

# Gjærsopp trives i barnehager – muggsopp i boliger

*Michael 2022; 19: 355–65.*

*Boliger representerer ett ekstremt vekstmiljø for andre organismer enn mennesket og våre kjæledyr. Men noen «ekstremofile» sopper klarer å vokse innendørs. I en rekke studier, som vi oppsummerer i denne teksten, har vi ved hjelp av DNA-analyser (masse-sekvensering) av støvprøver undersøkt hvilke sopper som forekommer i norske boliger og barnehager. Muggsopper som penselmugg og strålemugg er svært vanlige innendørs, sammen med en høy diversitet av ulike gjærsopper. Soppfunnene varierer gjennom året, med en høyere andel gjær- og muggsopp på vinteren. Det er en klart høyere andel gjærsopp i barnehager enn i bolighus, trolig på grunn av den høye tettheten av mennesker i barnehager; mange gjærsopper er assosiert med menneskekroppen. Mange av de samme gjær- og muggsoppene som vi fant i innemiljøet, kan opptre som opportunistiske patogener hos pasienter med nedsatt immunfunksjon. Vi konkluderer med at masse-sekvensering representerer en kraftfull metode for å påvise sopp og andre mikroorganismer i innemiljøet.*

Vi stenger naturen ute. Men mennesket er en del av naturen. Samtidig har det moderne mennesket lykkes godt med å stenge ute og fjerne mest mulig natur fra våre nære omgivelser. Vi bygger hus som, biologisk sett, representerer sterile ørkenen sammenliknet med utemiljøet. Diversiteten av ulike organismer, det være seg bakterier, protister, sopp, planter eller dyr, er forsvinnende liten innendørs sammenliknet med miljøet ute. Fravær av fuktighet, næring og lettere nedbrytbare organiske forbindelser gjør det vanskelig for andre enn oss mennesker, og våre kjæledyr, å oppholde seg innendørs. Men det finnes unntak. Enkelte organismer, som i utgangspunktet er tilpas-

---

1 Seksjon for Genetikk og Evolusjonsbiologi, Institutt for Biovitenskap, Universitetet i Oslo, N-0316 Oslo, Norway.

2 Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS-CSIC), 41012 Sevilla, Spania.



Figur 1. Ekte hussopp og skjeggkre. Foto av Mycoteam as (hussopp) og fra Wikipedia (skjeggkre).

set ekstreme vekstbetingelser (ekstremofile), kan trives godt i det menneskeskapte miljøet. To slike eksempler er soppen ekte hussopp og insektet skjeggkre (figur 1), som kan livnære seg av henholdsvis trevirke og papp/papir, og klare seg med svært begrenset fukttilgang. Men man kan også treffe på andre sopper innendørs, noe denne teksten handler om.

### Innendørs, ekstremofile sopper

Noen sopper, slik som den nevnte hussoppen, bryter ned husets bygningsmaterialer ved hjelp av kraftfulle enzymer som kan angripe cellulose og lignin som trematerialer består av. Disse nedbrytersoppene finner man oftest i kjellere eller loft, gjerne knyttet til vannlekkasjer. Vednedbrytere som ekte hussopp, kjellersopp eller tømmersopp kan spre enorme mengder sporer, men de er lite farlige for oss mennesker. Andre sopper kan derimot forårsake helseplager for mennesker (Dannemiller et al. 2016, Mendell et al. 2011), for eksempel muggsopper.

Muggsopper er en heterogen gruppe av ubeslektede sopper som har til felles at de kan vokse innendørs med begrenset fukt- og næringstilgang, og raskt sporulere og produsere store mengder aseksuelle (klonale) sporer. Sporer og flyktige (volatile) organiske forbindelser fra muggsoppene kan indusere allergiske reaksjoner eller hodepine. Den kanskje mest kjente muggsopsplekta er penselmugg (*Penicillium*), som produserer mikroskopiske penselformede strukturer, hvorfra de ørsmå sporene spres (figur 2). Diversiteten av penselmugg er generelt dårlig studert i Norge, med ett unntak: I 1912 publiserte Dr Olav (Johan-Olsen) Sopp en monografi om slekta *Penicillium* (figur 3), hvor han beskrev flere arter innen denne slekta (Sopp 1912). Dr Sopp studerte også strålemugg (*Aspergillus*, figur 2), en annen viktig muggsopsplekta (Sopp 1886).

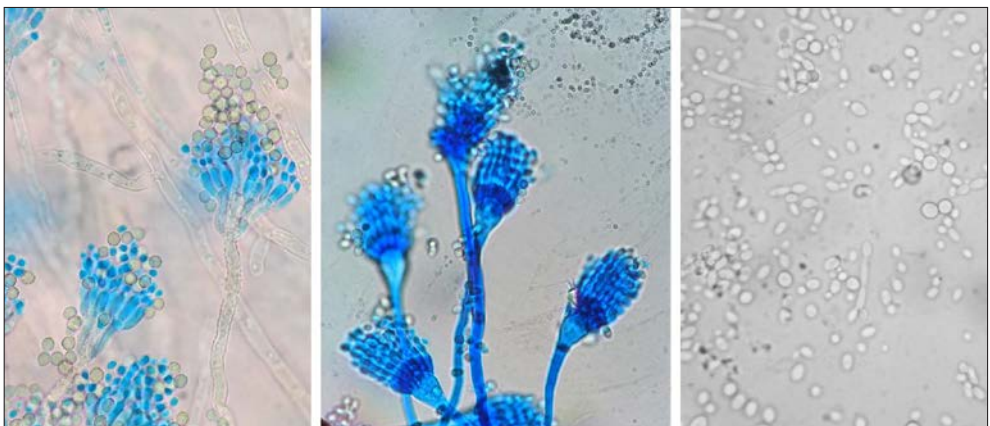
Muggsopper, som penselmugg, strålemugg eller kulemugg (*Mucor*), sees gjerne som grønne eller svarte flekker på baderom, kalde flater med kon-

densproblematikk eller på matrester. Mange muggsopper er opportunistisk patogene og kan forårsake alvorlige infeksjoner hos pasienter med nedsatt immunforsvar. Mukormykose, forårsaket av kulemuggsopp, fikk for eksempel et voldsomt oppsving i India under covid-pandemien; titusenvis av indere ble alvorlig syke av mukormykose etter covid-infeksjon.

De fleste sopper vokser med langstrakte filamenter, hyfer, som til sammen danner et nettverk, et mycel. Gjærsoppene har derimot utviklet en annen vekstform; de vokser som encellede organismer som enten knoppskyter eller spaltes. Gjærsoppene kan være enda mer hardføre og ekstremofile enn muggsoppene. Folk flest kjenner gjærsopp fra ølbrygging eller gjærbakst, men de kan også påtreffes i Antarktis, på Grønlandsisen, i drivstofftanker, på havets bunn – eller innendørs.

I likhet med muggsoppene er gjærsoppene en stor og heterogen gruppe sopp; det å kunne vokse med gjærsopp-vekst har oppstått mange ganger uavhengig av hverandre i soppriket. Mange gjærsopper finnes blant de ekte gjærsoppene (*Saccharomycotina*), men også blant stilksporesoppene (*Basidiomycota*), hvor man ellers finner hattsopper og kjuker. Mange gjærsopper vokser i og utenpå menneskekroppen eller på våre kjæledyr, for eksempel trøskegjær (*Candida*) (figur 2).

Et annet eksempel er de lipofile («fettelskende») gjærsoppene i slekta *Malassezia*, som forårsaker flass. Stort sett alle mennesker lever i ett tett samliv med *Malassezia* (Theelen et al. 2018). Også mange gjærsopper opptrer som opportunistiske patogene, for eksempel trøskegjær, som kan forårsake candidiasis. Men stort sett er sopper ikke farlige for oss mennesker, noe som i stor grad skyldes at vår høye kroppstemperatur og vårt immun-



Figur 2. Sterkt forstørrede bilder av penselmugg (*Penicillium*), strålemugg (*Aspergillus*) og trøskegjær (*Candida*). (Foto: Eva Lena Estensmo).



Figur 3. Skisse av penselmugg (Penicillium) fra Dr. Soppes monografi (Sopp 1912). Det aseksuelle stadiet sees til venstre og det seksuelle stadiet, med fruktlegemer, til høyre.

forsvaret effektivt undertrykker og bekjemper soppvekst. Siden de har en lavere kroppstemperatur og mindre utviklet immunforsvar, er det langt flere insekter og krypdyr som angripes av sopp. Det finnes kun noen få sopparter som kan forårsake alvorlige infeksjoner hos friske mennesker, for eksempel arter innen gjærsoppslektene *Cryptococcus* og *Coccidioides*, hvor sistnevnte kan forårsake det amerikanerne kaller «valley fever» (coccidioidomycose).

I tillegg til soppene nevnt ovenfor, som kan være biologisk aktive innendørs og på eller i oss mennesker, blåser soppsporer fra mange utendørs sopper inn gjennom vinduer, dører og ventilasjonsanlegg. Men flesteparten av disse «utendørsoppene» klarer ikke å vokse i de ekstremt tørre og næringsfattige omgivelsene inne i bygninger.

## DNA-basert analyse av innendørs sopp

Mye av kunnskapen vi har om sopp i hus stammer fra tradisjonelle undersøkelser. Dette inkluderer (a) undersøkelser av synlige (makroskopiske) strukturer, slik som fruktlegemer eller synlig soppmycel, (b) mikroskopianalyser av støvprøver eller (c) oppdyrking av sopp på vekstmedier fra for eksempel luft- eller støvprøver. Disse tradisjonelle metodene er begrenset av valg av vekstmedium eller om vi klarer å gjenkjenne de ulike artene.

I løpet av de siste tiårene har vi imidlertid fått nye, kraftfulle DNA-baserte verktøy for mer inngående karakterisering av soppfunn. PCR-metoden står sentralt her; ved hjelp av denne revolusjonerende metoden kan man kopiere og mangfoldiggjøre en spesifikk del (fragment) av DNA-molekylet som forekommer i alle organismer eller i en utvalgt organisme-gruppe.

PCR-metoden har mange bruksområder. En innfallsvinkel er å påvise og kvantifisere sopper ved hjelp av kvantitativ PCR (qPCR). Men med denne metoden fanger man kun opp de få artene man ser etter, siden man må utvikle spesifikke markører (primere) til de ulike artene. En annen tilnærming er å «masse-sekvensere» DNA'et som forekommer i en prøve, for eksempel i en støvprøve fra et hus. Ved hjelp av PCR kopierer man opp en bestemt DNA-markør, som man dernest masse-sekvenserer. I løpet av de siste 15 årene har det kommet en rekke nye metoder for masse-sekvensering, som gjør det mulig å generere tusener eller millioner av DNA-sekvenser fra en enkelt prøve, og på den måten grundig karakterisere hvilke organismer som forekommer i prøven. Ved å sammenlikne med kjente sekvenser kan man finne ut med større eller mindre sikkerhet hvilke dyr, sopper, planter eller bakterier som er tilstede i en prøve. Men i motsetning til qPCR gir denne metoden ikke gode kvantitative data, men kun «relative proporsjoner», hvor man kan si hvilke arter som er vanlige, sjeldne eller fraværende i en prøve sett i lys av hverandre. I flere studier har vi benyttet denne metoden til å karakterisere hvilke sopper som forekommer i norske boliger og barnehager, og studere hvilke faktorer som påvirker soppfunnet innendørs (Estensmo et al. 2021, Estensmo et al. 2022, Martin-Sanchez et al. 2021, Martin-Sanchez et al. 2022).

## Sopp i norske boliger

Til å gjennomføre en storskala kartlegging av hvilke sopper som forekommer i boliger i Norge (Martin-Sanchez et al. 2021), benyttet vi oss av såkalt «folkeforskning». Ved hjelp av sosiale medier rekrutterte vi boligeiere til å samle inn støvprøver for oss, som vi senere analyserte ved hjelp av masse-sekvensering. Prøvetakingsutstyr ble sendt ut til 271 huseiere spredt over



det ganske land. De samlet inn støvprøver på dørkarmen på (a) badet, (b) stua eller hovedoppholdsrom, og (c) utendørs, over inngangsdøra (figur 4).

Hver støvprøve inneholdt i gjennomsnitt om lag 150 ulike sopparter, alt fra biologisk aktive innendørs sopper til utendørs sopper som spredte sporene sine inn i hus. Noen «utendørssopper», inkludert muggsopper og nedbrytersopper, kan være biologisk aktive både ute og inne. Soppsamfunnene i inneprøvene var markant annerledes enn i uteprøvene; soppene som forekommer innendørs er altså ikke kun et tilfeldig utvalg av soppene som vokser i utemiljøet, men preges av sopper som er mer typisk innendørs.

Av sopplesker som var langt mer vanlig innendørs enn utendørs kan nevnes penselmugg (*Penicillium*), strålemugg (*Aspergillus*), ekte gjærsopp (*Saccharomyces*), og tidligere omtalte *Malassezia*. *Malassezia*, som vokser på hud, var naturlig nok spesielt vanlig på baderom. Andre gjærsopplesker, slik som trøskegjær (*Candida*), *Debaryomyces*, *Naganishia*, *Rhodotorula* og *Sporobolomyces*, og muggsopper, slik som kulemugg (*Mucor*) og *Wallemia*, var også relativt sett mer vanlige innendørs. Noen mugg- og gjærsopper, slik som *Cladosporium*, *Epicoccum* og *Aureobasidium*, var vanlige både ute og inne. Totalt sett var diversiteten av sopp noe høyere i innendørs- enn utendørsprøvene, noe som kan forklares av at de fleste av soppene som vokser ute også kan påvises inne i form av sporer, i tillegg til soppene som kun vokser inne.

Som nevnt innledningsvis er det velkjent at mange muggsopper er vanlige innendørs og kan forårsake helseplager. Men den store forekomsten og diversiteten av ulike gjærsopper kom som en overraskelse på oss. Mange av de nevnte gjærsoppene er trolig assosiert med menneskekroppen, men kan også stamme fra andre innendørs kilder, slik som matavfall. Om enn i et svært begrenset omfang, vil det alltid forekomme noe organisk nedbrytbare stoffer innendørs, inkludert døde hudceller, matrester eller stueplanter, som



Figur 4. Prøvetaking av støvprøver til massesekvensering.

mugg- og gjærsopper kan vokse på. I en nylig publisert studie (Narunsky-Haziza et al. 2022), ble mange av de samme soppsektene påvist i kreftsvulster hos mennesket. I dette studiet så man også at ulike gjær- og muggsopper var assosiert med ulike typer kreftsvulster. Soppene som angriper oss mennesker når vi får et nedsatt immunforsvar, rekrutteres naturlig nok mest fra innemiljøet.

Vi undersøkte også hvilke faktorer som forklarer variasjonen i soppfunnene. Her så vi både på faktorer knyttet til (a) husets konstruksjon og ventilasjon, (b) regionale klimaforhold, (c) beboerne og deres kjæledyr og (d) om huseierne hadde registrert ulike typer skader i boligen eller helseplager. Mange faktorer var til sammen med på å forklare forskjellene, men de fleste med en svært liten forklaringsevne eller påvirkning. Det er altså et stort antall faktorer som sammen er med på å strukturere soppfunnene i hus.

Ulike regionale klimafaktorer hadde en viss betydning, noe som kan forklares med at disse faktorene styrer soppene i utemiljøet, hvorfra mange sopper altså spres inn i hus. Forekomst av skader i boligen eller helseplager allergier og kjæledyr, forklarte kun en liten andel av variasjonen. Mye av variasjonen kunne dessuten ikke relateres til de over 25 faktorene vi undersøkte, noe som trolig skyldes at mange tilfeldigheter er involvert i hvilke sopper som spres hvor.

## Sopp i barnehager

På samme måte som i boligundersøkelsen kartla vi soppfunnene i 125 barnehager spredt over hele Norge (Estensmo et al. 2022) ved at ansatte i barnehagene tok støvprøver og sendte oss.

Vi antok at det ikke ville være store, systematiske forskjeller i innendørs soppfunn i boliger og barnehager. Det viste seg imidlertid å være langt mer gjærsopp i barnehager enn i bolighus, mens det relativt sett var mer muggsopp i boliger. Ekte gjærsopp (*Saccharomyces*) var den desidert vanligste soppsektet i barnehagene. En rekke andre gjærsoppsekter, for eksempel trøskegjær (*Candida*), *Dabaryomyces*, *Filobasidium*, *Malassezia*, *Naganishia* og *Rhodotorula* var langt vanligere i barnehagene enn i boliger. *Cryptococcus*, en av få soppsekter som kan forårsake infeksjoner av friske mennesker, var også vanligere i barnehagene. Om noen av de patogene artene innen slekta *Cryptococcus* forekommer, er imidlertid usikkert. Ved denne typen analyser, masse-sekvensering av et kort DNA-fragment, er det ofte vanskelig å konkludere med 100% sikkerhet hvilke spesifikke arter innen en slekt en har med å gjøre. Man må gjerne gjøre ytterligere genetiske undersøkelser for å konkludere trygt om dette.

Med unntak av kulemugg (*Mucor*) og slekta *Wallemia*, var alle de vanlige muggsoppslektene relativt vanligere i bolighus (inkludert *Alternaria*, *Aureobasidium*, *Aspergillus*, *Cladosporium* og *Penicillium*).

Hva er så årsaken til at gjær-sopper er relativt vanligere i barnehager og muggsopper i boliger? Her kan vi lansere to hypoteser: (a) Forskjellen skyldes at det er mer gjær-sopp assosiert med barn enn voksne. Alternativt (b), forskjellen skyldes at tettheten av mennesker er høyere i barnehager enn i bolighus. Siden gjær-sopp i større grad er assosiert med menneskekroppen enn hva muggsopp er, kan ulik tetthet av mennesker altså forklare forskjellen. Vi er imidlertid ikke i stand til, med våre data, å teste hypotesene; undersøkelser med en annen studiedesign må da gjennomføres. Siden lite forskning hittil er gjort innen feltet, ønsket vi å gå bredt ut å undersøke mange forklaringsfaktorer samtidig, over et bredt geografisk område. Dette går imidlertid på bekostning av å se på mer kausale sammenhenger.

Ved å samle inn støvprøver fra to barnehager i Oslo hver annen uke gjennom et helt år, undersøkte vi også hvordan innendørs soppsamfunn varierer gjennom året (Estensmo et al. 2021). I tillegg til å samle inn støvprøver fra ulike rom, tok vi også her støvprøver fra utemiljøet. Soppsamfunnene i prøvene ble på samme måte karakterisert ved masse-sekvensering. Vi observerte en tydelig endring i soppsamfunnene gjennom året inne i barnehagene; ulike gjær-sopp og muggsopp var relativt mer vanlig sent om høsten, vinteren og tidlig vår. Ulike «utesopper», slik som hattsopper, poresopper og planteparasitter, var mer vanlige i støvprøvene i plantenes vekstsesong (sen vår, sommer og tidlig høst), når disse soppene er aktive og sporulerer.

Vi observerte dessuten en klar forskjell i soppsamfunn mellom rom som var i aktiv bruk på den ene siden, slik som kjøkken, gang og oppholdsrom, og kjeller og loft på den andre siden. Det var relativt mer gjær-sopp og muggsopp i rommene som var i aktiv bruk, sammenliknet med utendørs og kjeller/loft. Soppsamfunnene fra kjeller og loft var likere utendørs-prøvene og dominert av ulike nedbrytersopper, hattsopper og planteparasitter som vokser i utemiljøet. Denne siste undersøkelsen bekrefter at den høye diversiteten av gjær- og muggsopp er nært assosiert med innendørs aktivitet. Den forteller også at man helst bør ta prøver på ulike deler av året for å fange opp temporal variasjon.

### **Trøffelen i Bygdøy allé**

PCR og masse-sekvensering er en svært kraftfull metode. Omtrent 11% av DNA-sekvensene representerte DNA fra planter og deres pollen. Det var mulig å se hvilke grønnsaker de ulike boligeierne spiste og hvilke stueplanter de hadde, i tillegg til utendørs vegetasjon.



I undersøkelsene var det også andre sopparter, foruten muggsoppene og gjærsoppene, som fanget interessen vår. Ekte trøfler i slekta *Tuber* er høyt skattet innen spesielt det franske, spanske og italienske kjøkken. Enkelte fruktlegemer av disse soppene omsettes for titusenvis av kroner. En av de tre spiselige artene, sommertrøffelen (*Tuber aestivum*), forekommer naturlig så langt nord som på Gotland, og mange har lett etter denne arten på klimatiske gunstige steder i Sør-Norge uten å finne den. Overraskelsen var derfor stor da vi fikk positivt treff på arten i en av støvprøvene. Men var det snakk om en inne- eller en uteprøve? Det siste kunne indikere en naturlig forekomst. Vi burde kanskje skjønnt det - det viste seg at prøven kom fra en leilighet på Oslos beste vestkant. Og ved nærmere undersøkelse viste det seg at det var en nær kollega som hadde sendt inn denne støvprøven fra sin leilighet. Da vi konfronterte ham med funnet kunne han vedgå at jo, han hadde spist sommertrøffel. Han kunne til og med legge frem fotobevis siden han tok bilde av fruktlegemet før det ble spist (figur 5). Fra dette fruktlegemet hadde altså sommertrøffel-DNA funnet veien opp på dørkarmen og blitt med i støvprøven og videre i masse-sekvenseringen. Denne lille historien illustrerer hvor kraftfullt PCR og masse-sekvensering er til å fange opp ulike organismer. Samtidig illustrerer det at man må tolke resultatene nøye, og at det finnes mange feilkilder og muligheter for forurensning av prøver (kontaminasjon).

### Veien videre

Undersøkelsene våre av innendørs soppsamfunn kan sies å være eksplorative pioner-studier, hvor vi kartlegger soppsamfunnene og korrelerer dem med en lang rekke faktorer. Mer målrettede undersøkelser må til for å se nærmere



Figur 5. Sommertrøffelen som vi fanget opp i våre DNA-undersøkelser.  
(Foto: Klaus Høiland.)

på kausale og kvantitative sammenhenger mellom beboere, deres aktiviteter, bygningstyper/konstruksjoner og innendørs sopp.

Det er observert klare sammenhenger mellom faktorer som kjønn, alder, kjæledyr, etnisitet og bakteriesamfunn. Vi vet fortsatt lite om noen av de samme forholdene kan finnes for menneske-assosierte sopp. Men det er kjent at ulike arter av gjærsoppen *Malassezia* har ulik preferanse for unge og eldre mennesker, og for kvinner og menn (Theelen et al. 2018).

Det vil også være interessant å se nærmere på soppfunnene i andre miljøer, for eksempel i sykehus. Over hele verden infiseres pasienter med dårlig immunforsvar av patogene sopper som trøskegjær (*Candida*) og strålemugg (*Aspergillus*) på sykehus. Noen av disse soppene, for eksempel *Candida auris* og *Aspergillus fumigatus*, har dessuten utviklet antibiotika-resistens og er dermed ekstra farlige (Fisher et al. 2018). Masse-sekvensering kan benyttes til å kartlegge forekomsten av disse og andre potensielle skadegjørere.

Spesielt interessant er kanskje den høye forekomsten av gjærsopp innen-dørs. Dette bringer oss tilbake til Dr Sopp, den berømte norske mykolog og gjærsoppforsker. Dr Sopp fokuserte mye på ulike typer ølgjær (*Saccharomyces cerevisiae* og *Saccharomyces pastorianus*), men det finnes altså en enorm og lite studert diversitet av andre gjærsopper, både innendørs og utendørs, som fremtidige soppdoktorer bør forske videre på.

## Takk

Arbeidet beskrevet ovenfor har vært en del av doktorgraden til Eva Lena Estensmo, finansiert av Universitetet i Oslo, og post doc prosjektet til Pedro M. Martin-Sanchez (EU's Horizon 2020 programme, MSCA-IF grant agreement MycoIndoor No 741332), begge deler utført ved Universitetet i Oslo. Takk til alle som har bidratt med prøver, Mycoteam as for samarbeid og ulike samarbeidspartnere som har vært involvert i ulike deler av undersøkelserne: Luis Morgado, Sundry Maurice, Ingeborg B. Engh, Klaus Høiland og Synnøve Smebye Botnen.

## Litteratur

1. Dannemiller KC, Gent JF, Leaderer BP, Peccia J. Influence of housing characteristics on bacterial and fungal communities in homes of asthmatic children. *Indoor Air* 2016; 26, 179–92.
2. Estensmo ELF, Botnen SS, Maurice S, Martin-Sanchez PM, Morgado L, Engh IB, Høiland K, Skrede I, Kauserud H. The indoor mycobiomes of daycare centers are affected by occupancy and climate. *Applied and Environmental Microbiology* 2022; 88: 6.
3. Estensmo ELF, Morgado L, Maurice S, Martin-Sanchez PM, Engh IB, Mattsson J, Kauserud H, Skrede I. 2021. Spatiotemporal variation of the indoor mycobiome in daycare centers. *Microbiome* 2021; 9, 220.

4. Fisher MC, Hawkins NJ, Sanglard D, Gurr SJ. Worldwide emergence of resistance to antifungal drugs challenges human health and food security. *Science* 2018; 360, 739-42.
5. Martin-Sanchez PM, Estensmo, ELF Morgado LN, Maurice S, Engh IB, Skrede I, Kauserud H. Analysing indoor mycobiomes through a large-scale citizen science study in Norway. *Molecular Ecology* 2021; 30, 2689-705.
6. Martin-Sanchez PM, Nunez M, Estensmo E-L, Skrede I, Kauserud H. Comparisons of methods to identify and monitor mold damages in buildings. *Applied Sciences* 2022; 12, 9372.
7. Mendell MJ, Mirer AG, Cheung K, Tong M, Douwes J. Respiratory and allergic health effects of dampness, mold, and dampness-related agents: A review of the epidemiologic evidence. *Environmental Health Perspectives* 2011; 119, 748– 56.
8. Narunsky-Haziza L, Sepich-Poore GD, Livyatan I, et al. Pan-cancer analyses reveal cancer-type-specific fungal ecologies and bacteriome interactions. *The Cell* 2022; 185, 3789-806.
9. Sopp O-J O. Monographie der Pilzgruppe *Penicillium* mit besonderer Berücksichtigung der in Norwegen gefundenen Arten, *Videnskapselskapets Skrifter*. Nr. 11, 1912.
10. Sopp O-J O. Norske aspergillusarter utviklingshistorisk studerede, *VSK Forh.* Nr. 2, 1886.
11. Theelen B, Cafarchia C, Gaitanis G, Bassukas ID, Boekhout T, Dawson TL. *Malassezia* ecology, pathophysiology, and treatment. *Medical Mycology* 2018; 56, 10–25.

*Håvard Kauserud*

*haavarka@ibv.uio.no*

*Seksjon for genetikk og evolusjonsbiologi, Institutt for biovitenskap,  
Universitetet i Oslo, N-0316 Oslo, Norway.*

*Eva Lena Estensmo*

*lena.fjeld.estensmo@vetinst.no*

*Seksjon for genetikk og evolusjonsbiologi, Institutt for biovitenskap,  
Universitetet i Oslo, N-0316 Oslo, Norway.*

*Pedro M. Martin-Sanchez*

*p.m.m.sanchez@ibv.uio.no*

*Seksjon for genetikk og evolusjonsbiologi, Institutt for biovitenskap,  
Universitetet i Oslo, N-0316 Oslo, Norway.  
Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS-CSIC),  
41012 Sevilla, Spain.*

*Inger Skrede*

*inger.skrede@ibv.uio.no*

*Seksjon for genetikk og evolusjonsbiologi, Institutt for biovitenskap,  
Universitetet i Oslo, N-0316 Oslo, Norway.*