

Rannsókn á myglusveppum í 22 sýnum úr Flataskóla (verknúmer: 3.316.312).

Málsnúmer: 202201-0002

Aníta Ósk Áskelsdóttir


Náttúrufræðistofnun Íslands, Borgum við Norðurslóð, 600 Akureyri


Greinargerð til Mannvits hf.

Þann 11. október 2022 bárust Náttúrufræðistofnun Íslands 3 efnissýni og 19 ryksýni frá Sigurjóni Árnasyni hjá Mannviti hf. Sýnin voru tekin í Flataskóla vegna gruns um myglu. Efnissýnin voru skoðuð í víðsjá og valdir staðir teknir til smásjárskoðunar. Ryksýnin voru skoðuð í smásjá þar sem leitað var að gróum sveppa og öðru sveppatengdu efni. Sýnin rannsakaði Aníta Ósk Áskelsdóttir, líffræðingur.

Niðurstöður efnissýna:

| | | |
|--|--|--|
| <p>Sýni 1. M-gangur. Inngangur í frístund, gólfdukur.</p> <p>Lýsing: Í sýninu var kjarni úr gólfduk (2 cm í þvermál, 0,2 cm þykkur) og nokkur brot af ílög (það stærsta 1,5 x 1 x 0,2 cm).</p> | <p>Á neðra borði dúksins fannst vöxtur <i>Aspergillus</i> tegundar í miklu magni. Engin merki um sveppavöxt sáust í ílög.</p> <p>- Sýnið reyndist myglað</p> | |
| <p>Sýni 2. Eldhús frístund. Gólfdukur við uppþvottavél.</p> <p>Lýsing: Í sýninu var bútur af gólfduk, (2 x 1,8 x 0,2 cm).</p> | <p>Á neðra borði dúksins fannst fjölbreyttur sveppavöxtur. Þar var vöxtur krókstrýnebbu, <i>Chaetomium piluliferum</i>, vöxtur <i>Microascus</i> tegundar og vöxtur <i>Scopulariopsis</i> tegundar. Einnig fannst ljós vöxtur sem líktist einna helst vexti <i>Acremonium</i> tegundar.</p> <p>- Sýnið reyndist mikið myglað</p> | |
| <p>Sýni 3. Gangur milli Tónlistarstofu VI 16 og Salar, gólfdukur.</p> <p>Lýsing: Í sýninu var kjarni úr gólfduk (2 cm í þvermál, 0,2 cm þykkur) og brot af ílög (1,7 x 1,5 x 0,3 cm).</p> | <p>Á neðra borði dúksins fannst fjölbreyttur sveppavöxtur. Þar var vöxtur krókstrýnebbu, <i>Chaetomium piluliferum</i>, og vöxtur kúlustrýnebbu, <i>Chaetomium globosum</i>. Einnig fannst vöxtur <i>Microascus</i> tegundar, vöxtur tveggja <i>Scopulariopsis</i> tegunda og vöxtur <i>Aspergillus</i> tegundar.</p> <p>Vöxtur <i>Scopulariopsis</i> tegundar fannst einnig niður í gegnum ílagar-brotið.</p> <p>- Sýnið reyndist mikið myglað</p> | |

 Grænn litur: Engin merki um myglu.

 Gulur litur: Lítillega myglað eða mengað sýni.

 Rauður litur: Myglað sýni.



Niðurstöður ryksýna:

| | | |
|--|---|--|
| <p>Ryksýni 3090: Stofa 201. Ofan af loftljósi. Lýsing: Límborði (60 x 32 mm).</p> | <p>Í sýninu fannst <i>Chaetomium</i> gró og brotin askhirsla.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ástæða er til að kanna rýmið nánar | |
| <p>Ryksýni 3091: Stofa 209. Ofan af loftljósi. Lýsing: Límborði (60 x 32 mm).</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Innan eðlilegra marka | |
| <p>Ryksýni 3092: Stofa 201. Ofan af skjávarpa. Lýsing: Límborði (60 x 32 mm).</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Innan eðlilegra marka | |
| <p>Ryksýni 3093: Stofa N 216. Ofan af loftljósi. Lýsing: Límborði (60 x 32 mm).</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Innan eðlilegra marka | |
| <p>Ryksýni 3094: Stofa N217. Ofan af loftljósi. Lýsing: Límborði (60 x 32 mm).</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Innan eðlilegra marka | |
| <p>Ryksýni 3095: Stofa A 202. Ofan af skjávarpa. Lýsing: Límborði (60 x 32 mm).</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Innan eðlilegra marka | |
| <p>Ryksýni 3096: Stofa A 202. Ofan af mottu. Lýsing: Límborði (60 x 32 mm).</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Innan eðlilegra marka | |
| <p>Ryksýni 3097: Stofa A 208. Ofan af skjávarpa. Lýsing: Límborði (60 x 32 mm).</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Innan eðlilegra marka | |
| <p>Ryksýni 3098: Stofa M 212. Ofan af skjávarpa. Lýsing: Límborði (60 x 32 mm).</p> | <p>Í sýninu fundust nokkur gró <i>Chaetomium</i> tegundar.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Full ástæða er til að kanna rýmið nánar | |
| <p>Ryksýni 3099: Stofa M 214. Ofan af millivegg. Lýsing: Límborði (60 x 32 mm).</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Innan eðlilegra marka | |



| | | |
|---|--|--|
| <p>Ryksýni 3100: Eldhús frístund. Ofan af hillu. Lýsing: Límborði (60 x 32 mm).</p> | <p>- Innan eðlilegra marka</p> | |
| <p>Ryksýni 3101: Leikskóli leikstofa. Ofan af loftaplötu. Lýsing: Límborði (60 x 32 mm).</p> | <p>- Innan eðlilegra marka</p> | |
| <p>Ryksýni 3102: Leikskóli leikstofa. Ofan af útljósi. Lýsing: Límborði (60 x 32 mm).</p> | <p>- Innan eðlilegra marka</p> | |
| <p>Ryksýni 3103: Skrifstofa MI10. Ofan af skjávarpa. Lýsing: Límborði (60 x 32 mm).</p> | <p>- Innan eðlilegra marka</p> | |
| <p>Ryksýni 3104: Stofa NI15. Ofan af skjávarpa. Lýsing: Límborði (60 x 32 mm).</p> | <p>- Innan eðlilegra marka</p> | |
| <p>Ryksýni 3105: Gangur við smíðastofu. Ofan úr glugga í millivegg. Lýsing: Límborði (60 x 32 mm).</p> | <p>Í sýninu fundust örfá gró Chaetomium tegundar og brúnn sveppþráður með sylgjum (svipað og fúasveppir gera).</p> <p>- Ástæða er til að kanna rýmið nánar</p> | |
| <p>Ryksýni 3106: Tónlistarskóli, ofan af töflu. Lýsing: Límborði (60 x 32 mm).</p> | <p>Í sýninu fundust nokkur gró <u>svartmyglu</u>, Stachybotrys chartarum, örfá gró Chaetomium tegundar og nokkur gró Scopulariopsis tegundar.</p> <p>- Full ástæða er til að kanna rýmið nánar</p> | |
| <p>Ryksýni 3107: Stofa VI05. Ofan af skjávarpa. Lýsing: Límborði (60 x 32 mm).</p> | <p>- Innan eðlilegra marka</p> | |
| <p>Ryksýni 3108: Stofa VI16. Tónlist. Ofan af skjávarpa. Lýsing: Límborði (60 x 32 mm).</p> | <p>- Innan eðlilegra marka</p> | |

Grænn litur: Ekki fundust gró eða svepphlutar tegunda sem algengt er að vaxi innanhúss á mygluðum byggingarefnum.

Appelsínugulur litur: Í sýninu fundust gró og/eða svepphlutar tegunda sem algengt er að vaxi innanhúss á mygluðum byggingarefnum.



Almennt séð telst vöxtur myglusveppa innanhúss vera heilsuspillandi eins og staðfest er í leiðbeinandi reglum Alþjóðaheilbrigðismálastofnunarinnar (WHO) um innloft í sambandi við raka og myglu. Koma skal í veg fyrir að vatn leki inn í hús eða þéttist úr innloftinu 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 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. Í Rb-blaðinu „Myglusveppir í híbýlum – vaxtarferill og áhrif á gæði innilofts“ (Kristmann Magnússon o.fl. 2021) eru ýmsar gagnlegar upplýsingar, meðal annars hvaða sveppir vaxa á mismunandi byggingarefnum.

Almennt um niðurstöður ryksýna:

Í ryksýnum eru oftast sveppagró og aðrir svepphlutar enda eru sveppagró venjulega til staðar í útilofti nema helst að vetri til þegar snjór er yfir öllu. Þar sem útiloft berst inn í hús má búast við að gró, frjókorn og sveppabrot ættuð úr útilofti safnist upp með öðrum ögnum í ryki. Aðeins lítill hluti þeirra gróa sem er að finna í útilofti getur vaxið upp innanhúss og þá aðeins ef hæfilegur raki sem hentar til spírunar og vaxtar er til staðar. Það er því mögulegt að nota fjölda og gerð gróa í ryksýnum til að meta það hvort líklegt sé að rakaskemmdir og mygla séu til staðar í byggingum. Það er samt alltaf mat og kallar á að staðir sem líklegast er að hafi myglað séu skoðaðir nánar. Þegar gró sveppategunda sem algengt er að vaxi í rakaskemmdum byggingum finnast í ryki má reikna með að þeir sveppir vaxi í byggingunni nálægt sýnatökustaðnum. Þegar öll gró í ryksýni eru þangað komin með útilofti má ætla að byggingin sé laus við rakaskemmdir og myglu en strax og meira en 1-2 gró af tegundum innanhússveppa bætast í þá blöndu þá aukast líkur á rakaskemmdum í húsnæðinu mikið og því full ástæða til að rannsaka það nánar.

Sumar tegundir sveppa dreifa gróum sínum með loftstraumum og því má búast við að meira sé af þeim í ryksýnum. Aðrar sveppategundir mynda gró sem eru gerð til þess að berast áfram með því að fljóta með vatni eða klínast á smádýr (t.d. mítla og mordýr). Slík sveppagró koma ekki alltaf fram í ryksýnum og vegna þess er ekki hægt að útiloka að sveppvöxtur sé til staðar í byggingunni þó svo að ekki finnast gró sveppa sem algengt er að finna í mygluðum byggingarefnum.

Ef rakaskemmdir verða í húsnæði er alltaf betra að taka sýni af byggingarefninu sem varð fyrir rakaskemmdinni og ná þar með sveppunum ásamt vaxtarstaðnum til skoðunar. Sumar sveppategundir geta framleitt sveppaeiturefni sem berast út í loftið t.d. með ögnum sem losna úr líkama sveppsins (sveppabrot, e. fungal fragments), án þess að gró þeirra verði loftborin og geta efni sem berast upp í loftið með þessum örsmáu ögnum valdið einstaklingum sem búa eða starfa innilokaðir í slíku rými heilsutjóni. Þessar agnir falla svo úr loftinu og safnast upp ásamt öðrum ögnum í ryki. Þær eru það litlar og óreglulegar að sérstakar aðferðir þarf til að safna þeim og dugar smásjárskoðun eins og hér er notuð ekki til að greina þær.

Það er því þegar eitthvað af gróum sveppa, sem gjarnan vaxa innanhúss ef raki er til staðar og dreifa gróum sínum með loftstraumum, eða jafnvel 1 eða fleiri gró þeirra tegunda sem nýta aðrar dreifingarleiðir en loftstrauma sjást í ryksýnum að ætla má að myglusveppir vaxi einhvers staðar í byggingunni.



Upplýsingar um helstu hópa sveppa sem fundust.

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 sveppaeiturefni 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 (*Aspergillus* heimasíða - mycotoxins).

***Chaetomium* ættkvíslin, strýnebbur**, eru asksveppir sem þekktir eru fyrir að brjóta niður beðmi og fyrir að mynda ýmis efnasambönd sem geta haft mikil áhrif á aðrar lífverur. Kirk o.fl. 2008 töldu 95 tegundir í ættkvíslinni, sveppi sem vaxa á taði, hálm, rökum pappír og vefnaðarvöru úr náttúrulegum efnum t.d. baðmull. Í ættkvíslinni eru nokkrar tegundir sem oft vaxa innanhúss þar sem raki er til staðar. Í ættkvíslinni eru tegundir sem þola hita og tegundir sem mynda sveppaeiturefni (e. mycotoxins) og létt efni sem gufa auðveldlega upp. Askhirsstur eru dökkar, næstum hnöttóttar með festihár sem ganga niður úr belgnum og áberandi hábrúsk á efri hluta hirsllunnar, allt í kringum opið sem dökk og oftast flat-sítrónulaga askgróin sprautast út um sem dökkur ströngull úr samliðnum gróum. Þessi háir eru frá því að vera eilítið snúin með mjúkum bylgjum yfir í þéttan gormvafning og allt þar á milli meðan önnur eru sveigið upp á við og enda í snyrtilegum krók allt eftir tegundum og er gerð hára eitt af því sem nota má til að greina tegundir hverja frá annarri. Að auki eru nokkrar tegundir með kvíslgreind háir.

Kúlustrýnebba, *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. Kúlustrýnebba myndar chaetomins og eru þar helst efnin chaetoglobosins (helstu sveppaeiturefni 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 askhirsstum 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. Sveppurinn þarf bleytu til þess að vaxa og mynda askhirsstur en fullþroska askgró þola þurrk nokkuð vel sem og útfjólubláa geislun (Samson o.fl. 2019).

Krókstrýnebba, *Chaetomium piluliferum*, þekkt á krók á bláenda hára askhirsllunnar ásamt því að vera eins og nokkuð snyrtilegur flóki af svörtum, svólítið bognum hárum og askgróum sem mjókka til endanna. Þessi tegund sést af og til á sýnum teknum innanhúss en er ekki ein þeirra sem myndar sveppaeiturefni. Vankynsstig hennar, sem áður hét *Botryotrichum piluliferum*, sést stundum, t.d. í ræktum á æti, og er þá grátt á litinn með brún háir sem líkjast nokkuð hárum askhirslna og næst yfirborði vaxa upp stór og þykkveggja, ljós, hnöttótt gró á stuttum hliðargreinum út úr ljósum, grönnum sveppþráðum.

Scopulariopsis tegundir eru vankynsstig smáeskinga, asksveppa af ættkvíslinni *Microascus*, og vaxa oft innanhúss þar sem raki er til staðar og brjóta niður beðmi (t.d. pappír). Þessir sveppir mynda ekki sveppaeiturefni svo vitað sé en eins og margir smásveppir þá geta þeir valdið ofnæmi

Svartmygla, *Stachybotrys chartarum*, sem svo er nefnd sökum þess hversu biksvört myglan verður þegar gróin hafa myndast, en svartmygla getur myndað fjölbreytt sveppaeiturefni einkum af efnahópnum trichothecenes en þau efni geta drepið frumur en eitrun af völdum sveppsins kallast stachybotryotoxicosis. Mest framleiðir hann af satratóxinum t.d. satratóxin H. Ekki eru samt allir stofnar svartmyglu jafn hættulegir þar sem 60 % stofnanna mynda ekki satratóxin H heldur mynda einfaldari og ekki eins eitruð trichothecenes sveppaeiturefni (trichodermol og trichodermin) og efnin atranones (Jarvis & Miller 2005). Hins vegar geta allir stofnar sveppsins myndað efni sem bæla ónæmiskerfið og kallast á ensku spirocyclic drimanones. Sveppaeiturefni geta borist í fólk þegar það andar að sér lofti með gróum og eða sveppabrotum eða er í snertingu við myglu innanhúss. Náð sambýli við myglusveppi og það vistkerfi sem þróast í rökum húsum veldur fólki heilsutjóni en það er bara ekki vitað ennþá nákvæmlega hvernig það gerist (Jarvis & Miller 2005).



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.nlmilab.com/sites/default/files/PDFs/NLML-IndoorMolds.pdf>
- Aspergillus heimasíða <https://www.aspergillus.org.uk/> þátturinn Scientific information: liðir: Air quality og mycotoxins/metabolites. Heimsótt 30.08.2021.
<https://www.aspergillus.org.uk/metabolites-archive/>
<https://www.aspergillus.org.uk/air-quality/>
- Jarvis, B.B. & Miller, J.D. 2005. Mycotoxins as harmful indoor air contaminants. Applied Microbiology and Biotechnology 66: 367-372.
- 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.
- Kristmann Magnússon, Björn Hjartarson, Guðríður Gyða Eyjólfsdóttir & Kerstin Gillen 2021. Myglusveppir í híbýlum - vaxtarferill og áhrif á gæði innilofts. Rb-blað (10).001 Nýsköpunarmiðstöð Íslands, Reykjavík. 15 bls. https://www.hms.is/media/9730/rb_blad_myglusveppir_i_hibylum_juni2021.pdf
- 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.
- Samson, R.A., Houbaken, J., Thrane, U., Frisvad, J.C. & Andersen, B. 2019. Food and indoor fungi. 2nd ed. Westerdijk Fungal Biodiversity Institute, Utrecht. 481 bls.
- Umhverfisstofnun. Loftgæði innandyra. Leiðbeiningar frá Alþjóðaheilbrigðismálastofnuninni um myglu og raka innanhúss. <https://www.ust.is/graent-samfelag/hollustuhaettir/inniloft-raki-og-mygla/> og <https://ust.is/graent-samfelag/hollustuhaettir/raki-og-mygla/itarefni/> 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. https://ust.is/library/Skrar/utgefid-efni/Annad/Inniloft,%20raki%20og%20mygla_2015%20KH.pdf

Akureyri 14. nóvember 2022

Aníta Ósk Áskelsdóttir



NÁTTÚRUFRAEÐISTOFNUN ÍSLANDS

