

## Hallitusseened teraviljasöötades

Heino Lõiveke, EMVI vanemteadur

Teraviljade mikrofloorast. Kasvuperioodil arenevad teravilja seemnetel mitmesugused mikroorganismid, sealhulgas bakterid, pärmseened ja ka hallitusseened. Kui mikroorganismide arv 1 grammis kuivas viljas ulatub miljonitesse, siis hallitusseeni on seal vaid tuhandeid ja kümneid tuhandeid. Tavaliselt on see mikrofloora epifüütne, mis ei parasiteeri taimedel, vaid kasvab seal taime eritiste ja taime pinnale sattunud orgaanilise aine arvel. Epifüütidest hallitusseente hulgas on põhilised *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Alternaria* liigid. Epifüütidele väga soodsate ja taimi nõrgestavate tingimuste korral on võimalik ka nende üleminek saprofüütselt parasiitsele eluviisile. Ka esinevad seemnetel veel nõgede ja laiktõbede tekitajad *Tilletia*, *Urocystis*, *Ustilago*, *Cochliobolus*, *Pyrenophora*, *Drechslera*, *Leptosphaeria*, *Mycosphaerella* ning mitmeid teisi seente liike. Seejuures paljud nendest võivad teatud tingimustes toota mürgiseid ühendeid st. mükotoksiine, mis võivad söötades esinedes põhjustada loomadele tervisehäireid, mürgistusi ja lõppemist. Paljud mükotoksiinid ei lagune oluliselt loomade seedekulglas, vaid kanduvad üle ka toodangusse (munad, liha, piim), ohustades selliselt ka inimeste tervist. Enamus mükotoksiinidest on ka üsna termostabiilsed ega lagune (või lagunevad vaid osaliselt) termilisel töötlemisel.

Millised hallitusseened võivad esineda meie teraviljades? Lisaks eelnimetatud epifüütidele esinesid vabariigi suvi- ja talinisu saagis aastatel 1992-1994 veel *Acremonium*, *Chaetomium*, *Fusarium*, *Gibberella*, *Gliocladium*, *Rhizopus*, *Stachybotrys*, *Trichothecium* ja *Verticillium* mitmed liigid. Umbes pooled nimetatud perekondade liikidest võivad tekitada toksiine: *Acremonium* – oosporeiin; *Alternaria alternata*, *A. tenuissima* – alternariool, altenuveen, albertoksiin; *Aspergillus niger*, *A. sulphureus* – aflatoksiin B<sub>1</sub>, ohratoksiin A; *Aspergillus fumigatus* – fumigatsiin, fumigatiin, fumagilliin, spinulosiin; *Chaetomium globosum* – hetomiin; *Cladosporium* – nn. ATA toksiinid; *Cochliobolus sativus* – helmintosporool, helmintosporaal; *Gliocladium* – gliotoksiin; *Mucor mucedo* – aflatoksiin; *Penicillium expansum* – aflatoksiin; *P. decumbens* – dekumbiin; *Rhizopus nigricans* – aflatoksiin; *Stachybotrys chartarum* – satratoksiin H; *Verticillium* – vertitsilliin A. Sagedamini esinenud liigid olid seejuures *Alternaria* (45-72% teradel), *Fusarium* (23-64%), *Penicillium* (10-90%), *Verticillium* (13-23%) ja *Cladosporium* (8-20%) perekondadest. Ohtlikke *Aspergillus* ja *Stachybotrys* liike esines vaid vastavalt 6-9% ja alla 0,1% teradel.

*Fusarium* id Eesti teraviljades. Aastatel 1973-1981 läbi viidud EMMTUI seemnekasvatustamajandite teraviljaproovide analüüs näitas, et üheks levinumateks hallitusseenteks on *Fusarium* liigid, mida esines 67-100% nisuproovides (13-67% teradel), 55-100% kaeraproovides (15-65%), 45-97% odraproovides (14-46%), ja 38-86% rukkiproovides (8-23%). Nagu näha, oli nakatatus nisude osas sama kui aastatel 1992-1994, mis lubab oletada ka toleaeagse nakatatus taseme olemasolu teistelgi teraviljadel. Seega on vilja saastatus *Fusarium* liikidest üheks tõsisemaks ja kestvamaks probleemiks ka meil toodetud teraviljal. Sagedasemateks liikideks olid *F. avenaceum*, *F. poae*, *F. oxysporum*, *F. ventricosum*, *F. sporotrichioides*, *F. verticillioides* ja *F. culmorum*. Seejuures mükotoksiine produtseerivaid liike leiti 50-60% proovides. *Fusarium* id toodavad väga mitmeid toksiine, millest tuntumad on DON ehk vomitoksiin, NIV ehk nivalenool, ZEN ehk zearalenoon, DAS ehk diatsetoksüstisrpenool, HT-2 ja T-2 toksiinid, fusariin C, fusarenoon X, fumonisiinid, moniliformiin, wortmanniin, sambutoksiin jt.

Seega mükoloogiliste näitajate järgi teraviljasöötade tooraine tundub olevat mitte alati hea kvaliteediga. Kui hea või halb kellegi toodetud vili söödaviljana tegelikult on, oleneb ohtlike mikroorganismide arvukusest, millest annab siiski objektiivse vastuse vilja mikrobioloogiline analüüs. Saksamaal kasutatavate standardite kohaselt on kvaliteetses kuivas jahvatamata söödaviljas 1grammi kohta lubatud 40000-80000 ühikut hallitusseeni. Kas meil toodetud teravili sellele vastab?

Eesti teravilja mikrobioloogiline kvaliteet. Saamaks sellest ettekujutust hinnati EMVI katsepõldudel kasvanud nisu ja odra saakide mikrobioloogilist kvaliteeti aastatel 1993, 1994, 2002 ja 2003. Kui kontrollvariantide saakidest vastas kvaliteetse söödavilja standardile 78%, siis fungitsiidide kasutamisel 79%, mis näitab, et fungitsiidide varasel kasutamisel haiguste tõrjeks nende mõju ei ulatu kaitsma valmivat vilja saprofüütsete seente eest sügisperioodil. Sageli on just sügisperiood vihmane ja koristamise hilinemisel vili saastub põllul hallitusseentega. Eriti problemaatiliseks jääb *Fusarium* seente tõrje, mille arvukus saagis mõningate fungitsiidide kasutamise järel võib isegi tõusta. Eelkõige on seda täheldatud uute väga efektiivsete strobiluriinfungitsiidide kasutamisel.

Hallitusseente arengu pidurdamine. Oluline on teada, kuidas vältida või vähendada hallitusseente arengut ja toksiinide tekkimist juba põllul kasvaval viljal, koristamise järel, hoiustamisel ning ümbertöötlemisel. Põllul võivad toksilised hallitusseened areneda ja toksine produtseerida neile soodsates ilmastikutingimustes, mis on liigiti erinevad. Õnneks mitte alati ja mitte kõik hallitusseente tüved ei produtseeri mükotoksiine. Näiteks *Fusarium graminearum* ja *F. sporotrichiella*, üldtuntud toksilised liigid, kahjustasid teravilja tugevasti ja tekitasid vilja toksilisust Ukrainas, Moldovas ja Lõuna-Venemaal, kui sademete hulk öitsemisest kuni saagi koristamiseni ületas paljuaastast keskmist 2-4 korda, ööpäevane keskmine õhutemperatuur oli üle 15°C ja ööpäeva keskmine õhuniiskus oli üle 71%. Ka Eesti tingimustes aastatel 1973-1981 esines teravilja kõige suurem nakkus *Fusarium* liikidega just kõige sademeterohkemal 1978. aastal. Samal ajal *Aspergillus flavus* ja *A. parasiticus* vajavad aflatoksiinide produtseerimiseks põllul optimaalselt 27-30°C ja 97-99% õhuniiskust, alla 85% õhuniiskuse toksiinide tootmine juba lakkab. Kuna ilmastikutingimusi muuta pole võimalik, tuleb põhiline tähelepanu suunata õigete agrotehniliste võtete (õigeaegne külv, optimaalne väetamine, kasvuregulaatorite kasutamine, ratsionaalne taimekaitse jne) kasutamisele. Varakult külvatud viljad valmivad varem ja nende koristamine on võimalik paremates ilmastikutingimustes, mis meie uurimustel vähendab ka vilja saastumist hallitusseentega. Samasugust efekti annab ka vilja lamandumise vältimine kasvuregulaatorite kasutamisel.

Vilja niiskus. Hallitusseente arengut ja toksiinide teket pidurdab koristatud vilja kohene puhastamine ja kiire kuivatamine. Soomes kuivatatakse vili 13-14% niiskusele, osa vene autoreid peavad vajalikuks *F. graminearum* nakkusega vilja kuivatada 10-13% niiskusele, et vältida edaspidi toksiinide tekkimist. Kiire ja efektiivne kuivatamine jätab mikroorganismid ilma nende arenguks vajalikust vabast veest. Siiski on teada ka andmeid, et *Penicillium* ja *Aspergillus* liigid võivad areneda hoidlas ka ilma vaba veeta ja toota toksine ka vilja niiskusel 13-18%. Paljude hallitusseente puhul arvatakse toksiinide teke algavat, kui vilja niiskus ületab 13-16%. Toksiinide teke on paljufaktoriline protsess ja see oleneb ka teistest teguritest nagu temperatuur, toksikandi eoste rohkus, vilja liik, terade vigastatus, konkureeriva mikrofloora rohkus jne, mistõttu toksiinide tekkimist ette prognoosida on keeruline.

Söötade riknemine. Söödavilja kuivatamine ja söötade säilitamistingimused on siiski määrava tähtsusega selle kvaliteedi edaspidisele säilimisele. Halbades säilitamistingimustes, kus on tekkinud vilja või sööda niiskumine kondensvee

tekkimise, läbitilkumise tõttu või muudel põhjustel, on söödad sageli riknenud. EMVI Mikrobioloogia laborisse toodud söötade analüüsil aastatel 1997-2002 olid hallitusseened sageli riknemisprotsessi üheks põhjustajateks. Valdavateks olid just *Acremonium*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Penicillium* liigid. *Fusarium* liigid moodustasid seente üldarvust mõnikord 6,8-8,2%, kusjuures esindatud olid ka toksilised *F. culmorum*, *F. tricinctum*, *F. verticillioides*, *F. sporotrichioides*. Isekuumenemise puhul lisandusid eriti toksilised *Rhizopus nigricans* ja *Paecilomyces varioti*. Toksiliste liikidega olid esindatud ka teised hallitusseened: *Penicillium cyclopium*, *P. expansum* (toksiinid – tsüklopeniin, tsitriniin, ohratoksiin A, aflatoksiin); *Aspergillus oryzae*, *A. ochraceus*, *A. terreus* (aflatoksiin, ohratoksiin A, gliotoksiin X, patuliin, terreiin), *Trichothecium roseum* (trihotetsiin). Seejuures hallitusseente arvukus riknenud söötades ületas Saksamaal kehtestatud kvaliteetse sööda standardit 10-100 kordselt olles sageli piirides  $4 \times 10^5$ - $6 \times 10^6$  ühikut 1 grammi kuiva sööda kohta.

Hallitusseente toksilisus tuvastati biotestiga *Bacillus stearothermophilus* abil. Riknemistunnustega söötades olid kõige toksilisemateks (kasvupidurdus 9-10 mm) *Acremonium* sp., *Aspergillus terreus*, *Paecilomyces varioti*, *Rhizopus nigricans*, *Mucor* sp. Keskmise toksilisusega olid *Aspergillus oryzae*, *Geotrichum candidum* ja *Penicillium* sp. *Fusarium* seente toksilisus olenes liigist, olles vahemikus 2-10 mm. Väga kõrge toksilisusega seeni tuvastati aastatel 1997 ja 1998: konserveeritud teraviljas – *Trichothecium roseum* (7-10 mm), jõusöödas – *Penicillium oryzae* (8 mm), *P. cyclopium* (18 mm), muljutud teraviljas – *Penicillium* sp. (13-15 mm).

Toksiinide mõju loomadele. Uuritud söötade kasutamisel esinesid loomadel tervishäired, toodangu langus või järgnes mõnedel juhtudel ka loomade lõppemine. Haigusümptomid sõltuvad toksiini liigist ja organismi sattunud kogusest. Sagedased tunnused on isutus, kõhnumine, seedehäired, maksa, neerude jt siseorganite kahjustused, verejooksud maost, emakast, oksendamine, krambid, abordid, viljatus, hüperöstrogeenism, immuunsüsteemi nõrgenemine, käitumishäired jne. Mükotoksiinid kuuluvad väga mürgiste ühendite hulka, mille mürgisus ehk LD<sub>50</sub> soojaverelistele ületab teraviljakasvatuses kasutatavate taimekaitsevahendite mürgisuse sadu kordi. Näiteks LD<sub>50</sub> mg/kg eluskaalu kohta hiirtele suu kaudu manustamisel: aflatoksiin B<sub>1</sub>=7,2; nivalenool=4,1; toksiin T-2=4,8-5,2; zearalenoon>500. Samal ajal on see näitaja puhisel Baytan Universal 19,5 WS=3338; fungitsiidil Tilt 250 EC=2000; insektitsiidil Actellic 50 EC=1522; herbitsiidil Basagran M=3200.

Mükotoksiinid Eesti teraviljasöötades. Põllumajandusuuringute Keskuse aastatel 1998-2002 korraldatud mükotoksiinide monitooring näitas, et meil kasutatavad teraviljasöödad ja söödasegud sisaldavad sageli mükotoksiine, kuigi lubatud piirnormidest vähem. Piirnormid on kehtestatud Põllumajandusministri 4.detsembri 1998.a. määrus nr. 39 “Söötades sisalduvate saasteainete loetelu ning lubatud piirnormid” alusel. Mükotoksiinidega saastatud proovide osa oli järgmine: 34,8%; 58,1%; 90,9%; 41,2%; 36,4%. Seejuures uuritud proovidest oli kodumaiseid 34-88%. Leiti põhiliselt ohratoksiini, zearalenooni ja aflatoksiini, harva ka vomitoksiini. Rohkem saastatud on olnud kliid ja jahvatusjäätmed. Monitooringust selgus ka, et mitmete toksiinide piirnormidest väiksemates kogustes koosinemine söötades võib olla vägagi ohtlik, kuna tekkiva sünergeetilise efekti tõttu kahjustav toime võib olla sadu kordi tugevam kui üksikutel eraldi esinevatel toksiinidel.

Esitatud uurimustulemuste põhjal on alust karta, et meie loomakasvatussaaduste konkurentsivõime oluliseks piduriks võib saada teraviljasöötade lubatust suurem saastatus ohtliku mikroflooraga, sealhulgas ka hallitusseentega ja sellest tulenev söötade saastumine mükotoksiinidega.