



Euroopa Maaelu Arengu  
Põllumajandusfondi  
Euroopa investeeringud  
maapiirkondadesse

## Pärm- ja hallituseened toidus

**Priit Elias**

BioCC OÜ juhtivteadur

29. 11. 2019

### Seente „kuningriik“ (*Myceteae*)

- Seente „kuningriiki“ (*Myceteae*) kuulub üle 150 000 liigi
- jaotub kahte suurde gruppi:
  - makroskoopilised ehk kübarseened
  - mikroskoopilised ehk hallitus- ja pärmseened
- Mikroskoopilisi seeni on morfoloogiliselt kahte tüüpi:
  - pärmseened ja
  - hallituseened (hüüfe ehk pikki seeneniite moodustavad seened).



**Kübarseen**



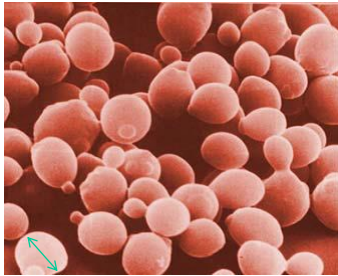
[16]



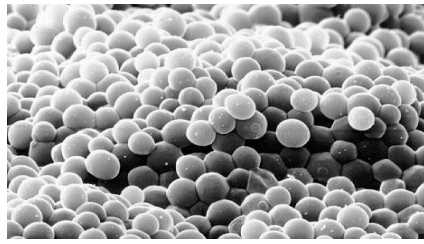
[18]



**Hallitusseened**

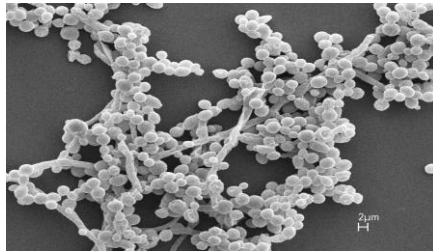


10 mikromeetrit



[17]

## Pärmseened



[19]

- **Pärmseened** paljunevad pungumisel ja pooldumisel
- **Hallitusseened** paljunevad eostega
- Enamik seeni eelistavad jahedat ja niisket keskkonda.
- Mikroskoopilisi seeni võib leida ka kõrge soola- ja suhkrusisaldusega või kõrge ja madala temperatuuriga keskkonnast [2]

## Pärmseente esinemine toidus

### • Piimatooted

- Pärmseeni võib leida piimast, koorest, hapupiimatoodetest, juustust jne.
- Piima ja piimatoodete pärmseente seas on **tähtsamateks** *Kluyveromyces marxianus*, *Kluyveromyces latis*, *Debaryomyces hansenii*, *Yarrowia lipolytica* ja *Saccharomyces cerevisiae*.
- Nad satuvad piima ja piimatoodetesse:
  - farmist, tootmisest, õhust, pakkest, töötajatelt jne

### • Pärmseente arv:

- **toorpiimas** on vahemikus ( $10 - 10^3$ ) PMÜ/ml,
- **koores** peaks nende arv olema vähem kui 10 PMÜ/ml
- **võis** vähem kui 10 PMÜ/g [5].
- pärmseened on olulised **keefiri** ( $10^5 - 10^6$  PMÜ/ml) maitseomaduste kujunemisel [10]
- **hallitus- ja limajuustude valmistamisel**
  - *Debariomyces hansenii* 10. päevaks pinnal maksimumi (miljon kuni miljard) PMÜ/cm<sup>2</sup>.
  - tõuseb pinna pH, kiireneb *Brevibacterium linensi* kasv ja juustude valmimine

- **Gouda tüüpi juustude** valmistamise viimastel etappidel võib pärmseente arv juustus tõusta ( $10^5 - 10^6$ ) PMÜ/g; sisaldusel juustus üle  $10^5$  PMÜ/g (va. hallitus- ja pinnalt valmivad juustud) ilmnevad esimese riknemise tunnused [12]
- ülekaalu pärmseentest saavutab enamasti  
*Debaryomyces hansenii*
- esineda võivad veel ka:  
*Saccharomyces cerevisiae*,  
*Yarrowia lipolytica*,  
*Kluyveromyces marxianus*,  
*Torulaspota delbruecii*, jt.

- **Pärmseened võivad põhjustada:**
  - jogurti ja teiste hapupiimatoodete riknemist,
  - harvem täispiima, koore ja või riknemist
- Enamike piimatoodete **riknemistunnused ilmnevad** pärmseente arvukusel ( $10^5 - 10^6$ ) PMÜ/g, hallitusjuustude juures ei põhjusta aga  $10^8$  PMÜ/g veel märkimisväärseid defekte.
- Juustudest on leitud pärmide haigustekitajate gruppi kuuluvatest liikidest *Candida albicans*'i, *Candida tropicalis*'t, *Candida krusei*'d ja *Candida glabrata*'t ning *Cryptococcus* spp
- Toodete pärmseentega **saastumise vältimiseks** on oluline järgida kehtestatud hügieeninõudeid nii piima tootmisel kui ka piimatoodete valmistamisel.

- **Lihatooted**

- Värske liha pärmseente arv võib olla vahemikus  $10^2$  -  $10^3$  PMÜ/g,
- hakklihas võib see tõusta ( $10^3$  kuni  $10^5$ ) PMÜ/g ja selle säilitamisel 0 - 5 °C võib tõus jätkuda suhteliselt kiiresti
- arvul ( $10^6$  -  $10^7$ ) PMÜ/g osalevad toodete riknemisel [8].
- Lihatoodetest võib sageli leida:
  - *Debaryomyces* 'e,
  - *Pichia*,
  - *Yarrowia*,
  - *Candida*,
  - *Rhodotorula*,
  - *Cryptococcus* 'e ja
  - *Trichosporon* 'i perekondade esindajaid.

- **Pärmseeni võidakse kasutada ka juuretisena fermenteeritud vorstide valmistamisel**, kus nad annavad toodetele spetsiifilise maitse ja tagavad spetsiifilise punase värvuse.
- Liha fermentatsioonil tõuseb pärmseente arv toodetes ( $10^2$ -  $10^3$ ) PMÜ/g kuni ( $10^4$  kuni  $10^7$ ) PMÜ/g [8].  
fermenteeritud vorstides leidub kõige rohkem *Debaryomyces* spp ja *Candida* spp.
- **Toodete valmistamisel on neil sekundaarne osa** võrreldes piimhappebakteritega, mittepatogeensete streptokokkide, mikrokokkide ja hallitusseentega [9].

- **Pärmseente kasvu pidurdab:**
  - pakendamine vaakumis,
  - CO<sub>2</sub> või lämmastiku keskkond,
  - suitsutamine,
  - toodete pindade puhastamine ja toote kastmine naatrium-sorbaadi lahusesse või selle piserdamine tootele jne.
- Liha ja lihatoodete **kvaliteedi kontrollis** on oluline jälgida heade tootmistavade ja hügieeninõuete täitmist.

- **Puu- ja köögiviljad ning nendest valmistatud tooted**

- Pärmseente populatsioon võib olla puuviljadel vahemikus (10 - 10<sup>5</sup>) PMÜ/cm<sup>2</sup>.
  - rohkem on neid varre eemaldamise kohtades ja haavandites.
  - täpphaavanditega vigastatud viljad asustatakse kiiresti ja ülekaalu saavutavad enamasti *Cryptococcus* 'e, *Rhodotorula* ja *Candida* perekondade liigid.
- Veiniks fermenteeritavatel puuviljadel domineerivad etanooli taluvad liigid nagu *Saccharomyces cerevisiae*.

- Mahla kontsentratsioonides, kuivatatud viljades ja jäätistes on iseloomulikud **osmotolerantsed/kserotolerantsed liigid** nagu *Zygosaccharomyces rouxii*, *Z. bailii* ja *Schizosaccharomyces pombe*
- *Zygosaccharomyces bailii* on säilitusainete tolerantne (bensoaadid, sorbaadid) ja talub madalaid temperatuure
- Jahutamine (5 - 10) °C ei kaitse puuvilju riknemise eest vaid aeglustab protsessi.
- Värskest korjatud maasikatel on pärmseente arv vahemikus ( $10^4$  -  $10^6$ ) PMÜ/g.
- Pärmseente paljunevad rakud inaktiveeruvad kiiresti temperatuuril (60 - 65) °C.

- Eosed on umbes 50 kuni 100 korda resistentsemad võrreldes paljunevate rakkudega.
- Pärmseened on ohuks eelkõige viljade riknemisele [6].
- Toidukäitlejatel tuleks **pöörata tähelepanu** ohu analüüsile (HACCP) ja kvaliteedi kontrolli meetodite rakendamisele alates toormaterjalist kuni valmistoodeteni.



### Teraviljatooted (leib, kondiitritooted)

- Pärmseened on osalised teraviljatoodete valmistamisel fermentatsiooni protsessides
- Toodetesse produtseeritakse alkoholi, CO<sub>2</sub>, lõhna- ja maitseaineid ning alaneb pH väärtus.
- Temperatuuril 80 °C pärmseened inaktiveeruvad ja CO<sub>2</sub> produktsioon lõpeb
- Pagaritoodete riknemist põhjustavaid pärmseeni on 2 liiki: pinnal kasvavad ja toodete sees olevad.
- Pinnal kasvavad liigid tekitavad toodete pinnale väikseid valgeid, kreemikaid ja roosat värvi täppe

- Identifitseeritud on *Zygosaccharomyces bailii*, *Saccharomycopsis fibuligera*, *Pichia burtonii* ja *Pichia anomala*
- Fermentatsioon pagaritoodete sees peale küpsetamist on harv nähtus
- Lõhna ja maitse vigu põhjustavad *Hyphopichia burtonii*, (produktseerib stüreeni) ja *Hansenula anomala* (produktseerib etüülatsetaati).
- **Tähelepanu tuleb pöörata** ohu analüüsile (HACCP) ja kvaliteedi kontrolli meetodite rakendamisele alates teraviljast kuni toodeteni.

## Hallitusseente esinemine toidus

- Hallitusseened võivad kasvada toidu pindadel silmaga nähtavate pesadena pH vahemikus 3 - 8 ja mõned koguni veeaktiivsusel 0,7 - 0,8.
- Enamus hallitusseeni hävivad temperatuuril (60 - 70) °C, kuid võib esineda ka nende kuumakindlaid eoseid.
- Kasvuks vajavad nad hapnikku
- Hallitusseen *Byssochlamys fulva* eosed arenevad välja aktiivseteks organismideks ka ilma hapnikuta
- Mõned liigid võivad kasvada ka madalatel temperatuuridel, seni kuni vesi on veel vedelas olekus.

- Hallitusseente kasv põhjustab toiduainetes ebameeldivat lõhna, toksiine, kantserogeenseid mükotoksiine, värvi muutust, mädanemist ja allergeenseid ühendeid, seega toidu riknemist [7].
- Muutusi põhjustavad toiduainetesse produtseeritavad ensüümid nagu lipaasid, proteaasid, karbohüdraasid jt., mis toimivad ka siis, kui mütseel on toiduainelt eraldatud.
- Toiduainete valmistamisel võivad hallitusseened hävida, kuid nende poolt produtseeritud toksiinid jäävad aktiivseteks ja võivad olla inimeste tervisele ohtlikud
- Ohustatud on immuun-puudulikkusega inimesed, vanurid HIV-sse haigestunud ja kemoterapiat ning antibiootikume saavad isikud.

- Osa hallitusseeni on inimestele ohutud ja neid kasutatakse näiteks hallitusjuustude, Brie, Camembert'i ja Gorgonzola valmistamisel

### **Piimatooted**

- Hallitusseeni seostatakse harilikult toidu riknemisega, kuid on olukordi, kus nad osalevad teatud juustude valmistamisel
- Kultuuridena kasutatavad tervisele ohutud *Penicillium roqueforti* ja *Penicillium camemberti* produtseerivad juustu ainevahetussaadusi, mis suurendavad toote funktsionaalsust, toiteväärtust, parandavad selle organoleptilisi omadusi ja säilivust

- **Siniahallitusjuustu** valmimine toimub hallitusseene *Penicillium roqueforti* kultuuri ainevahetusel toimivate valke ja rasvu lõhustavate ensüümide (proteinaasid, peptidaasid, lipaasid) osalusel. Edasisel aminohapete lõhustumisel (deaminaasid ja dekarboksülaasid) tekivad juustule omased maitse ja lõhn
- **Brie ja Camemberti** juustu valmistamisel kasutatakse *Penicillium camemberti* kasvab juustu pinnal ja osaleb samuti valgu ja rasva lõhustumise protsessides nagu *Penicillium roqueforti* siniahallitusjuustus
- Aminohapete ainevahetusel tekib ammoniaaki ja sellele juustu liigile iseloomulikke väävlit sisaldavaid ühendeid ning juust valmib pinnalt sisse

- **Hallituseentest põhjustatud piimatoodete riknemisel tekivad ebasoovitavad muutused:**
  - gaasi teke,
  - ebameeldiv maitse ja lõhn,
  - proteolüüs ja lipolüüs ning
  - keemilised mürkained ehk mükotoksiinid.
- Kõvade, poolkõvade ja poolpehmete juustude riknemisi põhjustavateks hallituseenteks on *Penicillium commune* ja *P. nalgiovense*.
- Mükotoksiinidest on nende esinemisel leitud sterigamatoetsüstiini, rugulosiin A, ja B ning ohratoksiin A [14].
- Piima ja piimatoodete **käitlejatel tuleks pöörata tähelepanu ohu analüüsile (HACCP) ja kvaliteedi kontrolli meetodite rakendamisele alates piimast kuni valmistoodeteni.**

## Lihatooted

- Naturaalsetel fermenteeritud vorstide pinnal esineb põhiliselt *Penicillium* spp. (*P. nalgiovense*, *P. osonii*, *P. camemberti* jt)
- Esineda võib ka *Aspergilluse* ja *Scopulariopsis*'e liike.
- Fermentatsiooni alguses domineerivad pinnal pärmseened, kuid mõne nädala pärast kasvab neist üle *Penicillium nalgiovense*, mida võidakse lisada ka kultuurina.

- Kuna *Penicillium* spp. produtseerivad ka mükotoksiine, siis fermenteeritud vorstidest on leitud tsitriniini, tsüklopiasoonhapet, ohratoksiin A ja rokfortiin C [7].
- Liha ja **lihatoodete riknemisest hoidumisel tuleks pöörata tähelepanu :**
  - ohu analüüsile (HACCP) ja
  - kvaliteedi kontrolli meetodite rakendamisele alates toormaterjalist kuni valmistoodeteni.

### • **Puu- ja köögiviljad ning nendest valmistatud toidud**

- Hallitusseened taluvad puuviljadele ja nendest valmistatud toodetele omast happelist keskkonda ja madalat  $a_w$ .
- Puuviljadelt võib sageli leida *Penicillium*'i, *Botrytis*'e, ja *Rhizopus*'e esindajaid.
- Termiliselt töödeldud ja riknenud puuviljadest ning puuviljatoodetest on leitud ka termoresistentseid hallitusseeni nagu *Byssochlamys fulva*, *B. nivea*, *Neosartorya fischeri* jt.
- Probleemiks toodete riknemine ja mükotoksiinid.

- Mõned *Byssochlamys*'e liigid produtseerivad mürgistest ühenditest patuliini, büssotoksiin (*byssotoxin*) A ja *Penicillium expansum* patuliini ning tsitriniini [3]
- Küüslaugu riknemisel on laialdaselt levinud *Penicillium allii*.
- Sibulate mädanike põhjustajateks on harilikult *Petromyces alliaceus*, *Aspergillus niger* ja *Penicillium glabrum*, kusjuures viimase kasv ilmneb enamasti välimistes kihtides.
- *Petromyces alliaceus* on aktiivne ohratoksiin A produtsent ja *Penicillium allii* produtseerib rokfortiin C [7].
- Kartulite kuivmädanikku tekitavad *Fusarium sambucinum* ja *F. coeruleum*.

- Mugulad ei ole kasutatavad, sest koos füüsiliste defektidega tekitatakse mugulatesse ka mükotoksiine.
- Hallitusseened asuvad pinnases ja mugulatel ning nakatumine toimub enamasti välimiku vigastusel.
- Puu-ja köögiviljade riknemise (ka. kuivmädaniku) vältimiseks tuleks vilju hoida füüsilistest vigastustest ja säilitus peaks toimuma kuivas ning jahedas ruumis.
- Mükotoksiinide ohu tõttu ei tohiks hallitusega kaetud hoidiseid toiduks tarvitada.

## • Teraviljatooted

- Teraviljal esineb Eestis välitingimustes hallitussentest harilikult *Fusarium* 'i, *Aspergillus* 'e , *Alternaria* ja *Penicillium* 'i liike [1], milliste kasvul tekib mükotoksiine.
- Teravilja ja teraviljatoodete nakatumine võib toimuda alates tooraine töötlemisest kuni valmistoodeteni
- Hallitussente kasvu mõjutavad külvi, kasvu, lõikuse, terade eeltötluse ja ladustamise tingimused, kus olulisteks teguriteks on niiskusesisaldus ja temperatuur
- Hallitusseened võivad produtseerida kasvul moniliformiini, nivalenooli, ohratoksiini, aflatoksiini, zearalenooni ja fusariini

- Tekkinud ühendid jäävad aktiivseteks terade puhastamisel, jahvatamisel, küpsetamisel ja keetmisel ning kanduvad üle teraviljatoodetesse
- Kui hallitusseened hävivad küpsetamisel, siis tekkinud mükotoksiinid ei lagune
- Teraviljatoodete nakatumine hallitussentega võib toimuda ka ümbritseva keskkonna õhust pärast küpsetamist või kontaktist saastunud esemetega
- Teravilja ja teraviljatoodete käitlejatel tuleks pöörata tähelepanu ohu analüüsile (HACCP) ja kvaliteedi kontrolli meetodite rakendamisele alates teraviljast kuni valmistoodeteni.

- **Mükotoksiinid ja nende ohtlikkus**

- Tänapäeval tuntakse üle 400 erineva mükotoksiini [1]
- Taimsetes kui ka loomsetes toodetes on enam levinud **aflatoksiin**, produtseerijateks :
  - *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus* ja *A. nomius*
- ja **ohratoksiin A** produtseerijateks:
  - *Aspergillus ochraceus* ja *Penicillium verrucosum*.
  - *Penicillium griseofulvum* võib produtseerida puuviljadel patuliini, griseovulviini ja tsüklopiasoonhapet [13, 14].
  - *Claviceps purpurea* tekitab kõrrelistel (rukis, nisu, oder kaer jt.) seenhaigust ehk tungaltera.
  - Vilja produtseeritakse ergotalkaloide. Saastunud toidu söömine võib tekitada mürgistust ehk ergotismi [2<sub>a</sub>].

- **Vedelates toitudes ja puuviljades on mükotoksiinide difusioon kiire** ja saastuvad kõik toiduaine osad. Samas tahketes toitudes nagu juust, leib jne on difusioon aeglane ja võib esineda saastumata osi.
- **Mükotoksiinid kanduvad tihti nii hallitusseentega nakatunud taimsete toiduainete kui ka loomadele antava hallitusseentest riknenud sööda kaudu liha- ja piimatoodetesse** [20, 14].
- Mükotoksiinid on väga vastupidavad füüsikalistele ja keemilistele tötlustele. Nad säilivad toiduainetes nii nende tötlusel kui ka säilitamisel ja kanduvad edasi lõpptootesse[4].



- Sattudes organismi mõjutavad nad organismi immuunsüsteemi nõrgenemist, allergiate ja erinevate toidumürgistuste teket [15].
- Mükotoksiinidega saastumisest hoidumiseks:
  - luua ebasoodsad tingimused hallituste kasvuks ja levikuks,
  - vältida taimede mehaanilist vigastamist ning lamandumist,
  - viljaterade mehhaanilist vigastamist ning kokkupuudet pinnasega;
  - kaitsta veoseid niiskuse ja temperatuuri kõikumiste eest;
  - sorteerida ja puhastada teravili enne säilitamist;

- puhastada ja sorteerida teravili enne töötlust, sest mükotoksiinide sisaldus on tavaliselt kõrgem sõkaldes ja kliides.
- vältida jahvatusaaduste pikaegset hoidmist
- Ei tohiks unustada HACCP põhimõtete rakendamist ega heade põllumajandus- ja tootmistavade järgimist.
- Mükotoksiinide sisaldus toidus peab vastama komisjoni määruses 1881/2006 sätestatud piirnormidele[11].

- **Kokkuvõte**
- **Pärm- ja hallitussened toitudes, väljaarvatud toodete valmistamiseks kasutatavad kultuurid, kutsuvad esile:**
  - **toodete kvaliteedi langust,**
  - **toodete rikkumist ja**
  - **hallitussente korral ebatervislike mükotoksiinide teket.**
- **Toidu käitlejatel tuleks pöörata tähelepanu ohu analüüsile (HACCP) ja kvaliteedi kontrolli meetodite rakendamisele alates toorainest kuni valmistoodeteni.**

- **Kasutatud infoallikad**
- 1. Akk, E., 2018. DON ja teised mükotoksiinid maheteraviljas. Eesti Taimakasvatuse Instituut. Scandagra seminarid.
- 2. Alves-Araújo, C., Almeida, M.J., Sousa, M.J., Leão, C., 2004. Freeze tolerance of the yeast *Torulaspota delbrueckii*: cellular and biochemical basis. FEMS Microbiology Letters, 240 7–14.
- 2<sub>a</sub> Arcella, D., Gómez Ruiz, J.A., Innocenti, M.L., Roldán, R., 2017. Scientific report on human and animal dietary exposure to ergot alkaloids. EFSA Journal 2017;15(7):4902, 53 pp. x5.
- 3. Beuchat, L.R., Pitt, J.I., 2001. Detection and Enumeration of Heat-Resistant Molds. In: Downes FP, Ito K, editors. Compendium of the Methods for the Microbiological Examination of Foods. p. 217–222.
- 4. Bullerman, L.B., Bianchini A., 2007 „Stability of mycotoxins during food processing,“ International Journal of Food Microbiology, kd. 119, nr 1–2, p. 140–146,
- 5. Fleet, G.H. 1990. Yeast in dairy products. J. Appl. Bacteriol. 68:199-211
- 6. Fleet, G.H. 2000. Yeast in fruit and fruit products. In book Boekhout, T., Robert, V. Yeasts in food. Benificial and detrimental aspects. CRC Press Cambridge England. p 267-289.
- 7. Filtenborg, O., Frisvad, J.C., Thrane, U. 1996. Moulds in food spoilage. Int. J. of Food Microbiology 33, p. 85-102
- 8. Hsieh, D.Y., Jay, J.M., 1984. Characterization and identification of yeasts from fresh and spoiler ground beef. Int. J. Fd. Microbiol. 1. p. 141-147.
- 9. Houtsma, P.C., Wit, L.C., Rombouts, F.M., 1993. Minimum inhibitory concentration (MIC) of sodium lactate for pathogens and spoilage organisms occurring in meat products. Int. J. Fd Microbiol. 20, p. 247-257.

- 10. Koroleva, N.S., 1991. Starters for fermented milks. Section 4: Kefir and kumys starters. Int. Dairy Fed. IDF Bulletin 227, p. 35–40.
- 11. Komisjoni määrus (EÜ) nr., 1881/2006. Saasteainete piirnormid toiduainetes
- 12. Ledenbach, L.H.; Marshall, R.T., 2010. Microbiological spoilage of dairy products. In Compendium of the Microbiological Spoilage of Foods and Beverages, Food Microbiology and Food Safety; Sperber, W.H., Doyle, M.P., Eds.; Springer: New York, NY, USA; pp. 41–67, ISBN 1441908269, 9781441908261.)
- 13. Richard, J.L., 2007. „Some major mycotoxins and their mycotoxicoses – An overview,“ International Journal of Food Microbiology, kd. 119, nr 1–2, p. 3–10,
- 14. Sengun, I.Y., Yaman, D.B. and Gonul, S.A., 2008. Mycotoxins and mould contamination in cheese: a review. World Mycotoxin Journal, August; 1(3): 291-298)
- 15. Stoev, S.D., 2015. Foodborne mycotoxicoses, risk assessment and underestimated hazard of masked mycotoxins and joint mycotoxin effects or interaction. Environ. Toxicol. Pharmacol., kd. 39, nr. 2, pp. 794-809.
- [16 http://et.wikipedia.org/wiki/Pilt:Verschimmeltes\\_Brot\\_2008-12-07.JPG](http://et.wikipedia.org/wiki/Pilt:Verschimmeltes_Brot_2008-12-07.JPG)
- [17 http://angryocelotbrewing.blogspot.com/2012/08/white-labs-specialty-and-belgians-yeast.html](http://angryocelotbrewing.blogspot.com/2012/08/white-labs-specialty-and-belgians-yeast.html)
- [18 http://en.wikipedia.org/wiki/File:Mushroom%27s\\_roots\\_%28myc%C3%A9lium%29.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Mushroom%27s_roots_%28myc%C3%A9lium%29.jpg)
- [19 http://angryocelotbrewing.blogspot.com/2012/08/white-labs-specialty-and-belgians-yeast.html](http://angryocelotbrewing.blogspot.com/2012/08/white-labs-specialty-and-belgians-yeast.html)
- 20. Bryden, W.L., 2007. Mycotoxins in the food chain: human health implications. Asia Pac J. Clin Nutr, 16, nr. 1, pp. 95-101.

Täna tähelepanu eest!