

MOŽNOSTI IN POMEN ŽLAHTNENJA RASTLIN NA ODPORNOST PROTI BOLEZNIM (primer koruzne progavosti /*Exserohilum turcicum*/)

Ludvik ROZMAN¹

Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana

IZVLEČEK

Žlahtnjenje odpornih kultivarjev je eden od najzanesljivejših načinov varstva pred rastlinskimi boleznimi. Uspeh žlahtnjenja je odvisen od žlahtniteljskega materiala (genskih virov), metodike dela in genetskih ter biotičnih značilnosti povzročitelja bolezni (patogena). Pri boleznih, kjer je znano več ras istega patogena, kot je koruzna progavost (*Exserohilum turcicum* [Pass.] K. J. Leonard et E. G. Suggs), je bolje žlahtniti kultivarje, ki so odporni na več ras hkrati, saj je horizontalna odpornost dolgotrajnejša in zanesljivejša. Za oblikovanje takšne odpornosti je verjetno najboljši populacijski pristop oz. rekurentna selekcija.

Ključne besede: žlahtnjenje rastlin, odpornost proti boleznim, koruza, *Exserohilum turcicum*.

ABSTRACT

THE IMPORTANCE OF BREEDING FOR RESISTANCE AGAINST DISEASES (the example of Northern Corn Leaf Blight)

Breeding for resistance is one of the most efficient ways to protect plant materials from plant diseases. The success of such a breeding depends on the genetic material, breeding method, and genetic and biotical characteristics of the pathogen. In the case of pathogens, which are characterised by several physiological races (i. e. Northern Corn Leaf Blight (*Exserohilum turcicum* [Pass.] K.J. Leonard et E. G. Suggs), the best solution is the horizontal resistance, which is durable and efficient against all races. There are several possibilities to achieve this resistance and the most suitable is probably the population approach based on recurrent selection.

Key words: Breeding, resistance against diseases, maize, *Exserohilum turcicum*.

1 Uvod

V žlahtnjenju rastlin je eden od glavnih ciljev tudi vzgoja tolerantnih/odpornih rastlin na rastlinske bolezni. Uspeh žlahtnjenja takih kultivarjev je odvisen predvsem od žlahtniteljskega materiala, ki ga ima žlahtnitelj na voljo, metodike žlahtnjenja ter od genetskih in biotičnih lastnosti patogena. Pri tem mislimo predvsem na lastnosti, povezane z razmnoževanjem patogena, odnos patogen – gostitelj in genetski dinamizem, povezan z le-tem. V žlahtnjenju rastlin, podobno kot v naravi in v praktični pridelavi, prihaja do stalnega antagonizma med kmetijsko rastlino kot gostiteljem in patogenom, ki se s pomočjo rastline ohranja v naravi. Z žlahtnjenjem novih odpornejših kultivarjev se izvaja pritisk na patogene in da bi nek patogen v naravi preživel, se pojavljajo novi genotipi patogena (nove fiziološke rase, novi patotipi), ki so sposobni preživeti na istem kultivarju (na ta način takšen kultivar izgubi odpornost).

¹ doc. dr., univ. dipl. ing. agr., Jamnikarjeva 101, SI-1111 Ljubljana

2 Vertikalna in horizontalna odpornost

Zaradi lažjega razumevanja odpornosti ter z namenom vzgoje kultivarjev z dolgotrajnejšo odpornostjo proti različnim rasam, je Van der Plank (1963) postavil teorijo o vertikalni in horizontalni odpornosti.

Vertikalna odpornost je rasno specifična, ker je pri tej odpornosti kultivar odporen na določene rase patogena, a neodporen na druge rase istega patogena. To odpornost omogoča en sam gen ali nekaj genov z močnim učinkom, zato jo imenujemo tudi kvalitativna ali monogenska odpornost. Zaradi močnega učinka jo je lažje odkriti, vendar pa ni trajna zaradi dinamike spreminjanja fizioloških ras, kar je posledica genetskega rekombiniranja in/ali novih mutacij patogena. Je manj stabilna in je odvisna od okolja.

Nasprotno pa je horizontalna odpornost trajnejša oz. bolj stabilna, saj jo uravnava več genov (pri tem so lahko zelo pomembni geni majhnega učinka), ki delujejo na patogen na več načinov (upočasnijo okužbo, zavirajo širjenje po tkivu rastlin, upočasnijo razmnoževanje itd.). Imenujemo jo tudi kvantitativna ali poligenska.

3 Koruzna progavost in njene rase

Koruzna progavost (*Exserohilum turcicum* [Pass.] K. J. Leonard *et* E. G. Suggs) s spolnim stadijem *Setosphaeria turcica* ([Luttrell] K. J. Leonard *et* E. G. Suggs) je potencialno najnevarnejša bolezen koruze (Špehar in Palaveršič, 1969; Palaveršič in sod., 1995; Rozman in sod., 1995; Welz in Geiger, 2000).

V svetu je znanih že več ras te glive (pregl. 1). Prvi gen za odpornost na koruzno progavost *Ht1* je bil odkrit leta 1961 (Hooker, 1963). Zaradi intenzivnega izkoriščanja za žlahtnjenje odpornih hibridov koruze na to glivo, se je že po 15 letih pojavila nova rasa, na katero gen *Ht1* ni bil več odporen (Pratt in sod. 1993).

Preglednica 1: Geni za odpornost proti koruzni progavosti (povzeto po Welz in Geiger, 2000).

Gen	Izvor	Avtor - vir
<i>Ht1</i>	Ladyfinger (Peru), GE440 (ZDA), NN14A (Avstralija)	Hooker 1963, 1977, Ullstrup 1963
<i>Ht2</i>	NN14B (Avstralija)	Hooker 1977
<i>Ht3</i>	<i>Tripsacum floridanum</i>	Hooker 1981
<i>ht4</i>	357 (BS19, ZDA)	Carson 1995
<i>Htnl</i>	Pepitilla (Mehika)	Gevers 1975
<i>Html</i>	Mayorbela (Portoriko)	Robbins in Warren 1993
<i>NN</i>	Ki14 (Tajska)	Brewbaker, os. kom.,

Od vseh ras so prve štiri rase že razširjene v ZDA (Carson, 1995), rasi 1 in 2 sta v Franciji bili razširjeni že leta 1986 (Petitprez in sod., 1986), na Hrvaškem pa je bila ugotovljena rasa 2 leta 1994 (Palaveršič in Lendler, 1996).

Leonard s sod. (1989) opozarja na možen pojav še več novih ras, zaradi katerih bi se označevanje ras in genov, ki so odgovorni za odpornost na posamezne rase tega patogena, lahko zelo zapletlo. Zato je predlagal novo preimenovanje ras (pregl. 2), kajti po njegovem mnenju, številka, ki opisuje raso ne ustreza njeni virulentnosti. Po novem naj bi rasa 1 postala rasa 0, kar bi kazalo na njeno nezmožnost okužbe koruze, ki vsebuje katerikoli *Ht* gen. Rasa 2 naj bi postala rasa 1, ker lahko okuži koruzo, ki vsebuje *Ht1* gen za odpornost.

Podobno naj bi se preimenovalе vse do sedaj znane rase. To preimenovanje ras se do sedaj uporablja predvsem v ameriški literaturi.

Preglednica 2: Predlagano novo preimenovanje za patogene rase *E. turcicum* (Leonard in sod., 1989).

Stare oznake ras	Nove oznake ras	Reakcija na bolezen ^a			
		Ht1	Ht2	Ht3	Ht4
1	0	R	R	R	R
2	1	S	R	R	R
...	2 ^b	R	S	R	R
...	12 ^b	S	S	R	R
3	23	R	S	S	R
4	23N	R	S	S	S

^aR = odporna, S = občutljiva

^bTeoretične rase, ki jih še niso našli, vendar teoretično obstajajo.

4 Koruzna progavost v Sloveniji

Z večletnim proučevanjem odpornosti domačega genskega materiala koruze iz genske banke na koruzno progavost (Rozman in sod., 1997; 1998; Rozman, 2001; Modic in Rozman, 2002) je bilo ugotovljeno, da so v genski banki koruze na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete nekateri genotipi, ki vsebujejo gen *Ht* za odpornost na koruzno progavost. Glede na rezultate prvih raziskav in domneve, da je v Sloveniji zastopana le rasa 1 te glive (Rozman in sod., 1997; 1998), so genotipi, ugotovljeni kot odporni na koruzno progavost, vsebovali gen *Ht1*, ki je nosilec odpornosti na raso 1 te glive. Na občutljivih genotipih so se pokazale značilne vzdolžne pepelnato sive proge, medtem, ko se na odpornih genotipih pojavile ožje klorotične pege z rdečo obrobo.

S proučevanjem odpornosti priporočenih hibridov koruze za Slovenijo na koruzno progavost (Rozman, 2002; Rozman in sod., 2003) smo ugotovili, da so nekateri priporočeni hibridi odporni/tolerantni na omenjeno glivo oz. vsaj na nekatere rase, najverjetneje na raso 1. Od skupno proučevanih 41 priporočenih hibridov koruze v l. 2001 ter 47 hibridov v l. 2002 je 13 oz. 14 hibridov kazalo znamenja odpornosti na koruzno progavost (R oz. RS tip). Z upoštevanjem podatkov iz literature o nekaterih hibridih, ki vsebujejo gen *Ht1* (Palaveršič in sod., 1997) in so v naših poskusih na isti rastlini pokazale tako znamenja odpornosti (R-tip), kot znamenja občutljivosti (S-tip) (Pregl. 3), lahko predvidevamo, da so hibridi z RS-tipom odporni na raso 1 koruzne progavosti in občutljivi na raso 2 te glive, če se je le-ta v Sloveniji že pojavila. Glede na nekatere hibride, katerih odpornost za posamezne rase je znana iz literature, je ta možnost dokaj verjetna. Hibridi z R-tipom so v tem primeru odporni na obe rasi te glive, torej poligensko odporni.

Z intenzivno selekcijo na odpornost najprej na posamezne rase se povečujejo možnosti za razvoj ostalih ras, kar pomeni ponovno občutljivost vzgojenih, predhodno že odpornih genotipov. Iz podatkov v preglednici 3 lahko domnevamo, da so hibridi z RS tipom bili selekcionirani samo na raso 1, s pojavom rase 2, na katero niso bili selekcionirani, pa postali ponovno občutljivi na koruzno progavost.

Preglednica 3: Priporočeni hibridi koruze, ki so v naravnih razmerah z umetno okužbo z glivo *E. turcicum* na listih pokazale znamenja odpornosti (R-tip) ali odpornosti in občutljivosti istočasno (RS-tip).

Hibrid	Leto	
	2001	2002
Furio	R	R
Stira	R	-*
Peso	R	R
Kanada	R	R
DK 300	R	R
Anjou 400	R	-
PR38P05	-	R
Occitan	-	R
PR38A24	-	R
PR37M34	-	R
Furio Sumo	RS	-
Bc 408 B	RS	R
Bc 5982	RS	R
Bc 3786	R	RS
Danella	RS	R
Leon	RS	R
PR37M81	RS	-
PR37H24	-	RS

Opomba: - hibrid ni bil v poskusu.

Hibridi z R tipom bi torej bili odporni na raso 1 in 2, če sta obe v Sloveniji zastopani. Ti hibridi bi lahko imeli poligensko oz. horizontalno odpornost, vendar so za taka sklepanja potrebne še dodatne in natančnejše raziskave.

V žlahtnjenju rastlin je zelo težko doseči odpornost proti večini fizioloških ras enega patogena, proti vsem rasam pa je to skoraj nemogoče. Ker so rase tako prostorsko kot časovno različno zastopane, se je žlahtnjenje rastlin usmerilo predvsem na posamezne prevalentne rase.

Tako smo tudi v Sloveniji v zadnjem času začeli z načrtnim križanjem in vzgojo odpornih linij na koruzno progavost, skupaj z ostalimi dobrimi agronomskimi lastnostmi. Ker se odpornost na omenjeno glivo deduje dominantno, smo načrtno naredili več kombinacij križanj odpornih linij, ki imajo *Ht* gen, z občutljivimi, ki imajo dobre ostale agronomske lastnosti. V F2 (S1) generaciji enega križanca smo odbrali in samooplodili 100 rastlin, ki so predstavljale 100 S2 družin za naslednje leto (Pregl. 4). Na 64 družinah od 100 so se vsaj na eni od 10 rastlin pojavili znamenja odpornosti (R oz. RS tip).

Preglednica 4: Število preizkušanih in samooplojenih družin ter delež družin, ki so imele vsaj eno rastlino z znamenji odpornosti (R oz. RS tip) na koruzno progavost.

Leto preizkušanja	Generacija	Skupno število preizkušanih družin	Število družin z R-RS tipom	Skupno število samooplojenih družin	Število samooplojenih družin z R-RS tipom
2000	F2 (S1)	100	64	91	64
2001	F3 (S2)	273	188	91	74
2002	F4 (S3)	88	56	57	40

Z nadaljnjo samooplodnjo ter načrtno selekcijo na odpornost na koruzno progavost, vključno z ostalimi dobrimi agronomskimi lastnostmi, smo že v naslednjih dveh letih dobili od skupno 88 preizkušenih kar 56 družin z R oz. RS tipom. Od teh smo pri 40

družinah s samooplodnjo pridobili seme za nadaljnje preizkušanje odpornosti in selekcijo, s katero bomo nadaljevali vse do vzgoje odpornih homozigotnih linij, ki bodo služile kot starši novih, na koruzno progavost odpornih, hibridov koruze.

Z večjim številom odpornih linij na določen patogen ima žlahtnitelj večje možnosti za uspešno žlahtnjenje odpornih kultivarjev, bodisi z medsebojnim križanjem in potem nadaljnjo selekcijo, s povratnim križanjem ter nenazadnje z zelo razširjeno rekurentno selekcijo. Prednost takega načina žlahtnjenja je predvsem v tem, da žlahtnitelj lahko genotipe ves čas selekcijskega postopka spremlja in odbira še po ostalih agronomskih lastnostih, ki so pomembne za žlahtnitelja.

5 Sklepi

Z ustreznimi metodami žlahtnjenja in ustreznim žlahtniteljskim materialom je zagotovljena uspešna vzgoja odpornih kultivarjev.

Zanesljivejša in trajnejša je horizontalna odpornost, saj so taki kultivarji odporni na več ras istega patogena, kar se je pokazalo tudi pri hibridih koruze, ki so v priporočeni sortni listi za Slovenijo.

Ustrezen genski material za žlahtnjenje odpornih genotipov koruze na koruzno progavost imamo tudi v genski banki koruze na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani.

6 Literatura

- Carson M. L. 1995. Inheritance of Latent Period Length in Maize Infected with *Exserohilum turcicum*. Plant Disease, 79, 6: 581-585.
- Leonard K. J., Levy Y., Smith D. R. 1989. Proposed Nomenclature for Pathogenic Races of *Exserohilum turcicum* on Corn. Plant Disease, 73, 9: 776-777.
- Modic T., Rozman L. 2002. Proučevanje odpornosti domačih populacij koruze (*Zea mays* L.) na koruzno progavost (*Exserohilum turcicum*/ Pass./ K. J. Leonard et E. G. Suggs). Zb. Bioteh. fak. Univ. Ljublj., Kmet. (1990), 2002, 79, 1: 143-158.
- Palaveršič B., Brenkalo J., Sever J., Stilinović I., Bančić T. 1995. Ispitivanje otpornosti samooplodnih linija kukuruza prema bolestima značajnim u sjemenarstvu. Sjemenarstvo, 12, 4-5: 263-272.
- Palaveršič B., Lendler V. 1996. Novi patotipovi gljive *Exserohilum turcicum* Pass. u Hrvatskoj. Fragmenta phytomedica et herbologica, 24, 1: 29-34.
- Palaveršič B., Drašner E., Parlov D., Stastny K., Kozić Z. 1997. Patotipovi *Exserohilum turcicum* Pass. i otpornost hibrida kukuruza. Fragmenta phytomedica et herbologica, 25, 1-2: 5-13.
- Petitprez M., Benmoura P., Albertini L. 1986. Epidemiologie d'une helminthosporiose du mais due a *Exserohilum turcicum*: existence de 2 pathotypes verticaux. 28e Colloque de la Societe Francaise de Phythopatologie, (abstract) Agronomie 6 (3): 312.
- Pratt R.C., Adipala E., Lipps P.E. 1993. Characterization of Race-Nonspecific Resistance to *Exserohilum turcicum* Races 0 and 1 in Maize OhS10 S₁ Progenies. Plant Disease, 77, 12 : 1227-1232.
- Rozman L., Milevoj L., Celar F., Valič N. 1998. Proučevanje odpornosti domačih linij in populacij koruze na glivične bolezni. Zbornik simpozija "Novi izzivi v poljedelstvu", Dobrna, 1998: 219-224.
- Rozman L., Milevoj L., Celar F., Valič N., Kocjan-Ačko D. 1998. Tolerantnost domačega genskega materiala na nekatere patogene. Letno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta v l. 1997. Ljubljana, 1 zv.
- Rozman L., Milevoj L., Celar F., Valič N., Kocjan-Ačko D. 1999. Tolerantnost domačega genskega materiala na nekatere patogene. Letno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta v l. 1998. Ljubljana, 1 zv.
- Rozman, L. 2001. Precise evaluation of the maize gene bank material and the possibilities of its use - the Slovenian example. XVIth EUCARPIA Section Genetic Resources Workshop,

- Poznań, Poland, 2001. Broad variation and precise characterization - limitation for the future. Poznań 2001: 262-265.
- Rozman, L. 2002. Tolerantnost priporočenih hibridov koruze v Sloveniji na koruzno progavost (*Exserohilum turcicum* [Pass.] K. J. Leonardi et E. G. Suggs). Zbornik simpozija »Novi izzivi v poljedelstvu« Zreče, 2002: 83-86.
- Rozman, L. Milevoj L., Valič N., Celar F., Gomboc S. 2003. Preizkušanje odpornosti priporočenih kultivarjev koruze za Slovenijo na koruzne bolezni z umetnim okuževanjem. Letno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta v l. 2002. Ljubljana, 1 zv.
- Špehar V., Palaveršič D. 1969. Corn Resistance to Leaf Blight (*Helminthosporium turcicum* Pass.). Contemporary Agriculture – Novi Sad, 17, 5-6: 463-468.
- Van der Plank, J. E. 1963. Plant Diseases: Epidemics and Control. Academic Press, New York/London, 359 s.
- Welz H. G., Geiger H. H. 2000. Genes for Resistance to Northern Corn Leaf Blight in Diverse Maize Populations. Plant Breeding, 119: 1-14.