

UDK 632.9

YU ISSN 0372-7866

INSTITUT ZA ZAŠTITU BILJA I ŽIVOTNU SREDINU - BEOGRAD
INSTITUTE FOR PLANT PROTECTION AND ENVIRONMENT - BELGRADE

ZAŠTITA BILJA PLANT PROTECTION

VOL. 48 (3), No 221, 1997.

Zaštita bilja

vol. 48 (3)

Br. 221 (str. 141-204)

Beograd, 1997.

PROUČAVANJE POPULACIJE *ERYSIPHE GRAMINIS* F. SP. *HORDEI*, PARAZITA JEČMA, POMOĆU POKRETNIH RASADNIKA

S. Stojanović,^{1,3} Jovanka Stojanović,¹ R. Jevtić,² Vesna Grujić,¹ S. Gudžić³

¹ Institut za istraživanja u poljoprivredi „Srbija”, Centar za strna žita, Kragujevac; ² Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad; ³ Poljoprivredni fakultet, Priština

Prikazani su rezultati trogodišnjih (1995-1997) proučavanja populacije *Erysiphe graminis hordei* korišćenjem pokretnih rasadnika. Utvrđeno je da svi ispitivani M1 geni otpornosti imaju odgovarajuće gene virulentnosti u populaciji ovog parazita. Najmanju učestalost su imale v-05, V-p i V-(1402) virulentnosti.

Dinamika razvoja ovog parazita u prolećnom delu vegetacije ječma je bila različita po godinama. Maksimalne vrednosti koeficijenta infekcije u 1995. godini su zabeležene krajem aprila, a u 1997. godini početkom maja.

Ključne reči: ječam; pepelnica; pokretni rasadnik; populacije; *Erysiphe graminis hordei*.

Uvod

Pepelnica, koju prouzrokuje biotrofna gljiva *Erysiphe graminis* DC. ex Merat f. sp. *hordei* Em. Marchal, je česta i veoma značajna bolest ječma (*Hordeum vulgare* L.) u Jugoslaviji. Najefikasnija, najekonomičnija i ekološki najčistija zaštita se može ostvariti stvaranjem i gajenjem otpornih sorti. Osnovu za uspešnu selekciju predstavlja dobro poznavanje strukture virulentnosti ovog parazita. Učestalost alela virulentnosti u populaciji je usko povezana sa otpornošću sorti koje se gaje u proizvodnji (Braun i Wolfe, 1990).

Populacija prouzrokovala pepelnice ječma je veoma dinamična tokom vegetacije, posebno u prolećnom delu kada dolazi do njenog najintenzivnijeg razvoja. Dosadašnja istraživanja u nas su pokazala da se ona sastoji iz većeg broja patotipova različite virulentnosti (Stojanović, 1976; Kostić i Pribaković, 1978; Kostić *et al.*, 1989; Jevtić i Pribaković, 1993; Stojanović i Stojanović, 1994; Stojanović *et al.*, 1995). Genetska varijabilnost i širok biodiverzitet ove gljive su uslovljeni kombinovanim efektima mutacija, rekombinacija i migracijama iz drugih regiona.

Kao rezultati rekombinacija u Srbiji je formirano 56 patotipova sa 7-16 gena virulentnosti (Stojanović i Stojanović, 1994). Međutim, mnogi patotipovi obrazovani polnom reprodukcijom se ne održavaju dugo u prirodi, ili je pak njihova učestalost niska. Dominantnost patotipova tokom vegetacije ječma omogućava bespolno razmnožavanje (Brown i Wolfe, 1990).

Cilj ovog rada je proučavanje dinamike razvoja i virulentnosti populacije *Erysiphe graminis hordei* u prolećnom delu vegetacije ječma pomoću pokretnih rasadnika.

Materijal i metode

Proučavanja su obavljena u periodu 1995-1997. godine u Centru za strna žita u Kragujevcu. Po 20 zrna od svake izogene linije (tab. 1) je sejano u plastične saksije 9x12x6 cm. Do punog razvoja prvog lista (faza porasta 10 po Zadoks-u) biljke su gajene u staklari u izolacionim komorama. Nakon toga biljke su iznošene u polje i stavljane i usev ječma. U polju su ostale 48 časova, posle čega su vraćane u izolacione komore u kojima su vladali optimalni uslovi za razvoj biljaka ječma i prouzrokovala pepelnice.

Tab. 1. - Linije ječma korišćene u istraživanjima
Barley lines used in experiment

Linija Line	Gen(i) otpornosti Resistance gene(s)	Donor	Alel(i) virulentnosti Virulence alel(s)
-	MI-a8	Palas	V-a8
P-01	MI-a	Iso 1R	V-a
P-02	MI-a3	Ricardo	V-a3
P-03	MI-a6, MI-a14	Iso 20R	V-a6, V-a14
P-04A	MI-a7, MI-k, MI-(No3)	Nordal	V-a7, V-k, V-(No3)
P-04E	MI-a7, MI-(No3)	Nordal	V-a7, V-(No3)
P-06	MI-a7, MI-(LG2)	Iso 10R	V-a7, V-(LG2)
P-07	MI-a9, MI-k	Mpna	V-a9, V-k
P-08B	MI-a9	Senat	V-a9
P-09	MI-a10, MI-(Du2)	Iso 12R	V-a10, V-(Du2)
P-10	MI-a12, MI-(Em2)	Ernir	V-a12, V-(Em2)
P-11	MI-a13, MI-(Ru3)	Rupal	V-a13, V-(Ru3)
P-12	MI-c	HOR 1657	V-c
P-13	MI-(1402)	HOR 1402	V-(1402)
P-14	MI-(41/145)	W. 41/145	V-(41/145)
P-15	MI-(Ru2)	Rupe gene 2	V--(Ru2)
P-17	MI-k	Mc gene 2	V-k
P-18	MI-nn	Nigrinudum	V-nn
P-19	MI-p	Iso 5R	V-p
P-20	MI-at	Atlas	V-at
P-21	MI-g, MI-(CP)	Deba	V-g, V-(CP)
P-22	MI -05	Riso 5678	v-05
P-23	MI-(La)	Lofa	V-(La)
P-24	MI- h	Iso 3R	V-h

Vreme boravka biljaka u polju je bilo isto u svim godinama ispitivanja i to za pokretni rasadnik I 23-24. mart, II 6-7. april, III 13-14. april, IV 20-21. april, V 27-28. april, VI 8-9. maj, VII 15-16. maj i VIII 22-23. maj. Posle 10-12 dana vršeno je očitavanje reakcije ispitivanih genotipova ječma, određivanjem tipova infekcije 0-4 (Mains i Dietz, 1930) i intenziteta napada 0-100% (Peterson *et al.*, 1948).

Tipovi infekcije imaju sledeća značenja: 0 - vrlo otporan (VR), 1 - otporan (R), 2 - srednje otporan (MR), 3 - srednje osetljiv (MS) i 4 - vrlo osetljiv (VS) genotip. Na osnovu tipova infekcije i intenziteta napada izračunavan je koeficijent infekcije, tako što su vrednosti intenziteta mnogeže odgovarajućim koeficijentima tipova infekcije (za 0-0, za 1-0,2 za 2-0,4 za 3-0,8 i za 4-1) (Levine i Basile, 1959; Kilpatrick i Moseman, 1978). U slučajevima kada se bolest javljala u tragu (t-trace) uzete su vrednosti koeficijenta odgovarajućeg tipa infekcije.

Dinamika i virulentnost populacije *Erysiphe graminis hordei* su proučavane od kraja marta do kraja maja, kada su se ova gljiva i ječam najintenzivnije razvijali.

Rezultati

Rezultati istraživanja (tab. 2, 3 i 4 i graf. 1) pokazuju da postoje značajne razlike u pogledu intenziteta i dinamike razvoja prouzrokovala pepelnice ječma u pojedinim godinama. Najpovoljnija za razvoj ovog parazita je bila 1995. godina, kada je ostvarena najveća prosečna vrednost koeficijenta infekcije (22,14%). Razvoj parazita u 1996. godini je bio veoma slab, jer je prosečna vrednost koeficijenta infekcije bila samo 2,25%. Maksimalne vrednosti ovog pokazatelja za MI gene otpornosti su iznosile do 6,25%, a za pokretne rasadnike do 7,35%. Međutim, u 1997. godini ponovo je došlo do povećanja intenziteta razvoja *E. graminis hordei*, prouzrokovala pepelnice ječma, a prosečan koeficijent infekcije je dostigao vrednost od 14,39%.

T a b . 2 - Reakcija linija ječma u pokretnim rasadnicima prema
Erysiphe graminis hordei u 1995.
Reaction of barley lines in mobile nurseries to
Erysiphe graminis hordei in 1995

MI gen(i) MI gene(s)	Broj pokretnog rasadnika - Number of mobile nursery								Prosek* Averag
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
MI-a8	5VS	20VS	20VS	20VS	50VS	70VS	30VS	40VS	31,87
MI-a	tVS	10VS	5VS	tMS	40VS	30VS	20VS	20VS	15,85
MI-a3	0	10VS	10VS	5MS	50VS	20VS	40VS	40VS	21,75
MI-a6, MI-a14	tVS	30VS	5VS	10VS	70VS	70VS	40VS	30VS	32,00
MI-a7, MI-k, MI-(No3)	tVS	5VS	5MS	5VS	30VS	40VS	30VS	20VS	16,87
MI-a7, MI-(LG2)	tVS	5MR	tVS	0	60VS	0	30VS	20VS	14,25
MI-a9, MI-k	tVS	5VS	tVS	10VS	50VS	40VS	60VS	20VS	23,37
MI-a9	0	10VS	tVS	tVS	70VS	40VS	30VS	10VS	20,25
MI-a10, MI-(Du2)	tMR	20VS	10VS	20VS	50VS	70VS	40VS	30VS	30,05
MI-a12, MI-(Em2)	tR	20VS	10VS	10VS	50VS	60VS	30VS	40VS	27,52
MI-a13, MI-(Ru3)	tMS	5VS	tVS	10VS	70VS	50VS	20VS	20VS	22,10
MI-c	tMR	5VS	5VS	10VS	60VS	40VS	50VS	30VS	25,05
MI-(1402)	tMR	5R	5VS	0	0	20MR	t5	0	1,82
MI-(41/145)	tMS	5VS	20VS	20VS	60VS	50VS	30VS	20VS	25,72
MI-(Ru2)	5VS	10VS	5VS	30VS	60VS	60VS	20VS	20VS	26,25
MI-k	tVS	5VS	5VS	10VS	20MS	50VS	50VS	30VS	20,87
MI-nn	tMR	0	5MR	0	40VS	0	40VS	0	10,27
MI-p	tR	0	5MR	0	40VS	0	40VS	0	10,27
MI-at	5VS	10VS	5VS	tMS	70VS	50VS	60VS	30VS	28,85
MI-g, MI-(CP)	5VS	10VS	10VS	10VS	50VS	60VS	50VS	40VS	29,37
ml-05	0	0	tMS	0	0	0	tMR	0	0,15
MI-(La)	tMR	10VS	10VS	5VS	70VS	60VS	50VS	40VS	30,67
MI-h	5VS	5VS	10VS	10VS	70VS	60VS	40VS	30VS	28,75
Prosek-Average*	1,45	8,66	6,90	7,90	49,41	42,83	34,60	25,41	22,14

* Prosečne vrednosti koeficijenta infekcije
The average values of coefficient of infection

T a b . 3. - Reakcija linija ječma u pokretnim rasadnicima prema
Erysiphe graminis hordei u 1996
Reaction of barley lines in mobile nurseries to
Erysiphe graminis hordei in 1996

Ml gen(i) Ml gene(s)	Broj pokretnog rasadnika - Number of mobile nursery								Prosek* Average
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Ml-a8	0	0	10VS	0	10VS	5VS	15VS	tVS	5,25
Ml-a	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Ml-a3	0	0	tMR	0	0	tR	tMS	0	0,17
Ml-a6, Ml-a14	0	0	tVS	0	5VS	tVS	5MS	5VS	2,00
Ml-a7, Ml-k, Ml (No3)	0	0	5VS	0	0	tVS	10VS	tVS	2,12
Ml-a7, Ml-(No3)	0	0	tMR	0	0	tVS	tMS	0	0,27
Ml-a7, Ml-(LG2)	0	0	0	0	0	tMS	0	tVS	0,22
Ml-a9, Ml-k	0	0	tMR	0	0	0	5VS	0	0,67
Ml-a9	0	0	5VS	0	0	0	10VS	0	1,87
Ml-a10, Ml-(Du2)	0	0	tVS	0	0	5VS	5VS	5VS	2,00
Ml-a12, Ml-(Em2)	0	0	5VS	0	0	0	10VS	10VS	3,12
Ml-a13, Ml-(Ru3)	0	0	0	0	0	tVS	tMS	5VS	0,85
Ml-c	0	0	tMS	0	0	0	5VS	5VS	1,35
Ml-(1402)	0	0	0	0	0	0	0	5VS	0,62
Ml-(41/145)	0	0	10VS	0	5VS	5VS	20VS	10VS	6,25
Ml-(Ru2)	0	0	5VS	0	0	0	10VS	20VS	4,37
Ml-k	0	0	10VS	0	0	tVS	10VS	5VS	3,25
Ml-nn	0	0	5VS	0	tMS	tVS	5VS	10VS	2,72
Ml-p	0	0	0	0	0	tVS	0	5VS	0,75
Ml-at	0	0	5MS	0	0	0	10VS	5VS	2,37
Ml-g, Ml-(CP)	0	0	10VS	0	0	5MS	20VS	5VS	4,87
ml-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Ml-(La)	0	0	5VS	0	tMS	tMS	15VS	5VS	3,32
Ml-h	0	0	10VS	0	5VS	10VS	20VS	tVS	5,75
Prosek-Average*	0	0	3,637	0	1,11	1,57	7,35	4,33	2,25

* Prosečne vrednosti koeficijenta infekcije
The average values of coefficient of infection

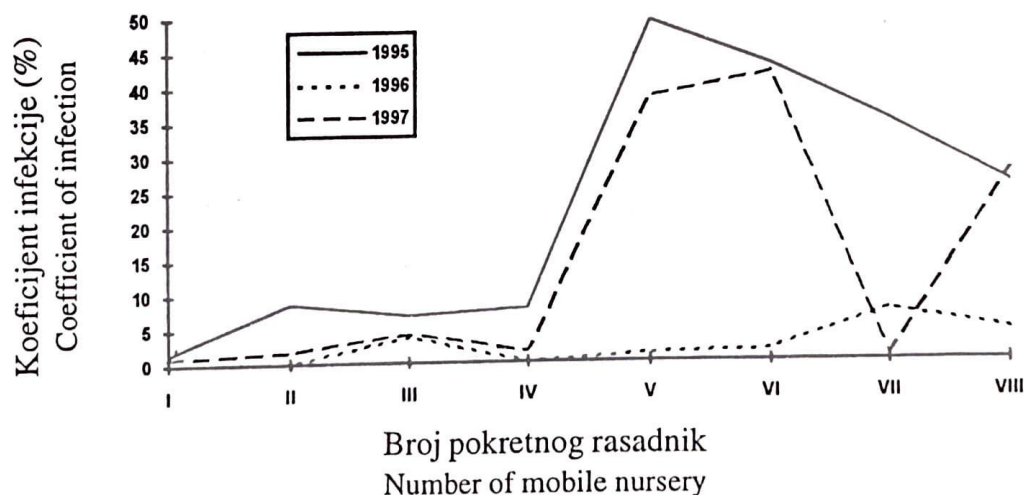
T a b . 4. - Reakcija linija ječma u pokretnim rasadnicima prema
Erysiphe graminis hordei u 1997.
Reaction of barley lines in mobile nurseries to
Erysiphe graminis hordei in 1997

Ml gen(i) Ml gene(s)	Broj pokretnog rasadnika - Number of mobile nursery								Prosek* Average
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Ml-a8	tVS	5VS	10VS	5VS	50VS	70VS	0	50VS	23,87
Ml-a	0	0	0	0	50VS	20VS	0	20VS	11,25
Ml-a3	0	tMR	5VS	0	40VS	60VS	tVS	40VS	18,30
Ml-a6, Ml-a14	0	tMS	tMR	tMR	50VS	70VS	0	30VS	18,90
Ml-a7, Ml-k, Ml(No3)	0	0	0	0	50VS	10VS	0	5VS	8,12
Ml-a7, Ml-(No3)	0	0	5VS	0	40VS	30VS	tVS	10VS	10,75
Ml-a7, Ml-(LG2)	0	0	tVS	0	10VS	40VS	tVS	0	6,50

nastavak tab. 4

MI-a9, MI-k	0	5MS	tVS	0	60VS	50VS	0	40VS	19,37
MI-a9	0	tMS	0	0	50VS	60VS	0	50VS	20,10
MI-a10, MI-(Du2)	tMS	5VS	tVS	0	50VS	40VS	tVS	50VS	18,47
MI-a12, MI-(Em2)	tMR	0	tVS	0	50VS	50VS	5VS	40VS	18,30
MI-a13, MI-(Ru3)	0	0	0	0	30VS	30/Vs	0	5MS	8,00
MI-c	0	tMS	5VS	0	40VS	40VS	0	30VS	14,47
MI-(1402)	0	0	0	0	10VS	10VS	0	30R	3,25
MI-(41/145)	tVS	5VS	10VS	5VS	20VS	40VS	tVS	40VS	15,25
MI-(Ru2)	0	0	tVS	tVS	50VS	50VS	0	50VS	19,00
MI-k	0	tMS	5VS	0	50VS	60VS	0	40VS	19,47
MI-nn	0	tVS	10VS	0	50VS	30VS	5VS	40VS	17,00
MI-p	0	0	5VS	0	0	10/Vs	0	20VS	4,37
MI-at	0	tMS	10VS	5VS	30VS	50VS	tVS	10VS	13,35
MI-g, MI-(CP)	tVS	5VS	10VS	tMS	20VS	60VS	0	20VS	14,60
ml-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
MI-(La)	tMR	5VS	10VS	5VS	60VS	50VS	tVS	20VS	18,92
MI-h	tMS	5VS	10VS	15VS	60VS	70VS	tVS	30VS	23,97
Prosek-Average*	0,23	1,64	4,18	1,55	38,33	41,67	0,75	26,88	14,39

* Prosečne vrednosti koeficijenta infekcije
The average values of coefficient of infection



Graf. 1. - Dinamika razvoja Erysiphe graminis hordei u pokretnim rasadnicima
Dynamics of development of Erysiphe graminis hordei in mobile nurseries

Niske temperature krajem februara i tokom marta 1996. godine negativno su uticale na razvoj ozimog i odložile setvu jarog ječma, ali su negativno uticale i na razvoj prouzrokovaca pepelnice. Prve pustule na biljkama ječma u pokretnom rasadniku u ovoj godini su registrovane tek sredinom aprila. Od kraja aprila intenzitet zaraze se blago uvećavao, da bi maksimum bio ostvaren 15. i 16. maja, a kasnije je došlo do njegovog opadanja. Međutim, u 1995. i 1997. godini *E. graminis hordei* ima dinamičan razvoj u prolećnom periodu vegetacije ječma.

Do početka treće dekade aprila izražena je njegova kolebljivost i relativno slab razvoj, da bi krajem aprila i početkom maja došlo do naglog povećanja intenziteta, ali posle toga i do naglog opadanja. Maksimalne prosečne vrednosti koeficijenta infekcije u 1995. godini bile su 27. i 28. aprila, a u 1997. godini 8. i 9. maja.

Svi proučavani M1 geni otpornosti ječma su imali odgovarajuće gene virulentnosti u populaciji *Erysiphe graminis hordei*. Visoku frekvenciju u 1995. godini su imale virulentnosti V-a8, V-a, V-a3, V-a6+V-a14, V-17+V-k+V-(No3), V-a7+V-(No3), V-a7+V-(LG2), V-a9+V-k, V-a9, V-a10+V-(Du2), V-a12+V-(Em2), V-a13+V-(Ru3), V-c, V-(41/145), V-(Ru2), V-k, V-nn, V-at, V-g+V-(CP), V-(1a) i V-h. Nasuprot njima, V-(1402), V-p i v-05 virulentnosti su bile niske (0,15-10,27%). Najmanje alela virulentnosti imao je gen ml-05. Na liniji ječma sa ovim genom zabeležena je jedino pojava bolesti u tragu (13. i 14. aprila i 15. i 16. maja). Ovaj gen i tada nije dopuštao potpun razvoj parazita, jer su se formirali srednje otporni (2) i srednje osetljivi (3) tipovi infekcije. Rezultati o virulentnosti prouzrokovala pepelnice ječma u 1996. godini su nepouzdana, jer je intenzitet razvoja parazita bio veoma nizak (0-20%).

U 1997. godini su dobijeni slični rezultati kao i u 1995. godini, mada su uočene i izvesne razlike. Najviše i najniže vrednosti koeficijenta infekcije su zabeleženi kod istih virulentnosti. Međutim, u 1997. godini u populaciji parazita nije postojao gen virulentnosti za ml-05 gen otpornosti, a utvrđene su i nešto niže vrednosti V-a7+V-k+V-(No3), V-a7+V-(LG2) i V-a13+V-(Ru3).

Diskusija

Na veoma širok biodiverzitet *Erysiphe graminis hordei* ukazali su mnogi istraživači u svetu (Moseman, 1964; Nover, 1968; Wilberg, 1970; Wolfe i Schwarzbach, 1978; Limpert *et al.*, 1984, 1987, 1990; Gacek i Czembor, 1988; Welz i Kranz, 1987; Rashaf i Tueryapina, 1996. i dr.) i Jugoslaviji (Stojanović, 1976; Stojanović i Andrejić, 1976; Kostić i Pribaković, 1978; Kostić *et al.*, 1989; Jevtić i Pribaković, 1993; Stojanović i Stojanović Jovanka, 1994). Prema podacima Stojanovića i Stojanović Jovanke (1994) učestalost gena virulentnosti u populaciji ovog parazita se kreće od 3,57% do 98,81%. Najveću učestalost imale su V-a8, V-14/145, V-k, V-nn, V-g+V-(CP), V-(La) i V-h, a najmanju V-a, V-a9, V-p, V-(1402) i V-a3 virulentnosti. Do sličnih rezultata su došli i Jevtić i Pribaković (1993), prema kojima najveću učestalost ima V-g, a najmanju V-a4. Prisustvo v-05 na području Srbije je do ovih istraživanja bila nepoznata.

Sva dosadašnja proučavanja populacije prouzrokovala pepelnice ječma u nas su se bazirala na analizama izolata dobijenih od askospora. Može se reći da ona nisu u potpunosti odražavala učestalost odgovarajućih gena virulentnosti, jer je zanemaran deo populacije koji nastaje bespolnim putem. Prema mnogim istraživanjima samo 25% spora u populaciji potiče od askospora formiranih polnom reprodukcijom u toku leta (Brown i Wolfe, 1990). Međutim, mnogi patotipovi koji nastaju polnom reprodukcijom se ne mogu održati u prirodi ili je njihovo učešće u populaciji veoma nisko.

Wolfe i Schwarzbach (1978) navode da virulentni patotipovi imaju manju moć prilagođavanja nepovoljnim uslovima sredine i manju reprodukcionu moć. Zbog toga u populaciji dominantni mogu da budu manje virulentni patotipovi. Polnom reprodukcijom se povećavaju varijacione sposobnosti potomaka, jer dolazi do rekombinacija različitih gena virulentnosti, a bespolnom omogućava predominantnost pojedinačnih patotipova.

Polazeći od iznetog proizilazi da je veoma značajno poznavati strukturu virulentnosti populacije prouzrokovala pepelnice tokom vegetacije ječma, jer je čine patotipovi nastali polnim razmnožavanjem, mutacijama i oni koji migriraju iz drugih regiona. Migriranje konidija vazduhom i mešanje patotipova različitog porekla su veoma izražene kod *E. graminis hordei*. Limpert (1987) navodi da godišnja distribucija konidija iznosi oko 110 km. I pored toga, utvrđene su regionalne razlike u virulentnosti populacija (Limpert *et al.*, 1990). Andrivon i Vallavielle-

Pope (1987) ukazuju da je V-a12 prevalentna u zapadnom, a V-(La) u centralnom i istočnom delu Francuske. Brown i Wolfe (1990) su ukazali na promene učestalosti pojedinih virulentnosti tokom vegetacije ječma. Najveće razlike zabeležene su kod V-a1, V-h, V-(La) i V-a7+V-(Ab) virulentnosti.

U prolećnom delu vegetacije (april-maj) nije nađena V-a1, dok je u jesenjem delu (oktobar) ovaj alel bio zastupljen sa 4%. Nasuprot njemu V-(La) virulentnost je imala veće učešće u proleće (27%) nego u jesen (15%). Tokom vegetacije ječma parazit obrazuje veliki broj konidijskih generacija i ima ogromnu reproduktivnu moć (10^4 konidija dnevno na 1 cm^2 lisne površine). To pokazuje da je njegova norma mutacija jako visoka (10^{-6} - 10^{-8}) i da postoji neograničena moć za stvaranje mutanata različite virulentnosti (Wolfe i Schwarzbach, 1978).

Ako se rezultati ovih istraživanja uporede sa rezultatima do kojih su došli istraživači u svetu i kod nas, može se videti da postoje sličnosti, ali i razlike. Korišćenjem pokretnih rasadnika po prvi put u nas je utvrđeno postojanje virulentnosti za ml-05 gen otpornosti. Eyal et al. (1973) ukazuju da ovi rasadnici imaju važnu ulogu u otkrivanju retkih alela virulentnosti. Oni su u Izraelu pomoću pokretnih rasadnika otkrili virulentnosti za genotipove ječma E. India, M. Cristo, Rupee i Spiti. Mišljenja su da pokretni rasadnici imaju prednosti nad konvencionalnim, zbog lakog manipulisanja i proučavanja populacije u različitim vremenskim intervalima.

Veoma opsežna istraživanja virulentnosti *Erysiphe graminis hordei* u Evropi izvršena su od strane Limpert-a et al. (1990). Oni su, analizirajući 3166 izolata iz 68 lokaliteta iz Engleske, Nemačke, Francuske, Italije, Austrije, Danske, Belgije i Holandije, Utvrdili da za ml-0 gen nije postojao alel virulentnosti u ovom delu sveta u 1986. godini. Najveću učestalost imale su V-g i V-ra virulentnosti (blizu 100%), a zatim slede V-a6+V-g (26-100%), V-(La) (15-89%), V-a12 (14-89%), V-a7+V-k (0-80%), V-a9 (0-60%), V-a13 (0-34%) i V-a1 (0-9%).

Zanimljivo je istaći da u Engleskoj, Francuskoj i Belgiji nije postojao odgovarajući gen virulentnosti za Ml-a13 gen otpornosti. Međutim, on je prisutan u Češkoj Republici (Brükner loc. cit. Limpert et al., 1990), Poljskoj (Gacek, 1987), Austriji (Zwatz, 1987), Litvaniji (Rashal i Tueryapina, 1997). Visoka učestalost V-g, V-h, V-a6, V-a7, V-a9, V-a12, V-k, V-ra, V-c, V-(CP), V-h je pokazana od mnogih istraživača. Tako, učestalost V-g, V-V-a6+V-g, V-(La) i V-12 u Engleskoj iznosi 14-89%, Holandiji (27-100% i Danskoj 21-93% (Limpert i Fischbeck, 1987), V-g, V-h, V-a6 i V-a7+V-k u Poljskoj je 70-80% (Gacek et al., 1996), V-ra i V-g u Austriji 55-100% (Zwatz, 1987), V-a6, V-ra, V-a12, V-(La) u Francuskoj 30-100% (Andrison i Vallavielle-Pope, 1987), V-ra, V-g, V-(CP), V-h, V-a6 u Engleskoj 64-88% (Brown i Wolfe, 1990). Virulentnost v-0 je utvrđena u poljskoj (Gacek i Czembor, 1988), Holandiji (Balkema-Boomstra, 1987) i Austriji (Zwatz, 1987), ali ne i u Litvaniji (Rashal i Tueryapina, 1997).

Pomoću pokretnih rasadnika dolazi se do saznanja o virulentnosti *Erysiphe graminis hordei* u određenim vremenskim periodima, ali se na ovaj način ne dobija potpuna slika o strukturi virulentnosti populacije ovog parazita. Za ovakve analize neophodno je imati uzorke velikog broja kultura iz različitih lokaliteta i sa različitih sorti. Prikupljanje konidijskih kultura može da se obavi na više načina. Jevtić (1993) je za proučavanje strukture virulentnosti bespolne populacije prouzrokovaca pepelnice pšenice koristio hvatač spora, koji se montira na krov automobila. Limpert et al. (1990) i mnogi drugi istraživači su koristili Schwarzbach-ov aparat za prikupljanje kultura konidija. Brown i Wolfe (1990) su stavljali sejance osetljive sorte ječma Golden Promis na krov zgrade, koja se nalazila u centru Kembridža i bila udaljena 1,5 km od najbližeg polja ječma.

Mogu se prikupljati i listovi ječma ili njihovi fragmenti sa pojedinačnim monopustilnim kulturama, koji se stavljaju u rastvor benzimidazola koncentracije 60 ppm i tako dopremaju do laboratorije. Bez obzira na način prikupljanja uzoraka konidijskih kultura bitno je da se obavi analiza virulentnosti što većeg broja uzoraka. I sa biljaka pokretnih rasadnika bi se mogle koristiti pojedinačne monopustulne kulture za proučavanje njihove virulentnosti.

Kod prvih pokretnih rasadnika na biljkama su se javljale pojedinačne pustule, koje je bilo moguće prebrojati, što je značajno za kvantitativnu analizu populacije parazita (Brown i Wolfe, 1990). Međutim, kasnije se broj pustula na listu veoma povećao i dolazilo je do njihovog spajanja (ne retko i do potpunog prekrivanja lisne površine), zbog čega nije bilo moguće utvrditi njihov tačan broj.

Učestalost alela virulentnosti u populaciji *E. graminis hordei* u najvećoj meri zavisi od genetske osnove otpornosti sorti ječma koje su zastupljene u proizvodnji. Na osnovu dobijenih rezultata, primenjujući teoriju Flor-a „gen-za-gen“, može se zaključiti da sorte koje se gaje u Jugoslaviji poseduju neke od M1-a3, M1-a6, M1-a7, M1-a8, M1-a9, M1-a10, M1-a3, M1-c, M1-(14/145), M1-(Ru2), M1-k, M1-nn, M1-g, M1-(La), M1-h gena otpornosti. Međutim, nije poznato kakav je stvarni genetski sastav njihove otpornosti, jer takvih proučavanja nije bilo.

Dobijeni rezultati ukazuju na to da budući selekcionni programi moraju biti usmereni ka smanjenju učestalosti nepoželjnih alela virulentnosti, posebno V-g, V-h, V-c, V-k, V-nn, V-(La), V-(41/145) i V-(Ru2). Kao donori gena otpornosti mogu se koristiti izogene linije sa genima ml-0, M1-p i M1-(1402). Kumuliranjem više major gena otpornosti u jedan genotip može se ostvariti uspešna zaštita.

Pri korišćenju izogenih linija treba imati u vidu da mnoge od njih ne poseduju dobra proizvodna svojstva. Prema rezultatima Bjornstad i Aastveit, (1990) izogena linija sa ml-05 genom prenosi na potomstvo negativne osobine za komponente prinosa. Zato navedene i mnoge druge efikasne gene otpornosti treba tražiti među komercijalnim sortama iz različitih zemalja, kako bi se stvorile otporne ali i produktivne sorte.

LITERATURA

- Andrison, D., Vallaville-Pope, C. (1987): Barley powdery mildew in France. In: Integrated Control of Cereal Mildews: Monitoring the Pathogen. Proc. of a Seminar in the Community Programme of Coordinated Research on Energy in Agriculture held in Freising-Weihenstephan, p. 67-78, Germany.
- Balkema-Boomstra, A.G. (1987): Mildew resistance and virulence in the Netherlands. In: Integrated Control of Cereal Mildews: Monitoring the Pathogen. Proc. of a Seminar in the Community Programme of Coordinated Research on Energy in Agriculture held in Freising-Weihenstephan, p. 89-92, Germany.
- Bjornstad, A., Aastveit, K. (1990): Pleotropic effects on the ml-0 mildew resistance gene in barley in different genetical backgrounds. *Euphytica*, 46: 217-226.
- Brown, J.K.M., Wolfe, M.S. (1990): Structure and evolution of a population of *Erysiphe graminis f. sp. hordei*. *Plant Pathology*, 39: 376-390.
- Eyal, Z., Yarman, R., Moseman, J.G., Wahl, I. (1973): Use of mobile nurseries in pathogenicity studies of *Erysiphe graminis hordei* on *Hordeum spontaneum*. *Phytopathology*, 11: 1330-1335.
- Gacek, E. (1987): Distribution of barley powdery mildew resistance and virulence in Poland 1984-1986. In: Integrated Control of Cereal Mildews: Monitoring the Pathogen. Proc. of a Seminar in the Community Programme of Coordinated Research on Energy in Agriculture held in Freising-Weihenstephan, p. 93-98, Germany.
- Gacek, E., Czembor, H. (1988): Analiza ilosciowa struktury populacji macznika jeczmiennia (*Erysiphe graminis f. sp. hordei*). *Biuletyn Instytutu hodowli i aklimatyzacji roslin*, 167: 13-19.
- Gacek, E., Czembor, H.J., Bilinski, Z.R. (1996): Population structure of barley powdery mildew in Poland. Proc. of the 9th Europ. and Med. Cereal Rust and Powdery Mildew Conf., p. 152, The Netherlands.
- Jevtić, R. (1993): Struktura virulentnosti polne i bespolne populacije *Erysiphe graminis tritici*. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Jevtić, R., Pribaković, M. (1993): Virulentnost populacije *Erysiphe graminis hordei* u trogodišnjem periodu (1989-1991). *Zaštita bilja*, 203:57-62.

- Kilpatrick, R.A., Moseman, J.G. (1978): 50 years of national and international uniform wheat rust nurseries. Proc. 5th Inter. Wheat Gen. Symp., 1039-1048, New Delhi.
- Kostić, B., Pribaković, M. (1978): Proučavanje fiziološke specijalizacije *Erysiphe graminis f. sp. hordei* Marchal. Savremena poljoprivreda, 9-10: 447-462.
- Kostić, B., Jevtić, R., Pribaković, M., Mikić, K. (1989): Spektar virulentnosti *Erysiphe graminis hordei* u jednom delu Jugoslavije. Zaštita bilja, 188: 165-173.
- Levine, M.N., Basile, R. (1959): A review and appraisal of thirty years research on cereal uredinology in Italy. Boll. Staz. Pat. veget., XVII, Set terza, 1-36.
- Limpert, E., Schwarzbach, E., Fischbeck, G. (1984): Distribution of virulence in the European populations of barley mildew, *Erysiphe graminis f. sp. hordei*. Proc. Eucarpia Cereal Section Meeting, Weihenstephan, Vortrage für Pflanzenzüchtung, 6:1-21.
- Limpert, E. (1987): Barley mildew in Europe. Evidence of wind-dispersal of the pathogen and its implications for improved use of host resistance and of fungicides for mildew control. In: Integrated Control of Cereal Mildews: Monitoring the Pathogen. Proc. of a Seminar in the Community Programme of Coordinated Research on Energy in Agriculture held in Feising-Weihenstephanp. 31-33, Germany.
- Limpert, E., Fischbesk, G. (1987): Distribution of virulence and of fungicide resistance in the European barley mildew population. In: Integrated Control of Cereal Mildews: Monitoring the Pathogen. Proc. of a Seminar in the Community Programme of Coordinated Research on Energy in Agriculture held in Feising-Weihenstephanp. 9-30, Germany.
- Limpert, E., Andrivon, D., Fischbeck, G. (1990): Virulence patterns in populations of *Erysiphe graminis f. sp. hordei* in Europe in 1986. Plant pathology, 39: 402-415.
- Mains, E.B., Dietz, M.S. (1930): Physiologic forms of barley mildew, *Erysiphe graminis hordei* Marchal. Phytopathology, 3:229-239.
- Moseman, J.G. (1964): Inheritance of pathogenicity in *Erysiphe graminis f. sp. hordei* in relation to breeding barley for resistance to powdery mildew. Crop Sci., 4:61-66.
- Nover, I. (1968): Eine neune, für die Resistenzzüchtung bedeutungsvolle Rasse von *Erysiphe graminis DC. f.sp. hordei* Marchal. Phytopath. Z., 62: 199-201.
- Peterson, R.F., Campbella, A.B., Hanan, A.E. (1948): A diagramatic scale for estimating intensity on leaves on stems of cereals. Can. J. Res. Bot. Sci., 26:496-500.
- Rashal, I., Tueryapina, R. (1997): Barley powdery mildew in Latvia. Virulence and resistance. Proc. of Cereal Crops against Harmful Organisms, p. 94-97. Kromeriž, Czech Republic.
- Stojanović, S. (1976): Fiziološke raste *Erysiphe graminis DC. f.sp. hordei* Marchal u SR Srbiji i otpornost sorata ječma prema ovom parazitu, Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet, Zemun.
- Stojanović, S., Andrejić, M. (1976): Fiziološke rase *Erysiphe graminis DC. f.sp. hordei* Marchal u SR Srbiji. Zaštita bilja, 137-138: 295-303.
- Stojanović, S., Stojanović, J. (1994): Učestalost alela virulentnosti u populaciji *Erysiphe graminis f. sp. hordei*. Zaštita bilja, 209: 179-185.
- Stojanović, S., Stojanović, J., Jevtić, R. (1995): Efikasnost gena otpornosti ječma prema prouzrokovacu pepelnice. Zaštita bilja, 213: 183-187.
- Welz, G., Kranz, J. (1987): Effects of recombination on races of a barley powdery mildew population. Plant Pathology, 36: 107-113.
- Wiberg, A. (1970): Physiologic races of barley powdery mildew *Erysiphe graminis DC. f.sp. hordei* Marchal in the Scandinavian countris. Phytopath. Z., 69: 344-365.
- Wolfe, M.S., Schwarzbach, E. (1978): Patterns of races changes in powdery mildews. Ann. Rev. of Phytopathology, 65: 310-318.

- Zwatz, B. (1987): Host resistance and pathogen virulence in powdery mildew of spring barley in Austria. In: Integrated Control of Cereal Mildews: Monitoring the Pathogen, Proc. of a Seminar in the Community Programme of Coordinated Research on Energy in Agriculture held in Freising - Weihenstephan, p. 35-37, Germany.

(Primljeno: 10.03.1998.)

(Prihvaćeno: 28.05.1998.)

STUDY OF THE *ERYSIPHE GRAMINIS* F. SP. *HORDEI* POPULATION, OF THE BARLEY PATHOGEN, USING MOBILE NURSERIES

S. Stojanović,^{1,3} Jovanka Stojanović,¹ R. Jevtić,² Vesna Grujić¹ and S. Gudžić³

¹ Agricultural Research Institute „Serbia”, Belgrade, Center for Small Grains, Kragujevac; ² Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad; ³ Faculty of Agriculture, Pristina

Summary

Spring population of *Erysiphe graminis hordei*, of the barley pathogen, was analyzed using of mobile nurseries in the Kragujevac locality (Serbia) during the period from 1995 to 1997. There were significant differences in the course of development of this parasite between years and depending on environmental conditions during plant standing in the field.

Maximal values of coefficient of infection in 1995 were in V (27-28 of April) and 1997 in VI (8-9 of May) mobile nurseries. In 1996 powdery mildew severity was very low, because of unfavourable environmental conditions for disease development.

All M1 genes of resistance had corresponding genes of virulence in the population of the parasite. The lowest frequency had v-05, V-p and V-(1402) virulence. Frequencies of V-a8, V-a, V-a3, V-a6+V-a14, V-a7+V-k+V-(No3), V-a7+V-(LG2), V-a9+V-k, V-a9, V-a10+V-(Du2), V-a12+V-(Em2); V-a13+V-(Ru3), V-c, V-(41/145), V-(Ru2), V-k, V-nn, V-at, V-g+V-(CP), V-(La) i V-h were very high.

The mobile nurseries have the great significance in the detection of rare virulences and in the investigation of development course of the causer of barley mildew. So, in *E. graminis hordei* population it is find the virulence from ml-05 genes for the first time.

Key words: barley; mildew; mobile nurseries; populations; *Erysiphe graminis hordei*.

Received: March 10, 1998.

Accepted: May 28, 1998.