

A növények élettani állapotának hatása a nekrotróf és a biotróf kórokozó fertőzésekre adott válaszaira

Barna Balázs*, Máté Gabriella és Manninger Sándorné

MTA ATK, Növényvédelmi Intézet, 1022 Budapest, Herman Ottó u. 15

*e-mail: barna.balazs@agrar.mta.hu

Összefoglalás

Régóta ismert, hogy a növények élettani állapota, fejlettsége erősen befolyásolja ellenállóságukat a kórokozókkal szemben. Általában a biotróf kórokozók a fiatal, míg a nekrotrófok az öregedő növényi szöveteket kedvelik. Ennek megfelelően az idős dohány leveleken a nekrotróf *Alternaria alternata* tenyészetkorongos fertőzés nagymértékű sárgulást és nekrotizációt idézett elő, míg a fiatal leveleken ezek a tünetek az *Alternaria* fertőzés után alig voltak láthatók.

A hemibiotróf *Pseudomonas syringae* avirulens baktérium által okozott HR a fiatalabb levelekben szintén gyengébb volt, mint az idős levelekben, de kompatibilis kapcsolatban a tünetek mindkét korú levélen hasonlóak voltak. A biotróf búza levélrozsa 12-es és 61-es rasszával végzett fertőzés után mind a hat búza genotípus, de különösen Mv C1535-02 és MV Emma, alacsonyabb uredospóra telep számot mutatott a harmadik levélen, mint egyleveles stádiumban az első levélen, ami kezdődő felnőttkori rezisztenciára utal. Nagy jelentőséggel bírna a gyakorlati növénynemesítésben, ha már korai, így háromleveles stádiumban lehetne a búza felnőttkori rozsa rezisztenciáját tesztelni, de ezt további szántóföldi kísérleteknek is igazolni kell.

Abstract

It has been known since a long time that the physiological state of plants has a strong influence on their resistance to pathogens. Generally biotrophic pathogens prefer young, while necrotrophic pathogens prefer senescent plant tissues. Accordingly, culture discs of the necrotroph *Alternaria alternata* caused large yellow and necrotic flecks on old tobacco leaves, but these symptoms could hardly be seen after *Alternaria* infection on young leaves.

Hypersensitive symptoms caused by the hemibiotroph *Pseudomonas syringae* avirulent bacteria were also suppressed in young leaves as compared to old ones, but in compatible

tobacco-bacteria interaction the symptoms were similar on old and young leaves. Infection with races 12 or 61 of the biotroph wheat leaf rust showed always more uredospore colony numbers on first leaves in first leaf stage, than on third leaves of all six tested wheat, but especially of Mv C1535-02 and MV Emma genotypes. It would be of great importance in the breeding practice, if we could test wheat adult plant resistance against rust in early, three leaf stage, but it needs confirmation by field experiments.

Bevezetés

A növénykórokozó mikroorganizmusokat életmódjuk szerint már régebben két nagy csoportra, a nekrotróf és biotróf kórokozókra osztották. A nekrotrófok az elhalt, roncsolt szöveteket kedvelik, jellegzetes képviselőik például a *Botrytis cinerea* és a *Sclerotinia sclerotiorum*, míg a biotrófok csak az élő szövetben, sejtben képesek fejlődni, táplálékhoz jutni, és jellegzetes képviselőik például a lisztharmat és a rozsdagombák. Újabban azonban egy harmadik csoportot, az úgynevezett hemibiotróf csoportot formáltak, amelyek fejlődésük kezdeti stádiumában biotrófként, később nekrotrófként viselkednek. Ide sorolhatjuk a *Pseudomonas* baktériumokat, vagy a *Phytophthora infestans*-t.

Régóta ismert, hogy a növények élettani állapota, fejlettsége erősen befolyásolja ellenállóságukat a különböző kórokozókkal szemben. Általában a biotróf kórokozók a fiatal, élénk anyagcserével rendelkező, míg a nekrotrófok az öregedő növényi szöveteket kedvelik, mert így jutnak könnyebben táplálékukhoz (Glazebrook, 2005, Barna et al., 2012). Ennek megfelelően a biotrófok gátolják a megtámadott szövet öregedését, például citokinin hormonok felhalmozódásával, míg a nekrotrófok serkentik a növényi szövet öregedését toxinok és sejtfal bontó enzimek segítségével. Emellett általában a biotrófokkal szembeni rezisztencia a szalicilsav (SA), a nekrotrófokkal szembeni rezisztencia a jazmonsav (JA), illetve etilén hormon jelátviteli utat aktiválja (Häffner et al., 2015).

A másik tényező a növények fejlettsége, amely jelentősen befolyásolja betegségekkel szembeni ellenálló képességüket. Általában csíranövény állapotban a növények fogékonyabbak, míg felnőtt korban ellenállóbbak a betegségekre. Ezt az úgy nevezett felnőttkori rezisztenciát (adult plant resistance) különösen sokan tanulmányozták gabonafélék rozsdabetegségei esetében (Milus et al., 2015). Jellemzője, hogy csak felnőtt korban érvényesül, általában nem rassz specifikus, és nem jár hiperszenzitív reakcióval (HR), de tartósabb ellenállóságot biztosít a növénynek, mint a csíranövénykorban is érvényesülő rassz specifikus rezisztencia (Basnet et al., 2013).

A továbbiakban néhány példával bemutatjuk a növények élettani állapotának hatását a nekrotróf és a biotróf kórokozó fertőzésekre adott válaszaikra.

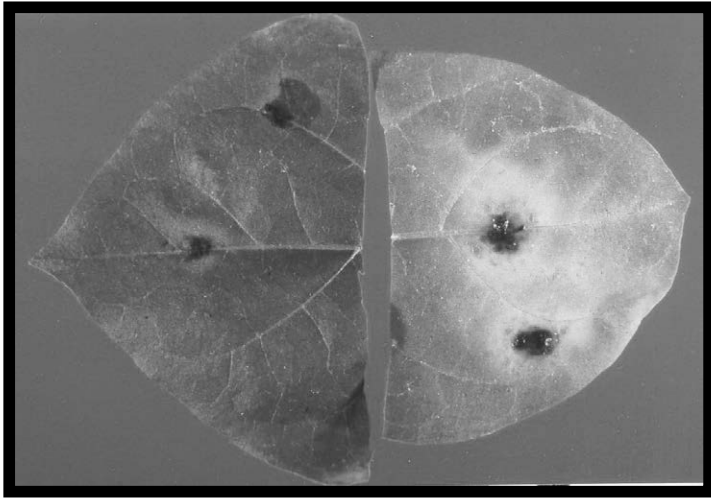
Anyag és módszer

A kísérletek során *Nicotiana tabacum* cv. W38 és cv. Xanthi-nc dohány fajtákat, illetve az MTA, ATK, Mezőgazdasági Intézetének a következő hét búza (*Triticum aestivum* L.) genotípusát használtuk; Mv C1535-02, Mv 336-02, Mv 12-02, Mv22-2001, Mv Emma, Mv Mambó és Mv Mezőföld. A növényeket üvegházi körülmények között, cserepekben neveltük 18–24 °C mellett.

A dohányok leveleinek ellenállóságát *Alternaria alternata* gomba tenyészetkorongokkal, illetve *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* és *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* baktériumok 5×10^6 -tól $2,2 \times 10^8$ ml⁻¹ koncentrációjú szuszpenziójának befecskendezésével teszteltük. A búza genotípusok ellenállóságát a 12-es és 61-es levélrozsa (*Puccinia triticina* Eriks) razzsal vizsgáltuk. A búza fertőzése búzarozsdával Barna és munkatársai (1998) módszerével történt.

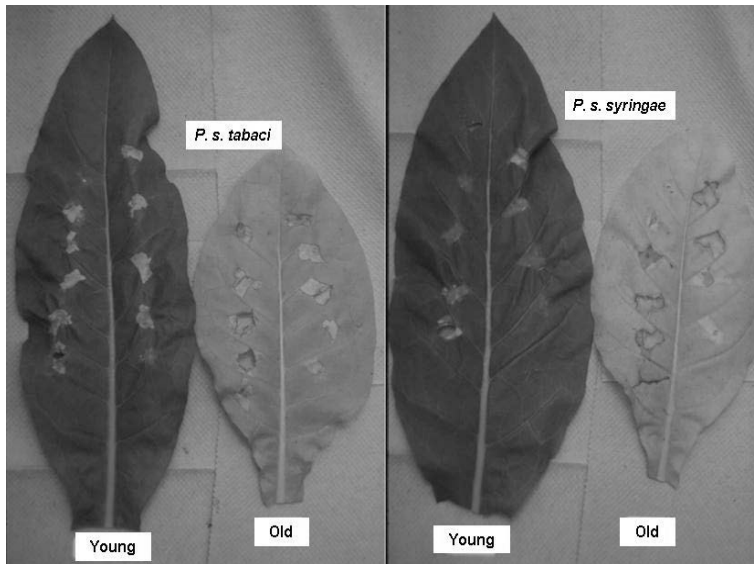
Eredmények

A fiatal és idős Xanthi dohánylevelek tünetei a nekrotróf *Alternaria alternata* tenyészetkorongos fertőzés után jelentős különbségeket mutattak. Az idős leveleken a tenyészetkorongok nagymértékű sárgulást és nekrotizációt idéztek elő, míg a fiatal leveleken ezek a tünetek alig voltak láthatók (1. ábra).



1. ábra. *Alternaria alternata* fertőzés nekrotikus tünetei fiatal és öreg Xanthi-nc dohánylevélen

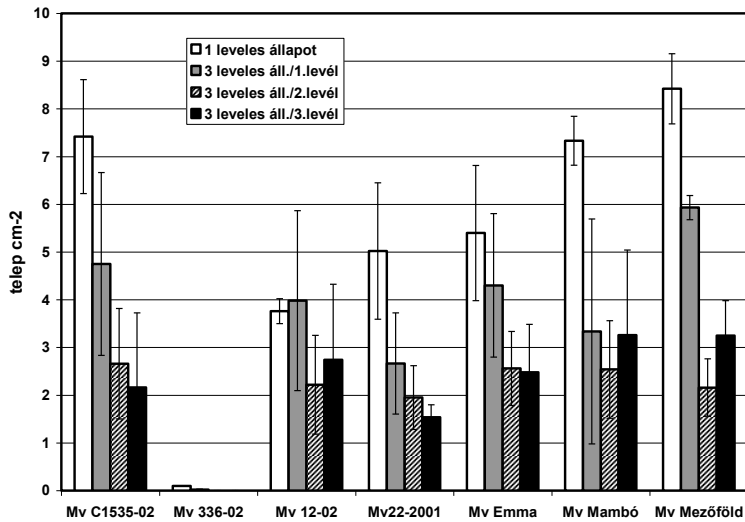
A hemibiotróf *Pseudomonas syringae* baktérium kompatibilis kapcsolatban (pv. tabaci) a baktériumos „normoszenzitív” elhalást okozta mind a fiatal, mind az idős dohányleveleken, és nem volt jelentős szemmel látható különbség a két levél között. Ugyanakkor inkompatibilis kapcsolatban a *P. s. pv. syringae* baktérium még alacsonyabb koncentrációban is erős hiperszenzitív reakciót (HR) okozott az idős, és sokkal gyengébb elhalást a fiatal leveleken (2. ábra).



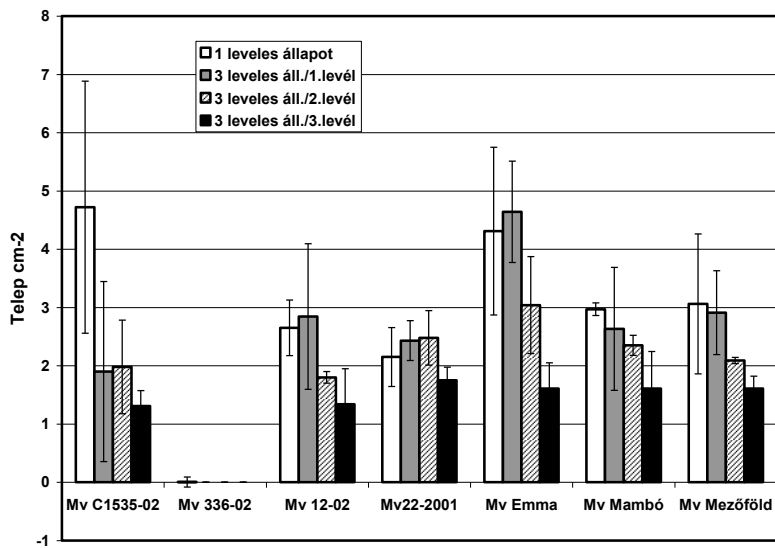
2. ábra. Kompatibilis (*P. s. tabaci*) és inkompatibilis (*P. s. syringae*) baktériumok 5×10^6 -tól $2,2 \times 10^8 \text{ ml}^{-1}$ koncentrációjú szuszpenziójának hatása fiatal (Young) és öreg (Old) W38 dohánylevelekre 4 nappal a befecskendezés után. A baktérium szuszpenzió sűrűség a levelek bal oldalán fentről lefelé, illetve a jobb oldalán lentől felfelé nő.

A biotróf búza levélrozsdá mindkét rasszára fogékonyak bizonyultak (3-4-es reakció típus) a búza genotípusok, kivéve a Mv 336-02 vonalat, amely hiperszenzitív rezisztens reakcióval (0;-1-es reakció típus) reagált mindkét rassz fertőzésére. A felnőttkori rezisztencia meghatározására a levélfelület egységre eső rozsdatelep számot mértük. Ezek az adatok egyértelműen mutatják, hogy mindegyik fogékony genotípus mindkét rasszal szemben alacsonyabb uredospóra telep számot mutatott a harmadik, mint egyleveles stádiumban az első levélen (3. ábra). Ez a különbség a 12-es rassz esetében a legnagyobb a Mv C1535-02 és Mv Mezőföld, a legkisebb az Mv 12-02 genotípuson. A 61-es rasszal történő fertőzés után a harmadik és első levél telepszáma közötti legnagyobb különbséget az Mv C1535-02 és MV Emma, míg a legkisebbet az Mv22-2001 genotípus levelein mértük (3. ábra).

A



B



3. ábra. Levélrozsda 12-es (A) és 61-es (B) rasszának telepszáma hét martonvásári búza genotípus 1., 2. és 3. levelén 1 és 3 leveles állapotban

Megvitatás

A fiatal és idős Xanthi dohány leveleinek *Alternaria* fertőzése egyértelműen igazolta, hogy a fiatalabb levelekhez képest az idősebb levelek érzékenyebbek a nekrotrof kórokozók támadására. Ennek egyrészt az oka az, hogy az idősebb növényi szövetek érzékenyebbek a nekrotrof kórokozók által termelt toxinokra, sejtfal bontó enzimekre és a membrán lipidek lebomlására (Barna és Györgyi, 1992). Másrészt az idősebb növényi szövetek antioxidáns kapacitása kisebb, ezért kevésbé tudja kivédeni a fertőzéskor gyorsan felhalmozódó reaktív oxigén fajták (ROF) sejt és szövet károsító hatását, ami előnyös a roncsolt, elhalt szöveteken táplálkozó nekrotrof kórokozónak (Barna és mtsai, 1997, 2003, 2012).

A hemibiotrof *Pseudomonas syringae* baktérium által okozott HR a fiatalabb levelekben szintén gyengébb volt, mint az idős levelekben, de kompatibilis kapcsolatban a tünetek mindkét korú levélben hasonlóak voltak. Ennek valószínűleg az oka az, hogy bár juvenilis növényi szövetekben a sejt és szövetelhalás gátolva van, de a kompatibilis baktérium jobban szaporodik a fiatalabb, mint az idősebb szövetekben (Barna és mtsai, 2008). A szenescencia és a növények kórokozók elleni rezisztenciájáról jó összefoglaló munkát jelentetett meg Häffner munkatársaival (2015).

A különböző búza genotípusok levélrozsa fertőzésekor kapott eredmények arra utalnak, hogy nemcsak kifejlett növények levelein, például a zászlós levélen lehet a felnőttkori levélrozsa rezisztenciát tesztelni, hanem korábban. Már háromleveles stádiumban az Mv C1535-02 és MV Emma szignifikánsan kevesebb rozsdalepet fejlesztett ki a harmadik levélen, mint egyleveles stádiumban az első levélen, mindkét használt rasszal szemben. Ugyanakkor az is látszik, hogy ez a típusú rezisztencia sem teljesen független a rasszoktól, ahogy erre az irodalomban is találunk példát (Oliver és Solomon, 2010, Milus és mtsai, 2015). Mindemellett nagy jelentőséggel bírna a gyakorlati növénynemesítésben, ha már korai, így háromleveles stádiumban lehetne a felnőttkori levélrozsa rezisztenciát tesztelni, de ezt további szántóföldi kísérleteknek is igazolni kell.

Hivatkozások

- Barna, B., Györgyi, B. 1992. Resistance of young versus old tobacco leaves to necrotrophs, fusaric acid, cell-wall degrading enzymes and autolysis of membrane lipids. *Physiol. Molec. Plant Pathol.*, 40,247-257
- Barna, B., Ádám, A.L., Király, Z. 1997. Increased levels of cytokinin induce tolerance to necrotic diseases and various oxidative stress causing agents in plants. *Phyton* 37, 25-31.

- Barna, B., Abdou, S. F., Manninger, K., Király, Z. 1998. Systemic acquired resistance in wheat against stem and leaf rusts. *Acta Phytopath. Entomol. Hung. Acad. Sci.*, 33, 31-33
- Barna, B. Fodor, J., Pogány, M., Király, Z. 2003. Role of reactive oxygen species and antioxidants in plant disease resistance. *Pest Management Science*, 59: 459-464.
- Barna B., Smigocki AC, and Baker JC 2008. Transgenic Production of Cytokinin Suppresses Bacterially Induced HR Symptoms and Increases Antioxidative Enzyme Levels in *Nicotiana*. *Phytopathology* 98: 1242-1247
- Barna B, Fodor J, Harrach BD, Pogány M, Király Z 2012. The Janus face of reactive oxygen species in resistance and susceptibility of plants to necrotrophic and biotrophic pathogens. *Plant Physiology and Biochemistry* 59: 37-43.
- Basnet, B. R., Singh, R. P., Herrera-Foessel, S. A., Ibrahim, A. M. H., Huerta-Espino, J., Calvo-Salazar, V. and Rudd, J. C. 2013. Genetic analysis of adult plant resistance to yellow rust and leaf rust in common spring wheat Quaiu 3. *Plant Dis.* 97:728-736.
- Glazebrook, J. 2005. Contrasting mechanisms of defense against biotrophic and necrotrophic pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.* 43, 205-227.
- Häffner E, Konietzki S. and Diederichsen E. 2015. Keeping control: the role of senescence and development in plant pathogenesis and defence. *Plants* 2015, 4, 449-488;
- Király, L, Barna, B., Király, Z. 2007. Plant resistance to pathogen infections: forms and mechanisms of innate and acquired resistance. *J. Phytopathol.* 158, 385-396
- Milus, E. A., Moon, D. E., Lee, K. D., and Mason, R. E. 2015. Racespecific adult-plant resistance in winter wheat to stripe rust and characterization of pathogen virulence patterns. *Phytopathology* 105: 1114-1122.
- Oliver, R.P.; Solomon, P.S. 2010. New developments in pathogenicity and virulence of necrotrophs. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 13, 415–419.
- Pogány, M., Koehl, J., Heiser, I., Elstner, E.F., Barna, B. 2004. Juvenility of tobacco induced by cytokinin gene introduction decreases susceptibility to Tobacco necrosis virus and confers tolerance to oxidative stress. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 65, 39-47.