

ODRA VÕRKLAIKSUSE JA ÄÄRISLAIKSUSE, KAERA KROONROOSTE NING NISU KOLLASE ROOSTE RASSIDE ESINEMINE JA LEVIK EESTIS

M. Koppel, P. Soobik

Seoses järjest suurenevate kulutustega keemilisele taimekaitsele ning suureneva keskkonasaastuse ohuga on haiguskindlate sortide aretamine muutunud kogu maailmas järjest aktuaalsemaks. Haiguskindlate sortide aretamise edukuse aluseks on mõlema organismi – peremeestaime ja patogeeni – geneetika tundmine. Enamik taimehaiguste tekitajaid jaguneb liigisiselt arvukateks rassideks. Haigusetekitajate rassid erinevad üksteisest omaduse poolest nakatada erinevate resistentsusgeenidega sorte. Sortide nakatumine või haiguskindlus sõltub peremeestaime resistentsusgeenide ja patogeeni avirulentsusgeenide vastastikusest toimest. Patogeeni avirulentsusgeenide kokkusattumisel taime komplementaarsete resistentsusgeenidega indutseeritakse taimes resistentsusreaktsioonide toimumine ning taim osutub haiguskindlaks, kõigil teistel juhtudel nakatub (Johnson, Knott, 1992; Newton, Andrivon, 1995). Taimsortide haiguskindlus võib olla mono- või oligo-geenne, st. määratud ühe või mõne resistentsusgeeniga. Sarnaselt võib patogeenidel esineda liht- või liitrasse, st. neil esineb üks või mitu avirulentsusgeeni.

Taimede haiguskindluse või haigustele vastuvõtlikkuse määr igas konkreetse olukorras sõltub peremeestaime ja haigusetekitaja genotüüpide ja keskkonningimuste vastastikustest mõjudest ning eelnevaid komponente mõjutavast inimegevusest. On hästi teada, et patogeeni populatsioonid erinevad tunduvalt oma virulentsuselt ja sama sort on maailma erinevais piirkondades erineva resistentsusega. Andmed patogeeni populatsioonide varieeruvuse ja stabiilsuse kohta pakuvad suurt huvi sordiaretajatele, kes saavad oma aretusprogrammides kasutada patogeeni kohalike populatsioonide suhtes efektiivseid resistentsusgeene. Andmeid populatsioonide struktuuri kohta on võimalik saada, kui kasutada hea diferentseerimisvõimega sortide kogumit. Kui sama testi kasutada suurema maa-ala kohta, võimaldab see võrrelda erinevaid alampopulatsioone ja teha järeldusi nende erinevuste kohta. Kasutatavad diferentsiaatorsordid peavad andma erinevad vastusreaktsioonid patogeeni erinevatele isolaatidele, andma vähe vahepealsete tunnustega vastusreaktsioone ning jagama uuritavad isolaadid virulentseteks ja avirulentseteks ligikaudse suhtega 50:50 (Afanasenko *et al.*, 1995).

Taimede resistentsusgeenide ja patogeeni avirulentsusgeenide tuvastamine on töömahukas ja aeganõudev protsess. Haigusetekitaja avirulentsusgeenide väljaselgitamiseks kasutatakse monosporisolaate (haigusetekitaja ühe eose järglaskonda), millega nakatatakse laboritingimustes kindlate resistentsusgeenidega testsortide lehti või noori tõusmeid. Patogeeni populatsioonis esinevate avirulentsusgeenide kindlaksmääramiseks tuleb usaldusväärselt andmete saamiseks isoleerida hulgaliselt isolaate ja analüüsida neid avirulentsusgeenide suhtes. Seejuures võivad mõnede avirulentsusgeenidega rassid jääda siiski tuvastamata.

Praktilist sordiaretajat huvitab eelkõige see, milliste resistentsusgeenidega kaitstud genotüübid jäävad konkreetsetes tingimustes haiguskindlaiks, millised nakatuvad. Millised haigusetekitaja liht- või liitrasid täpselt esinevad, on seejuures vähem oluline. Sortide-diferentseerijate kogumite kasvatamine põllutingimustes, kus kõik sordid on kogu kasvuperioodi vältel patogeenidele eksponeeritud, võimaldab tuvastada antud piirkonnas teatud resistentsusgeenidega sorte nakatavate rasside esinemise.

Käesolev töö on esimene Eestis, milles käsitletakse teraviljadel parasiteerivate haigusetekitajate rasside esinemist kohalikes populatsioonides. Hilma Peuša Eksperimentaalbioloogia Instituudist on küll uurinud avirulentsusgeenide esinemist nisu jahukaste tekitaja *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* kohalikel isolaatidel, kuid tema uurimuste tulemused ei ole avaldatud.

Materjal ja meetoodika

Uuriti Eestis laialt levinud ohtlike teraviljahaiguste nisu kollase rooste (*Puccinia striiformis* West. f.sp. *tritici*), kaera kroonrooste (*Puccinia coronata* Corda), äärislaiksuse (*Rhynchosporium secalis* (Oudem.) Davis) ja võrklaiksuse (*Pyrenophora teres* Drechsl.) tekitajate rasside esinemist. 1997. ja 1998. aastal rajati katsed 16 äärislaiksuse, 19 võrklaiksuse, 24 kollase rooste ja 24 kaera kroonrooste diferentsiaatorsordiga pesakülvide meetodil kuues kohas: Jõgeval, Sakus, Järvamaal Väätsal, Muhumaal Linnuse külas, Pärnumaal Kilingi-Nõmmel ja Tartumaal Jõusa külas. Väätsal, Sakus ja Jõgeval dubleeriti kevadised külvid ka hiliste, juuniku esimestel päevadel tehtud külvidega. Taimede nakatumist hinnati üks kuni kaks nädalat pärast loomist 1–9-pallise skaala järgi, kus 9 tähistab maksimaalset nakatumist. Kaera kroonrooste kohta on kokkuvõtete tegemisel lisaks kasutada veel andmed Jõgeva katsetest 1995. ja 1996. aastal.

Tähtsamate kaerahaiguste monitooringuks Euroopas ning resistentsusallikate väljaselgitamiseks on loodud Euroopa kaerahaiguste monitooringu projekt (European Oat Disease Nursery (EODN)), milles 1998. aastal osales 22 riiki (Sebesta *et al.*, 1996). Projekt on lülitatud FAO põllumajanduslike teaduslike ühisuringute võrgu Euroopa süsteemi ja seda koordineerib dr. Josef Sebesta Praha Taimekasvatuse Instituudist Tšehhimaal. Projekt sai alguse 1969. aastal, mil alustati esimese Euroopa kaera roostehaiguste monitooringu projektiga "Oat Rust Nursery". 1976. aastal rajati selle projekti raames katsed juba 11 riigi 31 katsekohas ja projekt nimetati ümber EODN-iks. Projekti eesmärgiks on tähtsamate kaerahaiguste seire ja efektiivsete resistentsusdoonorite väljaselgitamine (Sebesta *et al.*, 1997a). Käesolevates katsetes kasutatud diferentsiaatorsordid on saadud eelnimetatud projekti raames.

Odra võrklaiksuse tekitajate diferentsiaatorsortide kogum on välja töötatud B. Steffensoni ja R. Websteri (1992) poolt ning on saadud Soome Põllumajanduslikust Uurimiskeskusest (MTT), kus neid on kasutatud kunstliku nakatamise katsetes, milles diferentsiaatorsorte nakatati erinevatest Soome piirkondadest isoleeritud haigusetektajatega, selgitamaks resistentsusgeenide efektiivsust. Samast on saadud ka odra äärislaiksuse tekitajate diferentsiaatorsortide kogum.

Nisu kollase rooste tekitajate diferentsiaatorsordid on saadud Hollandi Taimekaitse Instituudist (IPO-DPLO). Antud sortide kogum on välja töötatud rasside eristamiseks haigusetektaja Euroopa populatsioonides. Põhja-Ameerikas kasutatakse nisu kollase rooste tekitaja rasside eristamiseks 13 testsordist koosnevat kogumit (Line, Quayoum, 1992). Mõlemale diferentsiaatorsortide kogumile on ühised ainult neli sorti. Tulenevalt seemnete vähesusest rajati nisu kollase rooste diferentsiaatorsortidega katsed vaid kolmes katsekohas: Jõgeval, Sakus ja Muhumaal.

Tulemused ja arutelu

Kaera-kroonrooste. Kahe aasta kõigi katsekohtade andmeil osutusid kroonroostekindlaiks resistentsusgeene Pc39, Pc58, Pc59, Pc60, Pc61 ja Pc68 kandvad sordid. Tulemused on heas kooskõlas EODN projekti raames teistes Euroopa maades saadud katsetulemustega, kus kõige resistentsamad liinid ajavahemikul 1990–1994 olid Pc68, Pc58, Pc50-2, Pc59 ja Pc39 ning kõigi erinevalt mailt isoleeritud patogeeni isolaatide suhtes olid resistentsed Pc39, Pc55, Pc58, ja Pc68 ning suurema osa isolaatide suhtes olid resistentsed ka Pc48, Pc50-2, Pc50-4, Pc54-1 ja Pc59 (Sebesta *et al.*, 1996, 1997b). Resistentsusgeenidega Pc54-1 ja Pc54-2 sordid osutusid ühtedes katsetes haiguskindlaiks, teistes katsetes nakatusid mõõdukalt kuni tugevasti. Liinid resistentsusgeenidega Pc50-4, ja Pc55, mis on teistes Euroopa maades osutunud resistentsseiks (Sebesta *et al.*, 1997b), nakatusid suuremas osas katseist. Resistentsusgeene Pc55 ja Pc67 kandvad sordid on Jõgeva nelja aasta katsete andmeil hakanud seoses haigusetektaja uute rasside levikuga järjest tugevamini nakatuma. Seoses haigusetektaja uute rasside levikuga on viimastel aastatel tugevasti nakatunud ka kaerasort 'Alo', mis oli kuni üheksakümnendate aastate alguseni resistentne kaera-kroonrooste suhtes (Laurson, 1985, 1990).

Odra-äärislaiksus. Katseaastad olid äärislaiksuse levikuks ja lööbimiseks vähesoodsad, vastuvõtlikumad sordid nakatusid vaid mõõdukalt ning haiguse esinemise hindamist raskendas asjaolu, et valdavalt nakatusid diferentsiaatorsordid tugevasti äärislaiksusest. Tulenevalt patogeeni suurest muutlikkusest esines suur varieeruvus erinevate katsekohtade ja aastate andmete vahel. Äärislaiksuskindlaiks osutusid mõlema aasta andmeil kõigis katsekohtades vaid diferentsiaatorsort 'Algerian' ja liin 'Atrada' × 'Atlas'. Sort 'Jet' nakatus mõlemal aastal ainult Jõgeva katsetes. Ei olnud ühtegi diferentsiaatorsorti, mis oleks nakatunud äärislaiksusest kõigis katsekohtades. Diferentsiaatorsortide nakatumine Jõgeval erines tunduvalt nakatuvustest teistes katsekohtades. Nii nakatusid 1997. aastal Jõgeval sordid 'Armella' ja 'Jet', mis teistes katsekohtades jäid terveks, ning enamikus katsekohtades nakatunud sordid 'Modoc', 'Wisconsin/WG' ja 'Kitchin' jäid Jõgeva katsetes haigusvabaks. Soome katsetes tagasid kõik diferentsiaatorsortide rassispetsiifilised geenid ja nende kombinatsioonid täieliku resistentsuse odra-äärislaiksuse suhtes. Seevastu põhjamaade sordid olid kõik vastuvõtlikud ja vahed nende resistentsuses väikesed (Robinson, Jalli, 1996).

Odra-võrklaiksus. Võrklaiksuskindlaiks osutusid mõlemal aastal kõigis katsekohtades diferentsiaatorsordid 'Coast' ja 'Prato', teised sordid nakatusid vaid osas katsekohtades. Sarnaselt äärislaiksuse diferentsiaatorsortidele ei osutunud ükski sort kõigis katsekohtades tugevalt vastuvõtlikuks. Tulenevalt haigusetektaja suurest geneetilisest muutlikkusest esines suur varieeruvus erinevate katsekohtade ja aastate andmete vahel ning seetõttu on resistentsusaretuses otstarbekas kasutada haiguskindluse saavutamiseks põldresistentsust.

Soome katsetes on selgunud, et kõik odra diferentsiaatorsordid osutusid soome odrasortidest resistentsemaiks ja on kasutatavad resistentsusaretuses. Täielikult resistentsseiks osutusid Soomes kunstliku nakatamise tingimustes Etioopia liinid CI 5791 ja CI 9819, mis aga meie katsetes nakatusid. Sarnaselt on diferentsiaatorsortide resistentsuste osas täheldatud lahknevusi Soome ja California katsetulemuste vahel (Robinson, Jalli, 1997). Rassispetsiifilised geenid on Soome katsetes olnud efektiivsed patogeeni paljude isolaatide suhtes, kuid nende efekt varieerus täielikust haiguskindlusest tugeva nakatumiseni (Robinson, Jalli, 1996).

Nisu kollane rooste. 1997. aastal nakatusid vaid vähesed sordid, 1998. aastal aga valdav enamik diferentsiaatorsortidest, kuigi paralleelselt antud katseeriaga läbi viidud katsetes nisu kollektsioonisortidega oli viimaste nakatuvus kollasest roostest 1997. aastal tunduvalt tugevam kui 1998. aastal. Seega oli 1998. aastal infektsioonikoormus nõrgem, kuid haigusetekiitaja rasside virulentsus suurem. Kahe aasta katsetes jäid täiesti haiguskindlaiks diferentsiaatorsordid 'Vilmorin 23' (*Yr4a*, *Yr3a*), 'Moro' (*Yr10*), 'Suvon' × 'Omar', 'Peko' (*Yr2*, *Yr6*), 'Gaby' ja nisuliigid *Triticum spelta* var. *album* (*Yr5*) ning *T. dicoccoides*. Katsetulemustel põhjal saab neid sorte resistentsusaretuses edukalt kasutada rassispetsiifilise resistentsusega sortide aretamiseks. Sarnaselt teiste haigusetekiitajatega esines ka nisu kollase rooste tekitajal aastatevahelist erinevust diferentsiaatorsortide nakatuvuses. Sordid 'Compair' (*Yr8*, *Yr19*) ja 'Kayansona', mis Jõgeva katsetes 1997. aastal nakatusid, jäid 1998. aastal terveiks.

Kahe aasta katsetulemuste põhjal selgus, et tingituna kõigi nelja uuritud haigusetekiitajat suurest geneetilisest muutlikkusest esines suur varieeruvus erinevate katsekohtade ja erinevate aastate andmete vahel. Sellele vaatamata õnnestus välja selgitada genotüübid, mis nakatusid teistest vähem ja on kasutatavad haiguskindluse doonoritena resistentsusaretuses rassispetsiifilisele resistentsusele.

Kirjandus

- Afanasenko O. S., Hartleb H., Guseva N. N., Minarikova V., Janosheva M. A set of differentials to characterize populations of *Pyrenophora teres* Drechs. for international use. – *Journal of Phytopathology*, vol. 143, p. 501–507, 1995.
- Johnson R., Knott D. R. Specificity in gene-for-gene interactions between plants and pathogens. – *Plant Pathology*, vol. 41, p. 1–4, 1992.
- Laurson J. Kaerasort 'Alo'. – *Sordiaretus ja Seemnekasvatus. Teaduslikud tööd LIX*. Tallinn, lk. 38–42, 1985.
- Laurson J. Kaerasort 'Miku'. – *Sordiaretus ja Seemnekasvatus. Teaduslikud tööd LXIX*. Tallinn, lk. 61–65, 1990.
- Line R. F., Quayoum A. Virulence, Aggressivness, Evolution, and Distribution of Races of *Puccinia striiformis* (the Cause of Stripe Rust of Wheat) in North America, 1968-87. ARS-USDA, pp. 44, 1992.
- Newton A. C., Andrivon D. Assumptions and implications of current gene-for-gene hypotheses. – *Plant Pathology*, vol. 44, 607–618, 1995.
- Robinson J., Jalli M. Identification and management of genes for scald and net blotch resistance in Finland. – In *Proceedings of V International Oat Conference and VII International Barley Genetics Symposium*, p. 769–770, 1996.
- Robinson J., Jalli M. Diversity among Finnish net blotch isolates and resistance in barley. – In: Tigerstedt, P.M.A. (Ed.) *Adaptation in Plant Breeding*, p. 95–101, 1997.
- Sebesta J., Swatz B., Harder D. E., Corazza L., Roderick H. W., Stojanovic S. Resistance of oat to fungal diseases in Europe. – In *Proceedings of V International Oat Conference and VII International Barley Genetics Symposium*, p. 771–772, 1996.
- Sebesta J., Swatz B., Harder D. E., Corazza L., Roderick H. W., Stojanovic S. European cooperation in oat disease resistance breeding. – In: Tvaruzek, L. (Ed.) *Protection of Cereal Crops against Harmful Organisms*. Kromeriz, p. 239–245, 1997a.
- Sebesta J., Swatz B., Harder D. E., Corazza L., Stojanovic S. Incidence of crown rust and virulence of *Puccinia coronata* on oat and the effectiveness of *Pc*-genes for resistance in Europe during 1990–1994. – *Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz*, vol. 30, 507–518, 1997b.
- Steffenson B. J., Webster, R.K. Pathotype diversity of *Pyrenophora teres* f. *teres* on barley. – *Phytopathology*, vol. 82, p. 170–177, 1992.

Incidence and Spread of Races of Barley Net Blotch, Barley Scald, Oat Crown Rust and Wheat Stripe Rust in Estonia

M. Koppel, P. Soobik

The sets of differential genotypes to distinguish races of four major diseases in cereals (net blotch and scald on barley, crown rust on oats and stripe rust on wheat) were used in 1997 and 1998 in six locations in Estonia. Great variability in infection of differential genotypes between the locations and years was recorded. The highest degree of resistance across the all locations and years showed following genotypes: Pc39, Pc58, Pc59, Pc60, Pc61 and Pc68 to oat crown rust, 'Algerian' and line 'Atrada' × 'Atlas' to scald, 'Coast' and 'Prato' to net blotch and 'Vilmorin 23', 'Moro', 'Peko', Gaby', 'Suvon' × 'Omar', *Triticum spelta* var. *album* and *T. dicoccoides* to wheat stripe rust.