

INTEGREERITUD TAIMEKAITSE KASUTAMINE ODRAL JA KAERAL

Pille Sooväli

Jõgeva Sordiaretuse Instituut, Aamisepa 1, Jõgeva alevik 48309

ABSTRACT. Efficacy of the fungicide tebuconazole was tested in two treatment regimes in three spring barley and four oat varieties belonging to different resistance categories in years 2003–2005, the effect of fungicide on fungal contamination of harvested barley grain was tested in 2004–2005 and the effects of four fertilizer doses and two variants of chemical treatments on fungal disease infection and yield of two oat varieties was tested in 2006–2008. All experiments were carried out at Jõgeva Plant Breeding Institute. The impact of the fungicide on the control of major barley pathogens *Pyrenophora teres* and *Cochliobolus sativus* and oat pathogens *Pyrenophora avenae* and *Puccinia coronata*, as well as kernel yield was studied in the field trials. The fungicide treatment had a strong impact on the control of infection of *P. teres* and increase grain yield. For the more resistant barley genotype, fungicide application had relatively low returns because of the much higher level of biological resistance and small disease-related yield reductions. There were no single solutions for timing of the fungicide application on oat. Depending on the weather conditions, better efficacy in disease control or higher economic return was achieved from fungicide use at flag leaf stage or at heading stage. The significant differences in levels of disease infection and grain yields between fertilizer and chemical inputs and oat varieties were observed. The infection level of oat diseases and yield increase resulting from intensive fertilizers with pesticides were mostly influenced by the yearly weather conditions. It was found that the fungicide and genotype factors contributed to the variance seen in fungal contamination. The time of fungicide application had clear effect on the incidence of phytopathogenic fungal species. The results illustrate the possibility of use of fungicide and variety resistance based disease control strategy for reduction of seed contamination by fungal spores.

Keywords: spring barley, oat, resistance, fungicide, application time, fertilizer, yield, profitable.

Sissejuhatus

Integreeritud taimekaitse eesmärk on pestitsiidide kasutamise piiramine, vältides seejuures võimalikke negatiivseid kõrvalmõjusid. Euroopa Nõukogu ja Komisjoni direktiiv 3607/09, millega kehtestatakse ühenduse tegevusraamistik pestitsiidide säästval kasutamisel, seab eesmärgiks vähendada taimekaitsevahendite kasutamisega seotud ohtusid inimese tervisele ja keskkonnale ning sõltuvust pestitsiidide kasutamisest (Official Journal of the European Union 24.11.2009). Ühe olulisema komponendina direktiivi eesmärkide saavutamisel nähakse integreeritud taimekaitse laiaulatuslikku rakendamist, rõhutades seejuures seonduvate teadusuuringute olulisust. Eesti tingimustes ei ole fungitsiidide vähenda-

tud kulunormide kasutamise efektiivsust keskkonnasõbraliku taimekaitse meetodina seni teaduslikult uuritud. Selles osas pakub käesolev töö uudset teaduslikku informatsiooni.

Eestis on odral enamlevinud ja saagikadu põhjustav lehestikuhaigus võrklaiksus (haigustekitaja *Pyrenophora teres*) ja kõrreliste pruunlaiksus (haigustekitaja *Cochliobolus sativus*) (Tamm, 2003a). Kaera kahjustavad ja saagikust mõjutavad kasvu ajal kõige enam kaera kroonrooste (haigustekitaja *Puccinia coronata*) ja pruunlaiksus (haigustekitaja *Pyrenophora avenae*) (Tamm, 2003b).

Taimehaiguste arenemiseks on vajalik nii peremeestaime kui patogeeni populatsioonide olemasolu (Agrios, 1997). Taimehaiguste esinemise sageduse ja arengu kiiruse piiramisel on oluline roll haiguskindlate sortide kasvatamine. Olenevalt resistentsuse tüübist ja haigustekitaja populatsioonist võib haiguskindlam sort mõjutada nii patogeeni kogust kui nakkuse arengu kiirust (Yuen, Djurle, 1998; Wolpert *et al.*, 2002; Das *et al.*, 2007).

Haiguskindlate sortide aretuses on kasutada kahte tüüpi resistentsust. Rassispetsiifiline resistentsus tagab täieliku haiguskindluse patogeeni teatud rasside suhtes. Praeguseks on rassispetsiifilise resistentsuse kasutamisest loobutud kiiresti ja suurte vahemaade taha levivate, taime kasvuperioodi jooksul mitut põlvkonda tootvate ja suure geneetilise muutlikkusega haigustekitajate suhtes, mille populatsioonides arenevad kiiresti uued, resistentseid sorte nakatavad genotüübid. Polügeenne ehk horisontaalne resistentsus tagab osalise, kuid mitte täieliku haiguskindluse haigustekitaja kõigi genotüüpide suhtes, ning kontrollib infektsiooni ulatust ja nakatumise kiirust peremeestaimes. Parima ja pikemaajalise haiguskindluse tagab mõlema resistentsustüübi kooskasutamine (Jalali, Bhargava, 2002; Wolpert *et al.*, 2002).

Taimehaiguste tõrjeks kasutatakse kaitsva ja tõrjuva toimega fungitsiide. Kaitsva toimega fungitsiidid tagavad uute infektsioonide tõrje, vähendades sellega patogeeni kogust. Fungitsiidi mõjuperioodi möödudes on patogeenid võimelised jällegi taime nakatama, kuid taim on vahepeal edasi kasvanud ning haigustekitaja teda enam niivõrd ei ohusta. Tõrjuva toimega fungitsiidid hävitavad haigustekitajad nakatunud taime kudedes. See grupp fungitsiide töötab haiguse koguse vähendajana, kuid mõju on lühemaajaline. Kiiresti progresseeruvate taimehaiguste suhtes omavad patogeeni kogust vähendava tõrjuva toimega fungitsiidid väikest efekti (Yuen, Djurle, 1998).

Seega omavad haiguskindlad sordid ja fungitsiidid sarnaseid mõjusid haigustekitajate populatsioonide piiramisel ja taimehaiguste tõrjel. Taimede haiguskindluse ja fungitsiidide oskuslik kooskasutamine võimaldab tagada taimehaiguste efektiivse ja keskkonnasäästliku tõrje. Kuna haigustekitajad võivad geneetiliselt muutuda ja sellega seoses väheneb taimede haiguskindlus või

fungitsiidi toime efektiivsus, on vaja anda teaduslikult põhjendatud praktilisi täpsustusi taimekaitse soovitude kohta. Käesoleva uurimuse eesmärgid on Eesti tingimustes selgitada sordi resistentsuse ja fungitsiidi kasutamise võimalused efektiivse haigustõrje tagamisel, sordi resistentsuse täiendamine fungitsiidide vähendatud normide kasutamisega epidemioloogiliselt olulisel ajal; kasvuaegse haigustõrje mõju seemnega edasikanduvate haigustekitajate nakkuse vähendamisele; väetamise ja taimekaitse koosmõju kaera haiguste esinemisele ja saagikusele.

Metoodika

Efektiivsuskatseid majanduslikult optimaalsete fungitsiidi koguste ja kasutamisaegade selgitamiseks odral ja kaeral uuriti 2003.–2005. aastani, kasvuaegse haigustõrje mõju odraterade saastumisele mikroorganismidega uuriti 2004.–2005. aastani, väetisfooni ja fungitsiidide kasutamise mõju kaerahaiguste esinemisele uuriti 2006.–2008. aastani. Kõik katsed viidi läbi Jõgeva Sordiareti Instituudis. Põldkatsed korraldati leostunud mullal (K_0), mille pH oli 5.8, P 190, K 180, Ca 1520, Mg 64, Cu 1.3, Mn 41, B 0.7 mg kg⁻¹. Odra ja kaera haigustõrje katsed külvati optimaalsel ajal mai alguses 20 m² randomiseeritud katselappidena kolmes korduses, külvienormiga 500 idanevat tera 1 m². Külvielselt anti 500 kg ha⁻¹ mineraalväetist Kemira Power 18 (18 N, 9 P₂O₅, 9 K₂O) normiga 80 kg N ha⁻¹. Pealtväetisena kasutati AN 43 normiga 80 kg ha⁻¹ kultuuri võrsumise kasvufaasis (BBCH 21–22). Kõigis katsetes kasutati sertifitseeritud puhtimata seemet ja tehti keemiline umbrohutõrje. Terasaagid koristati kombainiga Hege 125 C, kaaluti ja sorteeriti. Saagid arvutati ümber 14% niiskusesisaldusele.

Odra haigustõrje katses kasutati sorte 'Anni', 'Barke' ja 'Extract', kaera haigustõrje katses sorte 'Jaak', 'Villu', 'Hecht' ja 'Belinda'. Katsetes kasutati triasoolide rühma fungitsiidi Folicur 250 EW (toimeaine 250 g tebukonasooli), odral jagatud (2 x 0.5 l ha⁻¹) ja programmi I-Taimekaitse soovitatud kulunorme 0.3 l ha⁻¹ (2003), 0.16 l ha⁻¹ (2004), 0.15 l ha⁻¹ (2005) ning kaeral täisnormi (1.0 l ha⁻¹) erinevatel pritsimisaegadel, lisaks kontrollvariandid. Mõlema kultuuri puhul hinnati taimehaigustesse nakatumist visuaalselt saajaprotsendilise skaala alusel kolmelt ülemiselt lehelt vahetult enne igat pritsimist ja kaks nädalat pärast tõrjet. Viimane hindamine tehti vahaküpsuse kasvufaasis (BBCH 81–83).

Kaera väetise ja fungitsiidide efektiivsuse hindamise katses külvati sordid 'Villu' ja 'Flämingsprofi' 9 m² lappidele kolmes korduses mai algul külvinormiga 600 idanevat tera 1 m². Külvielselt kasutati kompleksväetise Kemira Power (N₁₈P₄K₇) nelja erinevat väetisnormi (N0 = N₀P₀K₀ kg ha⁻¹; N1 = N₆₀P₁₃K₂₃ kg ha⁻¹; N2 = N₁₀₀P₂₂K₃₉ kg ha⁻¹; N3 = N₁₄₀P₃₁K₅₄ kg ha⁻¹). Kaera kõrsumise kasvufaasis (BBCH 32) anti kasvuregulaatorit CCC (toimeaine chlormequat chloride 750 g l⁻¹) 1.0 l ha⁻¹, leheväetist Folicare normiga 8 kg ha⁻¹ (N₁₂P₂₀K₇ g kg⁻¹, BBCH 21–22), (N₁₈P₈K₁₅, BBCH 51–52, loomise alguse faas), (N₁₀P₂K₃₃, BBCH 71–72, varajane piimküpsuse faas). Fungitsiididega tehti järg-

mised pritsimised: Tilt 250 EC (toimeaine propikonasool 250 g l⁻¹) kulunormiga 0.5 l ha⁻¹ võrsumise lõpus – kõrsumise alguses (BBCH 29–30) 2006. aastal, Folicur 250 EW kulunormiga 1.0 l ha⁻¹ loomise alguses (BBCH 50–51) 2007. ja 2008. aastal. Taimehaigustesse nakatumist hinnati visuaalselt üheksapallilise skaala alusel kolmelt ülemiselt lehelt. Viimane hindamine tehti vahaküpsuse kasvufaasis.

Kõigi katsete fungitsiididega pritsimised tehti jalgrattapritsiiga 6 Hardy pihustitega 4110–12, poomi laius 2.5 m, vee kogus 300 l ha⁻¹.

Fungitsiidi kasutamise majandusliku tasuvuse arvutamisel arvestati odra ja kaera 2003.–2005. aasta keskmist kokkuostuhinda 0.1 € kg⁻¹, pritsimiskuludeks 7.7 € ha⁻¹ ja Folicur 250 EW täisdoosi maksumuseks 33.55 € ha⁻¹ (kõik hinnad ilma käibemaksuta).

Koristatud terade pinnalt määrati haigustekitajate liigiline koosseis igast katse variandist 25 teralt kolmes korduses niiskuskambri meetodil (10 päeva Petri tassis 20 °C juures 12 h ööpäev režiimil) ja mikroskopeerimisega (Olympus CX 31, 40 x suurendus). Esinenud seenete liigid väljendati %-des iga variandi kohta: (nakatunud terade arv / kogu terade arv) x 100.

Andmete statistiliseks analüüsiks kasutati tarkvara-programmi AgrobasesTM 20. Tulemuste statistilisel analüüsil kasutati dispersioonanalüüsi, mille abil leiti determinatsioonikoeffitsiendid. Sortide keskmise saagikuse ja piirdiferentside leidmiseks kasutati NNA (Nearest Neighbours Analysis) meetodit. Olulisusnivooks võeti 0.05.

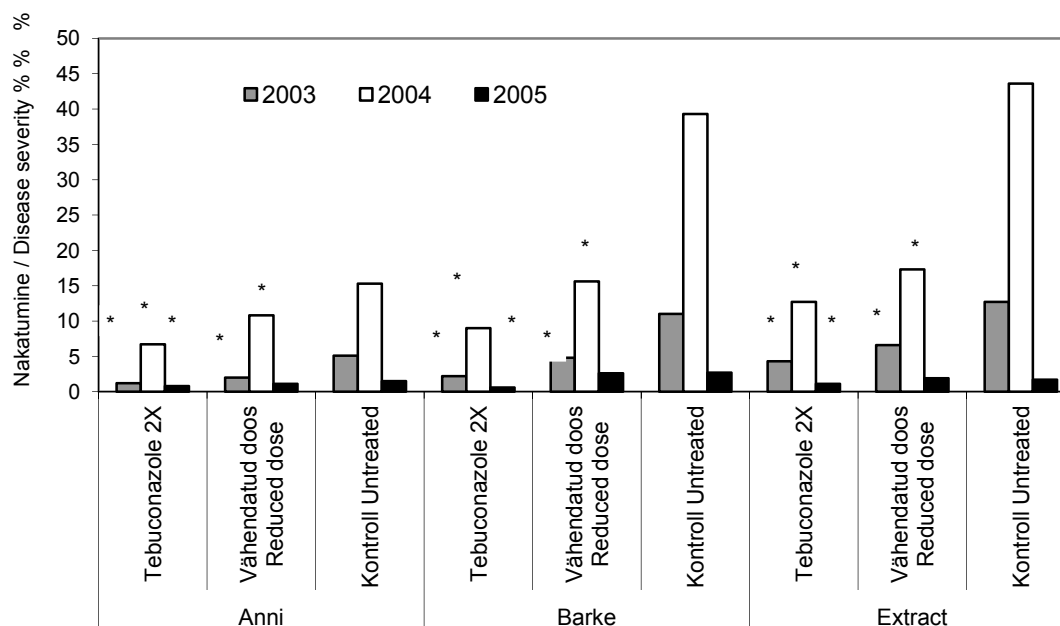
Ilmastikuandmed saadi katsepõllule paigaldatud agrometeoroloogilise automaattilmajaama Metos Compact abil. 2003. aasta ilmastikku iseloomustas vihmane mai, keskpärase temperatuuriga juuni, soe ja kuiv juuli ning väga vihmane august. 2004. aastal iseloomustas põuane mai, tavapärasest jahedam ja väga vihmane juuni, kuiv juuli ning vihmane august. 2005. aasta vegetatsiooniperioodi ilm oli juunis ja juulis väga kuiv ning sademetevaene ja juuli ning augusti õhutemperatuurid ületasid pikaajalisi keskmisi selle perioodi temperatuure. 2006. ja 2007. aasta õhutemperatuurid olid küll teiste katse-aastate sama perioodiga võrreldes kõrgemad, kuid pikaajaliste keskmistega võrreldes jäid madalamaks. 2006. aastal oli põuane juuni, 2007. aastal juuni ja juuli. Nii 2006. kui 2007. aasta olid suhteliselt sademetevaesed, kuid vihmasema 2008. aasta sademete hulk ületas ka pikaajalist keskmist sademete summat ning teravilja koristusperiood langes märga vihmaperioodi.

Tulemused ja arutelu

Odra haigustõrje katses saavutati võrklaiksuse (haigustekitaja *Pyrenophora teres*) levikuks soodsamatel, 2003. ja 2004. aastal kõige efektiivsem tõrje Folicur 250 EW täisdoosi jagatud pritsimisega, sama tendents esines ka võrklaiksuse levikuks vähemoodsal, 2005. aastal (joonis 1). Kuid ka vastavalt I-Taimekaitse programmi soovitatud kulunorm oli haiguse tõrjeks piisav 2003. a õigeaegse tõrje korral. Kirjandusest võib leida andmeid, et vähendatud fungitsiidi koguse kasutamise efektiivsus sõltub kasvuaasta ilmastikutingimustest ja sordi resis-

tentsuse tasemest (Jørgensen *et al.*, 1996; Hardwick *et al.*, 2000; Henriksen *et al.*, 2000; Jørgensen *et al.*, 2003). Kõrreliste pruunlaiksuse (haigustekitaja *Cochliobolus sativus*) infektsiooni intensiivsus jäi madalaks

2003. ja 2005. aastal, aga 2004. aastal kahjustas taime olulisel tasemel, vajades kõige efektiivemaks tõrjeks kahekordset jagatud kulunormiga pritsimist.



Joonis 1. Tebukonasooli efektiivsus võrklaisuse tõrjel ja pritsimata kontrolli odral 2. lehel erinevatel sortidel 2003.–2005. a, statistiliselt usaldusväärne erinevus ($P < 0.05$) võrreldes pritsimata kontrolliga

Figure 1. Efficacy of tebuconazole application against *P. teres* and untreated control on L-2 leaves in spring barley varieties in 2003–2005, significant difference at the 0.05 level of probability as compared with the untreated control

Ka kõige väiksemad preparaatide kogused vähendasid odral haiguse levikut, eriti haiguste levikule soodsal 2004. aastal. I-Taimekaitse soovituste järgimine oli igati põhjendatud, kuna programm arvestas sordi resistentsuse ja ilmastiku näitajatega. Taimekaitse ja tootmine on efektiivsed, kui nad on kohandatud konkreetse sordi vajadustele konkreetsetes tingimustes. I-Taimekaitse soovitas kasutada väiksemat vastuvõetavat soovituslikku doosi võrreldes tavapritsimisega. Haiguskind-

lamal sordil 'Anni' jäid fungitsiidi erinevate koguste kasutamisel tõrjeefektiivsused küllaltki sarnaseks, seega täisnormi kasutamine oli enim õigustatud ainult vastuvõtlike sortide 'Extract' ja 'Barke' puhul haiguste levikule soodsal aastal. Katsetulemuste dispersioonanalüüsi andmed näitasid, et mõlema taimehaiguse intensiivsusele oli kõige suurem aasta mõju (tabel 1). Katsetulemused näitasid, et haiguskindlamad odrasordid vajavad vähem intensiivset kaitset.

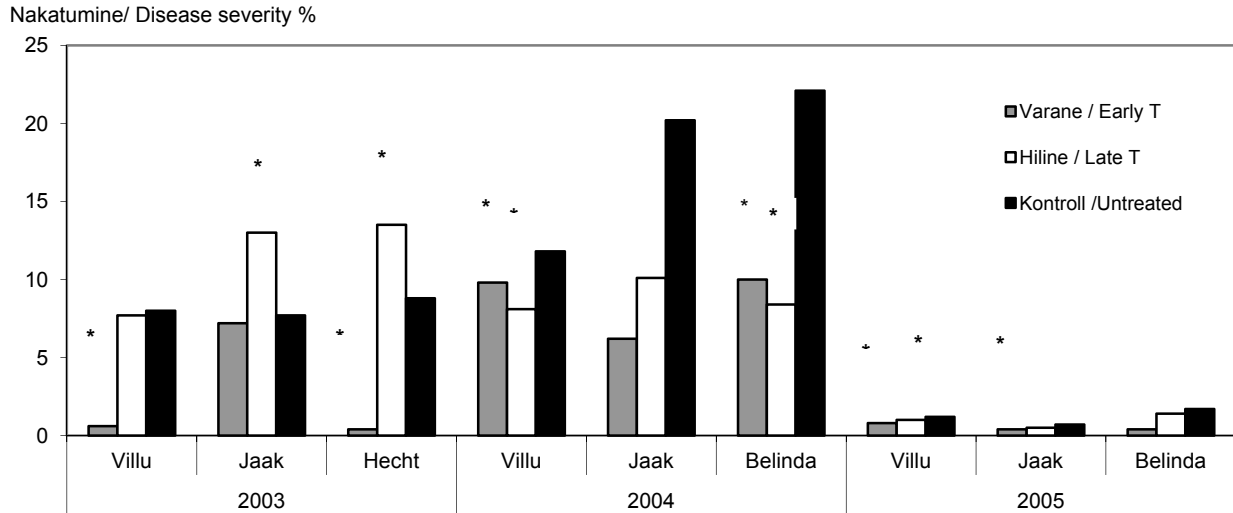
Tabel 1. Odra nakatumine haigustesse *P. teres* ja *C. sativus* erineva variatsiooni allika puhul (ANOVA)

Table 1. Infection of spring barley by *P. teres* and *C. sativus* at different variation sources

| | <i>P. teres</i> | $P > F$ | <i>C. sativus</i> | $P > F$ |
|--|-----------------|---------|-------------------|---------|
| Pritsimine/Treatment | 20.8 | 0.000 | 4.0 | 0.000 |
| Aasta/Year | 58.0 | 0.000 | 38.8 | 0.000 |
| Sort/Variety | 7.7 | 0.000 | 37.0 | 0.000 |
| Aasta x pritsimine / Year by treatment | 8.7 | 0.000 | 2.0 | 0.000 |
| Aasta x sort / Year by variety | 2.8 | 0.000 | 16.4 | 0.000 |
| Aasta x sort x pritsimine / Year by variety by treatment | 2.1 | 0.000 | 1.8 | 0.000 |
| R ² | 0.7236 | | 0.4608 | |

Kaera haigustõrje katses saavutati 2003. aastal oluline pruunlaiksuse infektsiooni vähenemine Folicur 250 EW täisdoosi kasutamisel lipulehe kuni viljatupe avanemise kasvufaasides (BBCH 37–41, varane tõrje) haigusele

vastuvõtlikumatel sortidel 'Villu' ja 'Hecht' (joonis 2). Pruunlaiksuse tõrje hilisemates kasvufaasides loomise lõpust õitsemise alguseni (BBCH 59–63, hiline tõrje) ei olnud efektiivne ühelgi katseastal.

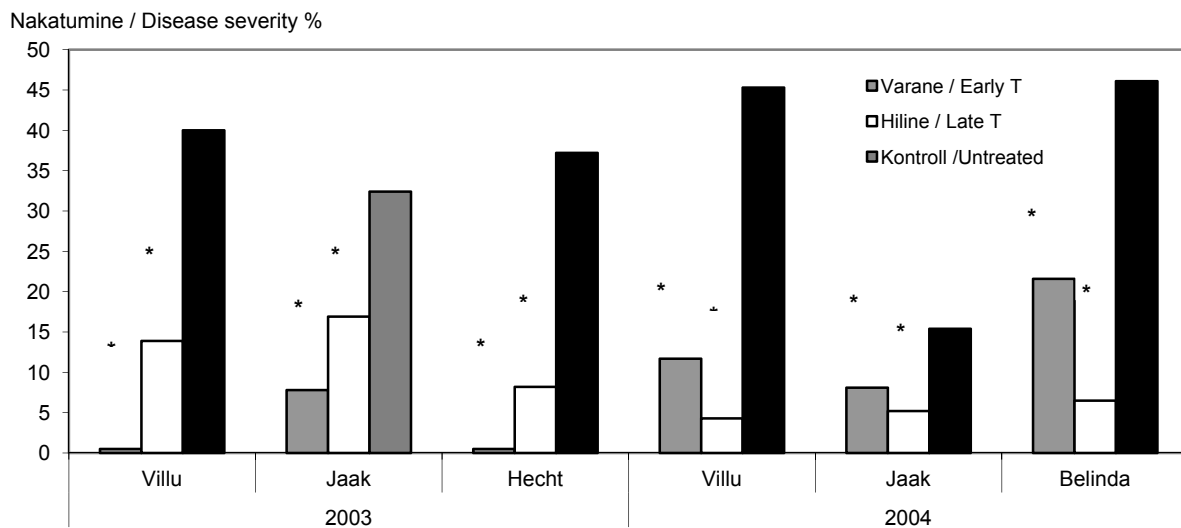


Joonis 2. Tebukonasooli efektiivsus kaera pruunlaiksuse tõrjel ja pritsimata kontrolli kaera sortidel 2. lehel 2003.–2005. a, statistiliselt usaldusväärne erinevus ($P < 0.05$) võrreldes pritsimata kontrolliga

Figure 2. Efficacy of tebuconazole application against *P. avenae* and untreated control on L-2 leaves in oat varieties in 2003–2005, significant difference at the 0.05 level of probability as compared with the untreated control. T – treatment

Kaera kroonrooste tõrjel oli varane pritsimine (BBCH 37–41) efektiivsem 2003. aasta soojal ja keskmiste sademetega suvel kõikidele erineva resistentsuse tasemega sortidele (joonis 3). 2004. aasta jahedamal suvel, kui haiguse lööbimine hilines ja peremeestaimede nakatumise tase jäi madalamaks, osutus efektiivsemaks hiline pritsimine (BBCH 59–63). Kroonrooste virulentsuse spekter ja sellele soodsad levimistingimused mõjutasid pritsimisaja efektiivsust. Üldiselt jäi keemilise tõrje mõju nõrgaks olukordades, kus haigustekitaja juba kahjustas taime, kuid vältis efektiivselt

uut eoste põlvkonda. Kõige madalam efekt haigustõrjele saadi resistentsemal sordil 'Jaak'. Katsega tõestati, et oluline on pritsimise ajastamine, mis põhineb taimehaiguste survele. Kui haigus lööbib hilja, ei ole selle bioloogiline mõju nii suur. Sageli arenevad taimehaigused juulis sademete tõttu hüppeliselt, õigeaegne tõrje võimaldab selle ära hoida. Katsetulemused andsid selge tõenduse suurtest hooajalistest erinevustest haigustõrje ajastamises. Kaeral ei ole sageli haigustõrje vajalik (Newton *et al.*, 2003).



Joonis 3. Tebukonasooli efektiivsus kaera kroonrooste tõrjel ja pritsimata kontrolli kaera sortidel 2. lehel 2003.–2005. a, statistiliselt usaldusväärne erinevus ($P < 0.05$) võrreldes pritsimata kontrolliga

Figure 3. Efficacy of tebuconazole application against *P. coronata* and untreated control on L-2 leaves in oat varieties in 2003–2005, significant difference at the 0.05 level of probability as compared with the untreated control. T – treatment

Taimehaigusesse nakatumist mõjutab oluliselt sort, väetise kasutamine ja ilmastikutingimused (Krupinsky *et al.*, 2007). Kaera väetise ja fungitsiidide efektiivsuse hindamise katses kaerahaiguste esinemist mõjutavate

faktorite analüüs (tabel 2) kinnitab, et ainult külveelse väetamise korral korreleerub kroonrooste intensiivsus tugevasti aasta ilmastiku, sordi resistentsuse ja mulda viidud väetise kogusega ($R^2 = 0.933$, $P < 0.001$).

Sarnaselt Krupinsky *et al.* (2002) tulemustega, mõjutas pruunlaiksuse esinemist enam aasta, väetamine, sordi haiguskindluse ja aasta koosmõju ning aasta ja väetamise koosmõju ($R^2 = 0.838$, $P < 0.001$). Intensiivsel väetise- ja taimekaitsefoonil oli suurim seos aasta ja kroonrooste esinemise vahel. Samal foonil oli ka sordi mõju märkimisväärsem võrreldes ilma taimekaitseta väetami-

se variantidega. Väetamise ja taimekaitse kooskasutamisel omas suurimat mõju aasta ($R^2 = 0.712$, $P < 0.001$). Võrreldes kontrolliga intensiivistus väetiskoguste suurenemisel nii kroonroostesse kui pruunlaiksusesse nakatumine. Oodatult vähendas keemilise taimekaitse kasutamine mõlemasse haigusse nakatumise taset kõikides väetamise variantides.

Table 2. Kaera nakatumine haigustesse *P. coronata* ja *P. avenae* erineva variatsiooni allika puhul (ANOVA)
Table 2. Infection of oat by *P. coronata* and *P. avenae* at different variation sources (ANOVA)

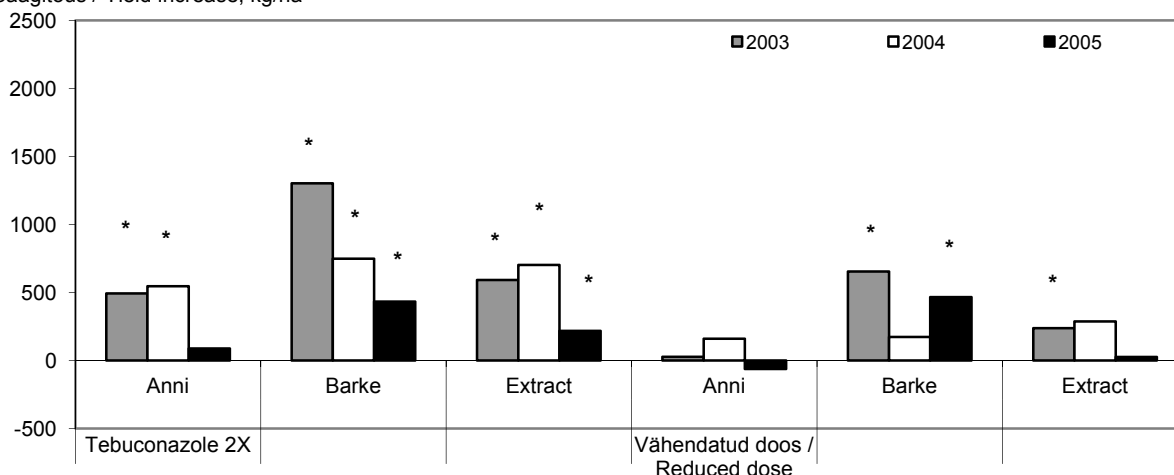
| | <i>P. coronata</i> | SED(df) | <i>P. avenae</i> | SED(df) |
|--|--------------------|------------|------------------|------------|
| Mulla väetis / Soil fertilization | | | | |
| Aasta/Year | 70.4 *** | 0.1866 (2) | 61.0 *** | 0.1741 (2) |
| Sort/Variety | 5.4 *** | 0.1523 (1) | 0.7 ns | 0.1421 (1) |
| Pritsimine/Treatment | 2.5 *** | 0.2154 (3) | 8.5 *** | 0.2010 (3) |
| Sort x aasta / Variety by year | 9.0 *** | 0.2638 (2) | 6.3 *** | 0.2462 (2) |
| Aasta x pritsimine / Year by treatment | 5.8 *** | 0.3731 (6) | 6.7 * | 0.3482 (6) |
| R ² | 0.9328 | | 0.8384 | |
| Mulla väetis +CCC / Soil fertilization + CCC | | | | |
| Aasta/Year | 44.9 *** | 0.1445 (2) | 19.6 *** | 0.1132 (2) |
| Sort/Variety | 14.2 *** | 0.1180 (1) | 15.7 *** | 0.0924 (1) |
| Pritsimine/Treatment | 1.2 ns | 0.1668 (3) | 15.5 *** | 0.1307 (3) |
| Sort x aasta / Variety by year | 8.7 *** | 0.2043 (2) | 6.4 ** | 0.1601 (2) |
| Aasta x pritsimine / Year by treatment | 6.9 * | 0.2890 (6) | 14.2 *** | 0.2264 (6) |
| R ² | 0.7794 | | 0.7394 | |

* olulisus/significance at $P < 0.05$; ** olulisus/significance at $P < 0.01$; *** olulisus/significance at $P < 0.001$; ns – ebaoluline / non-significant

Suurema enamsaagi saamise tõenäosus oli suurem kõrgema saagitaseme korral (joonis 4). Kuigi täisnormiga pritsimisel saadakse suure tõenäosusega suurem saak, olid keskmise haiguse levikuga aastatel kulutused fungitsiidile suuremad võrreldes saagilisast saadud kasumiga. Odra enamsaagi (väljendatud hektari saagina kg ha^{-1}) väärtuse ja majandusliku tasuvuse (€ ha^{-1}) analüüs näitas, et väga olulised olid fungitsiidi hind ja kultuuri oodatav realiseerimishind. Sarnaselt Soome (Laine *et al.*, 2007) ja Bavaria (Tischner, Schenkel, 2006) tulemustega selgus ka siin, et võrreldes enamsaagi hinda fungitsiidile ja pritsimisele tehtud kulutustega, oli fungitsiidi kasutamine

majanduslikult kasulik väiksema haiguskindlusega odra-sordil 'Barke' kõigi katseaastate I-Taimekaitse ja 2003., 2004. aasta jagatud pritsimistega variantides ning sordi 'Extract' 2003., 2004. aasta mõlemas töödeldud variantis. Arvestades odra realiseerimishindu oleks haigustõrjes mõttekas suurendada I-Taimekaitse soovituslikku kulu-normi ja loobuda suure kuluga kahekordsest pritsimisest. Katsetulemused Taanis näitavad sarnast tendentsi (Jørgensen *et al.*, 2000). Täisnormiga haigustõrje oli õigustatud ainult vastuvõtliku sordi puhul haiguste levikule soodsal aastal.

Saagitõus / Yield increase, kg/ha

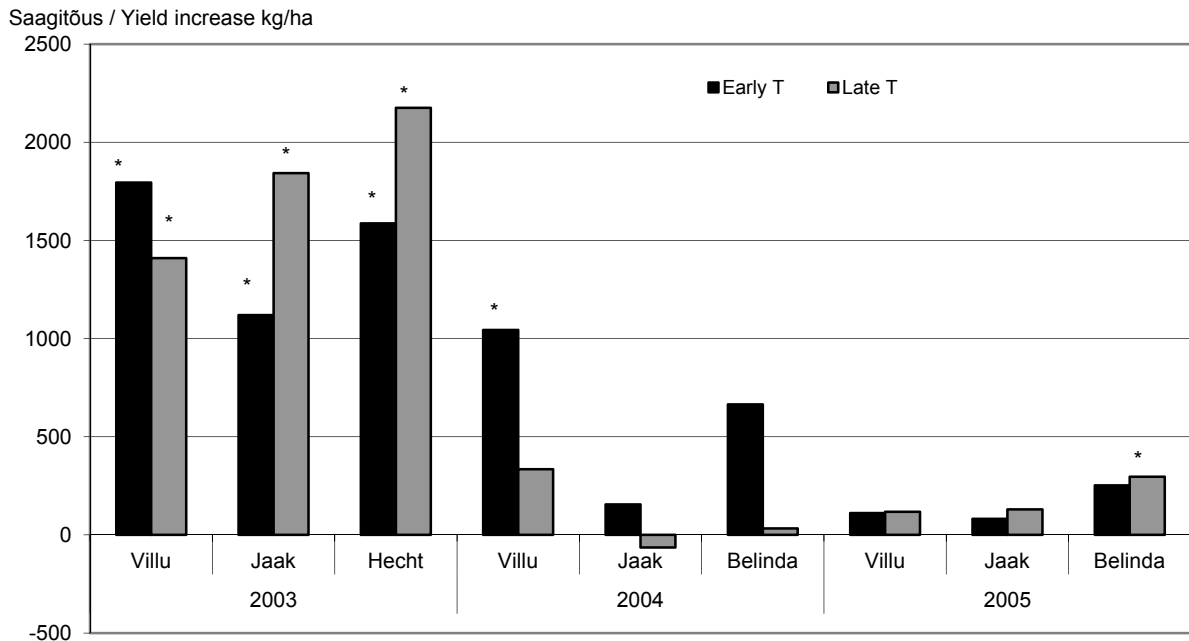


Joonis 4. Odra saagitõus võrreldes pritsimata kontrolliga 2003.–2005. a, statistiliselt usaldusväärne erinevus ($P < 0.05$) võrreldes pritsimata kontrolliga

Figure 4. Yield increase kg ha^{-1} of spring barley in fungicide treatments in comparison with untreated control crop in 2003–2005, significant difference at the 0.05 level of probability as compared with the untreated control

Kaera katses oli saagitõus positiivne enamikes töödeldud variantides (joonis 5). 2003. aastal kattis kõigi variantide puhul enamsaagist saadud tulu fungitsiidi ja töö maksumuse. 2004. aastal oli majanduslikult tulus haiguste vastuvõtlikumate sortide varane ehk ennetav tõrje. Fungitsiidi tõrjeaja valik ennetava või kaitsva

toimena, vastavalt sordi haiguskindlusele, aitas vähendada taimehaiguse intensiivsust ning mõjutas haiguse levikut. Ka kaera enamsaagi (väljendatud hektari saagina kg ha^{-1}) väärtuse ja majandusliku tasuvuse (€ ha^{-1}) analüüs näitas, et väga olulised olid fungitsiidi hind ja kultuuri oodatav realiseerimishind.



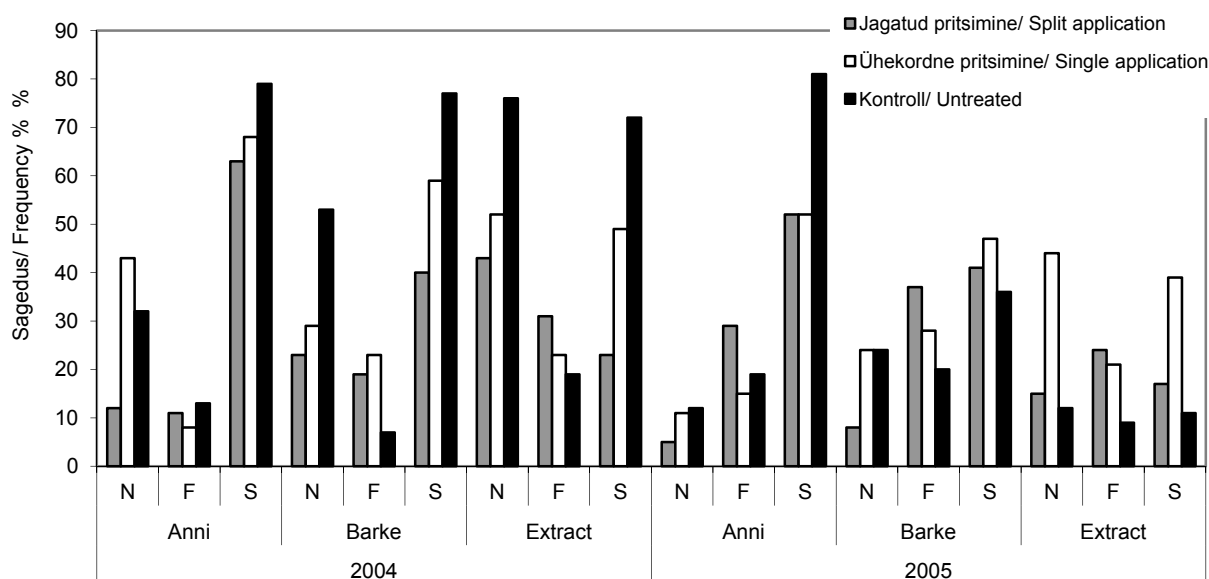
Joonis 5. Kaera saagitõus võrreldes pritsimata kontrolliga 2003.–2005. a, statistiliselt usaldusväärne erinevus ($P < 0.05$) võrreldes pritsimata kontrolliga

Figure 5. Yield increase kg ha^{-1} of oat in fungicide treatments in comparison with untreated control crop in 2003–2005, significant difference at the 0.05 level of probability as compared with the untreated control

Nendes odra ja kaera haigustõrje katsetes ei ole välja toodud terade kvaliteedi ja fungitsiidi kasutamise vahelisi seoseid, kuid fungitsiidi kasutamisel võib paraneda terade kvaliteet sellisel määral, et sellest tõuseb teravilja hind ja muutub ka tasuvus, kuna kõrgem kvaliteet võimaldab realiseerida saaki kõrgema hinnaga.

Teraviljal arenevad patogeensed haigustekitajad kurnavad taimeosi, mis alluvad kergesti ka valminud teradel parasiteerivatele saprotroofsetele seentele, ning suurendavad tera pinnal ja idupiirkonnas haigustekitajate ja hallituste seente kahjustavat toimet (Mercer, Rud-

dock, 2002). Odra genotüüp ja kasvuaegne fungitsiidi kasutamine mõjutavad koristatud terade saastumist mikrosetega (joonis 6). Katsetes selgus, et sortide ja fungitsiidide valikuga saab lisaks kasvuaegsete taimehaiguste tõrjeefektiivsuse tõstmisele mõjutada ka järgmistesse aastatesse edasikanduvate fütopatogeensete ja saprotroofsete seente esinemist. Samuti on kasvuperioodi ilmastikutingimused tugevas seoses fütopatogeensete seente esinemisega odra teradel. Ainult *Alternaria* perekonna liikide puhul ei olnud aastal usutatavat mõju.



Joonis 6. Fütopatogeensete ja saprotroofsete seente esinemine odrasortide teradel erineva pritsimise korral 2004.–2005. a, N – nekrotroofid; F – fakultatiivsed saprotroofid, S – saprotroofid. PD0.5 = 0.10 (N); 0.11 (F, S)

Figure 6. Occurrence (%) of phytopathogenic and saprotrophic fungi in grain of spring barley varieties with different tebuconazole application 2004–2005. a., N- necrotrophes; F – facultative saprotrophes, S – saprotrophes LSD 0.05 = 0.10 (N); 0.11 (F, S)

Kokkuvõte

Teraviljade lehestikuhaiguste keemilise tõrje efektiivsust mõjutab integreeritud lähenemine, kuhu kuulub taimekahjustajate määramine ja nakatumise ulatuse hindamine põllul, agrotehniliste ja keemiliste meetodite kasutamine ning kasvukohale sobiva haiguskindlama sordi valimine. Katsetulemustest võib järeldada, et arvestades keemilise taimekaitse hindasid, on kasulik haigustõrje võimalik, kui fungitsiide kasutatakse alates haigustesse nakatumise teatud tasemest. Majanduslikus mõttes ei ole tulus püüda fungitsiidi kasutamisega hoida kultuur täiesti haigusvabana. Väga oluline on valida kohalikele põlluoludele sobivaim haiguskindel sort. Vale sordivaliku puhul võib majanduslik tulu oluliselt väheneda. Seega, keemiline tõrje on kõige tasuvam taimehaigustele keskmise vastuvõtlikkusega odrasortidel fungitsiidi vähendatud kulunormi kasutamisel. Taimehaigustele vastuvõtlikuma sordi puhul on saagikadu haiguste tõttu suurem, kui suudab seda kompenseerida fungitsiidi kasutamine, ja haiguskindlama sordi puhul sageli ületab fungitsiidi kasutamise maksumus saagitõusu arvelt saadud vilja hinna.

Kaera haigustõrjele ei ole ühest lahendust. Parima majandusliku kasumi saavutamiseks peab arvestama nii ilmastiku kui ka sordi resistentsusega. Fungitsiidi kasutamine on tulusam vastuvõtlikumal sordil haiguste levikule soodsamal aastal. Selgus, et haiguskindlam kaerasort Eesti oludes harilikult ei vaja keemilist haigustõrjet.

Keskmise ja suurema väetise koguse muldaviimine mõjutab kaera kroonroostesse nakatumise taset võrreldes väetamata variandiga.

Odra terade saastumist fütopatogeensete seentega mõjutavad nii kasvuhooaja ilmastikutingimused, sordi resistentsus kui ka fungitsiidi valik ja tõrje aeg. Fungitsiidid mõjuvad hästi lehestikuhaiguste tõrjele,

kuid neil on nõrk mõju koristatud terade saastumisele saprotroofsete seentega.

Kirjandus

- Agrios, G.N. 1997. Plant pathology 4th edn. Academic Press, San Diego, p.115–142.
- Regulation (EC) No 1107/2009 of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 concerning the placing of plant protection products on the market and repealing Council Directives 79/117/EEC and 91/414/EEC. – Official Journal of the European Union 24.11.2009. L 309 p. 1–50.
- Das, M.K., Griffey, C.A., Baldwin, R.E., Waldemaier, C.M., Vaughn, M.E., Price, A.M., Brooks, W.S. 2007. Host resistance and fungicide control of leaf rust (*Puccinia hordei*) in barley (*Hordeum vulgare*) and effects on grain yield and yield components. – Crop Protection 26(9), p. 1422–1430.
- Hardwick, N.V., Slough, J.E., Jones, D.R. 2000. Cereal disease control – are fungicides the sole answer? – Proceeding of the BCPC Conference: *Pests and Diseases* 2, p. 647–654.
- Henriksen, K.E., Jørgensen, L.N., Nielsen, G.C. 2000. PC-Plant Protection – a Danish tool to reduce fungicide input in cereals. – Proceeding of BCPC Conference: *Pests and Diseases* 2000, 1–3, p. 835–840.
- Jalali, B.L., Bhargava, S. 2002. Gene expression during host plant and fungal pathogen interactions. – Proceeding of the *National Academy of Science of India* 72, p. 235–255.
- Jørgensen, L.N., Hagelskjaer, L., Nielsen, G.C. 2003. Adjusting the fungicide input in winter wheat depending on variety resistance. – Proceeding of BCPC International Congress: *Crop Science & Technology*. 1, 2, p. 1115–1120.
- Jørgensen, L.N., Henriksen, K.E., Nielsen, G.C. 2000. Margin over cost in disease management in winter wheat and spring barley in Denmark. – Proceeding of BCPC Conference: *Pests and Diseases* 2000, p. 655–662.

- Jørgensen, L.N., Secher, B.J.M., Nielsen, G.C. 1996. Monitoring diseases of winter wheat on both a field and a national level in Denmark. – *Crop Protection* 15 (4), p. 383–390.
- Krupinsky, J.M., Bailey, K.L., McMullen, M.P., Gossen, B.D., Turkington, T.K. 2002. Managing Plant Disease Risk in Diversified Cropping Systems. – *Agronomy Journal* 94 (2), p. 198–209.
- Krupinsky, J.M., Halvorson, A.D., Tanaka, D.L., Merrill, S.D. 2007. Nitrogen and tillage effects on wheat leaf spot diseases in the Northern Great Plains. – *Agronomy Journal* 99, p. 562–569.
- Laine, P., Jalli, M., Hannukkala, A. 2007. Fungicides in field crops. In M. Jalli, J. Ketola, P. Koski and P. Laine (eds). Trial Report: *Fungicides and Insecticides*. – MTT Agrifood research Finland. Jokioinen: MTT. pp. 33.
- Mercer, P.C., Ruddock, A. 2002. Disease management of spring barley with reduced doses of fungicides in Northern Ireland. – *Crop Protection* 24 (3), p. 221–228.
- Newton, A.C., Lees, A.K., Hilton, A.J., Thomas T.B. 2003. Susceptibility of oat cultivars to groat discoloration: causes and remedies. – *Plant Breeding* 122, p. 125–130.
- Tamm, Ü. 2003a. Geneetilised ressursid õlleodra aretamisel. Väitekiri, Tartu, pp. 68–84.
- Tamm, I. 2003b. Genetic and environmental variation of grain yield of oat varieties. – *Agronomy Research* 1, p. 93–97.
- Tischner, H., Schenkel, B. 2006. Entscheidungsmodelle zur gezielten Schadpilzbekämpfung in Sommergerste. Versuch 812. In: Versuchsergebnisse aus Bayern. 2006. – *Getreide*. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. Institut für Pflanzenschutz, Freising-Weißenstephan, pp. 16.
- Wolpert, T.J., Duncle, L.D., Ciuffetti, L.M. 2002. Host-selective toxins and avirulence determinants: What's in a name? – *Annual Review of Phytopathology* 40, p. 251–285.
- Yuen, J.E., Djurlie, A.M. 1998. Some Notes on Epidemiology An Introduction to Disease in Plant Populations. – NOVA-BA Post-graduate Course: *Management Aspects of Crop Protection and Sustainable Agriculture*. Latvia, Vecauce, pp. 17.
- (2005). Reduced fungicide dose Folicur 250 EW 0,3 l ha⁻¹ (2003) and 0,16 l ha⁻¹ (2004)) at right timing provided comparable disease control with split application. Reduced dose 0,15 l ha⁻¹ was significantly weaker than split application on eradication of *P. teres* in 2005. Spot blotch eradication was best with two applications in 2004 to control severe disease pressure. Application of reduced dose was sufficient to control in 2003 when the right timing for the application and the optimal dose for the disease pressure were chosen. The results of ANOVA indicate that the year had biggest influence on intensity of infection of both diseases (table 1).

Best protection of oat leaf spot disease was achieved with early treatment in 2003 (figure 2). Late treatment was less effective than early treatment in 2003 and 2005, but resulted highly better in control of fast epidemic in 2004. Late treatment had very limited effect on oat leaf spot control in 2003 and 2005 because infection occurred in early stage of plant development and fungicide was unable to control the already established infection. For oat crown rust good disease control was achieved with early treatment in the warm and moderately rainy summer in 2003 (figure 3). In 2004 at lower temperature and later spread of disease, late treatment was more effective. The lowest effect on disease control was observed in the most resistant variety 'Jaak' in both treatment times and in both years.

Results of effects of fertilizers on fungal disease infections on oat demonstrated that the increased level of soil fertilization increased the intensity of oat diseases. Crown rust infection decreased in high input conditions on higher nitrogen rates. This indicates that to some degree, pesticides help to prevent the increase in the disease infection level normally associated with fertilizer use. In the basic fertilization conditions severity of oat crown rust correlated highly with yearly climatic conditions, a variety, a fertilizer input and their interaction (table 2). The severity of oat leaf spot correlated highly with a year, a fertilizer input, the interactions between variety and a year and between a year and a fertilizer input.

As would be expected the split treatment strategy provided higher yields (figure 4). The best yield increase responses were achieved in the more susceptible varieties 'Barke' and 'Extract' in all years. The more resistant variety 'Anni' gave relatively low returns, because of much higher level of biological disease resistance. The best yield increase performs in oat trials was 2003 where highest yield increase was obtained in late treatment in varieties 'Hecht' and 'Jaak' (figure 5). An opposite was observed in variety 'Villu' where higher yield increase was obtained in early treatment. In conditions of very low disease pressure in 2005 higher yield increase were obtained from late treatment.

The choice of fungicide has significant impact on contamination and on the proportion of fungal species occurring on the harvested grain of spring barley. Yearly climatic conditions had a highly significant effect on the occurrence of the great majority of phytopathogenic fungi. The split application of tebuconazole was effective in reducing kernel contamination with necrotroph *C. sativus* (figure 6). This is an indication of the activity of tebuconazole in control of phytopathogenic fungi in later stages of barley development. The single application of reduced dose decreased kernel contamination with *C. sativus* only in the more susceptible varieties.

This study confirms that in practice effective management of foliar diseases depends on an integrated approach, which combines pathogen identification and infection assessments in the field with cultural and chemical methods and choice of resistant or tolerant varieties. The results indicate that considering the cost of chemical control, fungicides are recommended to be used only when the disease achieves a threshold of incidence to gain economical benefit.

Integrated plant disease management in spring barley and oat production

Pille Sooväli

Summary

The serious problems in spring barley and oat productions in Estonia are yield losses caused by infection by foliar diseases and the high cost of disease control in relation to the price of harvested grain. It is important to study the possibilities of combining resistance of varieties and the use of fungicides to effectively control the main diseases are net blotch caused by *Pyrenophora teres* and spot blotch caused by *Cochliobolus sativus* on spring barley and leaf spot caused by *Pyrenophora avenae* and oat crown rust caused by *Puccinia coronata* on oat, in addition the influence of nutrition regimes on disease incidence and economic return of disease control. The main aims was to test effects of integrated pest management under field conditions, use chemical and biological control strategies, find opportunities for pesticide reduction and effective use to adjust the fungicide dose and achieve the economical benefit of disease control.

The full dose of fungicide Folicur 250 EW (a.i. tebuconazole 250 g l⁻¹) provided best protection and eradication of net blotch in all varieties (figure 1). Infection level varied between 1,2–4,3% (2003), 6,7–12,7% (2004) and 0,6–1,2%