

PROBLEME MARI PRIVIND BOLILE LA GRÂU

GREAT PROBLEM REGARDING WHEAT DISEASES

Mihai BERCA
USAMV București

Rezumat

Anul agricol 2013-2014 a fost unul special în ceea ce privește relațiile dintre planta de grâu, ca individ în populația ce alcătuiește cultura, și factorii abiotici și biotici de stres. Dezvoltarea factorilor biotici a fost o rezultată nu numai a cantităților de factori abiotici (ploi, căldură, variații mari de căldură și temperatură între zile și în cadrul aceleiași zile, între zi și noapte), ci și a agresiunii bolilor, stimulate probabil de această puternică agitație abiotică.

În consecință, apar cele mai periculoase boli, precum fuzariozele (*Fusarium graminearum*, *Fusarium culmorum*), ruginile – rugina brună (*Puccinia recondita*) și rugina galbenă (*Puccinia striiformis*). Alte specii, precum *Pyrenophora graminearum*, *Pyrenophora*

teres, *Erysiphe graminis*, *Septoria tritici* și *Tilletia sp.* au fost de asemenea prezente în grade diferite de atac, în funcție de condițiile abiotice și tehnice.

În funcție de toleranță sau, mai bine spus, de sensibilitatea soiurilor la boli, în acest an au fost efectuate 1-4 tratamente cu fungicide, față de un normal de 0-2 tratamente, cât se practică uzual într-un an mediu. Cele mai periculoase boli, de care ne vom ocupa și în acest material, sunt ruginile și fuzarioza. Vom încerca să evaluăm în ce măsură cercetarea internațională a reușit să depisteze gene rezistente total, care să evite utilizarea fungicidelor și să asigure cantitatea și calitatea producțiilor, a siguranței alimentare.

INTRODUCERE – prezentarea problemei

Este bine să subliniem de la început că amelioratorii din toată lumea nu au creat, până în prezent, cel puțin la nivelul cunoașterii și al practicii, soiuri rezistente total la boli. Mai este interesant să precizăm că anul 2014 a fost primul în care rugina galbenă a fost extrem de prezentă pe unele soiuri, cauzând pagube mari atât în România, cât și în centrul și estul Europei.

Rugina galbenă este considerată „boala standard” de către amelioratori. Testele de rezistență ale soiurilor nou create se limitează doar la această boală. Dacă un nou soi a primit o notă de 7-8-9 (1-2-3), el este considerat foarte tolerant nu numai la rugina galbenă, ci și la celelalte rugini și chiar la fuzarioză.

Constatările cercetării, dar și ale practicii, au arătat că o toleranță ridicată a soiurilor nu este una de foarte mare durată. Soiuri din prezent,

foarte productive, de calitate excelentă și care sunt și rezistente, ar putea ca în 10 ani să piardă 2-3 puncte la toleranță și să devină mediu tolerante sau chiar puțin tolerante. Este vorba de recurența prin acomodare a bolilor. Faptul în sine presupune erodarea muncii amelioratorilor, care sunt obligați să creeze noi soiuri, adică noi costuri, ce ridică costurile generale ale cercetării fără a genera o stabilitate, o durabilitate a toleranței.

Spuneam mai sus că prin adaptare la factorii genetici și chimici, recurența bolilor și îndeosebi a lui *Fusarium*, pot aduce atingeri mari siguranței alimentare și chiar siguranței naționale.

Pagubele aduse de boli sunt uneori foarte mari. Singur *Fusarium*, într-un atac de intensitate ridicată și un grad de atac de peste 60%, poate conduce la pierderea a 20-40% din nivelul recoltei și la inducerea unei cantități de DON care compromite total recolta, căci depășește 800-1000 kg/ha. Patru tratamente pot salva cea mai mare parte a recoltei, dar rămân mari sechele de calitate generate din 2 direcții – atacul ciupercii și reziduurile de fungicide.

Căile pe care acționează *Fusarium* sunt următoarele (Fig. 1):

1. La nivelul semințelor:

- șiștave;
- cu MMB mică (-50%);
- cu greutate hectolitică redusă (-30-50%);
- nr. de boabe/spic cu 20%.

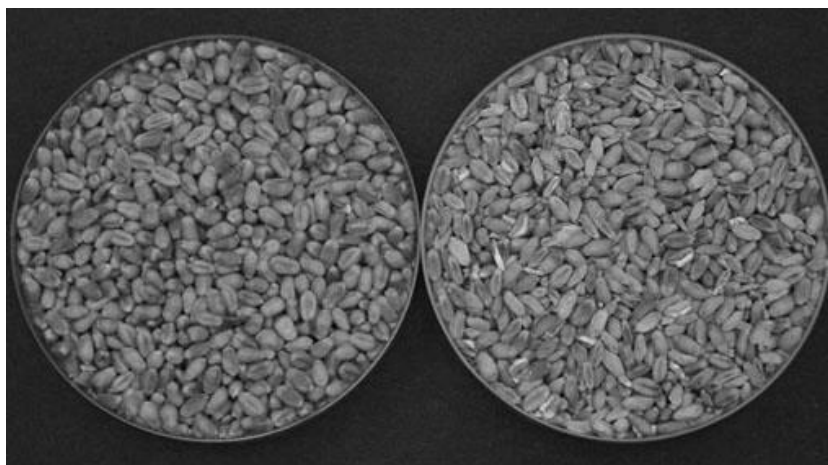


Fig. 1. Pagubele produse de fuzarioză la nivelul semințelor de grâu – diferența dintre boabele sănătoase și cele infestate – stânga sănătoase, dreapta bolnave (Engelhardt G., 2012)

2. La nivelul spicului (Fig. 2):

- parțial sau total decolorat;
- paiul sau spicul capătă culoarea galben-rozalie;
- boabele sunt mici și șiștave;
- infectarea cu micotoxine compromise recolta – micotoxinele sunt termo-rezistente.



Fig. 2. Efectele fuzariozei asupra plantelor de grâu (agrarheute.com, 2014)

Reducerea sau compromiterea recoltelor este o mare pagubă pentru fermieri. În același timp, e necesar să luăm în considerare faptul că bolile, ca și paraziții, afectează grav calitatea agroecosistemului prin pierderea unei mari energii și poluarea biologică și biochimică. Câmpul morfic al culturii se alterează și, dacă bolile își prelungesc existența, crează premise extrem de defavorabile pentru transferurile energetice în ecosisteme.

Totodată, este afectat și sistemul energetic al ființei umane sau cel puțin o parte din structurile sale. De aici necesitatea de a se găsi forme durabile de rezistență pentru bolile grâului, prin depistarea și activarea genelor de rezistență.

CERCETAREA CONFIRMĂ

Pornind de la ideea că fiecare soi nou are o imunitate mai mare sau mai mică, la cultura de grâu, dar și la alte culturi, ne gândim, ca și în cazul omului, să creăm organisme complet sănătoase, care nu se pot îmbolnăvi. Dacă nimeni nu are interesul să existe oameni complet sănătoși, tot astfel se pune și problema sănătății plantelor și în cazul nostru al grâului.

Am cunoscut un om care n-a fost bolnav niciodată în viața lui și care a murit de senescentă. Nimeni nu s-a gândit să caute gena care i-a imprimat această rezistență. Și dacă ar fi găsit-o, nimeni nu ar fi avut cunoștințele de biologie care să descifreze căile energetice ale rezistenței. Știm că organismele cedază și primesc diferite forme de energie, care le slăbesc sau întăresc, în funcție de forma de energie și modelul de exprimare. Medicina informatică a elaborat matrici, care au apropiat vindecarea bolilor umane prin mobilizări energetice informaționale interne. Căci energia se transformă în informație și circulă ca atare atât în interiorul, cât și în exteriorul organismelor.

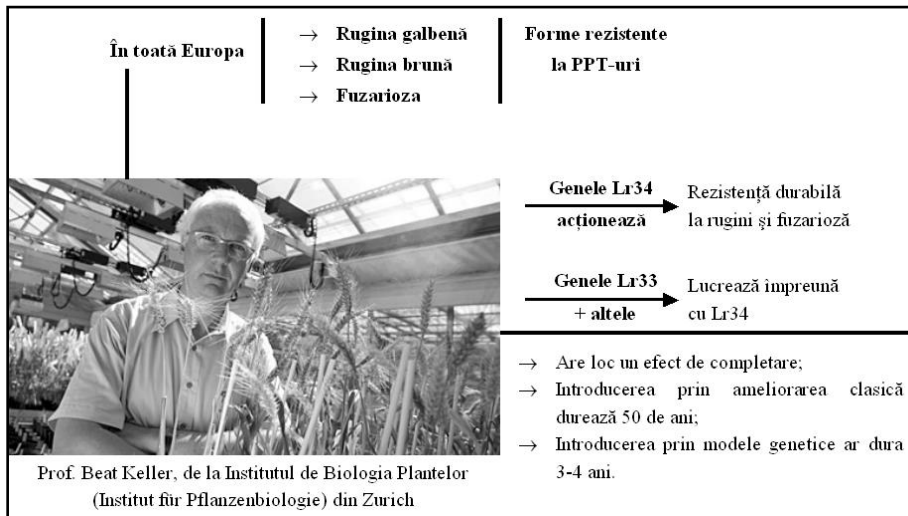


Fig. 3. Obținerea de gene rezistente la boli, o realizare revoluționară pentru cultura grâului (Universität Zürich, 2009)

În cazul plantelor de grâu, energia informațională care poate rezolva integral sănătatea plantelor se află într-o genă Lr34, care activează, codifică, o proteină Lr34. Cel care a realizat această descoperire extraordinară este Prof. Beat Keller de la Institutul de Biologia Plantelor din Zurich (Fig. 3), împreună și în colaborare cu CSIRO Australia și

CIMMYT Mexic, toate fiind instituții pentru ameliorarea grâului și porumbului.

Dar ce face gena Lr34?

Proteinele fabricate la comanda genei, pentru că sunt două, emit o substanță încă necunoscută, un transportor care trece ușor prin celule și lansează emanații moleculare ce inhibă total fixarea și dezvoltarea ciupercilor. Keller are acum pretenția să afirme că a rezolvat mecanismele de rezistență durabilă la nivel molecular.

Genă Lr34 este cunoscută de peste 50 de ani, dar descifrarea bazei moleculare pentru o astfel de rezistență s-a reușit de abia de curând.

Recent, revista jurnal *Frontiers* (www.frontiersin.org) din 29 Octombrie 2014 susține că două categorii de gene sunt utilizate pentru a obține grâu rezistent la rugină, dar și la fuzarioză. Prima clasă – R (de la rezistență) și de aici și Lr –, este de tipul patogen, rasă specifică în acțiunea lor, eficientă în toate etapele de creștere a plantelor. Ele codifică nucleotide de leucină – receptori imuni, care împreună formează clasa NB – LRR.

A doua clasă de gene, denumită rezistența plantelor adulte (RPA), apare prin luna aprilie și induce rezistența funcțională la mai multe specii patogene. Gama de proteine codificate este mai heterogenă decât Clasa R. Totodată, cele 2 gene RPA – Lr34 și Yr36, s-au extras din unele specii rustice de grâu și, așa cum s-a arătat, produsul lor este un transportor de tip ABC și o proteină kinază, respectiv Lr34 și Sr2, care s-a demonstrat a furniza durabil o rezistență parțială (3-4 boli), dar sigură.

Există și alte gene și se consideră că implicarea mai multora poate crea combinații care să conducă la o imunizare a plantelor. Se poate crea, deci, un sistem imunitar pentru toate sau aproape toate bolile grâului.

Pe de altă parte, se pare că transportorul neidentificat, ca și substanțele biochimice pe care le transportă, conduc la o pseudoîmbătrânire a frunzelor. Ele par a frâna, a elimina posibilitatea infecției sau, dacă aceasta s-a realizat, blochează nutriția, care se orientează spre boabe, și nu se realizează parazitismul din lipsă de hrană. Ceea ce este încă neclar este de ce parazitul nu se poate adapta la acest model de rezistență. Viitorul va rezolva, însă, și această enigmă.

Identificarea genei Lr34 este primul pas fundamental pentru înțelegerea durabilității fenomenului de rezistență. Cercetările viitoare asupra modului exact de manifestare și acțiune a lui Lr34 va livra

cunoștințe deosebit de importante – de ce unii agenți patogeni se pot adapta fenomenului de rezistență și de ce alții nu.

Aceste cunoștințe vor fi cu siguranță utilizate în ameliorarea grâului împotriva unui număr cât mai mare de ciuperci, siguranță totală oferind rezistența contra lui *Fusarium* și a ruginilor. Ar fi de-a dreptul revoluționar dacă modelul ar elabora rezistențe totale împotriva tuturor agenților patogeni. Lr34 oferă, deci, rezistență parțială. Conlucrarea ei cu alte gene ar putea conduce spre o rezistență mai largă.

Spre exemplu, introducerea prin încrucișări repetate a genelor Lr34 și Lr46 este de mare importanță pentru amelioratorii de grâu pentru că poate conduce la un genom cu o exprimare largă pentru toate formele devenite deja rezistente (sușe) la rugina brună. Forma clasică de rugină brună este controlată de Lr34 și Lr46. Sușele rezistente sunt controlate numai de amândouă.

TRANSGENEZA

Reținem, de asemenea, că în afara rezistenței naturale nu există nicio metodă, fie ea tehnologică sau chimică, care să rezolve integral problema lui *Fusarium* și a altor boli.

Birgit Niesing consideră că obținerea mai lejeră a plantelor rezistente la *Fusarium* se poate realiza prin transgeneză, ceea ce Europa nu permite. Strategia constă în faptul că plantele vor fi modificate, încât acestea să fabrice o nouă proteină, cu rolul monitorizării de sus în jos a ciupercii și un fragment proteic care distruge ciuperca *Fusarium*.

Dr. Dieter Peschen, de la Fraunhofer IME (Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME), susține că, în totalitatea lor, plantele s-au dovedit rezistente la agentul patogen. Primele rezultate au fost deja demonstrate. Cercetătorii de la Fraunhofer au obținut 3 anticorpi diferiți. Pe principiul cheie – lacăt, aceștia se țin, se așează reticular pe peretele celulei și suprafața miceliului ciupercii, respectiv pe proteinele care formează peretele celular al ciupercii *Fusarium*. Anticorpul închid, prin fuziune simultană, și segmentele proteice antifugale. Aceste peptide (anticorp + proteină antifung) distrug pur și simplu ciuperca prin dizolvarea peretelui celulei miceliului (Fig. 4).

Anticorpul sunt totodată atenți ca proteina cu care fuzionează specific să se lege de ciuperca dăunătoare. În felul acesta vor fi distruse miceliile dăunătoare și nicidecum altele utile.

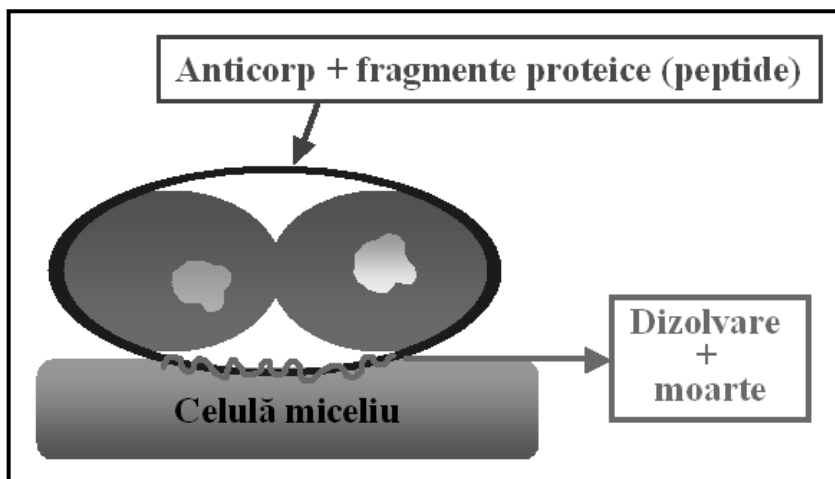


Fig. 4. Distrugerea ciupercii *Fusarium* de către peptide, în urma dizolvării peretelui celulei miceliu (original)

Pare paradoxal, dar în această plantă a geneticienilor, denumită *Arabidopsis thaliana*, au fost găsite gene suplimentare atât pentru anticorpi, cât și pentru proteinele ucigașe, care au putut fi integrate, fuzionate. Cercetătorii au demonstrat că aceste gene pot să codeze și să producă proteine fuzionate. Ei au mai demonstrat, de asemenea, cu ajutorul microscopului cu lumină fluorescentă, că proteinele construite se atașează de suprafața ciupercilor.

Au urmat apoi teste prin infestarea plantelor transgenice și s-a demonstrat că plantele au fost complet rezistente la atacul de *Fusarium*. Urmare a acestui succes, cercetătorii au susținut și susțin că ei au „integrat genele pentru anticorpi și fragmentele proteice în genomul grâului și orezului”.

Următoarea etapă a constat în încrucișarea unor plante deja transgenice, pentru a obține un produs cu un genom și mai diversificat, cu gene pentru mărirea rezistenței, a stabilității ei, dar și pentru lărgirea sortimentului de boli atacatoare.

Acceptarea modelului în Germania va mai dura, cu siguranță, ani buni și la fel și în România.

CONCLUZII

1. Anul 2014 a demonstrat că au existat condiții pentru dezvoltarea unei presiuni mari de infecții cu diferite boli la grâul de toamnă, la unele soiuri fiind necesare până la 4 tratamente, fără a se evita pierderile cantitative și calitative.

2. Pentru prima dată în România au apărut, la nivel pandemic, atacurile ciupercii *Puccinia striiformis* (rugina galbenă). Atacul de *Fusarium* a fost și el unul dintre cele mai mari.

3. Fungicidele, oricât de bune ar fi, nu mai cuprind tot spectrul de rase rezistente apărute. Se impune obținerea de soiuri rezistente. În acest sens, depistarea genei Lr34 este o mare promisiune pentru viitor, confirmată de mai mulți cercetători.

4. Formele rezistente de rugini (sușele rezistente) solicită soiuri în care au fost introduse, în genom, mai multe combinații de gene. Dintre acestea, Lr34 și Lr36 confirmă cel mai bine.

5. Rezultate spectaculoase s-au obținut în Europa, America și Asia prin utilizarea transgenezei la grâu. În acest sens s-a utilizat un set de anticorpi cuplați cu fragmente proteice și transferați, cu ajutorul unor gene, din *Arabidopsis thaliana*.

BIBLIOGRAFIE

1. Ellis J.G. și colab., 2014 – The past, present and future of breeding rust resistance wheat, in Journal of Frontiers in Plant Sciences, 29 Oct. 2014, <http://www.frontiersin.org/about/journalseries>
2. Engelhardt G., 2012 – Fusarienoxine Deoxynivalenol und Zearalenon in Getreide der Ernten 2004 und 2005, <http://www.lgl.bayern.de>
3. Lemmens M. și colab., 1991 – Variation in Fusarium head blight susceptibility of international and Austrian wheat breeding material, <https://diebodenkultur.boku.ac.at>
4. Marcelo A.S. și colab. – Disease resistance. Leaf Rust Resistance. Lr34 – Yr18, <http://maswheat.ucdavis.edu>
5. Niesing B., 2004 – Pilzresistenter Weizen, Life Sciences, Fraunhofer Magazin nr. 4, <http://www.archiv.fraunhofer.de>
6. Priyamvada R.T. și colab., 2009 – STS marker based tracking of slow rusting Lr34 gene in Indian wheat genotypes, <http://nopr.niscair.res.in>
7. Rhiel M. și colab, 2014 – Fusarium Resistenz von Winterweizen (*Triticum aestivum*) - Kandidatengenanalyse zur Entwicklung und Kartierung funktioneller genetischer Marker, Pflanzenzüchtung und Genomanalyse, p. 118, <http://www.raumberg-gumpenstein.at>
8. Schubiger F.H., 2014 – Weizenbraunrost, <http://www.pflanzenkrankheiten.ch>
9. Singh R.P. și colab, 2004 – Wheat rust in Asia: meeting the challenges with old and new technologies, https://www.researchgate.net/publication/228626360_Wheat_rust_in_Asia_meeting_the_challenges_with_old_and_new_technologies