

Rannsókn á myglusveppum sem uxu upp á snertiskálum, sýnum teknum í Grundaskóla á Akranesi í febrúar 2021, númer I3207002.

Málsnúmer: 2021010009

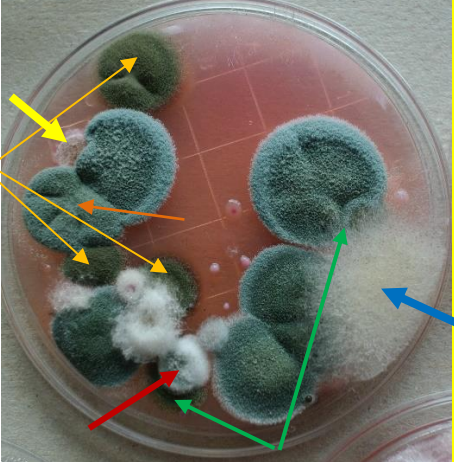
Guðríður Gyða Eyjólfsdóttir

Náttúrufræðistofnun Íslands, Borgum við Norðurlóð, 600 Akureyri

Greinargerð til Verkís hf.

Þann 2. mars 2021 bárust Náttúrufræðistofnun Íslands 11 snertiskálar með Rose bengal einangrunaræti frá Verkís hf. og var það Indriði Níelsson sem sá um að senda sýnin og upplýsingar um sýnatökuna. Með fylgdu 21 ætisskál þar sem færri myglur uxu upp til þess að sjá mætti í fljótheitum ef einhverjar þeirra væru varhugaverðar innanhúss þótt þær væru fáar. Þessi sýni voru tekin dagana 10., 15. og 16. febrúar 2021 á snertiskálar með því að ætið var lagt á það yfirborð sem kanna skyldi með tilliti til myglusveppa. Ætisskálarnar voru síðan hafðar við herbergishita hjá Sýni ehf. í nokkra daga og að því loknu töldu starfsmenn Sýnis þær myglur sem voru sjáanlegar á ætinu og fylgdi fjöldi þeirra með og er skráð í reitinn með númeri sýnisins. Þessar skálar voru geymdar í kæli en síðan sendar með flugi til greiningar á Akureyri. Ljósmyndir voru teknar af skálanum þann 3. mars. Myglur á skálanum voru fyrst skoðaðar í víðsjá og síðan valdir staðir til smásjárskoðunar. Sýnin rannsakaði Guðríður Gyða Eyjólfsdóttir sveppafræðingur 3.-5. og 8.-9. mars 2021 og höfðu sveppirnir þroskast töluvert eftir að hafa verið í stofuhita og notið dagsbirtu í fimm daga.

Niðurstöður:

Sýni S1 19 myglur + 7 gersveppir	Við útihurð. Gólfdukur.
	<p>Á skálinni óx ein loðin mygla ógreindrar mokku, Mucor sp. (blá ör).</p> <p>Þrjár dökkar myglur Cladosporium tegundar (gular örvar) og tvær myglur Cladosporium tegundar með afar þétta gróbera (grænar örvar).</p> <p>Fimm sægrænar myglur Penicillium tegundar. Ein grá og hægvoxta mygla Penicillium tegundar (rauð ör) og ein grágræn mygla Penicillium tegundar (appelsínugul ör).</p> <p>Ungar askhirslur kúlustrýnebbu, Chaetomium globosum, hálfþroskaðar í ljósri þunnri myglu (digur gul ör).</p> <p>Fjórar ljósar, loðnar myglur, ógreinds svepps sem ekki myndaði gró (ofan við rauðu örina).</p> <p>Ein örsmá mygla í miðri skál myndaði dökkar gróhirslur með áberandi opi, Didymella macrostoma.</p> <p>Ein örsmá ljós mygla í miðju skálar, ógreindur sveppur.</p> <p>Einnig sáust 6 ljósir haugar gersveppa og einn dökkur.</p> <p>-Á skálinni uxu upp nokkuð fjölbreyttir sveppir þar á meðal kúlustrýnebbu sem telst varasamur sveppur innanhúss.</p>



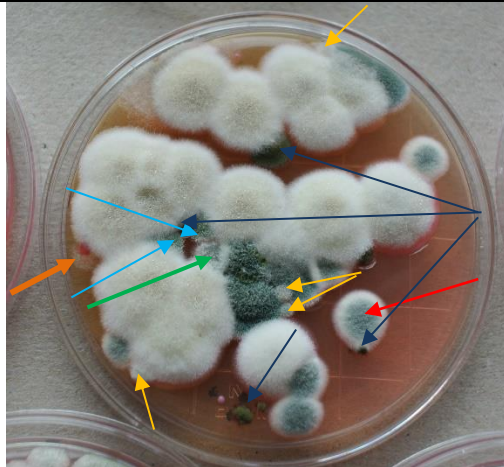
<p>Sýni S3 10 myglur; 10 gersveppir</p>	<p>Gólfúkur, harður og upplyftur.</p>
	<p>Á skálinni óx upp fölgulur brúskur með sveppþráðastrengjum, sveppþræðir áberandi gulir, 4-5,5 μm breiðir og með áberandi olíubólur í frymi. Ógreindur gulur sveppur (appelsínugul ör). Fjórar dökkar myglur Cladosporium tegundar (gular örvar) auk þess sem Cladosporium tegund leyndist undir ljósgráu, loðnu yfirborði einnar enn (rauð ör). Ein krumpuð, sægræn mygla Penicillium tegundar (í miðju). Ein lítil ljós mygla (dökkblá ör). Lítill ljós ógreindur sveppur. Einnig 10 haugar gersveppa og einn öllu stærri slímkenndur flekkur með næstum hnöttóttar frumur. -Fremur fjölbreytt úrval sveppa.</p>
<p>Sýni S5 18 myglur; 5 gersveppir</p>	<p>Við vegg. Tekið upp við vegg undir efni.</p>
	<p>Á skálinni uxu upp tvær allstórar ljósgráar myglur (dökkbláar örvar) og sú þriðja í sama dúr nema heldur hvítari. Ógreindur ljósgrár sveppur með dökka sveppþræði efst en myndar ekki gró. Lítil hvít og loðin mygla (rauð ör) og önnur minni, hvítur ógreindur sveppur. Ein lítil og grá (appelsínugul ör), grár ógreindur sveppur. Ein blaut og slímug mygla með sveppþráðastrengi í miðju reyndist vera Fusarium tegund með um 45 x 4 μm gró með 3 þverveggjum (blá digur ör). Tvær blágrænar myglur Penicillium tegunda(r) (grænar örvar). Þrjár dökkar myglur Cladosporium tegundar (gular örvar) og ein mygla Cladosporium tegundar með afar þétta gróbera (digur gul ör). Fimm haugar gersveppa, slímugir og misstórir tveir þeirra vaxnir öðrum sveppum. -Fremur fjölbreytt úrval sveppa. Sumar Fusarium tegundir geta myndað sveppaeiturefni.</p>



<p>Sýni S12 12 myglur; 1 gersveppur</p>	<p>Við glugga. Úr kverk við gólflista.</p>
	<p>Ein dökk mygla svartfruggu, Aspergillus niger. Tvær ljósar myglur með allstóra gula gróhausu í miðjunni, hönnufrugga, Aspergillus westerdijkiae, (rauðar örvar), tegund sem getur myndað sveppa-eiturefni. Ein steingrá, loðin mygla með dökka sveppþræði með áberandi olíubólum í fryminu (græn ör). Ögreindur steingrár sveppur sem myndaði ekki gró. Tvær allstórar, ljósgráar myglur, með dökka sveppþræði efst en hafði ekki myndað gró. Ögreindur ljósgrá sveppur (appelsínugular örvar). Tvær litlar gráar myglur með dökka sveppþræði með áberandi olíubólum í frymi (gular örvar). Ögreindur grár sveppur. Fjórar myglur Cladosporium tegunda, þar af tvær í öðrum myglum (bláar örvar). Stór haugur gersvepps (stutt gul ör). -Hönnufrugga er varasamur sveppur innanhúss.</p>
<p>Sýni C28 18 myglur</p>	<p>Spónaplata, ómáluð.</p>
	<p>Ein blágræn mygla Penicillium tegundar (gul ör) var nokkru stærri en hinar 17 Penicillium myglurnar sem þó voru svipaðar á litinn. -Að mestu ein fúkategund. Skálin gæti hafa hitt á vaxtarstað sveppsins.</p>
<p>Sýni B1 27myglur</p>	<p>Á gólfi upp við vegg.</p>
	<p>Ríkjandi var grænleit Penicillium tegund með nálægt 27 myglur meðan vöxtur á brún ætis er heldur ljósari Penicillium tegund (ein mygla rauð ör) og ein er heldur sægrænni Penicillium tegund (græn ör). Ein lítil græn mygla litafruggu, Aspergillus versicolor (gul ör). Ein mygla sem er ljós og loðin og vex yfir bæði fúka og einu Cladosporium mygluna (ljósblá ör). -Grænleit Penicillium tegund ríkjandi. Ein mygla litafruggu er lítið magn en sú tegund er varasöm innanhúss.</p>



Sýni B8
42 myglur; 3 gersveppir



Raki í dúk.

Á skálinni uxu 18 ljósgráar myglur *Aspergillus* tegundar með sléttveggja brúna stilkka, 12-16 µm breiðan belg, með lag af frumum milli belgjá og pyttlna og fremur ljós brún gró með afar áberandi vörtum. Nokkru seinna urðu myglurnar kanilbrúnar á litinn. Líklega *Aspergillus calidoustus*.

Ellefu blágráar myglur *Penicillium* tegundar (rauð ör). Ein grá og finleg mygla *Penicillium* tegundar (græn ör). Tvær mjúkar, grænleitar myglur *Penicillium* tegundar (ljósbláar örvar).

Sex dökkar myglur *Cladosporium* tegunda (dökkbláar örvar).

Fjórar litlar grænar myglur litafruggu, *Aspergillus versicolor* (gular örvar).

Ein lítil, hvít og gisin mygla *Phialemonium inflatum* (digur appelsínugul ör).

Þrjár haugar gersvepps sáust.

-*Aspergillus calidoustus* og *Penicillium* tegundir ríkjandi. Litafrugga telst varasamur sveppur innanhúss. Í sýninu er hlutfallslega mikið af fruggum og fúkum sem er ekki góð blanda.

Sýni B10
8 myglur



Veggur ofan skemmdar.

Á skálinni uxu upp tvær fruggutegundir.

Ein ógreind gulhaus *Aspergillus* tegund (digur gul ör), sem líkist hönnufruggu töluvert hvað varðar gula og hrjúfa stilkka gróbera sem urðu áberandi nokkrum dögum seinna er myglan þroskaðist, nema þessir eru með fingerðari vörtumynstur, minni gróhausu og heldur minni gró en hönnufrugga. Gæti vel verið ein þeirra gulu fruggutegunda sem mynda sveppaeiturefni.

Fjórar ungar, ljósar myglur mynduða síðan græna gróhausu og reyndust vera litafrugga, *Aspergillus versicolor*, (grænar örvar).

Ein blágræn mygla *Penicillium* tegundar (á brún ætis).

Ein dökk mygla *Cladosporium* tegundar (blá ör).

Ein örsma grá og loðin mygla, kræklóttir sveppþræðir ofan-ætis en ekki sáust merki um grómyndun.

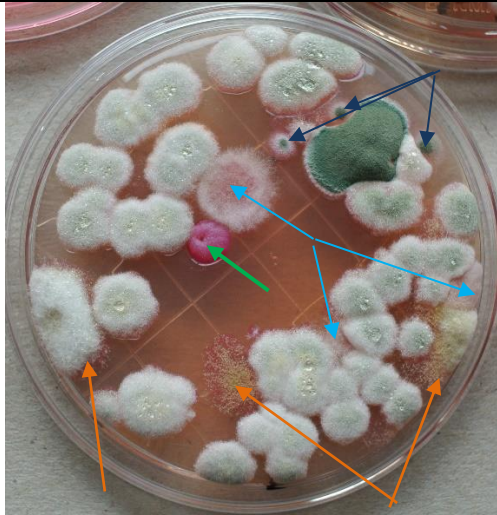
Ógreindur grár kræklóttur sveppur (dökkblá ör).

Inni í litlu gráu myglunni voru ennþá smærri mjallhvítar hálfkúlur og á ætinu uxu alls 7 slíkar, **gersveppur með sveppþræði**.

-Fruggur ríkjandi, varasamar tegundir innanhúss, en fremur fáir sveppir uxu upp á ætinu.



Sýni B11
43 myglur



Á spónaplötu vegg við gólf, 10 cm frá gólf.

Á skálinni var ríkjandi fölgrágrænn sveppur, 39 myglur, sem eftir lengri vöxt urðu grasgrænar er grænir skammsúlulaga en fremur losaralegir gróhausar fruggunnar *Aspergillus nidulans*, þroskuðust og náðu upp úr sveppþráðum myglunnar. Engar askhirslur sáust en gróberar með brúna sléttveggja stilka sem uxu sem hliðargreinar úr svipuðum bugðóttum sveppþráðum og upp frá fremur lítið útblagdum endanum stóðu pyttlur á tindfrumum og báru finlega hrjúf, hnöttótt gró sem voru um 4,0 μm í þvermál.

Fjórar gulbrúnar myglur *Paecilomyces variotii* (appelsínugular örvar).

Ein allstór grænleit mygla *Penicillium* tegundar og þrjár gráleitar, fremur litlar myglur sem urðu fremur brúnleitar myglur *Penicillium* tegundar (dökkbláar örvar).

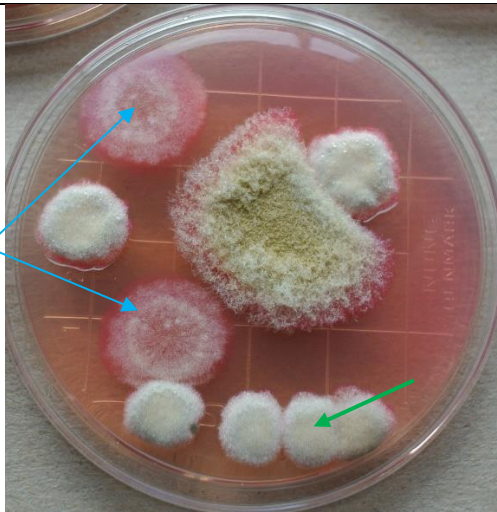
Ein mygla rök og slímug, gersveppsleg en með sveppþræði sem urðu nokkuð þéttur vefur.

Ógreindur sveppur (græn ör).

Þrjár ljóasar myglur kúlustrýnebbu, *Chaetomium globosum*, (ljósbláar örvar).

-*Aspergillus nidulans* ríkjandi tegund sem getur myndað sveppaeiturefni. Kúlustrýnebbi er einnig varasöm innanhúss.

Sýni B12
9 myglur,



Uppi við loft við hurðarkarm.

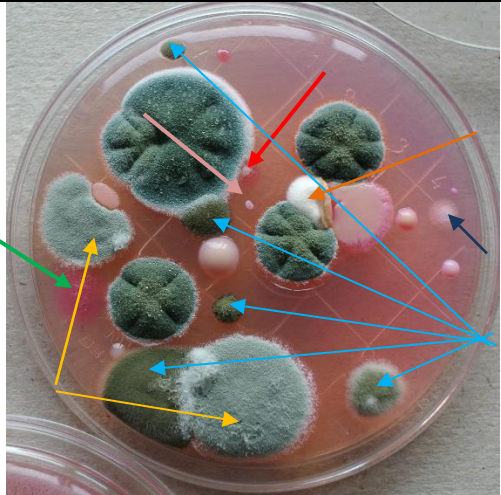

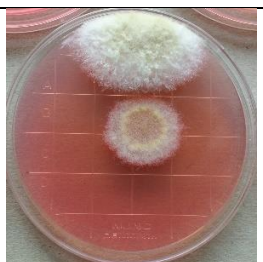
Í skálinni óx upp ein allstór, gulbrún mygla *Paecilomyces variotii*.

Tvær ljóasar, þunnar myglur kúlustrýnebbu, *Chaetomium globosum*, komnar nokkuð áleiðis að mynda askhirslur (ljósbláar örvar) en ekki nærri fullþroska enn þá.


Sex ljósgráar myglur fruggunnar *Aspergillus nidulans* (sjá sýni B11) sem síðan urðu grasgrænar með gróbera sem eru með brúna stilka og sléttveggja og skammsúlulaga, fremur losaralega gróhausar (græn ör).

-*Aspergillus nidulans* er tegund sem getur myndað sveppaeiturefni. Kúlustrýnebbi er einnig varasöm innanhúss.



<p>Sýni E3 19 myglur; 7 gersveppir</p>	<p>Á gólfi við bólginn gólflista.</p>
	<p>Á skálinni uxu upp tvær blágráar myglur <i>Penicillium</i> tegundar (gular örvar). Ein allstór dökkgræn mygla <i>Penicillium</i> tegundar og þrjár minni í mjög sambærilegum lit. Fimm mosagrænar myglur <i>Cladosporium</i> tegunda, þrjár litlar myglur og tvær stærri (ljósbláar örvar). Ein hvít, loðin mygla sem var mjög finleg og myndaði hvít gró í keðjum og líktist <i>Penicillium</i> tegundum en gæti verið eitthvað allt annað (appelsínugul ör). Ógreindur mjallhvítur <i>Penicillium</i>-legur sveppur. Ein smá stífhærð (rauð ör), myndaði ekki gró, ógreindur sveppur. Ein gulbrún, gisín og lág mygla (græn ör) sem framleiddi allstór, perulaga, næstum litlaus gró 8 - 10,5 µm í þvermál og um 13 µm löng. Ógreind gulbrún tegund. Lítill hvít mygla með stakar grókeðjur, <i>Phialemonium inflatans</i> (dökkblá ör). Í kring um litla, gráleita, upprisna myglu var dökkandi grunnur ofan í ætinu og mjallhvítar grókúlur stóðu á einföldum gróberum upp úr yfirborði ætisins (bleik ör). Líkist einna helst sveppnum <i>Gibellulopsis nigrescens</i> en óvíst hvort sá sveppur myndi láta sjá sig innanhúss þótt hann sé jarðvegssveppur. Sjö misstórir haugar gersveppa. -Fremur fjölbreytt tegundasamsetning</p>
<p>Þrjú valin sýni úr aukasýnum.</p>	<p>Með litafruggu eða kúlustrýnebbu.</p>
<p>Sýni S13 6 myglur; margir gersveppir</p>	<p>Af gólflista við hlið skemmds parketlista.</p>
	<p>Mest gersveppir. Tveir brúskar litafruggu, <i>Aspergillus versicolor</i>, á floti í gersveppavexti. Ein ger-leg mygla á kafi í grómassa. Tvær blágrænar <i>Penicillium</i> myglur. -Litafrugga er varasöm innanhúss.</p>
<p>Sýni C46 2 myglur;</p>	<p>Við vask á skemmd.</p>
	<p>Ein guldrapplit, loðin mygla <i>Paecilomyces variotii</i>. Ein ljós þunn mygla sem þroskaði askhirsulur, kúlustrýnebbu, <i>Chaetomium globosum</i>. -Kúlustrýnebbu er varasöm innanhúss.</p>



Sýni B9 4 myglur	Gólf, mikill raki mælist í dúk.
	Ein stór grá mygla <i>Syncephalstrum racemosum</i> . Tvær litlar ljósar myglur sem urðu síðar með græna gróhousa, litafrugga, <i>Aspergillus versicolor</i> . Ein dökk mygla <i>Cladosporium</i> tegundar. Tveir haugar gersvepps . -Þótt aðeins séu 2 myglur litafruggu þá er sveppurinn varasamur innanhúss.

* Þegar ýmis greiningareinkenni sjást ekki eins og til dæmis hvernig sveppurinn myndar gró sín (gróberar/grómyndandi frumur) er talað um ógreindan svepp. Ógreindir sveppir eru aðgreindir hver frá öðrum með einhverju sem einkennir þá.

Samantekt:

Sveppir sem geta myndað sveppaeiturefni eru flestir í þeim hópi innanhússveppa sem hvað verstir eru í sambúð innanhúss. Þannig eru kúlustrýnebbja, *Chaetomium globosum*, sem oftast tengist spónaplötum og litafrugga, *Aspergillus versicolor*, sem oftast tengist rökum línóleum gólfduki og lími. Þar sem eitthvað af þeim vex upp er full ástæða til þess að bregðast við og hreinsa burtu mengað efni og betra að gera það riflega til að ná allri mengun af völdum sveppakyns agna.

Í þessum sýnum fannst óvenjulega fjölbreytt úrval af fruggutegundum, fimm tegundir sem voru greindar auk þeirrar sjöttu sem var gul í sýni B10. Það er einungis ein þeirra, *Aspergillus calidoustus*, sem ekki er með skráð sveppaeiturefni í yfirliti Samson o.fl. (2019). Ég reikna fastlega með því að sú gula ógreinda sé ein úr hópi þeirra sem framleiða hættuleg sveppaeiturefni. Af þeim sýnum sem rannsökuð voru þá eru þau sem sleppa við versta flokkinn þessi: S3, C28, E3. Í öllum hinum uxu upp ein eða fleiri tegund sem ætla má að gæti framleitt sveppaeiturefni (e. mycotoxins).

Mikið af *Penicillium* myglum á skál getur þýtt að skálin hafi hitt á vöxt sveppsins eða stað þar sem sveppurinn óx í grennd og hefur dreift góðum skammti af gróum sínum á sama blettinn. Fúkar mynda ókjör af gróum og full ætisskál af myglum þarf ekki endilega að þýða að það sé mikið af sveppnum þótt það geti svo sem líka verið. Ef myglur sem vaxa upp eru fjölbreyttar og fáar af hverri gerð gæti það bent til þess að gróin sem spíruðu og uxu upp sem myglur á ætinu hafi borist inn í bygginguna með útilofti eða með fólki t.d. agnir af jarðvegi eða gróðri sem innihalda gró myglusveppa en ekki myndast í byggingunni.

Það er eðlilegt að eitthvað af myglum *Cladosporium* tegunda og fúka, *Penicillium* tegunda, vaxi upp í sýnum teknum á æti innanhúss þar sem gró þeirra eru oftast til staðar í útilofti þótt þessar tegundir geti reyndar líka vaxið upp innanhúss og gróin séu þar til orðin. Hins vegar skal hafa í huga að ekki vaxa nærri allir sveppir á svona einangrunaræti þótt gró þeirra séu til staðar. Og að dauðt sveppakyns efni sem gæti haft slæm áhrif á fólk innanhúss myndi ekki vaxa upp á æti. Þannig gæti farið fyrir myglu neðan á gólfduki, ef dúkurinn hefur myglað en síðan þornað og myglan drepist. Agnir úr dauðum myglusveppum sem molna smám saman niður geta mengað inniloft.

Almennt séð telst vöxtur myglusveppa innanhúss vera heilsuspillandi eins og staðfest er í leiðbeinandi reglum Alþjóðaheilbrigðismálastofnunarinnar (WHO) um inniloft í sambandi við raka og myglu. Koma skal í veg fyrir að vatn leki inn í hús eða þéttist úr inniloftinu og skapi vaxtarskilyrði fyrir myglusveppi. Það eru börn, sjúklingar og gamalt fólk sem er næmast fyrir áhrifum myglusveppa. Áhrif myglusveppa á fólk eru mjög misjöfn og einstaklingsbundin en algengust eru ofnæmisviðbrögð sem tengjast öndunarfærum. Á vef Umhverfisstofnunar má finna leiðbeiningar frá Alþjóðaheilbrigðismálastofnuninni um myglu og raka innanhúss sem og leiðbeiningar fyrir íslenskan almenning (Umhverfisstofnun 2015). Mjög margir myglusveppir geta valdið ofnæmi og astma þegar þeir vaxa innanhúss. Í Fungal glossary á vefnum er farið yfir þær ættkvíslir sveppa með tegundir sem geta valdið



ofnæmi og astma. Í Samson o.fl. (2019) eru upplýsingar um ýmsa þá sveppi sem vaxa innanhúss, þar á meðal upplýsingar um helstu efnasambönd og sveppaeiturefni sem þeir geta framleitt.

Upplýsingar um nokkra þá sveppi eða sveppahópa sem uxu á ætisskálunum.

Í *Aspergillus* ættkvíslinni voru 266 tegundir (Kirk o.fl. 2008) sem vaxa ýmist með eða án kynstigs síns en þau tilheyrðu ættkvíslunum *Eurotium*, *Neosartorya*, eða *Emericella* sem nú hafa allar skipt yfir í *Aspergillus* nöfn og því heldur fjölgað í ættkvíslinni í meira en 425 tegundir (Samson o.fl. 2019). Fruggur eru í samnefndri ætt, frugguætt, Aspergillaceae. Þetta eru tiltölulega hitakærir sveppir og eru sumar tegundir aðlagðar þurrki og þeir mynda mikið af smáum gróum sem henta vel til dreifingar með loftstraumum. Abbott (2004) segir *Aspergillus* tegundir vaxa innanhúss þegar skilyrði séu á annað borð fyrir vexti sveppa þar. Þar sem margar tegundir séu aðlagðar þurrki eða þoli þurrk um tíma geta *Aspergillus* tegundir vaxið þar sem fæstir aðrir sveppir ná fótfestu. Þar sem gró þeirra verða auðveldlega loftborin og það oft í miklu magni þá eru *Aspergillus* tegundir varasamar og geta mengað inniloft og valdið veikindum hjá því fólki sem andar að sér grómenguðu lofti. Margar tegundir geta framleitt sveppaeiturefni en yfirlit um þau, byggingu og virkni má sjá á *Aspergillus* heimasíðu undir liðnum mycotoxins. Sumar *Aspergillus* tegundir framleiða aflatoxín sem eru best þekktu sveppaeiturefnin en þau eru meðal eitruðustu efna sem til eru og þar að auki ákaflega krabbameinsvaldandi. *Aspergillus* tegundir valda ofnæmi og astma en lítil gróin berast auðveldlega niður í lungu (Fungal glossary, *Aspergillus* heimasíða - mycotoxins).

Aspergillus calidoustus er frugga sem Samson o.fl. (2019) segja algenga í innilofti. Greining fruggunnar í sýni B8 er ekki örugg en fremur ljós stilkur gróbera, tiltölulega smár belgur á enda hans, tindar og pyttur og nokkuð áberandi stórvörtótt fremur ljósbrún gró passa bærilega við lýsingu tegundarinnar. Tegundin er hitapolin og þolir súrt umhverfi nokkuð vel og hefur enn fremur verið einangruð úr fólki (Samson o.fl. 2019). Hefur ekki verið skráð hérlendis fyrr.

Aspergillus nidulans gekk áður undir nafni kynstigs síns *Emericella nidulans*. Gróberar, brúnir með sléttum stilk og brúnum, hrjúfum, hnöttóttum gróum en gular, hnöttóttar askhirslur sveppsins þegar hann æxlast kynjað og fjólublá askgró hans eru einkennandi. Þessi sveppur getur myndað sveppaeiturefnið sterigmatocystin (Samson o.fl. 2019) en auk þess getur hann myndað mörg önnur efni. Sveppurinn hefur fundist a.m.k. fjórum sinnum hérlendis einu sinni ræktaður úr heyi, úr fólki á Landspítalanum og tvisvar fundist í gólfefnum úr röku húsnæði (Helgi Hallgrímsson & Guðríður Gyða Eyjólfsdóttir handrit). Þetta er frekar hitakær tegund og finnst um allan heim þótt hennar verði sjaldan vart hérlendis.

Svartfrugga, *Aspergillus niger*, er saltþolin, þolir lágt sýrustig, þarf lítið vatn og vex þokkalega í hita og er hún notuð í efnaiðnaði við að framleiða sýru (t.d. sítrónusýru og oxalsýru) og ensím (t.d. amylasa, lípasa og pektínasa), í líftækni, matvælaíðnaði og til þess að brjóta niður úrgang (Samson o.fl. 2019). Sveppurinn er algægur um allan heim og getur eyðilaggt vínber og lauk og fleiri ávexti sem og grænmeti. Í innilofti og í mold í blómapottum. Framleiðir sveppaeiturefnin fumonisins B₂ og B₄ og lítill hluti tegundarinnar (6-10% stofna) getur framleitt ochratoxin A auk þó nokkurra afleiddra efna (Samson o.fl. 2019).

Litafrugga, *Aspergillus versicolor*, framleiðir sveppaeiturefnið sterigmatocystin, oftast í miklu magni ásamt nokkrum efnum sem verða til við framleiðslu þess (Samson o.fl. 2019, Nielsen & Frisvad 2011). Sveppaeiturefnið sterigmatocystin er krabbameinsvaldandi (e. carcinogenic). Á lista yfir þau efni (afleidd efni, e. secondary metabolites) sem litafrugga framleiðir eru 26 efni (*Aspergillus* heimasíða 2014). Þótt *Aspergillus* tegundir séu flestar fremur hitakærar þá er litafrugga það ekki og getur vaxið við 5°C (Nielsen & Frisvad 2011) auk þess að þola lágt sýrustig og vera saltþolin (Samson o.fl. 2019). Litafrugga í víðri merkingu (sensu lato) eins og sveppurinn var skilgreindur fram til 2013 en þá voru aðferðir sameindaerfðafræðinnar notaðar og nokkrar nýjar náskyldar fruggutegundir sniðnar úr þessu safni stofna gömlu tegundarinnar. Hér er litafrugga notuð í víðri merkingu þar sem megnið af nýju tegundunum framleiða sveppaeiturefnið sterigmatocystin.

Hönnufruggu, *Aspergillus westerdijkiae* einkenna gulir og fremur stæðilegir gróhausar á vörtóttum stilk. Þetta er einn þeirra sveppa sem geta myndað sveppaeiturefnin ochratoxins, en einnig avrainvillamið, penicillic-sýru, stephacidin B, xanthomegin, viomellein og vioxanthin. (Samson o.fl. 2019). Hönnufrugga er saltþolin en vex ekki á æti við 37°C en vex vel við 25°C. Vex á kaffibaunum, í kryddi og stöku sinnum í kornvöru. Sveppurinn dregur nafn sitt af fyrsta kvenkyns prófessornum við hollenskan háskóla, Johanna Westerdijk plöntusjúkdómafræðingi við háskólann í Utrecht og þótti rétt að íslenskt nafn sveppsins minnti á Jóhönnu þessa. Hönnufrugga hefur til þessa fundist stöku sinnum í sýnum úr byggingum sem tekin voru á ætisskálur.

Kúlustrýnebbi, *Chaetomium globosum*, er asksveppur sem getur myndað sveppaeiturefni (e. mycotoxins) og vex stundum innanhúss t.d. á spónaplötum sem hafa blotnað en líka á öðrum efnum sem innihalda beðmi (sellulósa). Töluverður breytileiki er milli einstaklinga og ætla má að aðstæður á hverjum vaxtarstað ráði töluverðu um það hvort og þá hvaða efni sveppurinn myndar. Kúlustrýnebbi myndar chaetomins og eru þar helst efni



chaetoglobosins (helstu sveppaeiturefnin úr þeim efnahópi eru chaetoglobosin A og C) sem eru frumueitur (cytotoxic), en þau koma í veg fyrir frymisskiptingu og flutning glúkósa í vefjum (Nielsen & Frisvad 2011). Þá getur sveppurinn myndað chaetoviridins A, B og C ásamt ýmsum efnum sem tengjast framleiðslu og niðurbroti chaetoglobosin efnanna. Nielsen & Frisvad (2011) benda á að þar sem gró kúlustrýnebbu eru geymd í askhirsllum og verða ekki loftborin fyrr en þau eru orðin gömul og þurr þá séu það fyrst og fremst þær smáu agnir sem losna frá sveppnum, sveppabrotin, sem séu til vandræða innanhúss.

Cladosporium tegundir eru mjög algengar í sýnum úr húsum þar sem myglusveppir vaxa og voru fjórar tegundir algengastar innanhúss. Þegar þessir sveppir voru svo rannsakaðir með aðferðum sameindaerfðafræðinnar kom í ljós að þrjár þessara tegunda voru í raun tegundahópar (Samson o.fl. 2019) og eru þeir sveppir algengir þar sem raki þéttist á máluðum flötum þar sem kuldabryr eru til staðar. Þeir eru oftast þeir sveppir sem fyrstir vaxa upp á rökum þakviði húsa. Þessir sveppir vaxa í náttúrunni á rotnandi plöntuleifum og eru mjög algengir á sinu og rotnandi laufi og þar með eru gró *Cladosporium* tegunda yfirleitt alltaf til staðar í loftinu og spíra og vaxa upp í svartar myglur þar sem raki er til staðar innanhúss. Þær tegundir sem oftast vaxa innanhúss er flestar fremur fíngerðar og með lítil og næstum sléttveggja gró meðan margar þeirra sem berast inn í byggingar með útilofti mynda nokkuð stór og digur gró sem oftast en ekki eru áberandi vörtótt. *Cladosporium* tegundir geta valdið ofnæmi og astma (Fungal Glossary). Þessir sveppir þola þurrk nokkuð vel og þegar mygla sem þraukað hefur í þurki um tíma fær skyndilega vatn þá hefst vöxtur sveppsins mjög hratt. Nielsen & Frisvad (2011) fara yfir það hvað helstu hópar innanhúss sveppa mynda af sveppaeiturefnum (e. mycotoxins) og þar segir að ekki séu þekkt nein sveppaeiturefni sem mynduð séu af *Cladosporium* tegundum. En þótt *Cladosporium* tegundir séu ekki meðal varasömustu innanhúss sveppa þá hafa einstaklingar sem búið hafa við aðstæður þar sem mikill vöxtur var í íbúðarhúsnæði fengið útbrot á húð sem urðu að sárum sem ekki gréru.

Didymella tegundir sem áður tilheyrðu ættkvíslinni **Phoma** vaxa nokkuð oft upp á ætisskálum sem teknar eru innanhúss. Þetta eru holsveppir sem framleiða gró sín innan í dökkri gróhirslu með stuttum stút eða opi þar sem grómassinn sullast út og situr sem drapplitur og slímkenndur dropi en nafn **Didymella macrostoma** er dregið af því hversu stórt þetta op er. Samson o.fl. (2019) skrá engin sveppaeiturefni á þær tvær tegundir sem algengast er að finnast innanhúss en **Didymella glomerata** getur valdið sveppasýkingum í fólki (e. can be pathogenic to humans) auk þess að valda plöntusjúkdómum og fúa í viði. Nokkuð algengt er að finna *Didymella* tegundir í mygluðum gluggum innan um aðra sveppi og í sýni úr loftaplötu úr íbúðarhúsi þar sem skilin milli platna höfðu orðið svört óx ógreind *Didymella* tegund í gegnum plötuna og dökkan gróhirslur gerðu skilin milli platna svört.

Sigðmyglur, Fusarium tegundir vaxa margar í jarðvegi og á rótum plantna og valda sumar þeirra plöntusjúkdómum. Þessir sveppir eru erfiðir í greiningu og þarf nákvæma ræktun til þess að geta greint tegundahópa. Margir þessara sveppa geta framleitt sveppaeiturefni og því varasamir innanhúss. Þeir hafa hins vegar sjaldan fundist í sýnum úr íslenskum byggingum.

Mokkur, Mucor tegundir vaxa oft á skemmdum matvælum, t.d. á ávöxtum, en einnig á taði af ýmsu tagi og jarðvegi. Algengast mokkan innanhúss er totumokka, *Mucor plumbeus*, sem er með totur á miðsúlu gróhirslunnar en *Mucor circinelloides* er önnur mokka sem stundum vex innanhúss. Þessi mokka var frábrugðin og aðeins greind til ættkvíslarinnar. Mokkan í **sýni S1** myndaði mikið af vargróum (þykkveggja gró í sveppþráðum, e. chlamydospores) miðsúla nokkuð hnöttótt og 20-30 x 18-30 µm að stærð og gróin eggлага til sporbaugótt 6-8 x 3,5-6 µm.

Paecilomyces variotii er (sem áður hét einnig *Byssoschlamys spectabilis*) og er fremur hitakær og jafnframt hitaþolin tegund (getur vaxið við allt að 50°C) sem vex í jarðvegi, skemmdum matvörum af ýmsu tagi sem og ýmsu stundum nokkuð óvenjulegu efni eins og á fingraförum á linsum í myndavélum, á vindlum og bleki (Domsch o.fl. 1993; Samson o.fl. 2019). Eins getur tegundin valdið fúa í timbri og framleiðir efni sem hindra vöxt annarra örvera (antibiotic). Hún finnst stöku sinnum í mönnum og öðrum dýrum (Domsch o.fl. 1993), hefur verið einangruð úr nöglum manna hérlendis (Helgi Hallgrímsson og Guðríður Gyða Eyjólfsdóttir 2004) og ræktaðist úr loftskýnum úr húsum í Eyjafirði sem orðið höfðu fyrir vatnstjóni. Tegundin var önnur tveggja hitakærra tegunda sem uxu um allt á veggjum gamals húss á Stokkseyri sem varð fyrir heitavatnstjóni í ársbyrjun 2011. Fóður mengað sveppnum hefur valdið eitrunum hjá skepnum (Domsch o.fl. 1993). Samson o.fl. (2019), sem fjalla um um sveppi í matvælum, matvælaframleiðslu og þá sem berast með lofti, segja hana þola ýmis rotvarnarefni sem algeng eru í unninni matvöru og telja viriditoxin það sveppaeiturefni sem *P. variotii* framleiði og tegundin er ein þeirra sveppa sem einkenna hús þar sem raki er viðvarandi. Þessi sveppur getur vaxið í fólki (e. causative agent of mycosis) (Samson o.fl. 2019).

Í **Penicillium ættkvíslinni** voru árið 2008 um 304 tegundir. *Penicillium* var ættkvísl vankynssveppa en kynjuð stig tilheyrðu ættkvíslum *Eupenicillium* og *Talaromyces* af frugguætt, Aspergillaceae (Kirk o.fl. 2008). Nú hefur hópur *Penicillium* tegunda með einni röð tinda og fremur löngum og grönnum pyttlum sem á þeim sitja, verið skipað í ættkvíslina *Talaromyces* með þeim kynjuðu stigum sem þar voru fyrir en þær tegundir sem tilheyrðu *Eupenicillium* ættkvíslinni fluttar í *Penicillium* ættkvíslina. Þessir sveppir framleiða mikið magn smárra gróa sem



ætluð eru til dreifingar með loftstraumum. Ýmislegt bendir til þess að það að anda að sér *Penicillium* gróum sem í eru sveppaæiturefni eigi þátt í að valda heymæði (Organic dust toxic syndrome) og því sem líklega er hægt að kalla á íslensku húsasótt af völdum sveppa (Non-infectious fungal indoor environmental syndrome). *Penicillium* tegundir valda ofnæmi og ofnæmislungnabólgu (hypersensitivity pneumonitis) og ofnæmisastma (Fungal Glossary). *Penicillium* tegundir vaxa víða innanhúss t.d. á viði, gólfteppum, á málningu á veggjum og á veggfóðri og í rannsókn Hyvärinen o.fl. (2002) á fungu sýnishorna af byggingarefnum úr rökum húsum í Finnlandi reyndust tegundir *Penicillium* ættkvíslarinnar vaxa upp af 33 % sýna af málningu og lími og allt upp í 63 % sýna af pappír. Í sýnum úr dönskum húsum sem orðið höfðu fyrir vatnsskemmdum voru *Penicillium* tegundir sá hópur sveppa sem oftast kom fyrir (Gravesen o.fl. 1999).

Phialemonium inflatum er ákaflega fínleg, hvít mygla sem framleiðir smá gró sem mjókka til beggja enda og eru með stuttan anga út úr bæði fram- og afturenda. Á þessum öngum tengjast gróin í keðju þegar þau myndast. Pyttlur digrar neðst oftast stakar. Sveppurinn er það fínlegur að hann sést sjaldnast fyrir en hann er skoðaður í smásjá þegar þessi sérstöku gró koma í ljós. Innanhúss vex hann oftast í mjög illa fönnum spónaplötum en er jarðvegssveppur. Var lengi vel í ættkvíslinni *Paecilomyces*, þá í *Taifanglia* en endaði árið 2013 í *Phialemonium* (Samson 1974, Liang o.fl. 2009, Perdomo o.fl. 2013). Held samt að þetta sé í fyrsta sinn sem hann finnst á sýnum teknum innanhúss á æti sem rannsökuð hafa verið á Náttúrufræðistofnun.

Syncephalastrum racemosum er oksveppur sem getur vaxið á þurrari stöðum en ýmsir aðrir oksveppir og getur því vaxið í kornvöru í geymslu, en vex einnig í jarðvegi, í taði og innanhúss. Hérlendis hefur hann fundist einu sinni í steinsteypu innanhúss en einnig á fuglaskít, jarðvegi, mannseyra og sjúkrahúsi (Helgi Hallgrímsson & Guðríður Gyða Eyjólfsdóttir í handriti). Sveppurinn vex við 17-40°C (Samson o.fl. 2019).

Gersveppir. Frekar litlar upplýsingar er að hafa um gersveppi innanhúss en ýmsir gersveppir vaxa upp þegar gró eru síuð úr lofti og safnað á ætisskálar meðan aðra er helst að finna í vatnstönkum og rakatækjum (Smith o.fl. 2004, Hicks o.fl. 2005). Hyvärinen o.fl. (2002) sem báru saman fungu mismunandi byggingarefna úr rökum byggingum í Finnlandi ræktuðu einhverja gersveppi úr 42,7% viðarsýna sem var hæsta hlutfallið en þar á eftir voru pappírssýni þar sem gersveppir ræktuðust úr 34,7% sýnanna og og úr 34,1% steinullarsýna. Í Fungal Glossary, lista þar sem taldir eru upp helstu innanhússveppir og möguleg áhrif þeirra á fólk, segir að sumir gersveppir geti verið ofnæmisvaldandi einkum þegar um er að ræða einstaklinga sem þegar séu næmir fyrir áhrifum þeirra.

Heimildir

- Abbott, S.P. 2004. Molds and other fungi in indoor environments: Summary of biology, known health effects and references. Sótt 24.02.2016. <http://www.nlm.nih.gov/sites/default/files/PDFs/NLML-IndoorMolds.pdf>
- Aspergillus heimasíða <http://www.aspergillus.org.uk/> þátturinn Scientific information: liðir: Air quality og mycotoxins/metabolites. Heimsótt 20.10.2015.
<http://www.aspergillus.org.uk/metabolites>
<http://www.aspergillus.org.uk/content/air-quality-3>
- Fungal glossary (um áhrif einstakra ættkvísla eða tegunda myglusveppa á fólk innanhúss). Heimasíða Minnesota háskóla – Department of Environmental Health and Safety.
http://www-test.dehs.umn.edu/iaq_fib_fg_gloss.htm
- Gravesen, S., Nielsen, P.A., Iversen, R. & Nielsen, K.F. 1999. Microfungal contamination of damp buildings. - Examples of risk constructions and risk materials. *Environmental Health Perspectives* 107: 505-508.
- Helgi Hallgrímsson og Guðríður Gyða Eyjólfsdóttir (handrit). Íslenskt sveppatal. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar.
- Hicks, J.B., Lu, E.T., Guzman, R.De & Weingart, M. 2005. Fungal types and concentrations from settled dust in normal residences. – *Journal of Occupational and Environmental Hygiene* 2:481-492.
- Hyvärinen, A., Meklin, T., Vepsäläinen, A. & Nevalainen, A. 2002. Fungi and actinobacteria in moisture-damaged building materials – concentrations and diversity. *International Biodeterioration & Biodegradation* 49: 27-37.
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., Minter, D.W. & Stalpers, J.A. (ritstj.). 2008. *Ainsworth & Bisby's dictionary of the fungi*. 10. útg. CAB International. Wallingford. 771 bls.
- Liang, Z.Q., Han, Y.F., Chu, H.L. & Fox, R.T.V. 2009. Studies on the genus *Paecilomyces* in China V. gen. nov. for some monophialidic species. *Fungal Diversity* 34: 69-77.
- Nielsen, K.F. & Frisvad, J.C. 2011. Mycotoxins on building materials. Í: Adan, O.C.G. & Samson, R.A. (ritstj.). *Fundamentals of mold growth in indoor environments and strategies for healthy living*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen. bls. 245-275.



- Perdomo, H., García, D., Gené, J., Cano, J., Sutton, D.A., Summerbell, R. & Guarro, J. 2013. *Phialemoniopsis*, a new genus of Sordariomycetes, and new species of *Phialemonium* and *Lecythophora*. *Mycologia* 105 (2): 398-421.
- Samson, R.A. 1974. Paecilomyces and some allied Hyphomycetes. *Studies in Mycology* 6: 1-119.
- Samson, R.A. 2011. Ecology and general characteristics of indoor fungi. Í: Adan, O.C.G. & Samson, R.A. (ritstj.). *Fundamentals of mold growth in indoor environments and strategies for healthy living*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen. bls. 101-116.
- Samson, R.A., Houbraken, J., Thrane, U., Frisvad, J.C. & Andersen, B. 2019. *Food and indoor fungi*. 2nd ed. Westerdijk Fungal Biodiversity Institute, Utrecht. 481 bls.
- Smith, M.Th., Yarrow, D. & Robert, V. 2004. *Yeasts*. Í: Samson, R.A., Hoekstra, E.S. & Frisvad, J.C. (ritstj.). *Introduction to food- and airborne fungi*. 7. ed. Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht. bls. 270-282.
- Umhverfisstofnun. Loftgæði innandyra. Leiðbeiningar frá Alþjóðaheilbrigðismálastofnuninni um myglu og raka innanhúss. <http://www.ust.is/einstaklingar/graenn-lifsstill/heimilid/raki-og-myglu/> og <http://www.ust.is/atvinnulif/hollustuhaettir/husnaedi/> og http://www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0017/43325/E92645.pdf (Leiðbeiningar WHO)
- Umhverfisstofnun 2015. Inniloft, raki og mygla í híbýlum. Leiðbeiningar fyrir almenning. 33 bls. http://www.ust.is/library/Skrar/utgefid-efni/Annad/Inniloft,%20raki%20og%20mygla_2015%20KH.pdf

Akureyri 10. mars 2021

Guðríður Gyða Eyjólfsdóttir



NÁTTÚRUFRAEÐISTOFNUN ÍSLANDS

