

**A BURGONYA LOMBFITÓFTÓRÁVAL (*PHYTOPHTHORA*  
*INFESTANS* (MONT.) DE BARY) SZEMBENI REZISZTENCIA  
NEMESÍTÉSI TÖREKVVÉSEK ÉS EREDMÉNYEK A MATE  
BURGONYAKUTATÓ ÁLLOMÁSÁN**

*Wolf István\* - Polgár Zsolt*

*MATE Burgonyakutató Állomás, Keszthely*

*\*wolf.istvan@uni-mate.hu*

**Összefoglaló**

A súlyos járványokat okozó burgonyavész (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary kórokozója ellen a leghatékonyabb védekezési mód, ha maga a növény ellenálló a kórokozóval szemben. A MATE Burgonyakutató Állomása évtizedek óta számos vad *Solanum* faj bevonásával folytat fitoftóra rezisztencia-nemesítési munkát. Kísérleteinkben a nemesítési programban használt szülői vonalak rezisztencia örökítési hatékonyságát utódaik EUCABLIGHT módszertan szerinti kisparcellás szántóföldi kísérleteivel, míg a fajtajelöltek és fajták rezisztencia szintjének meghatározását üvegházi, teljes növényeken végzett mesterséges fertőzéssel határoztuk meg. Eredményeink alapján a kísérletben vizsgált genotípusok 17,8 %-a erősen fogékonyak, 35,7 %-a közepesen fogékonyak, 9,5 %-a mérsékelt rezisztensnek, 25,0 %-a közepesen rezisztensnek és 12,0 %-a magasan rezisztensnek bizonyult. A szülői vonalak közül a Sárpo Mira, White Lady, FH 97.021.02 és a 01.739 szülők örökítik legnagyobb valószínűséggel a fitoftórával szembeni rezisztencia géneket. Ezeknek a szülőknek az intenzív használata indokolt a keresztezési programban. Vizsgálatainkban meghatároztuk 7 fajta és két fajtajelölt fitoftóra

rezisztenciaszintjét, aminek alapján integrált védekezési javaslatot fogalmaztunk meg a termelők számára.

Kulcsszavak: burgonyavész, rezisztencia nemesítés, vad *Solanum* fajok, szülői vonalak, rezisztenciaszint, védekezési javaslat

### Abstract

The most effective protection against the pathogen of potato late blight (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), which causes serious epidemics, is if the plant itself is resistant to the pathogen. The MATE Potato Research Station has been carrying out phytophthora resistance breeding program involving several wild *Solanum* species for decades. In our experiments, the resistance inheritance efficiency of the parental lines used in the breeding program was determined by small-plot field trials of their offspring according to the EUCABLIGHT methodology, while the determination of the resistance level of the variety candidates and released varieties was determined by artificial infection of whole plants in greenhouse experiment. Based on our results, 17.8% of the genotypes examined in the experiment were highly susceptible, 35.7% were moderately susceptible, 9.5% were slightly resistant, 25.0% were moderately resistant and 12.0% were highly resistant. Among the parental lines, Sárpo Mira, White Lady, FH 97.021. 02 and 01.739 are most likely inherit the resistance genes to phytophthora. The intensive use of these parents in the breeding program is advised. In our tests, we determined the phytophthora resistance level of 7 varieties and two variety candidates, based on which we formulated an integrated plant protection proposal for growers.

Keywords: late blight, resistance breeding, wild *Solanum* species, parental lines, resistance level, plant protection proposal

### Bevezetés

A burgonyavész kórokozója a *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary tragikus hírnevet szerzett magának az emberiség történelmében. Ennek legsúlyosabb példája a XIX. század közepén Írorszáiban bekövetkezett járvány, amely több, mint egymillió ember éhhalálát és ugyanannyi ember kivándorlását okozta.

A kórokozó genetikai és morfológiai jellemzői alapján nem sorolható a valódi gombák közé, néhány tulajdonsága alapján közelebb áll a moszatokhoz („moszatgomba”). Mind ivartalan (zoosporangium és zoospóra), mind ivaros szaporodásra képes. Az ivaros szaporodáshoz két párosodási típus (A1 és A2) egyidejű jelenléte szükséges (heterotallikus). Az ivaros szaporodás eredményeként oospóra (petespóra) jön létre. Európában a '80-as éveket megelőzően nem volt tudomásunk az A2 párosodási típus jelenlétéről, előfordulását a '80-as évek közepén Svájcban írták le először (Hohl és Iselin, 1984). Magyarországon Bakonyi és Érsek mutatták ki egy 1996-ban gyűjtött mintából (Bakonyi és Érsek, 1997). Későbbi munkáikban burgonyából és paradicsomból gyűjtött izolátumok között az A2 párosodási típus dominanciáját mutatták ki (Bakonyi és mtsai., 1998). Az ivaros szaporodás és az ezzel járó rekombináció lehetősége a kórokozó ökológiája, a növényvédő-szeres védekezés (fungicid-rezisztencia) és a rezisztencia-nemesítés szempontjából is fontos következményekkel jár. Az ivaros szaporodásnak is köszönhetően mára egy új, agresszív, komplex virulenciájú fitoftóra populáció alakult ki, kiszorítva a régi, ivartalan szaporodás következtében homogénebb populációt.

A burgonyavész ellen agrotechnikai, kémiai és genetikai módszerek együttes alkalmazásával védekezhetünk. A kémiai védekezés korlátait a fungicid rezisztencia (pl. fenilamid-rezisztencia) kialakulása, a növényvédő szer hatóanyagok kivonása, ökonómiai, környezetvédelmi és élelmiszerbiztonsági szempontok jelentik. A felsorolt szempontokat figyelembe véve a leghatékonyabb módszer kétségtelenül a genetikai védekezés (rezisztenciára nemesítés).

Az írországi járványt követő időszakban kezdődött el a kórokozóval szembeni rezisztenciára nemesítés, elsősorban a *Solanum demissum* vad fajban található hiperszenzitív reakciót kiváltó domináns rezisztenciagének ( $R_{pi}$ ) beépítésével (Black és mtsai. 1953.). A mai napig 11 *S. demissum*-ból származó R-gén azonosítottak. Ennek a vertikális rezisztenciának a gyenge pontját az jelenti, hogy a fitoftóra populációban gyorsan megjelennek olyan rasszok, amelyek az adott R-gén(ek) letörésére és így járvány kialakítására képesek. Az elmúlt években több, mint 70 más *Solanum* fajból származó rezisztencia gént írtak le (Paluchowska és mtsai., 2022). A rezisztenciát letörő rasszok megjelenése miatt a nemesítők a tartós rezisztencia elérése érdekében több R gén egy genotípusba való beépítésére, illetve magas fokú horizontális rezisztencia kialakítására törekednek. A horizontális rezisztencia több úgynevezett kis „r gén” kölcsönhatásának eredménye és együtt járhat a vertikális (R-génes) rezisztenciával is.

A MATE Burgonyakutató Állomása nemesítési programjában a kezdetektől fogva szerepelt a fitoftóra elleni rezisztencianemesítés. A programban szereplő, fitoftóra rezisztenciagént hordozó *Solanum* fajok a következők: *S. bulbocastanum*, *S. demissum*, *S. chacoense*, *S. commersonii*, *S. hougasii*, *S. tarnii*, *S. tuberosum ssp. andigenum* és *ssp. tuberosum*. A sikeres rezisztencia nemesítés feltétele a rezisztencia/fogékonyság szintjének megbízható meghatározása a szülőpartnerekben és egyéb nemesítési vonalakban. A rezisztencia/fogékonyság mértékének vizsgálatára leválasztott levél tesztet, illetve teljes növény mesterséges fertőzését használjuk, mindkét esetben ismert rasszkarakterű izolátummal. A természetes populációval szembeni ellenállóságot négyismétléses kisparcellás kísérletben határozzuk meg. Kísérleteinkben 19 különböző szintű fitoftóra rezisztenciával rendelkező szülői vonal keresztezésével előállított 13 populáció egyedeit értékeltük üvegházi teszt kísérletben, illetve elvégeztük 9 saját nemesítésű fajta és fajtajelölt fitoftóra rezisztenciájának meghatározását. Az eredményekből következtettünk a szülők fitoftóra rezisztencia örökítési

hatékonyságára, illetve termesztéstechnológiai ajánlásokat dolgoztunk ki a fajták gyakorlati termesztésben való növényvédelméhez.

### **Anyag és módszer**

#### *Kisparcellás kísérletek*

A nemesítési vonalakat és szülőpárokat az EUCABLIGHT (EUROBLIGHT, late blight network for Europe) által ajánlott, parcellánként öt növényt tartalmazó négyismétléses kísérletben vizsgáltuk. A vizsgált genotípusokat tartalmazó sorokat közepes fogékonyságú fajtával elültetett puffer sorok választották el. A kísérletben a vizsgált genotípusok mellett a módszertani ajánlásban szereplő, ismert fogékonyságú standard fajtákat ültettünk el. A kísérleti területen a fertőzésre kedvező körülmények kialakítása érdekében szükség szerint 20 mm-es adagokban mikroszórófejes öntözést alkalmaztunk. Gombaölő szerez kezelést nem végeztünk. A kísérleteket 2008 és 2022 között végeztük. Az egyes évek eredményeinek összehasonlíthatósága miatt a rezisztencia/fogékonyság mértékét a betegség előrehaladási görbe alatti terület (AUDPC, area under disease progress curve), illetve a relatív AUDPC (rAUDPC) értékeivel fejeztük ki. A kísérletben alkalmazott standard fajták és azok fogékonysága az 1-9 skálán (1 = fogékony, 9 = rezisztens): Gloria 2,2, Eersteling 2,2, Bintje 2,9, Escort 7, White Lady 7, Vénusz Gold 8, Alpha 3,8, Sárpo Mira 9, Robijn 6.

#### *Teljes növény fertőzése*

A nemesítési programban használt szülőpárok utódainak rezisztenciáját (rezisztencia örökítési hatékonyság) 2016-2017-ben üvegházban, teljes növények mesterséges fertőzésével határoztuk meg. A használt izolátum rasszkaraktere: 1,2,3,4,5,6,7,10,11, az inokulum koncentrációja 15.000 sporangium/ml volt.

### Eredmények értékelése

#### *Szülőpárok értékelése*

A vizsgált hasadó populációkban a rezisztens utódok aránya 0 % és 81,8 % között változott (1. táblázat).

*1. táblázat Burgonya szülőpárok rezisztencia-örökítési képessége ivvegházi tesztben*

Szülőpartnerek		Rezisztens/fogékony utódok (%)
Kastia	01.1395.01	12,5/87,5 (n=25)
Cmm 16	01.626	0/100 (n=11)
00.483	97.1011	27,5/72,5 (n=40)
17	97.1011	67/33 (n=28)
02.08	01.1395.01	51/49 (n=37)
151	01.1395.01	6,9/93,1 (n=145)
7/27	01.739	40,7/59,3 (n=54)
J101K23	01.635	75/25 (n=4)
01.217	FH.97.021.02	81,8/18,2 (n=26)
White Lady	FH.97.021.02	42,9/57,1 (n=126)
7/1	97.1011	37,5/62,5 (n=11)
White Lady	Sharpo Mira	46,8/53,2 (n=62)
139	01.739	86/14 (n=28)

A kapott eredmények alapján a Sárpo Mira, a White Lady, az FH 97.021.02 és a 01.739 szülők örökítik legnagyobb valószínűséggel a fitoftórával szembeni rezisztencia gének. Ezeknek a szülőknek az intenzív használata indokolt a keresztezési programban.

#### *Kisparcellás kísérletek*

A szántóföldi kisparcellás kísérletben a vizsgált 8 éves időszakban 84 genotípus (nemesítési vonal, fajtajelölt, fajta és szülőpár) rezisztenciáját/fogékonyágát határoztuk meg. A rezisztencia/fogékonyág mértékét 1-9-es skálán fejeztük ki. A genotípusokat öt csoportba soroltuk az alábbiak szerint: 1-2 fogékony, 3-4: közepesen fogékony, 5: mérsékelten rezisztens, 6-7: közepesen rezisztens, 8-9: rezisztens.

A vizsgált nemesítési vonalak (genotípusok) 17,8 %-a fogékonyak, 35,7 %-a közepesen fogékonyak, 9,5 %-a mérsékelten rezisztensnek, 25,0 %-a közepesen rezisztensnek és 12,0 %-a rezisztensnek bizonyult.

A nemesítési folyamatban a burgonyavésszel szembeni rezisztencia csak az egyik, és nem is a legfontosabb szelekciós szempont. A termőképesség és termésstabilitás, beltartalmi érték, étkezési minőség, más károsítókkal és abiotikus stresszekkel szembeni ellenállóképesség szintén lényeges szempont. Ez a kompromisszum-kényszer az oka annak, hogy a kiválasztott fajtajelöltek, illetve az államilag minősített keszthelyi nemesítésű burgonyafajták eltérő burgonyavésszel szembeni rezisztenciával rendelkeznek. A rezisztencia-vizsgálatok ezért nem csupán a szelekciós munka szempontjából, hanem a hatékony, előrejelzést alkalmazó, fajtaspecifikus növényvédelmi technológiai ajánlások elkészítése szempontjából is fontosak. A MATE Burgonyakutató Állomása ezért valamennyi elismert fajtáját és fajtajelöltjét a fenti fogékonysági kategóriákba sorolja (2. táblázat) és ezek alapján ad védekezési javaslatot (3. táblázat).

2. táblázat Keszthelyi nemesítésű burgonyafajták rezisztenciája a lombfótoftórával szemben

<b>Fajta</b>	A fogékonyság mértéke az 1-9 skálán
Vénusz Gold	8
White Lady	7
Balatoni rózsza	5
Botond	3
Démon	5
Katica	4
Arany Chipke	4
Balatoni sárga (09.688)	4
10.437	6

3. táblázat Lombfitofóra elleni védekezési javaslat a fajta rezisztenciájának függvényében

Rezisztenciaszint	Technológiai ajánlás
1-2 = fogékony	A védekezést a lombzáródás előtt meg kell kezdeni, ha az előrejelző program fitofóra veszélyt jelez. Az első kezelést célszerű szisztemikus szerrel végezni.
3-5 = közepesen fogékony	A védekezést lombzáródás előtt meg kell kezdeni. Ha az előrejelző program erős fertőzési veszélyt jelez, szisztemikus növényvédő-szert kell alkalmazni. Ha a fertőzésveszély mérsékelt alkalmazható kontakt hatóanyag.
6-7 = közepesen rezisztens fajta	Az első védekezést kontakt növényvédő-szerrel a lombzáródást követően akkor kell elvégezni, ha az előrejelző program fitofóra veszélyt jelez. A későbbiekben a veszélyzetettségi szinttől függően kontakt vagy szisztemikus hatóanyag használható.
8-9 = rezisztens fajta	A tenyészidőszak első felében akkor sem igényel védelmet, ha az előrejelző program fitofóra veszélyt jelez. A tenyészidőszak második felében (augusztus-szeptember) legalább egyszer, erős fertőzési veszély esetén két alkalommal kontakt (lehetőleg réztartalmú) hatóanyaggal kell védekezni. Az R-génes rezisztenciával rendelkező fajtákon jelölést kell alkalmazni: RG. Ha az így jelölt fajtáknál az első tünetek megjelennek, szisztemikus + kontakt hatóanyag kombinációval kell védekezni. A továbbiakban a védekezést a fogékony (4-5) fajtára előírt technológia szerint kell végezni.

### Irodalom

- Bakonyi, J. and Érsek, T. 1997. First report of the A2 mating type of *Phytophthora infestans* on potato in Hungary. *Plant Dis.* 81. 1094.
- Bakonyi, J., Laday, M., Dula, T. and Érsek, T. 1998. Characterisation of *Phytophthora infestans* isolates from Hungary. *Acta Phytopath. et Entomol. Hung.* 33. 49-54
- Black, W., Mastenbroek, C., Mills, W. R. and Peterson, L. C. 1953. A proposal for an international nomenclature of races of *Phytophthora infestans* and of genes controlling immunity in *Solanum demissum* derivatives. *Euphytica* 2. 173-179.
- Hohl, H. R. and Iselin, K. 1984. Strains of *Phytophthora infestans* from Switzerland with A2 mating type behaviour. *Transactions of the British Mycological Society* 83. 529-530.
- Paluchowska, P. Śliwka, J. and Yin, Z. 2022. Late blight resistance genes in potato breeding. *Planta* 255. <https://doi.org/10.1007/s00425-022-03910-6>