



FUKT OCH MIKROORGANISMER I BYGGMILJÖ

Det är känt att fuktskador och mögeltillväxt i byggnader orsakar olika slags hälsobesvär för både människor och djur. Mögelsvampar kan bilda allergena sporer och hälsofarliga toxiner, som sprids via luft och vatten. Flyktiga kemiska nedbrytningsprodukter från byggnadsmaterial (VOC), mykotoxiner (metaboliter) och flyktiga organiska ämnen från mögelsvampar och andra mikroorganismer (MVOC) kan bidra till en försämrad luftkvalitet inomhus.

Detta har väckt diskussioner och orsakat konflikter bland utredare för byggmiljö om hur man ska bedöma och förebygga skador och hälsobesvär. För att förebygga mögelskador och hälsobesvär bör man titta närmare på den biologiska ekologin i byggmiljön och ta hänsyn till fuktpåverkan i byggnader.

Fem viktiga fysikaliska faktorer påverkar mikrobiologiska processer och tillväxt i byggmiljö. Dessa är:

Fukt: Krav på fuktighet varierar med svampens art och släkte. De flesta mögelsvampar tillväxer vid en relativ luftfuktighet över 80 %. En luftfuktighet över 90 % främjar tillväxt av hydrofila svampar och många jästsvampar. Xerofila (torkföredragande) mögel- och jästsvampar tillväxer vid en luftfuktighet kring 60-90 %.

Temperatur: Rumstemperaturer kring 20-25° C främjar tillväxt av mesofila svampar. Psykrofila och psykrotrofa svampar kan tillväxa relativt snabbt vid kylskåpstemperatur och termofila svampar trivs vid högre temperaturer, med ett optimum över 45° C.

Näringsämnen: Mögelsvampar är heterotrofer och använder organiska föreningar (även protein, stärkelse och cellulosa) som kol- och energikälla. De behöver alltså inte ha tillgång till ljus. Organiskt avfall, näringsämnen i damm och vatten kan främja tillväxt av mögelsvampar i fuktskadat bygg-material.

pH: Ett pH mellan 5 och 7 främjar tillväxt av de flesta mögelsvampar.

Syre: Svamparnas metabolism och nedbrytning av organiskt material stimuleras av god tillgång till syre.

Detta dokument är en sammanställning av mögelsvampar och bakterier som är vanliga i fuktskadat byggmaterial. Kontakta oss gärna om du vill veta mer.

Dokumentet är framtaget av PK Group AB. Vid återgivning av innehåll och dokument ska källa anges: PK Group AB, <http://www.pkgroup.se>, "Fukt och mikroorganismer i byggmiljö".

PK Group

Bergsgatan 130
Box 96, 851 02 Sundsvall
Tel: +46 (0)60-12 72 40
info@pkgroup.se
www.pkgroup.se



Konidiesvampar (Deuteromycota)

Acremonium

Acremonium växer globalt som nedbrytare i jord och organiskt material (löv och döda växter, dött virke). Arter har isolerats från grödor, livsmedel och från fuktiga, cellulosabaserade substrat, i ventilation och ventilationssystem och på fuktiga, kalla ytterväggar, som en indikation på kondensationsproblem. Svampen kan orsaka mycetom och opportunistiska infektioner hos människor med nedsatt immunförsvar.

Alternaria och Ulocladium

Alternaria och *Ulocladium* växer globalt och har isolerats från jord och växter, grödor, livsmedel, tapeter, fiberboard, textilier, mattor och andra, ofta fuktiga, substrat och ytor. *Ulocladium* kan tillväxa även på målade ytor och kan orsaka överkänslighetsreaktioner. En del arter är växtpatogena. *Alternaria* är en vanlig utomhusallergen under sensommaren och kan producera ett flertal myko-toxiner. Svampen förekommer som patogen på raps och är en av flera "sotdaggsvampar", som kan växa på spannmål, plantor, buskar och träd.

Alternaria, *Fusarium* och *Cladosporium* är vanliga mögel i fältflora.

Aspergillus

Släktet *Aspergillus* förekommer globalt och är vanligare än *Penicillium* i subtropiska och tropiska klimat. Svampen växer som nedbrytare i jord, kompost och organiskt material och kan finnas exempelvis i kryddor, nötter, ris, spannmål och torkade och lagrade produkter. Både *Aspergillus* och *Penicillium* producerar stora mängder konidier (mögelsporer), som lätt sprider sig i omgivningen när fukten i substratet torkat ut. Konidier och hyfer gror sedan och bildar ny påväxt där tillgång till fukt och näring är mer gynnsam.

Aspergillus har uppmärksammats för sin patogenitet och förmåga att producera toxiska metaboliter, till exempel ochratoxin och aflatoxin. Inom EU finns gränsvärden för mykotoxiner som bildas av olika arter av *Aspergillus*, *Penicillium* och *Fusarium* i livsmedel.

Aspergillus kan orsaka svampinfektionen aspergillos hos djur och människor med nedsatt immunförsvar. *Aspergillus ochraceus* kan invadera grödor och bildar ochratoxin A. Arten *Aspergillus fumigatus* kan bilda ett flertal toxiner och är det vanligaste möglet vid invasiva mykoser. Arten är också vanlig vid luftvägssjukdomar hos häst. Arten *Aspergillus versicolor* betraktas som en indikator för osunda hus, tillsammans med *Stachybotrys chartarum* och arter av *Eurotium* och *Streptomyces*, med flera. "Sjuka hus", eller osunda hus, kallas byggnader där de som vistas får vissa hälsobesvär, till exempel hudutslag, trötthet, huvudvärk eller irritation i ögon, näsa, hals.

PK Group

Bergsgatan 130
Box 96, 851 02 Sundsvall
Tel: +46 (0)60-12 72 40
info@pkgroup.se
www.pkgroup.se



Fusarium

Den hydrofila mögelsvampen *Fusarium* är vanligare i tropiska och subtropiska klimat. Svampens tillväxt påverkas av temperatur och tillgång till vatten och en ökad förekomst rapporteras i norra Europa, troligen till följd av de pågående klimatförändringarna.

Svampen växer som nedbrytare i jord och organiskt material och kan invadera grödor. Den kan bilda trichotecener och andra mykotoxiner, som kan ge upphov till allvarliga sjukdomstillstånd hos männi-skor och djur. Inomhus kan den förekomma i vattenskadade mattor och på fuktiga, cellulosabaserade ytor och substrat. Fynd av *Fusarium* indikerar betydande fuktskador i en byggnad.

Paecilomyces

Paecilomyces växer globalt som nedbrytare i jord, kompost och organiskt material och förekommer inomhus i luft och fuktiga, cellulosabaserade substrat. Arter har isolerats från till exempel sädesslag, fikon, bönor, matoljor, bacon, salami och nötter. Vissa arter producerar värmeresistenta klamydo-sporer (vilosporer). *Paecilomyces variotii* är termofil och kan växa mycket väl i temperaturer kring 50-60° C. Infektioner är mycket ovanliga, men svampen kan orsaka paecilomykos hos djur och människor.

Penicillium

Släktet *Penicillium* lever som nedbrytare av organiskt material och är, följt av släktet *Aspergillus*, den vanligaste mögelsvampen i vårt klimat. Arten *Penicillium chrysogenum* är vanlig i livsmedel och inomhus i damm, ventilation och ventilationsfilter, luft och fuktskadat byggmaterial.

Arter av *Penicillium* kan bilda mykotoxiner, eller sekundära metaboliter, som kan ge hälsoeffekter på människor och djur. *Penicillium expansum* producerar patulin, som kan förekomma i äppelprodukter, frukt, bär och grönsaker. Ochratoxin A-producerande *Penicillium verrucosum* förekommer i spannmål. Inandning av konidier (mögelsporer) och flyktiga ämnen kan orsaka hälsobesvär. Humana patogena arter är emellertid vanligare bland *Aspergillus*-arterna än bland *Penicillium*-arterna.

Penicillium, *Aspergillus*, *Wallemia* och *Eurotium* är vanliga mögel i lagrat hö. Mögligt hö kan orsaka allergisk alveolit, eller tröskdammslunga.

Scopulariopsis

Scopulariopsis växer i jord och organiskt material och inomhus i fuktiga väggar, på tapeter och i trä. Arter har isolerats från ris, torkad mjölk, smör, ost, bacon, salami, sojabönor, kryddor, nötter. *Scopulariopsis* kan orsaka mykoser och *Scopulariopsis brevicaulis* är en ganska vanlig nagelpatogen

Arter av *Scopulariopsis* kan producera arsiner (kemiska föreningar mellan arsenik och väte) på arsenikhaltigt substrat. Träskyddsbehandlat virke kan innehålla arsenik, kreosot, krom och koppar och ska då hanteras som farligt avfall.

PK Group

Bergsgatan 130
Box 96, 851 02 Sundsvall
Tel: +46 (0)60-12 72 40
info@pkgroup.se
www.pkgroup.se



Stachybotrys chartarum

Den hydrofila och patogena mögelarten *Stachybotrys chartarum* är en indikator på vattenskada och en av flera mögel som kan förekomma i byggnader med brister i byggnadskonstruktionen. Den växer framför allt på platser som är mycket fuktiga och i cellulosabaserat material, till exempel på tapeter och kartonggipsskivor. *Stachybotrys chartarum* benämns ofta som "svart pappersmögél".

Stachybotrys chartarum producerar mykotoxiner och ett hemolysin, stachylysin, som har satts i samband med pulmonell blödning.

Trichoderma

Den hydrofila mögelsvampen *Trichoderma* växer framför allt i rotekosystem och som parasiter på andra svampar. De producerar enzymer som bryter ned cellulosa och kitin. Svampen har isolerats bland annat från spannmål, lagrad sötpotatis, tomater, frukt, textilier och fuktskadat byggmaterial.

Wallemia

Wallemia sebi är den mest kända arten i det xerofila och torktåliga släktet *Wallemia*. Arten är vanlig i jordbruksmiljöer, där den förekommer i spannmål och lagrat hö. Den har isolerats från salta och söta livsmedelsprodukter, till exempel saltat kött, sylt och mjölkprodukter, samt byggmaterial.

PK Group

Bergsgatan 130
Box 96, 851 02 Sundsvall
Tel: +46 (0)60-12 72 40
info@pkgroup.se
www.pkgroup.se



Sporsäcksvampar (Ascomycota): Eurotium och Chaetomium

Flera mögelsvampar har ett könlöst och ett könligt utvecklingsstadium i sina livscyklar, där den anamorfa (könlösa) och den teleomorfa (könliga) formen i svampens livscykel har olika artnamn. Under vissa förhållanden kan den könlösa mögelsvampen få fäste för sitt könliga stadium och utveckla en sporsäcksvamp. Arter av Eurotium, Emericella, Byssosclamyces, Talaromyces och Microascus är sporsäcksvampar (ascomyceter) och könliga former av olika arter av Aspergillus, Paecilomyces, Penicillium respektive Scopulariopsis. Arter av Chaetomium rapporteras ha anamorfa utvecklingsstadier inom ett flertal olika mögelsläkten, till exempel Acremonium och Scopulariopsis. Dessa svampar kan, tillsammans med vissa bakterier, orsaka mjuk röta (soft rot).

Svampar som orsakar soft rot klassificeras taxonomiskt inom stam Ascomycota (sporsäcksvampar) och stam Deuteromycota (konidiesvampar). Soft rot utvecklas mycket långsamt och kan vara det första steget i en kolonisering och nedbrytning av trä, men soft rot-svampar rapporteras framför allt där brun och vit röta (som orsakas av basidsvampar) inhiberas av faktorer såsom vattenmättnad och syrebrist, träimpregnering eller höga temperaturer.

Sporsäcksvamparna sprids av luftburna ascosporer, sporsäckar (asci) och fruktkroppar, som infekterar träd och virke genom skador och sår. Generellt kräver sporsäcksvamparna en hög fuktighet för att gro, men sporererna kan vara både torktåliga och motståndskraftiga mot såväl hög som låg temperatur. Xerofila arter kan orsaka soft rot även i torra miljöer.

Eurotium

Det xerofila och torktåliga släktet Eurotium förekommer ofta tillsammans med sin könlösa motsvarighet inom släktet Aspergillus om tillväxten varit långsiktig och näringen i substratet främjar utveckling till könligt stadium.

Fynd av Eurotium indikerar vattenintrång och tillväxt av mögel och bakterier. Eurotium betraktas som en indikator på osunda hus.

Läs även om ***Aspergillus*** under rubriken ***Konidiesvampar*** ovan.

Chaetomium

Den hydrofila svampen Chaetomium växer framför allt på fuktiga trä- och pappersprodukter, till exempel på vattenskadade kartonggipsskivor, spånskivor och träfiberskivor. Sporererna är värmeresistenta och kan överleva torka. Den vanligaste arten i inomhusmiljöer, *Chaetomium globosum*, har isolerats bland annat från vete, ris, bönor, nötter, kryddor, majs.

Chaetomium producerar luktrika organiska föreningar, geosminer, som kan kontaminera porösa material.

PK Group

Bergsgatan 130
Box 96, 851 02 Sundsvall
Tel: +46 (0)60-12 72 40
info@pkgroup.se
www.pkgroup.se



Jästsvampar

Dimorfa mögelsvampar, sporsäcksvampar (understam *Saccharomycotina*) och basidsvampar med jästfas kan bilda encelliga jästsvampar i vätskor eller vid förhöjda temperaturer. Jästsvamparna förökar sig genom knoppning eller celledelning och klarar låga syrenivåer och ett lågt pH-värde.

Jästsvampar är vanliga på löv, frukt, rötter och i fuktiga miljöer, där det finns gott om lösliga näringsämnen, såsom socker och aminosyror. De kan inte bryta ned makromolekyler av stärkelse eller cellulosa. Arter av *Aureobasidium* och *Exophiala* (svart jäst), *Rhodotorula* (röd jäst) och *Candida* (vit jäst) samt *Pichia pinif* förekommer i fuktskadat byggmaterial.

De flesta jästarter är apatogena men kan ge upphov till opportunistiska infektioner.

PK Group

Bergsgatan 130
Box 96, 851 02 Sundsvall
Tel: +46 (0)60-12 72 40
info@pkgroup.se
www.pkgroup.se



Blånadssvampar (Ophiostoma): Aureobasidium och Cladosporium

Blånadssvampar kan spridas av barkborrar, som bär med sig sporer in under trädbark, eller transporteras med luft och vatten. Blånadssvampar missfärgar veden eller virket blått och är en ordning av svampar inom stammen Ascomycota (sporsäcksvampar). Okönade stadier finns bland Cladosporium-arterna, Aureobasidium, Sporothrix, Graphium med flera konidiesvampar.

Aureobasidium

Aureobasidium förekommer globalt i jord och organiskt material och inomhus i fuktiga miljöer såsom badrum och kök, även på målade ytor. Bland släktets många arter är *Aureobasidium pullulans* den enda väl kända. *Aureobasidium pullulans* är en dimorf svamp och kan växa både som jäst och som mögel. Den kan orsaka ett flertal opportunistiska infektioner och kolonisera hår, hud och naglar hos människor.

Cladosporium

Under sommarmånaderna kan förhöjda halter av sporer i luften orsaka allergier och astma. I juli och augusti är Cladosporium en av de vanligaste luftburna mögelsvamparna. Den kan etablera sig i jord och i spannmål, i varma och fuktiga utrymmen inomhus, på vattenskadade tapeter och i cellulosa-baserat material, på mineraliska husfasader, i ventilation och ventilationsfilter, i luftfuktare och stillastående vatten.

Oksvampar (Zygomycota): Absidia, Mucor och Rhizopus

Zygomyceter är termotoleranta och snabbväxande svampar med global utbredning. Vissa arter är parasiter eller patogener. Flera är dimorfa, det vill säga existerar både som jäst och som mögel beroende på olika miljömässiga och fysiologiska förhållanden, till exempel fukt och temperatur.

Svamparna kan tillväxa i ruttnande frukt och grönsaker, i gammalt bröd, kompost, i fekalier från gnagare och andra djur och kan förekomma i lagrat hö och organiskt damm.

Arter av Absidia, Mucor och Rhizopus kan orsaka zygomykos, som är en invasiv svampinfektion som främst drabbar människor med nedsatt immunförsvar. Organiskt damm som innehåller biologiska agens från svampar och bakterier kan orsaka allergisk alveolit.

PK Group

Bergsgatan 130
Box 96, 851 02 Sundsvall
Tel: +46 (0)60-12 72 40
info@pkgroup.se
www.pkgroup.se



Bakterier

Aktinobakterier: Streptomyces

De flesta bakterier kräver en relativ fuktighet över 90 % för tillväxt. Termofila och termotoleranta aktinobakterier kan emellertid leva i torrare material och är vanliga i kompost.

Det är streptomyces som ger den karaktäristiska doften av jord och jordkällare i komposten. Streptomyces producerar luktrika organiska föreningar, geosminer (MVOC). Geosminlukten kan kontaminera porösa material och är svår att få bort från byggmaterial, kläder och möbeltextiler även om det mikrobiella angreppet åtgärdas.

Släktet *Streptomyces* är obligat aeroba (syrekrävande) bakterier och lever som nedbrytare av organiskt material. Vissa arter är mesofila, andra termotoleranta eller termofila. De kan bilda sporer¹, som överlever uttorkning, svält och andra påfrestningar i miljön. Sporererna ombildas till vegetativa bakterier igen vid gynnsammare förhållanden.

Aktinobakterier kan orsaka allergisk alveolit.

Bacillus

Bacillus mycoides är fakultativt anaeroba bakterier (bakterier som kan växa även i frånvaro av syre), som kan bilda endosporer och finns i jord, luft och vatten. Sporererna kan överleva uttorkning, upp-värmning och desinfektionsmedel och ombildas till vegetativa bakterier igen när livsmiljön är mer gynnsam.

Bacillus mycoides är saprofytisk och anses inte vara patogen.

Enterobacteriaceae

Enterobakterier, eller tarmbakterier, är allmänt förekommande mikroorganismer i jord, vatten och vegetation. Vissa arter, till exempel arter av *Salmonella* och *Shigella*, är patogena medan andra, kommensala arter, till exempel *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* och *Proteus mirabilis*, kan orsaka opportunistiska infektioner men är en del av människors och djurs normala tarmflora. De tillväxer snabbt, vissa arter aerobt och andra anaerobt (fakultativt anaeroba arter). Många arter är rörliga och kan bilda svärmande (utflytande) kolonier. Gemensamt för samtliga är att de inte bildar sporer.

¹ Sporer hos bakterier är inte samma sak som sporer hos svampar. Bakterier använder sporer för att överleva ogynnsamma förhållanden, inte för att föröka sig.

PK Group

Bergsgatan 130
Box 96, 851 02 Sundsvall
Tel: +46 (0)60-12 72 40
info@pkgroup.se
www.pkgroup.se



Källförteckning

- Arbetshälsoinstitutet. 2009. Alveolit.
http://www.ttl.fi/sv/halsa_arbetsformaga/yrkessjukdomar/exempelforteckning/alveolit/sidor/default.aspx
(hämtad 2014-04-09).
- Arbetsmiljöverket, 2014.
- Bridziuvienė, Danguolė och Raudonienė, Vita. 2013. Fungi surviving on treated wood and some of their physiological properties. *Materials Science*(Medžiagotyra) Vol. 19, No. 1.
- Folkhälsomyndigheten, 2013.
- Folkhälsomyndigheten. Infektioner med trådsvampar.
http://referensmetodik.folkhalsomyndigheten.se/w/Infektioner_med_tr%C3%A5dsvampar
(hämtad 2014-04-10).
- Fredlund, Elisabeth och Lindblad, Mats. 2014. Fusariumsvampar och dess toxiner i svenskodlad vete och havre. *Livsmedelsverket*.
http://www.slv.se/upload/dokument/rapporter/bakterier_virus_mogel/2014-Livsmedelsverket-9%202---Fusarium-och-dess-toxiner-i-spannm%C3%A5l.pdf (hämtad 2014-07-23).
- Leong, S.L., Pettersson, O.V., Rice, T., Hocking, A.D. och Schnurer, J. 2011. The extreme xerophilic mould *Xeromyces bisporus* - Growth and competition at various water activities. *International Journal of Food Microbiology*, 145 (1).
- Karolinska institutet. 2014. MeSH Tree Location(s) for Scopulariopsis.
http://mesh.kib.ki.se/swemesh/show.swemeshtree.cfm?Mesh_No=B01.300.381.802 (hämtad 2014-04-09).
- Kemikalieinspektionen. 2011. Träskyddsmedel.
<http://www.kemi.se/sv/Innehall/Fragor-i-fokus/Traskyddsmiddel/> (hämtad 2014-05-28).
- Livsmedelsverket, 2013 och 2014.
- Murray, Patrick R., Rosenthal, Ken S., Pfaller, Michael A. 2009. *Medical Microbiology*. 6. uppl. Philadelphia: Mosby Elsevier.
- Naturhistoriska riksmuseet. 2014. Pollenrapporten.se.
<http://pollenrapporten.se/prognoser/stockholm/pollengrafer2014.4.5cd05a0f143d0d2925e5a55.html>
(hämtad 2014-04-09).
- Pitt, J.I. och Hocking, A.D. 1999. *Fungi and food spoilage*. 2. uppl. Gaithersburg: Aspen Publishers, Inc.
- Samson, Robert A. et al. 2000. *Introduction to food- and airborne fungi*. 6. uppl. Utrecht: Centraalbureau voor Schimmelcultures.
- SVA, SLU och Svensk Mjök. 2007. Mögel och mögelgifter i foder.
http://www.svdhv.org/upload/documents/Nyheter/2011/111005_gris_mogel_och_mogelgifter_i_foder.pdf
(hämtad 2014-04-08).
- Vesper, Stephen J. och Vesper, Mary Jo. 2002. Stachylysin may be a cause of hemorrhaging in humans exposed to *Stachybotrys chartarum*. *Infection and immunity* Vol. 70, No. 4.

PK Group

Bergsgatan 130
Box 96, 851 02 Sundsvall
Tel: +46 (0)60-12 72 40
info@pkgroup.se
www.pkgroup.se