1993.