

## Juhend hallituseentega nakatumise ja mükotoksiinide esinemise vähendamiseks odra kasvatamisel maheviljeluses

Elina Akk, Heino Lõiveke

*Käesoleva juhendi koostamiseks on kasutatud ni oma uurimuste kui teiste teadlaste uurimuste tulemusi.*

Euroopa Nõukogu määrus 28 juunist 2007 (EC) Nr. 834/ 2007 sätestab maheviljeluse karakteristikud EL piires järgmiselt: Maheviljeluse olulised elemendid taimekasvatases on mullaviljakuse tagamine, teravilja liikide ja sortide valik, mitmeaastane külvikord, orgaanilise materjali taasringlus, viljelemise tehnika. Ainult selliste väetiste, mullaparandajate ja taimekaitsevahendite kasutamine on lubatud, millised mahetootmise printsiipide ja eesmärkidega sobivad.

Maheviljeluses on keelatud sünteetiliste väetiste ja taimekaitsevahendite kasutamine, mis on tavaviljeluses kasvatustehnoloogia üks põhikomponente. Põhiline tähelepanu on vältivatel ja ennetavatel meetmetel, kultuuride õigel järjestusel külvikorras, mullaviljakuse säilitamisel ja parandamisel mahesõnniku kasutamisega, ning liblikõieliste ja vahekuultuuride kasvatamisega, haiguse-ja kahjurikindlate sortide ja liikide kasvatamisel, selliste mullaharimise võtete kasutamisel, mis vähendavad haiguste, kahjurite ja umbrohtude varu mullas. Mulla toite-elementide taseme tagamiseks on vajalik ka makro-ja mikroelementide lisamine vastavalt vajadusele, milleks peaks kasutama maheviljeluses lubatud looduslikke tooteid. Haiguste ja kahjurite otseseks tõrjeks kasutada lubatud vahendeid on napilt, teraviljade fusarioosi ja hallitusseente tõrjeks need puuduvad või on alles väljatöötamise staadiumis.

Kui teraviljade maheviljelusel peetakse rangelt kinni külvikorra nõuetest ja viljavaheldusest, luuakse olulised eeldused hallitusseente (*Fusarium* sp, mustadest hallitusseentest *Alternaria*, *Cladosporium*, *Helminthosporium*, *Epicoccum* sp. ) ja nende mükotoksiinide esinemise vähenemiseks terades. Meie uurimustel 2012-2014 *Fusarium* perekonnast on Põhja-Eestis sagedasemad *Fusarium culmorum*, *Fusarium sporotrichioides* ja *Fusarium poae*. Kesk-Eestist pärit odrateradel domineerisid *Fusarium lateritium* ja *Fusarium sporotrichioides*. Mustade hallitusseente rühmast esinesid sagedamini liigid *Alternaria tenuissima*, *Epicoccum nigrum*, *Cochliobolus sativus*, *Alternaria alternata*, vähe esines *Cladosporium cladosporioides*. Varasemal perioodil tuvastatud *Aspergillus* ja *Penicillium* liike seekord ei leitud.

Ka maheviljeluses kõige suuremaks ohuks vilja kvaliteedile ja ohutusele on *Fusarium*-seened (fusarioos ehk punakaste). Põhiliselt on siiani Eestis leitud ka maheodrast HT2, T2, DON, vähem ohratoksiini ja zearalenooni. Odrateradel esinevad *Alternaria* ja *Penicillium* seened tekitavad meie uurimustel alternarioole ja ohratoksiini. Mükotoksiinide teke võib alguse saada juba põllul, eriti *Fusarium* ja *Alternaria* seente nakkuse korral, kui selleks on soodustavad tingimused, aga see võib käivituda ka hoidlas. Olulisemateks eeldusteks on piisav hallitusseente nakkusalgme hulk ja vaba vee olemasolu viljas. Hoidlas hallitusseente arengut

soodustavad samad tegurid nagu tavaviljeluses - niisked umbrohuseemned, kahjurite esinemine, vilja halb mahajahutamine kuivatamise järgselt, viljakihi lubatust suurem paksus, kondensvee tekkimine jne. Hallituseened oma elutegevusega halvendavad vilja idanevust ning toidu- ja söödakvaliteeti. Tekkivad mükotoksiinid teevad vilja ohtlikuks inimtoidu ja loomasöödana.

Millised on olulisemad tegurid maheodra kasvatamisel mõjutamaks hallituseentega saastumist ja toksiinide teket? Need on samad tegurid kui tavaviljeluses (vt juhendit), kuid eelkõige – külvikord ja kultuuride õige järjestus külvikorras, maaharimise viis, külviaeg ja seemne nakatus haigusetekiitajatega, väetamine, fungitsiididest, herbitsiididest jt sünteetilistest agrokemikaalidest loobumine. Koristatud viljas sõltub hallituseente edasine areng järelkäitlemisest, kuivatamisest ja säilitustingimustest.

**Külvikord ja kultuuride õige järjestus külvikorras.** Maheviljeluses peab veelgi rangemalt kinni pidama külvikorra nõuetest ja kultuuride õigest järjestusest. Odrale sobivateks eelviljadeks (liigid ja sordid) juhendada samadest põhimõtetest nagu tavaviljelusel. Külvikorras teraviljade osakaal peaks olema võimalikult väike vältimaks mullas *Fusarium*-seente ja teiste ohtlike organismide kogunemist. Liblikõieliste jt mitte-teraviljade roll peab olema suurem kui tavaviljelusel. Soovitav on kasutada erinevate liikide segukultuure (hernes+oder, oder+kaer), samuti liblikõieliste alla-ja kattekülvi. Munger et al. (2010) arvates katteviljana külvatud punane ristik, samuti laialehised umbrohud mõjuvad takistava barjäärina koristusjätmetelt haigusetekiitajate eoste levikule pähikutele ja teradele. Lühikõrrelisi teraviljasorte maheviljeluses vältida, kuna nende pähikute kokkupuude mulla ja koristusjätmetel oleva nakkusega on sagedasem ja mikrokliima sellises keskkonnas on *Fusarium*-infektsiooni levikule soodsam ((Mesterhazy, 1995; Yan et al., 2011). Ka mükotoksiinide kogunemine pikakõrreliste sortide teradesse on olnud väiksem. Sortide valikul maheviljeluses kasvatamiseks peab arvestama kõiki samu soovitusi mida tavaviljeluses. Norra teadlaste andmetel (Bernhoft et al., 2012) samad sordid künnipõhisel mullaharimisel maheviljeluses ja tavaviljeluses võivad fusarioosi nakatumisel ja mükotoksiinidega saastumisel anda võrdseid või maheviljeluses isegi paremaid tulemusi kui tavaviljeluses. Viimane võib olla tingitud mahekülvikorras väiksemast teraviljade osakaalust, suuremast liblikõieliste osatähtsusest ja sellest tulenevast mullainfektsiooni madalamast tasemest.

**Mullaharimine.** Teraviljade koristus-ja juurejätmed on fusariooside ja teiste seenhaiguste esmase nakkuse allikaks. Kui maheviljeluses ei kasutata künnipõhist mullaharimist, vaid *no-till/zero till* süsteemi või *reduced tillage* süsteemi, mis jätab nakatunud taimejätmed mullapinnale, siis toimub seal soodsate tingimuste korral *Fusarium* jt liikide intensiivne paljunemine ja levik. Võrreldes künniga, mis kõige paremini nakatunud jätmed mullaga katab ja loob võimalused mulla mikroorganismidele nende hävitamiseks, väheneb mulla saastatuse tase künni puhul oluliselt, samuti väheneb haigestumine fusarioosidest ja teistest taimehaigustest. Seepärast näiteks Norras kasutatakse maheviljeluses laialt künnipõhist harimist. Maheviljeluses umbrohutõrjeks kasutatav mitmekordne äestamine vähendab ka hilisemat taimejätmete patogeensete *Fusarium* liikidega asustamist ja edaspidist mullainfektsiooni taset.

**Külviaeg ja seemne nakatatus haigusetekitajatega.** Maheviljeluses on eriti oluline külvata haaigusvaba seemnega optimaalsel külviajal arvestades mullaomaduste ja sordi varasusega. Fusarioosi ja teiste hallitussente kahjuliku mõju vähendamiseks peaks külvama võimalikult vara, et vältida saagikoristuse jäämist hilisele sügisvihmade perioodile. Seetõttu võiks ka eelistada varasemaid sorte, mis valmivad varem ja saavad ka varem koristusküpseks. Maheviljeluses külviseemne puhtimise võimalused on piiratud. Kui haigusvaba seemet pole, on ka maheviljeluses lubatud kasutada külvisel töötlemiseks füüsikalisi ja bioloogilisi vahendeid. Rootsis Uppsala Ülikoolis dr. Gustav Forsbergi poolt on välja töötatud kuuma õhuga, kuuma auruga või gaseeritud auruga teravilja seemnete töötlemise tehnoloogia, mille alusel Rootsi firma Acanova AB on loonud suure võimsusega katkematu töörežiimiga seadme, mis kuumtöötleb tunnis 1,3-2,0 tonni vilja. Seadme kasutamine on andnud keemiliste puhiste kasutamisele lähedasi tulemusi järgmiste haigusetekitajate korral – nisul kõvanõgi, fusarioosid, lumiseen; odral – helmintosporioosid, fusarioosid; kaeral – helmintosporioosid, fusarioosid, lendnõgi; rukkil – kõrrenõgi; tritikalel – helelaiksused.

Bioloogiliste puhistena kasutatakse preparaate mikroorganismidest, ekstrakte ja leotisi taimedest jms, enamasti siiski tagasihoidlike tulemustega. Samuti ei ole nende kaitsespekter kuigi lai, vaid üsna piiratud st nad on efektiivsed vaid konkreetsete haigusetekitajate suhtes. Saksamaa toodab ja kasutab teraviljadel laialdaselt biopuhiseid Cedomon ja Cerall Lantmännen BioAgri AB. Mõlemad on valmistatud bakteri *Pseudomonas chlororaphis* tüvest MA 342. Cedomon on õliformulatsioon kasutamiseks odrale ja kaerale *Pyrenophora* liikide (helmintosporioosid - võrklaiskus, triiptõbi, pruunlaikus) nakkusest vabastamiseks alates 1997 aastast juba 1,8 miljonil ha. Cerall on uuem formulatsioon nisu, rukki ja tritikale seemnete puhtimiseks kõvanõe (*Tilletia caries*), helelaiksuste (*Septoria nodorum*), fusariooside (*Fusarium* sp.) ja lumiseene (*Microdochium nivale*) vastu. Cedomon on kasutamiseks registreeritud Rootsis, Norras, Soomes, Austrias, Itaalias, Taanis ja Poolas, Cerall – Rootsis, Austrias ja Soomes. Katsetes Euroopas on nii haiguste tõrje kui saagiefekt olnud neil biopuhistel keemilistega võrdne, mida võib biopuhiste puhul lugeda väga heaks tulemuseks. On aeg ka Eesti maheteravilja kasvatuses eelnimetatud kuumaõhuga töötlemine ja biopuhised kasutusele võtta.

**Väetamine.** Tavaviljeluses kasutatavad väetised kindlustavad taimede varustamise kõigi vajalike mikro-ja makroelementidega. Eestis kasutatav väetamissüsteem maheviljeluses aga ei pruugi kõigile taimede vajadustele vastata, just P, K, Ca, Mg ja mikroelementide osas. Lubatud mahesõnniku kasutamine täidab seda lünka küll N osas, halvemini aga eelnimetatud makro-ja mikroelementide osas. Ka liblikõielised kultuurid, vahe-ja kattedekultuurid ei saa seda puudujääki katta. Vajalik oleks EL-s lubatud looduslike mineraalide ja muude väetisainete kasutamine kogu maheviljeluses. Orgaaniliste väetiste olulisi positiivseid külgi on mulla rikastamine orgaanilise materjaliga (mulla füüsikaliste omaduste parandamine jne) ja mulla antifütopatogeense potentsiaali tõstmine. Mõnede teadlaste arvates on mineraalväetistel, eriti mineraalse N kasutamisel *Fusarium*-infektsiooni ja DON kogunemist teraviljades suurendav toime (Martin et al., 1991; Elen et al., 2000; Lemmens et al., 2004; Heier et al., 2005 jt). Kuid on ka teistsuguseid seisukohti. Näiteks Champell et al. (2004) väidavad, et mineraalse toitumise mõju teraviljade fusarioosile on veel ebaselge, küll on tuvastatud, et erinevatel N vormidel on fusarioosile erinev mõju. Bernhoft et al. (2012) katsed Norras näitasid, et

mineraalväetiste kasutamine selgelt ja usutavalt suurendas *F. graminearum* esinemist teraviljadel. Põhjuseks arvatakse olevat tihedamas taimikus kõrgem õhuniiskus ja soodsamad tingimused nakatumiseks ja toksiinide tootmiseks. Ka võib liigne lämmastik muuta rakuseinte struktuuri ja kogu taime keemilist koostist tehes ta haigusetekitajaile vastuvõtlikumaks.

### **Fungitsiididest, herbitsiididest jt sünteetilisest agrokemikaalidest loobumise mõju.**

Kuna maheviljeluses sünteetilisi agrokemikaale ei kasutata, säilib mullas looduslik mikroorganismide tasakaal. Keemiliste vahendite muldaviimine võib seda põhjalikult rikkuda ja bioloogiline tasakaal mullas kaob. See aga mõjutab seal kasvavate taimede elutegevust ja vastupanuvõimet haigusetekitajatele. On teada, et mõned keemilised taimekaitsevahendid (glüfosaat; MCPA) võivad soodustada teraviljade fusarioosi haigestumist, teraviljade pritsimine fungitsiididega varases arengufaasis stimuleerib *Fusarium*-seente arengut ja mükotoksiinide tekkimist teraviljades. Võimalik, et patogeensed *Fusarium* liigid maheviljeluses bioloogilise tasakaalu tingimustes surutakse antagonistlike *Fusarium* liikide poolt suuremal määral maha kui tavaviljeluses. Seda arvamust toetab fakt, et maheviljeluses on tuvastatud mittepatogeensete ja antagonistlike *Fusarium* liikide suurem arvukus kui tavaviljeluses (Knudsen et al., 1995).

Seega võiks eeldada, et maheviljeluses on mitmeid eeldusi saada hallituseentest (sh *Fusarium* sp) puhtam ja mükotoksiinidest vähem saastatud toodang. Siiski ei ole vastus nii ühene. Tava-ja maheviljeluse teraviljatoodangu mükotoksiinidega saastumise võrdlevate uuringute tulemused on sageli lahknevad. Edwards (2009) Ühendkuningriigist, Jestoi et al. (2004) Soomest ei leidnud usutavat vahet mükotoksiinide sisalduses nende 2 viljelusviisi vahel. Seevastu Doll et al. (2002), Schollenberger et al. (2005), Bernhoft et al. (2010, 2012) väidavad, et maheviljeluse teravili sisaldab vähem toksiine kui tavaviljeluse teravili. Lairon (2010) on seisukohal, et kuigi teraviljades sageli mükotoksiine madalates doosides esineb, ei ole mahe-ja tavatoodangu mükotoksiinide sisaldustes üldiselt märkimisväärsed erinevusi. Autori arvates on maheviljeluses kasutatavad preventiivsed meetmed vaatamata keemiliste fungitsiidide puudumisele, võimelised mükotoksiinidega saastumise hoidma madalal tasemel. Vastavatest kirjanduse ülevaadetest võib leida umbes pooltes allikatest, et maheviljeluse toodangus on mükotoksiinide tase madalam kui tavaviljeluse toodangus, ülejäänud pooltes allikates tõdetakse, et nende kahe viljelussüsteemi tulemustes erinevusi mükotoksiinide sisaldustes pole.

Hinnates kriitiliselt kirjanduses esitatud tulemusi, võib pidada katsetulemuste erinevuste põhjuseks ka erinevusi katsetingimustes (harimine, väetamine, eelviljad, sordid, ilmastik jne).

Meie uurimustel esineb odral maheviljeluses rohkem musti hallituseeni, kuid pole usutavaid erinevusi *Fusarium* seente esinemises. Üksikud sordid ('Hennike') osutusid katsetatud 12 sordi hulgas *Fusarium* sp suhtes teistest kindlamaks nii tava- kui maheviljeluses. Toksiinidega saastumisele maheviljeluses oli vatuvõtlikum 'Maali'. Neid ja kirjanduses olevaid andmeid sortide omaduste kohta peaks odrakasvataja arvestama.

Ka mahevilja säilitamisel laos peab silmas pidama kõiki samu nõudeid nagu tavaviljeluse toodangu puhul (vt juhend). Laohoones temperatuuri ja niiskuse suured kõikumised soodustavad odra toksiin DON teket.