

Skimmelsvampevækst og ventilation

Danvak dagen 2018

11 april 2018

Ulf Thrane

Statens Byggeforskningsinstitut

Aalborg Universitet København

ult@sbi.aau.dk

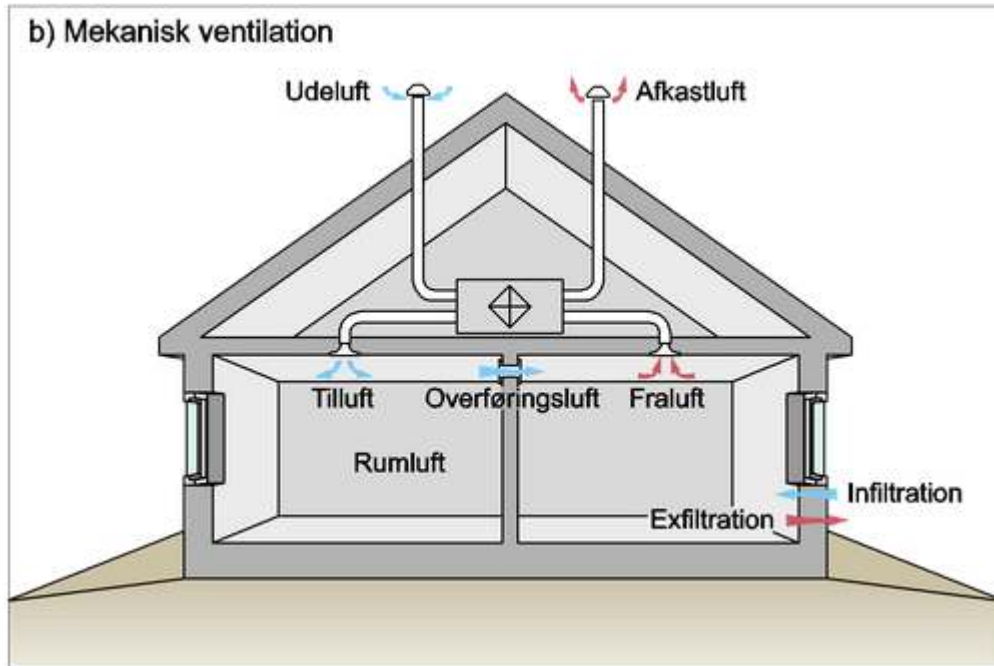


Oversigt

- Hvad er skimmelsvampe?
- Skimmelsvampesporer og mVOC
- Skimmelsvampevækst – fugt og temperatur
- To eksempler
- Opsamling
- Spørgsmål fra jer

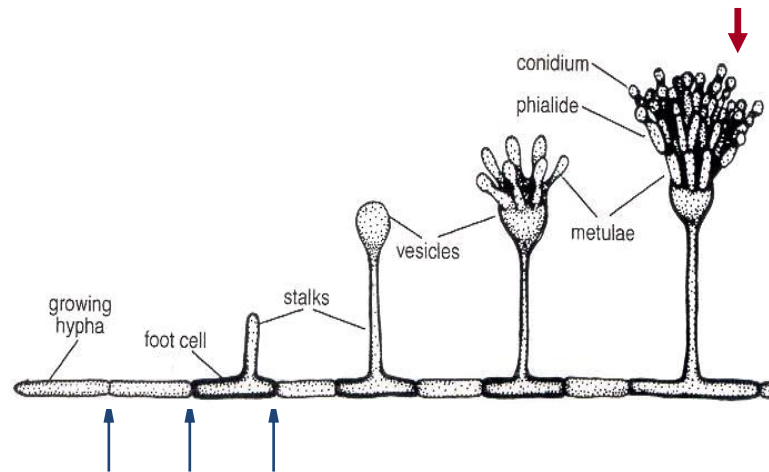


Hvor vokser skimmelsvampene?



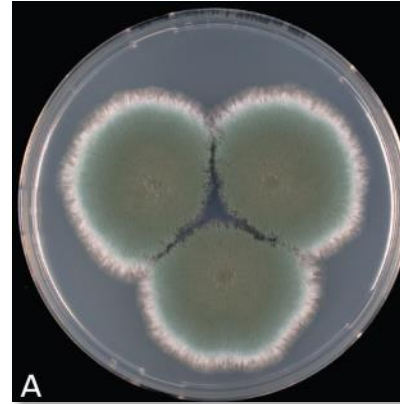
Hyfer, mycelium og nye sporer

Sporerne dannes oftest på overfladerne og kan være sorte, brune eller grønne

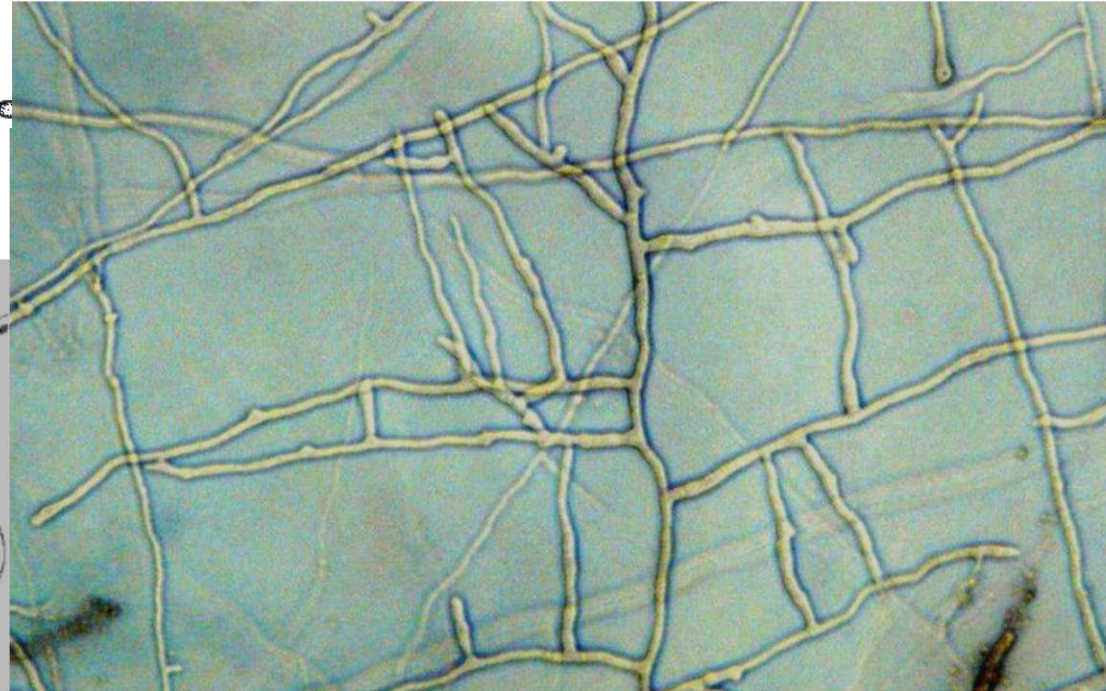


Skillevæggene er perforerede men kan lukkes hurtigt

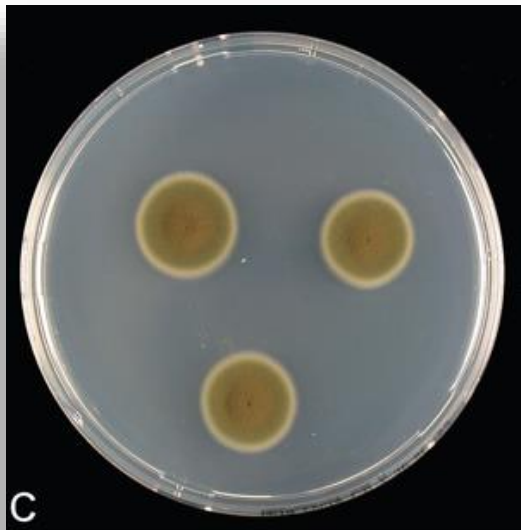
Hyferne er gennemsigtige
= 0,004-0,01 mm
= 4-10 μm (diam.)
uendelige lange



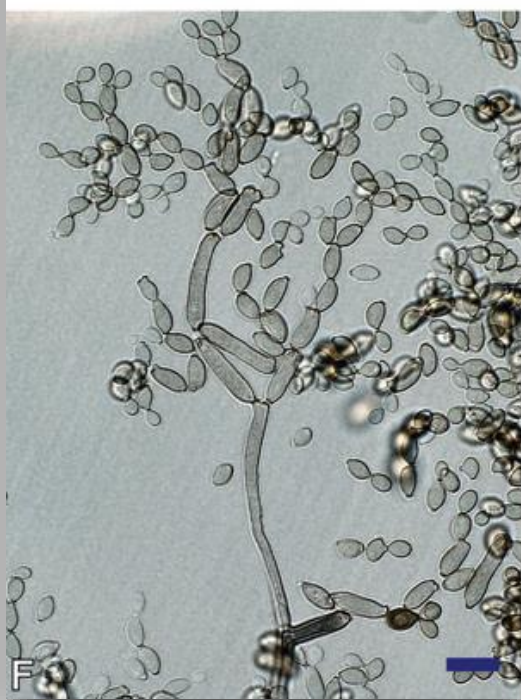
Sporerne er farvede
= 0,002-0,03 mm = 2-30 μm



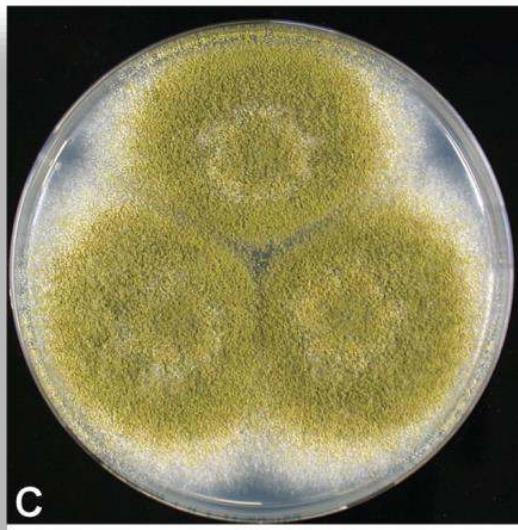
Hyferne kan vokse igennem fx tapet og trænge flere mm ind i porøse materialer, som puds og beton gennem huller/porer ned til **0,3 μm** (=300 nm)



C



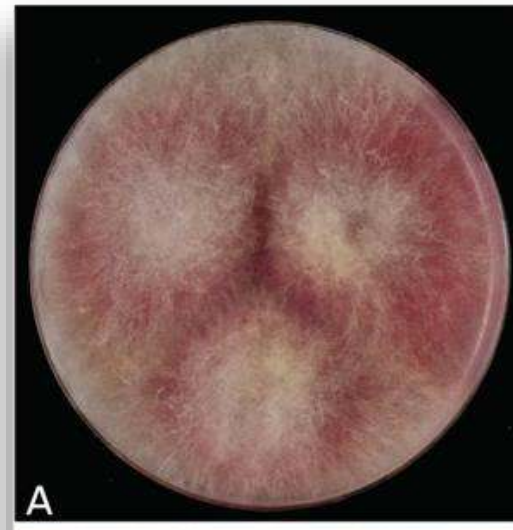
F



C



F



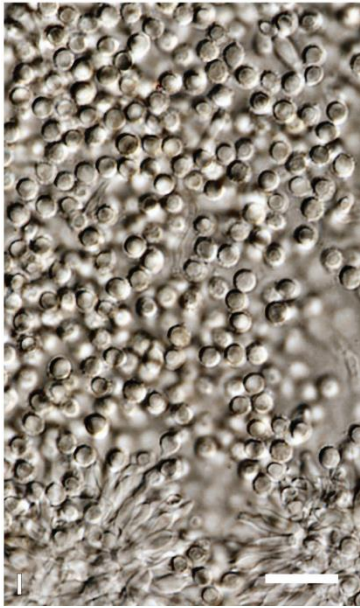
A



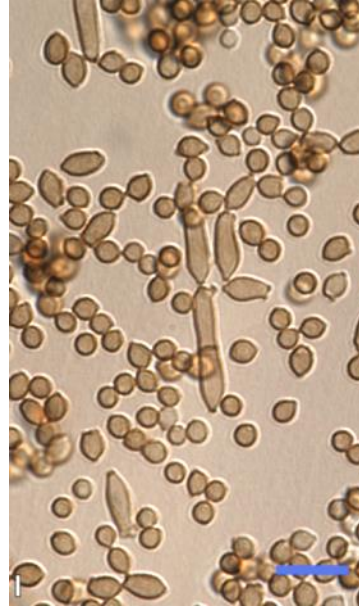
D



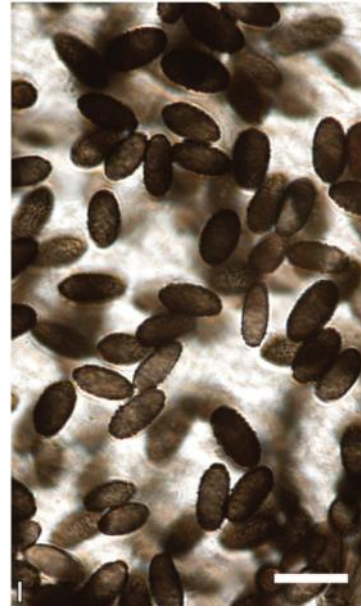
Skimmelsvampesporer: 3-20 µm



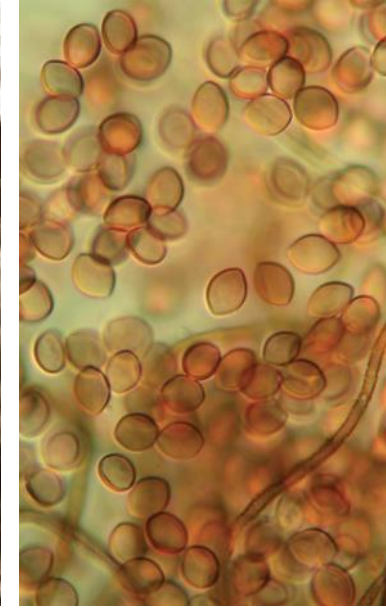
*Aspergillus
versicolor*
2 × 3 µm



*Cladosporium
sphaerospermum*
3 × 6 µm



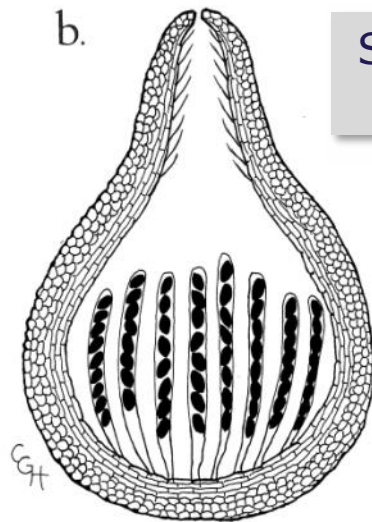
*Stachybotrys
chartarum*
5 × 11 µm



*Chaetomium
globosum*
8 × 11 µm



*Stemphylium
eturmiunum*
13 × 20 µm

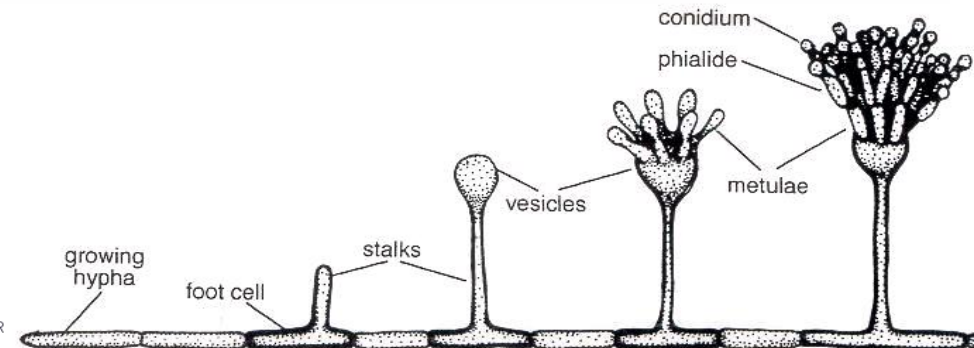


Små tørre sporer bliver nemmere luftbårne end store slimede sporer:
Aspergillus sporer ses i luftprøver, men ikke *Stachybotrys* sporer

Sporerne kan dannes:

- tørre, direkte på hyfen
- i slimhoveder på hyfen
- i lukkede frugtlegerer

AALBORG UNIVER



Svampesporer/ partikler

Determination of fungal spore release from wet building materials

Indoor Air 2003; 13: 148–155

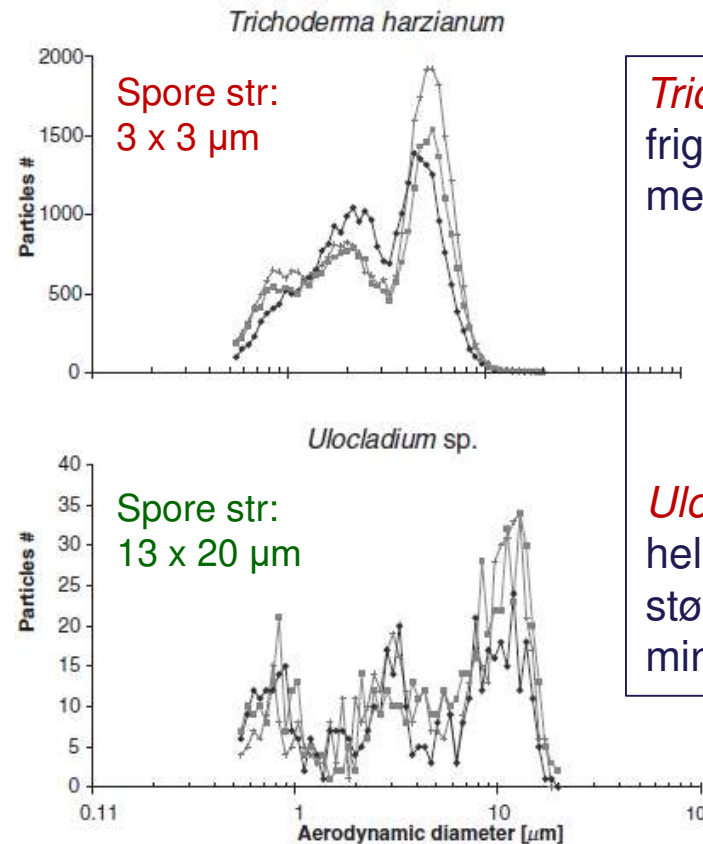
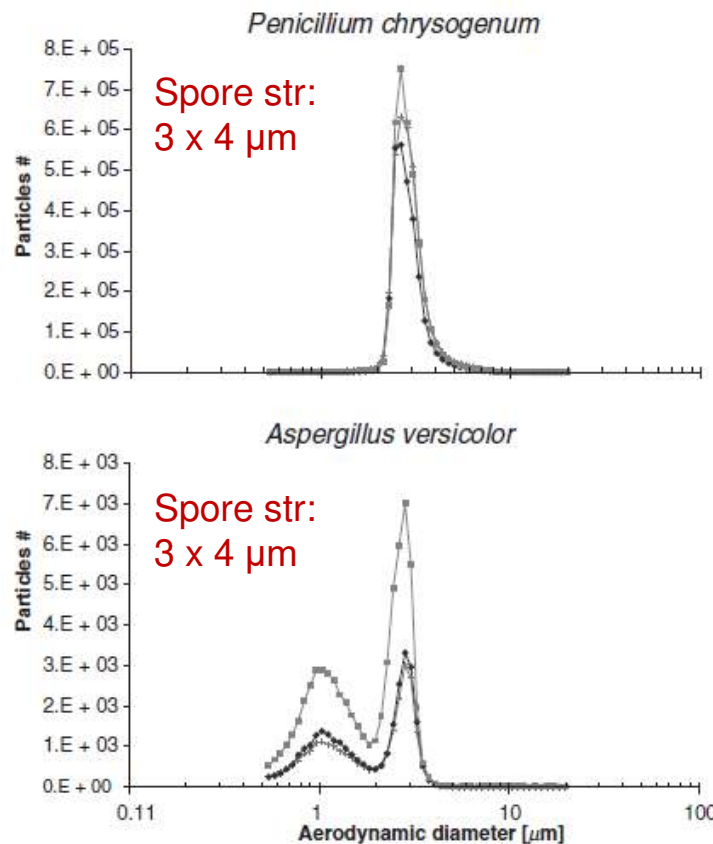
J. Kildesø¹, H. Würtz¹,
K. F. Nielsen^{2,3}, P. Kruse¹,
K. Wilkins¹, U. Thrane³,
S. Gravesen², P. A. Nielsen²,
T. Schneider¹

¹National Institute of Occupational Health, Copenhagen, Denmark; ²Danish Building and Urban Research, Hørsholm, Denmark; ³BioCentrum-DTU, Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark

Penicillium chrysogenum frigiver for det meste enkelte sporer

Aspergillus versicolor frigiver også nogle 1 µm partikler

Begge svampe frigiver store mængder sporer

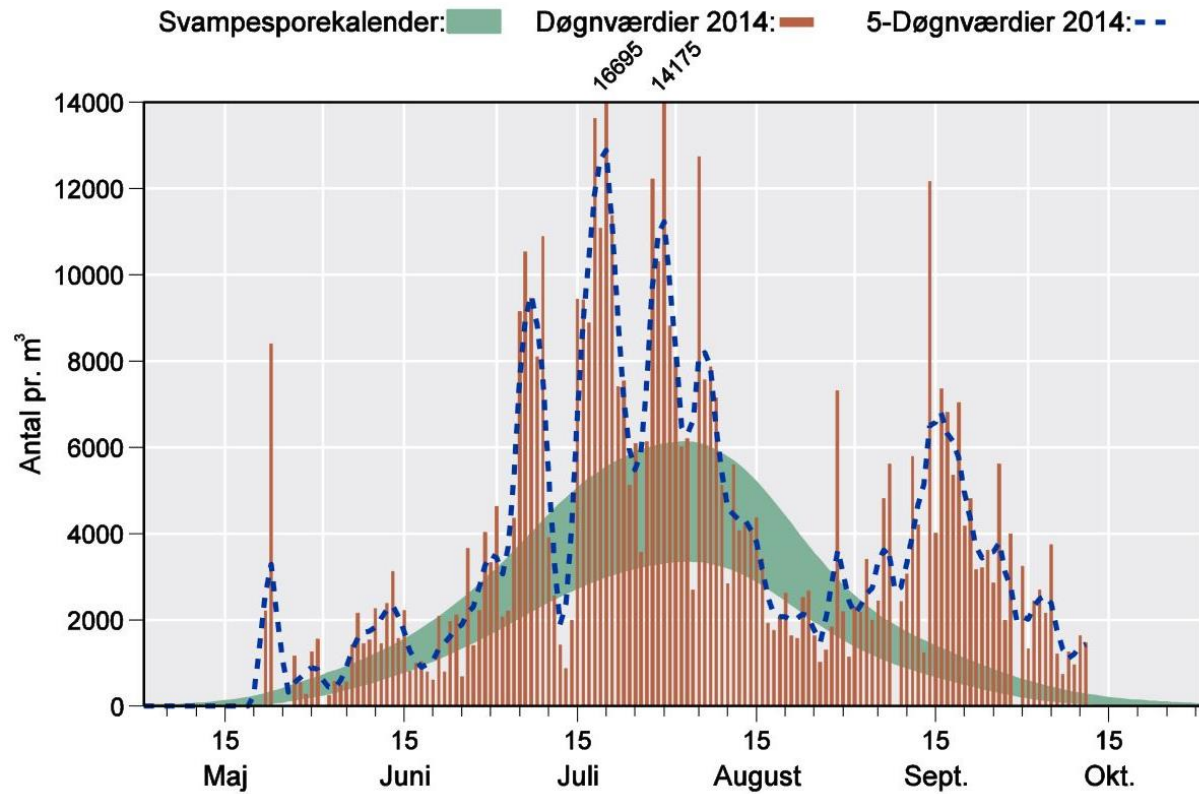


Trichoderma harzianum frigiver færre sporer (våde), men også 1 µm partikler

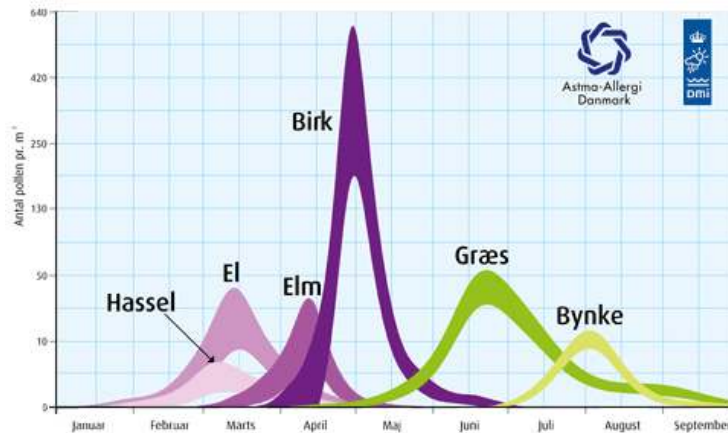
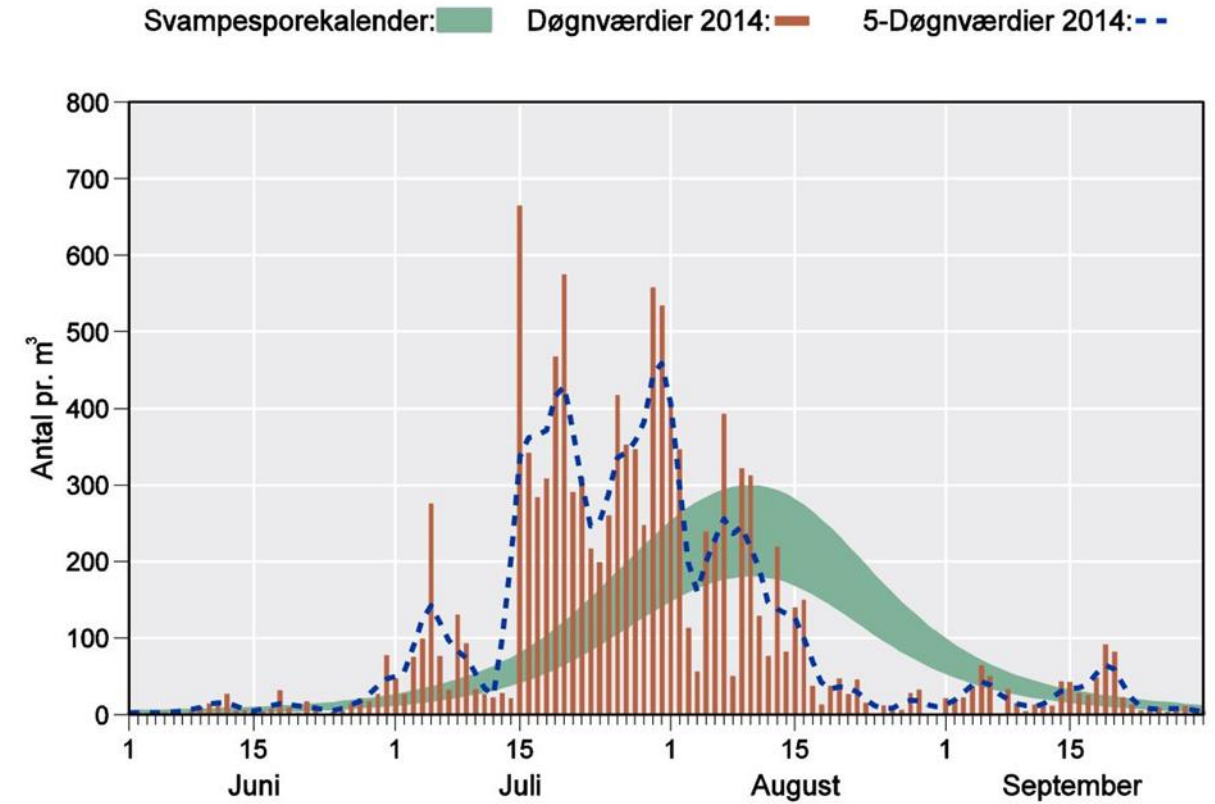
Ulocladium sp. frigiver få hele sporer, p.gr.a. størrelsen, men også mindre partikler

Størrelsesfordeling af frigivne partikler

Cladosporium



Alternaria



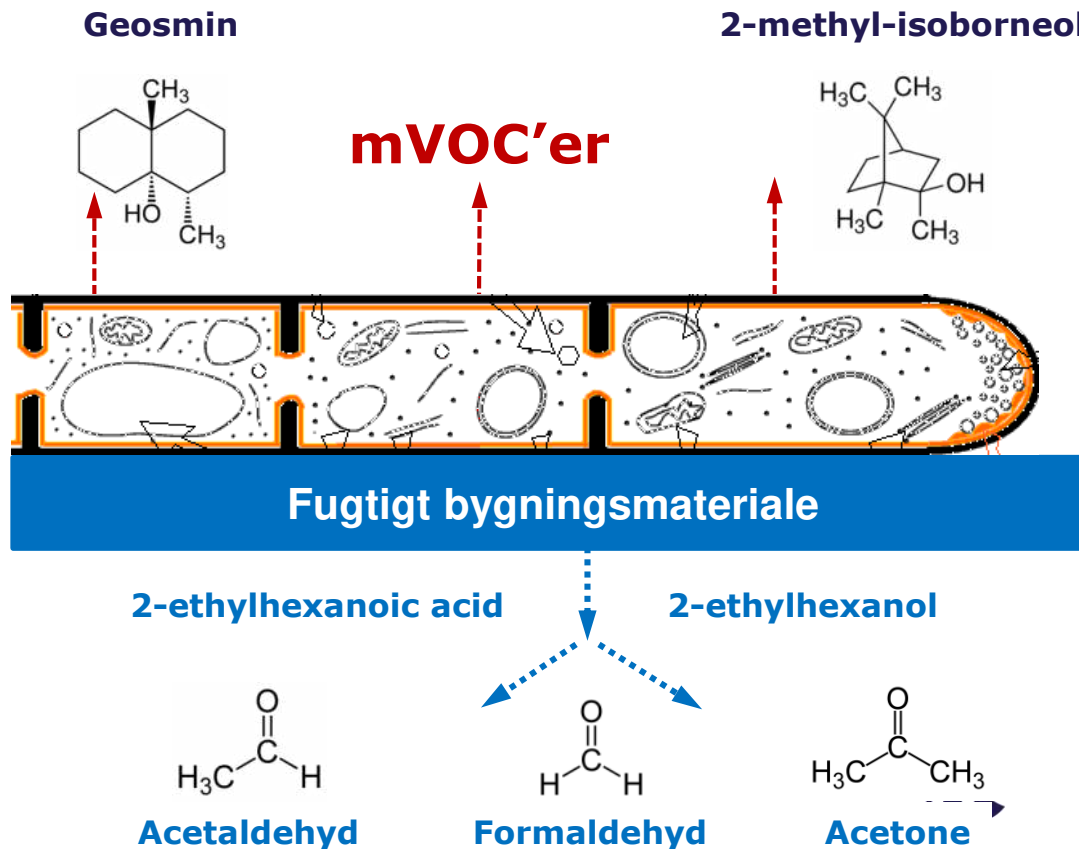
Udendørsluft





Flygtige organiske stoffer (mVOC'er)

mVOC'er: små metabolitter (100-300 Da), der bruges til at kommunikere og tiltrække insekter og mider over længere afstande



MVOC	Producenter
Styren	<i>Pen. polonicum</i> , <i>Sta. chartarum</i>
Geosmin	<i>Pen. polonicum</i> , <i>Pen. commune</i> Rødbeder
2-methyl-isoborneol	<i>Asp. niger</i> , <i>Pen. polonicum</i>
1-butanol	<i>Sta. chartarum</i>
2-methyl-1-butanol	<i>Sta. chartarum</i> , <i>Ulo. chartarum</i>
3-methyl-1-butanol	<i>Asp. versicolor</i> , <i>Pen. chrysogenum</i> , <i>Ulo. chartarum</i>
α-trans-bergamotene	<i>Tri. atroviride</i>
Dimethyldisulfid	<i>Ulo. chartarum</i>
2-heptanone	<i>Ulo. chartarum</i>
2-ethylhexanol	<i>Asp. versicolor</i> , <i>Cha. globosum</i> , <i>Pen. chrysogenum</i> , <i>Ulo. chartarum</i>

Svampe og helbredsgener

Skimmelsvampesporer (3-15 x 4-20 µm):

- levende sporer coatet med
 - biologisk aktive metabolitter
 - allergifremkaldende proteiner

Mikro-partikler (0,5 x 10 µm):

- sporer- og hyfe-fragmenter
- indeholder cellekomponenter og allergener
- kitin, glukaner og proteiner
- coatet med biologisk aktive metabolitter

Flygtige Organiske Forbindelser (VOC):

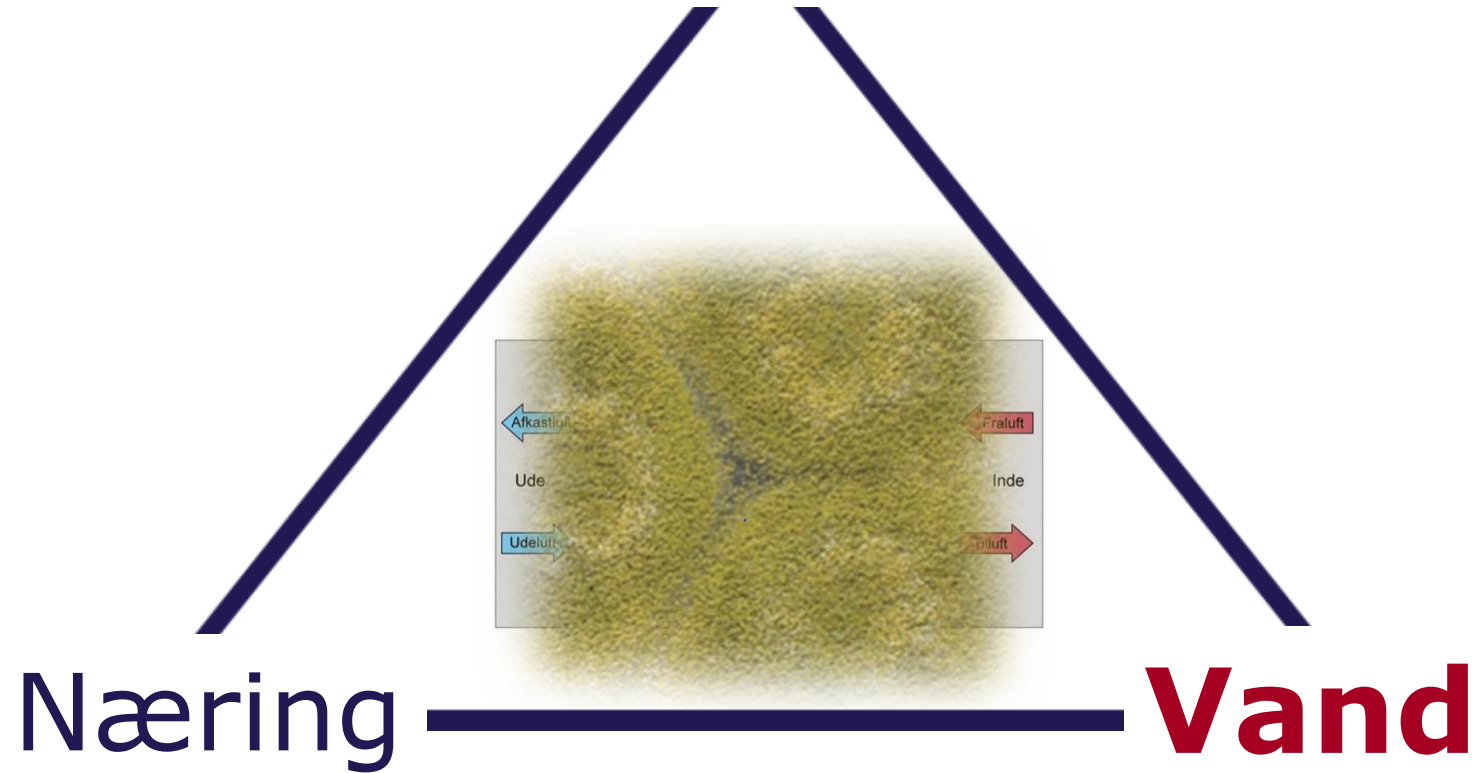
- mVOC'er fra svampemyceliet
 - Styren, Geosmin (kælderlugt)
- VOC'er fra de nedbrudte materialer
 - Formaldehyd

**Ingen
grænseværdier**

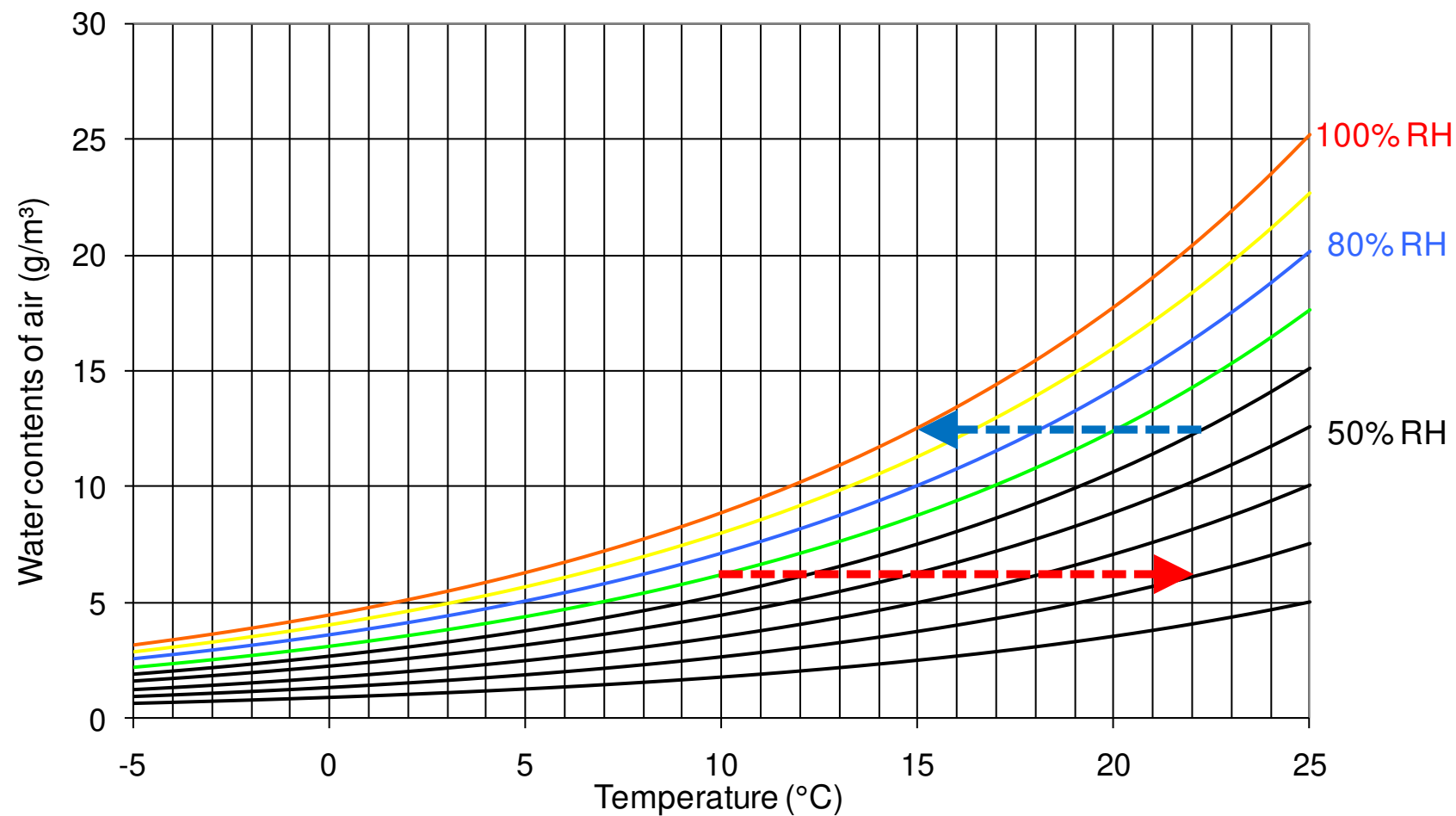
**Cocktail-effekten:
andre kemiske stoffer**



Svampesporer

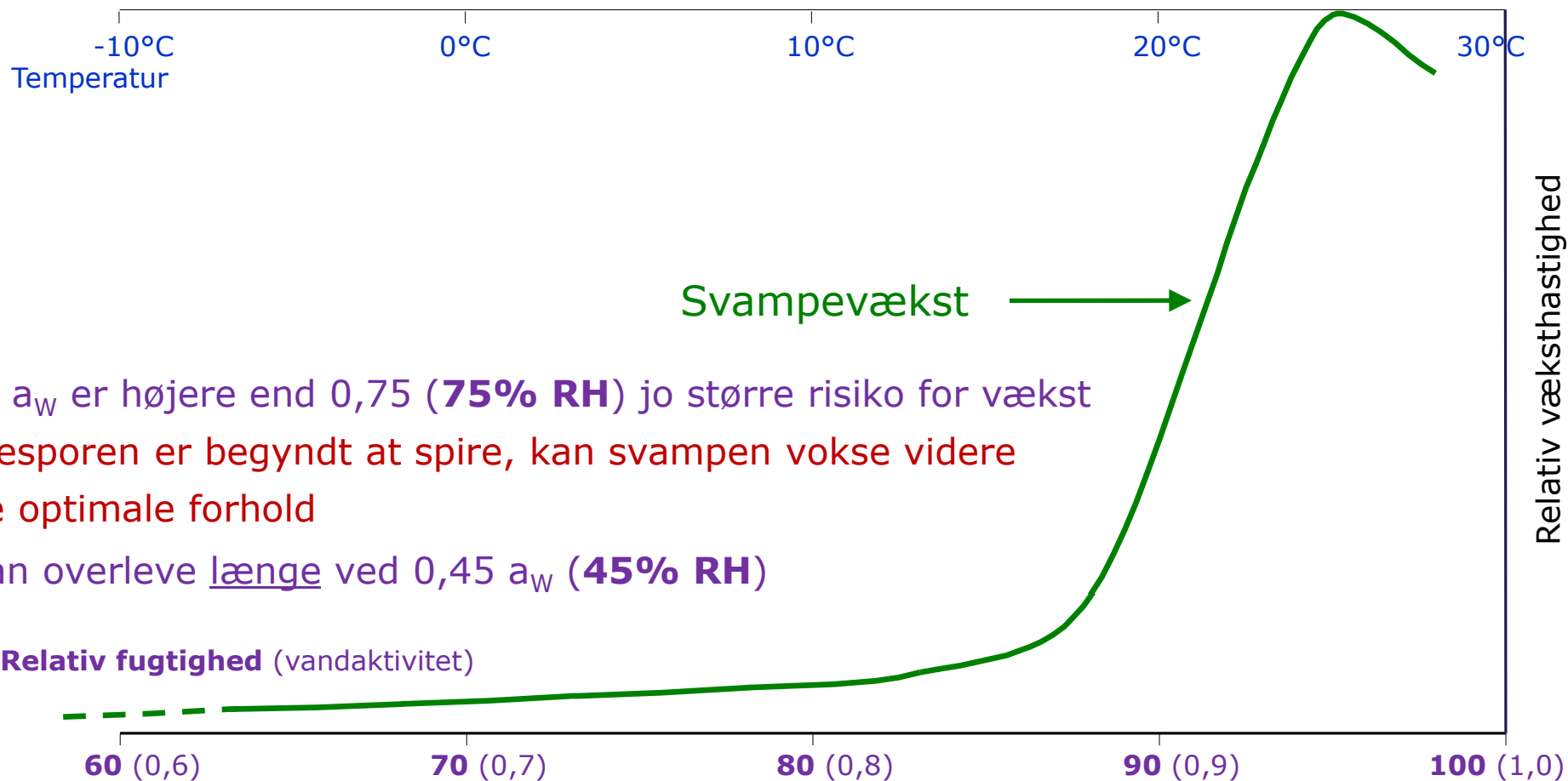


Opfugtning af overflader – kondens – tilgængeligt vand



Svampe kan overleve frysning og udtørring

De fleste skimmelsvampe stopper med at vokse ved 0-5°C, men kan overleve -80°C



Jo længere a_w er højere end 0,75 (**75% RH**) jo større risiko for vækst

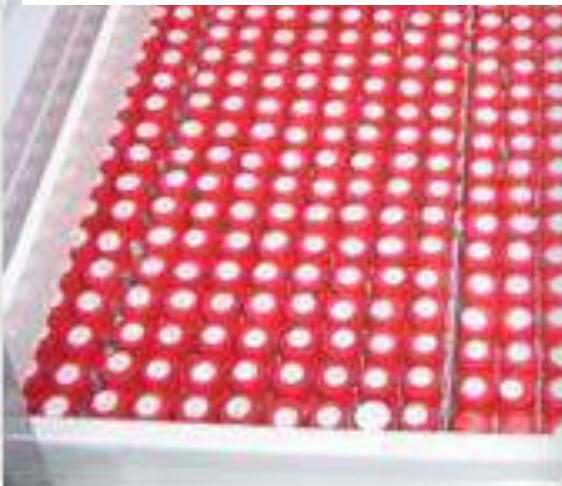
Når svampesporen er begyndt at spire, kan svampen vokse videre ved mindre optimale forhold

Svampe kan overleve længe ved 0,45 a_w (**45% RH**)

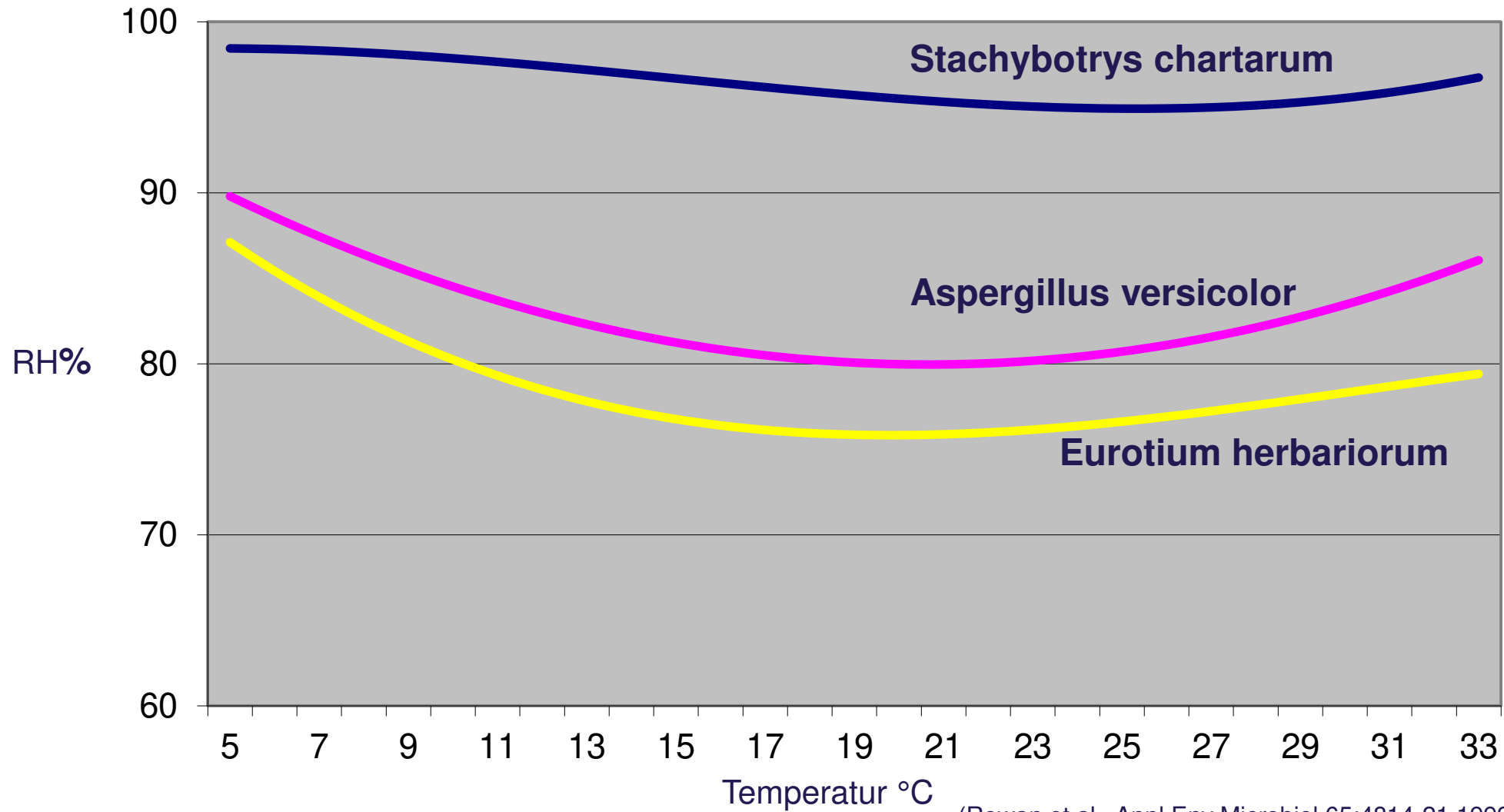




Svampebank med tørre svampesporer på silica / jord
Levedygtige > 30 år



Eksempler på vækstkurver



(Rowan et al., Appl. Env Microbiol.65:4814-21,1999)



D-værdier (90% drab af levedygtige sporer)

<i>Aspergillus aureolus</i>	10 min	85 °C
<i>Aspergillus australensis</i>	14 min	85 °C
<i>Aspergillus chevalieri</i>	3.3 min 3.8 min	80 °C 83 °C
<i>Aspergillus fennelliae</i>	25 min	85 °C
<i>Aspergillus fischeri</i>	6-30 min 1.4-17 min 4.4-6.6 min	85 °C 88 °C 90 °C
<i>Aspergillus glaucus</i>	2.5-5.2 min	70 °C
<i>Aspergillus hiratsukae</i>	74.5 min	80 °C
<i>Aspergillus neoglaber</i>	10-21 min	85 °C
<i>Aspergillus quandricinctus</i>	15 min	90 °C
<i>Aspergillus spinosus</i>	15-20 min	85 °C
<i>Aspergillus thermomutatus</i>	26-27 min 20 sec	85 °C 95 °C
<i>Hamigera avellanea</i>	11-66 min 4-14 min	87 °C 90 °C
<i>Monascus ruber</i>	0.9-2 min	80 °C

<i>Paecilomyces fulvus</i>	8-14 min 4-36 min	86 °C 90 °C
<i>Paecilomyces niveus</i>	1.3-4.5 min 34 min 45-50 sec 1.5 min	85 °C 85 °C 88 °C 90 °C
<i>Paecilomyces variotii</i>	40-75 min	85 °C
<i>Penicillium brefeldianum</i>	5 min	85 °C
<i>Penicillium javanicum</i>	3.7 min	85 °C
<i>Talaromyces bacillisporus</i>	8-14 min	80 °C
<i>Talaromyces helicus</i>	20 min	70 °C
<i>Talaromyces macrosporus</i>	30-100 min	85 °C
<i>Talaromyces stipitatus</i>	85 min	72 °C
<i>Talaromyces trachyspermus</i>	45 sec	85 °C
<i>Thermoascus crustaceus</i>	18-90 min	90 °C
<i>Xeromyces bisporus</i>	2.3 min	82 °C

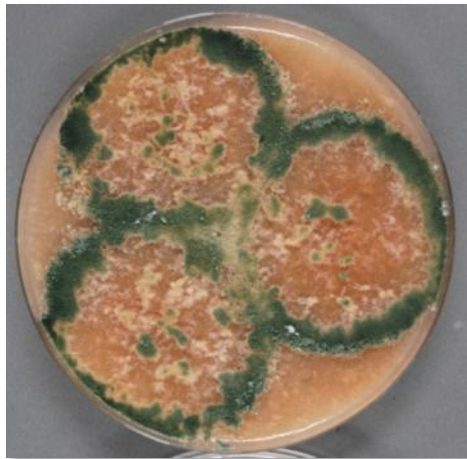


Svampe nedbryder og lever af...

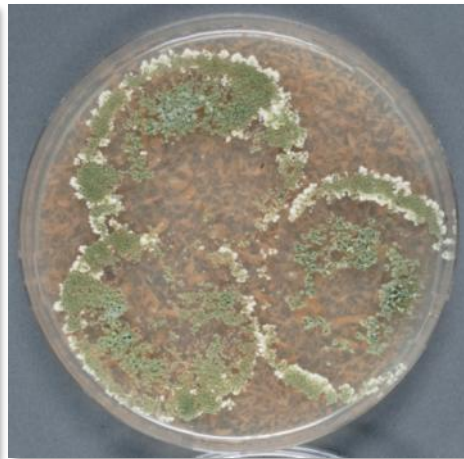
Tapet, pap, spånplader, træ (plantemateriale) indeholder sukker (C-kilde) fra cellulose og nitrogen (N-kilde) fra lim = "**mad**"

Trichoderma på forskellige materialer efter 21 dage ved 15 °C

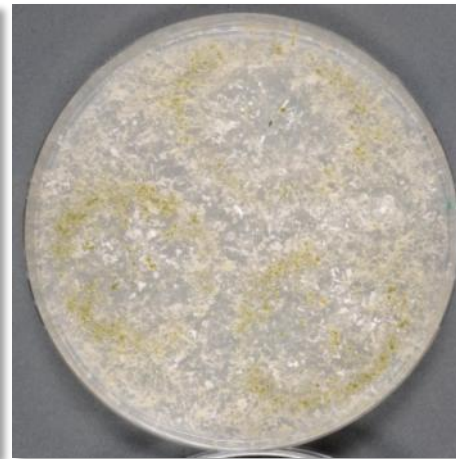
Faldende mængde organisk materiale = langsommere væksthastighed



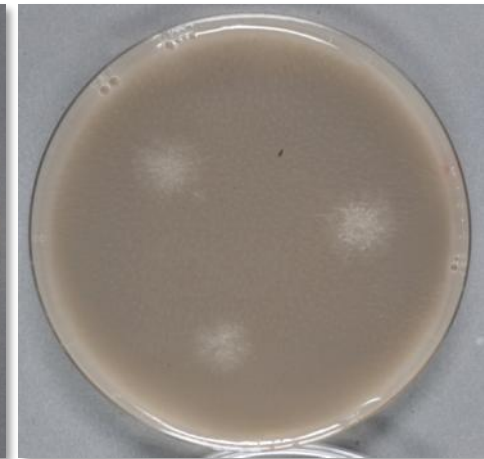
Tapet



Savsmuld



Glasvæv



Beton

Papir- og savsmuldstapet er mere modtagelig for svampevækst end glasvæv



"Svampe kan vokse overalt..."

- planter
- insekter
- svampe
- koncentreret CuSO_4
- jet brændstof
- vandledninger
- nedbryde beton
- iltfrie miljøer
- **sæbe, olier og fedt**
- flydende sukker
- tørfisk
- tørret pasta
- computer disketter
- dyr og mennesker
- sodavand
- saltsøer
- cyanid-tolerante
- stærke syrer og baser
- bruges til mineraludvinding
- ...



Skimmelsvampevækst i ventilationsfiltre



Ventilationsfiltre skal skiftes regelmæssigt

1-2 gange om året

Hvis filtrene er tilstoppede/beskidte/fugtige, så

- stiger antallet af *Penicillium* sporer i indeluften
- stiger antallet af gærceller i indeluften
- stiger koncentrationen af mVOC'er

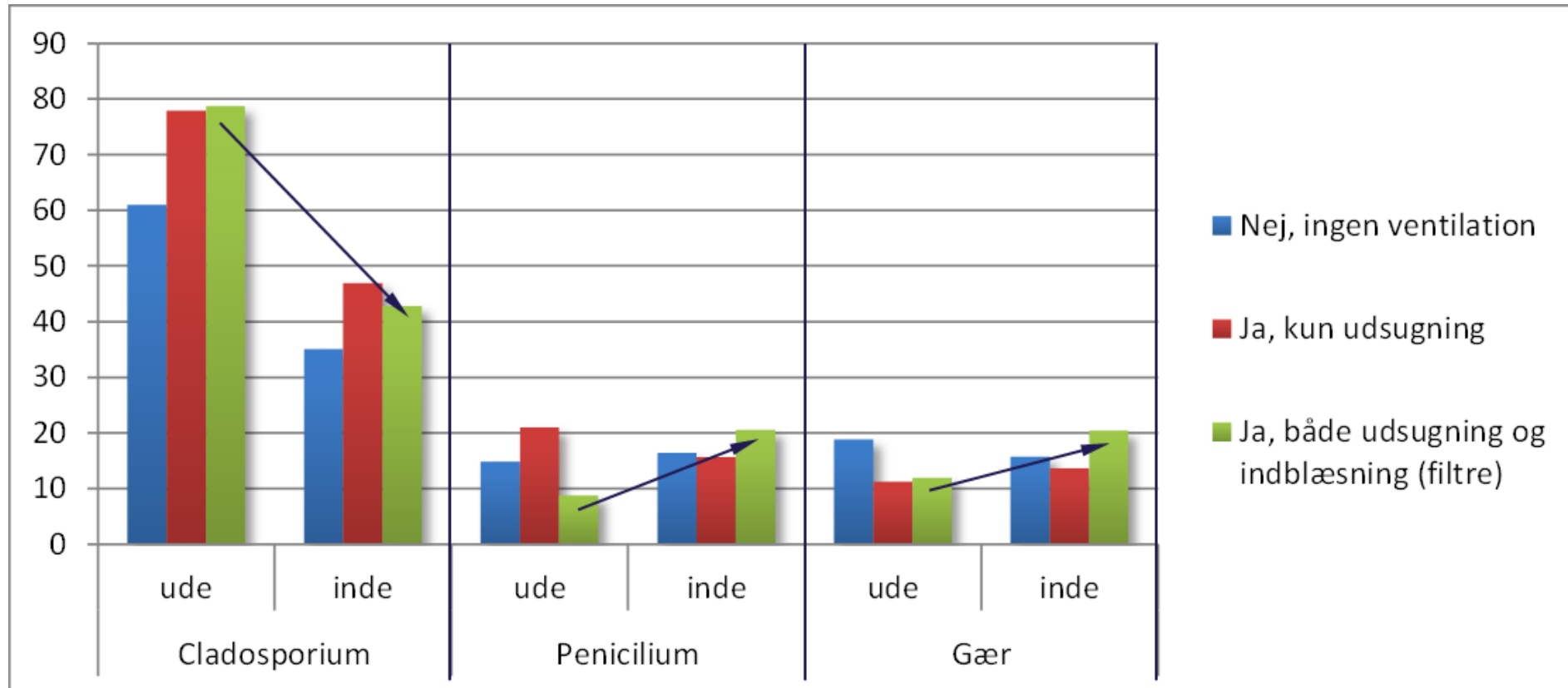
Gær og *Penicillium*-arter vokser i filtrene

Svampevækst og mVOC-dannelse **kan** resultere i helbredsgener, så som hovedpine og irriterede øjne



MasseXperimentet 2014

780 prøver fra skoler

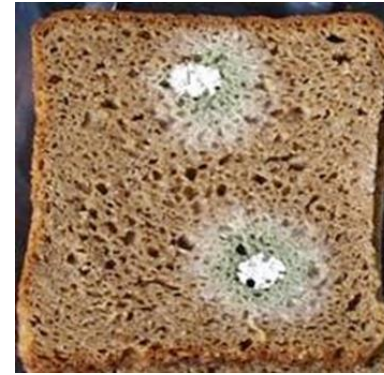


Tak til Birgitte Andersen, DTU Bioengineering



Case: Rugbrødsfabrikken

Penicillium roqueforti – dominerende art



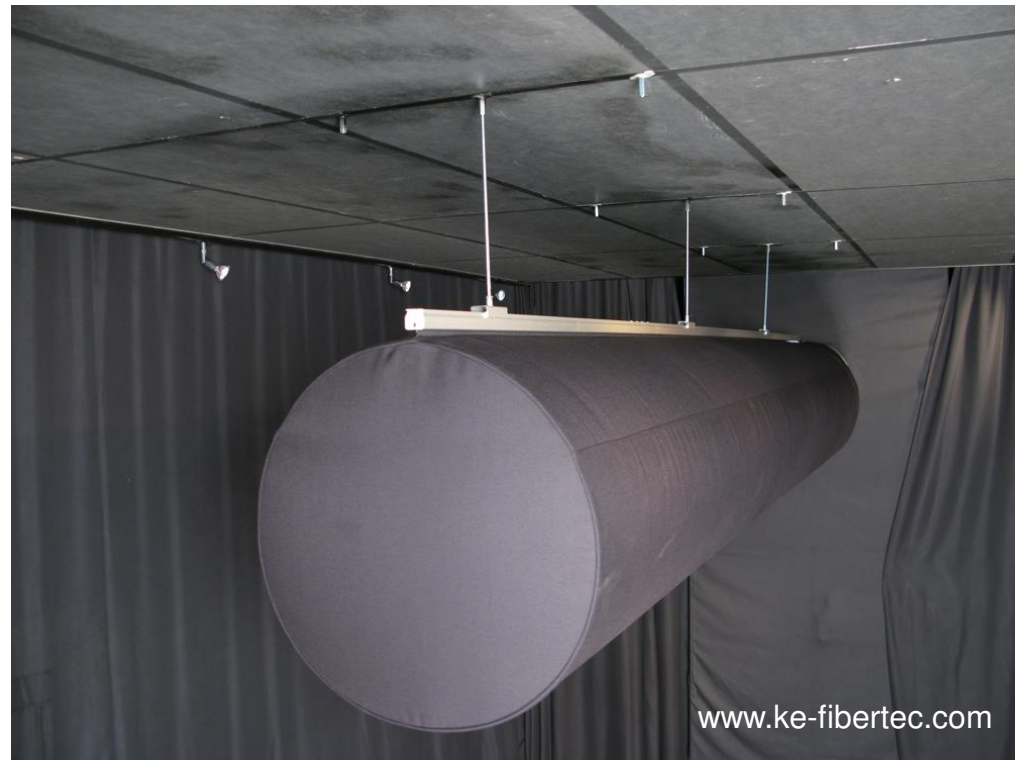
Pludselig var det *Penicillium corylophilum* der blev fundet

Oprindelse: jord, rådne planter, byg og hvedekerner, pekannødder, bomuld og tekstiler, frosne frugttærter...



Case: Rugbrødsfabrikken

Kontamineringskilden hang i loftet



De specifikke parametre forblev ukendte



Opsamling

Hold alle overflader tørre, max a_w 0,75 (75% RH)

Undgå kolde zoner med mulig opfugtning

Svampe kan overleve selv længere tids varmepåvirkning

Vedligehold hele ventilationsanlægget

Svampevæksten skal fjernes – død svamp kan være sundhedsskadelig





STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
AALBORG UNIVERSITET KØBENHAVN