

svampenes mykotoksiner. Nogle er lever-, nyre- eller neurotoksiske, og andre kan hæmme proteinsyntesen og have immun-supprimerende (dæmpe immunsvaret) effekter.

Effekterne er som nævnt bedst kendt i forbindelse med foderindtagelse, men eksponering i industrielle miljøer for luftbårne mykotoksiner, især knyttet til støv og aerosoler, kan også føre til mykotoksikoser i form af gener fra mave-tarmkanalen, blodmangel eller mangel på visse hvide blodlegemer. I bygninger antages det, at personer kan udsættes for giftstofferne enten ved inhalation eller hudkontakt, men der er manglende viden om dosis/effekt.

Nyere forskning har påvist en række mykotoksiner produceret ved vækst af skimmelsvampe på meget våde materialer i danske bygninger. Disse er:

**sterigmatocystiner** fra *Aspergillus versicolor*,

**chaetoglobosiner** fra *Chaetomium globosum*  
**macrocykliske trichothecener** og **spirocykliske drimaner** fra *Stachybotrys chartarum*.

Sterigmatocystin, der altid produceres af *A. versicolor*, når den vokser på våde byggematerialer, er precursor for aflatoxin – det mest potente cancerogen af biologisk oprindelse. En risikovurdering af stoffets mulige kræftfremkaldende effekt ved udsættelse i indendørs luft er ikke mulig pga. manglende viden om eksponeringens omfang, men stoffet er også fundet i husstøv.

De giftige metabolitter fra de skimmelsvampe, der kan vokse i bygninger med svære vandskader, antages at kunne være medvirkende årsag til de sundhedsmæssige problemer, der rapporteres. I USA er der som nævnt i indledningen gennem de senere år flere steder beskrevet

vet akut lungeblødning (pulmonal hæmosiderose) hos spædbørn, der boede i huse med massiv vækst af *Stachybotrys chartarum* opstået i forbindelse med kraftige regnskyl. Regnskylene gav efterfølgende oversvømmelser, der medførte svære fugtskader og skimmelvækst. En sammenhæng diskuteres stadig, idet årsagen ikke mentes at være tilstrækkelig belyst.

- **MVOC'er** (Microbial Volatile Organic Compounds). Luftformige ofte stærkt lugtende stofskifteprodukter.

De flygtige stoffer, man i dag er i stand til at detektere, kan bidrage særdeles negativt til luftkvaliteten (muglugte), men anses ikke for at være irriterende i de koncentrationer, hvormed de optræder i indeklimaet. Muligvis skyldes det manglende viden om de relevante stoffer.

Visse bakterier, navnlig slægten *Streptomyces*, der også er knyttet til våde bygninger, kan udsende stærke muglugte, der er en god indikator for fugtproblemer.

- **Glucaner**. En særlig type kulhydrater:  $\beta$ -1,3-D-glucaner er en del af cellevæggen hos alle svampe. Flere epidemiologiske undersøgelser har vist en positiv korrelation til forskellige luftvejssymptomer. F.eks. opfattes glucaner i støv som et proxy-mål for tilstedeværelsen af sporer og mycelierester.

## Skimmelvækst og helbredsgener

Astma og høfeber hos allergisk disponerede udløst af indånding af sporestøv er velkendt og velbeskrevet. En dansk multicenterundersøgelse af allergikere viste, at 8% af de voksne og 23% af børnene reagerede positivt i priktest på én eller flere skimmelsvampe.

Fra midten 80'erne og op gennem 90'erne blev der rapporteret en række helbredsmæssige problemer i forbindelse med fugt- eller vandskadede skoler og almenlystige boligbebyggelser, hvor der blev konstateret udbredt vækst af skimmelsvampe.

Hos ikke-allergikere var de hyppigst rapporterede klager slimhindesyntomer som kløende øjne, tilstoppet næse og svien i halsen samt almensymptomer som hovedpine, koncentrationsbesvær og træthed.

## Erfaringsbaseret rådgivning

I en lang række af disse »svampesager« var Statens Byggeforskningsinstitut, Arbejdstilsynet, Embedslægeinstitutionen, de lokale arbejdsmedicinske klinikker, Bedriftsundhedstjenesten og flere tekniske rådgivningsfirmaer involveret.

Den faglige rådgivning byggede på et rent empirisk fundament, idet man var henvist til at tage udgangspunkt i erfaringer fra de enkelte byggesager eller sygehistorier.

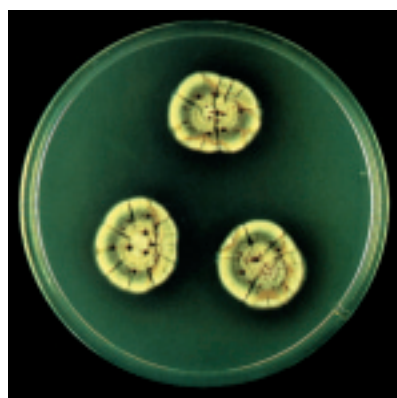
Der herskede ligeledes stor usikkerhed om renoveringsomfanget i en inficeret bygning. Handlingsplaner og indgreb kunne derfor være præget af ubeslutsomhed og usikre improvisationer og var i visse tilfælde rent politiske beslutninger. Disse og andre af de nævnte problemstillinger gjorde situationen så uholdbar, at det førte til iværksættelsen af det nævnte forskningsprogram, der involverede en række forskellige discipliner, bl.a. medicin, mikrobiologi, kemi, partikel- og bygningsfysik.

## Vigtige resultater

I forskningsprogrammet indgik 15 skoler - 7 »tørre« og 8 »fugtige« - samt 1053 elever og 581 lærere. Resultaterne, der er medtaget her, bygger på korrelationen mellem gener og svampe isoleret fra gulvstøv, idet svampemålinger fra luft er en usikker parameter.

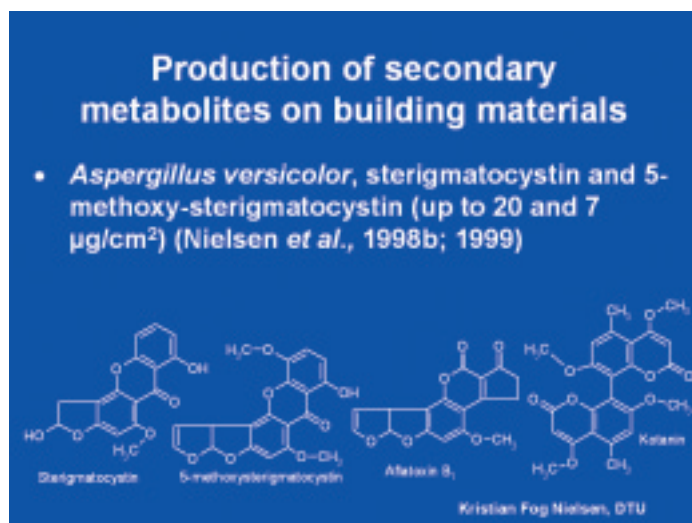
Der er nu for første gang videnskabeligt dokumenteret:

- en statistisk signifikant sammenhæng mellem mængden af skimmelsvampe i støvet og nogle af de hyppigst rapporterede slimhindesyntomer: *øjenirritation*, *luftvejsirritation* og *tilstoppet næse* og almensymptomer: *hovedpine*, *svimmelhed* og



Dyrkningsplade med kolonier af *Aspergillus versicolor*, som når den vokser på vandskadede byggematerialer producerer mykotoksinet sterigmatocystin. Stoffet er precursor for aflatoxin, det mest potente cancerogen af biologisk oprindelse, man kender til.

Foto: Frisvad & Gravesen i: (Gravesen, Frisvad & Samson: *Microfungi*, 1994).



Den kemiske struktur af mykotoksinerne sterigmatocystin, aflatoxin og kojic acid. Alle er giftige metabolitter fra skimmelsvampe. Dias: Kristian Fog Nielsen.



Pjecer udarbejdet af Statens Byggeforskningsinstitut og udgivet i samarbejde med Boligselskabernes Landsforening og Grundejernes Investeringsfond i henholdsvis 40.000 og 600.000 eksemplarer til henholdsvis boligbrugere og driftsansvarlige for udlejningsejendomme. De kan ses på [www.skimmel.dk](http://www.skimmel.dk)

**koncentrationsbesvær.** Disse symptomer ses også ved f.eks. stress, støv, afgangning og for høje temperaturer i lokaler.

- at personer med luftvejsallergi, f.eks. pollen- eller mideallergi, får *forstærket deres allergisymptomer*, når de udsættes for støv med mange skimmelsvampesporer.

- en statistisk signifikant sammenhæng hos de kvindelige lærere mellem *astma, næse- og halsirritation, hovedpine, koncentrationsbesvær og træthed* og stigende mængder af svampesporer i støvet.

- at der fra skimmelvækst på byggematerialer afgives partikler, der er mindre end sporerne ( $< 1 \mu\text{m}$ ), og som derfor lettere når ned i lungerne end sporerne.

- at det er lykkedes at skabe og formidle så megen ny viden på området, at såvel private som byggeriets parter har forstået det gavnlige i at holde bygningerne tørre både ud fra et helbreds-mæssigt og et samfundsøkonomisk synspunkt.

En del af de mikrobiologiske og byggetekniske resultater er medtaget i artiklen her, og som resultat af forskningen er der udgivet to detaljerede opslagsbøger om undersøgelse og reno-vering af bygninger med skimmelsvampevækst.

E-mail-adresse

Suzanne Gravesen: [suzanne.gravesen@mail.dk](mailto:suzanne.gravesen@mail.dk)

Litteratur

Dearborn, D. G., I. Yike, W. G. Sorenson, M. J. Miller, and R. A. Etzel.

1999. Overview of investigations into pulmonary hemorrhage among infants in Cleveland, Ohio. *Env. Health Persp.* 107:S495-S499.

Gravesen, S., Frisvad, J.C., Samson, R. A., 1994. *Microfungi*. København, Munksgaard. (Udsolgt fra forlaget).

Gravesen S., Nielsen P.A., Valbjørn O. 2002. Skimmelsvampe i bygninger. Formidling af forskningsprogrammets resultater. (By og Byg Resultater 020). Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut.

Meyer, H. W., H. Würtz, P. Suadicani, O. Valbjørn, T. Sigsgaard, F. Gyntelberg. 2004. Molds in floor dust and building-related symptoms in adolescent schoolchildren. *Indoor Air*, 14:65-72 (doi:10.1046/j.1600-0668.2003.00213x)

Koch, A.P., & Nielsen, P.A. 2003. Renovering af bygninger med skimmelsvampevækst. (By og Byg Anvisning 205) Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut.

Nielsen, K.F. 2002. Mould growth on building materials: Secondary metabolites, mycotoxins and biomarkers. Ph.d. afhandling, DTU og SBI.

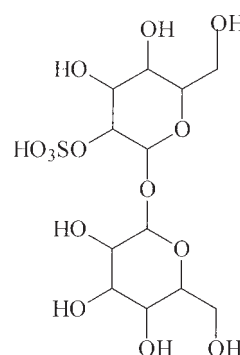
Valbjørn, O. 2003. Undersøgelse og vurdering af skimmelsvampe i bygninger. (By og Byg Anvisning 204) Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut.

Nyt om...

## medicin mod tuberkulose

Carolyn R. Bertozzi har med-delt, at hun og medarbejdere ved University of California at Berkeley har fremstillet det på figuren viste stof. Bertozzi med-deler, at stoffet synes at være effektivt ved behandling af sygdommen tuberkulose.

Bos



Litteratur: *Chemical & Engineering News*. 16. juli 2004: 40

Mange daglige afpipetteringer kan være belastende, derfor "opbyg" din arbejdsplads så **ERGONOMISK** som muligt

**Biohit mLINE Pipetter**  
Meget lette & ergonomiske



**Biohit eLINE Pipetter**  
Elektronisk afskydning af spidser



**"Mike" vinkelsupport**  
til mikrotiterplader



**"Labega Armstøtte"**



Vallensbækvej 22A  
2605 Brøndby  
Tlf. 4343 3057

**DANDIAG**  
Pipetter ApS

[dandiag@dandiag.dk](mailto:dandiag@dandiag.dk)  
[www.dandiag.dk](http://www.dandiag.dk)  
Fax 4343 3059