

Zagrożenia grzybowe w budynkach i w mieszkaniach – wpływ na organizm człowieka

Wioletta Żukiewicz-Sobczak^{1,2}, Paweł Sobczak³, Kazimierz Imbor², Ewelina Krasowska¹, Jacek Zwoliński¹, Andrzej Horoch⁴, Andrzej Wojtyła⁵, Jacek Piątek¹

¹ Zakład Alergologii i Zagrożeń Środowiskowych, Instytut Medycyny Wsi w Lublinie

² Polskie Stowarzyszenie Mykologów Budownictwa, Filia Lublin

³ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

⁴ Zakład Informatyki i Statystyki Zdrowia, Instytut Medycyny Wsi w Lublinie

⁵ Zakład Promocji Zdrowia, Żywności i Żywności, Instytut Medycyny Wsi w Lublinie

Żukiewicz-Sobczak W, Sobczak P, Imbor K, Krasowska E, Horoch A, Wojtyła A, Piątek J, Zwoliński J. Zagrożenia grzybowe w budynkach i w mieszkaniach – wpływ na organizm człowieka. Med Og Nauk Zdr. 2012; 18(2): 141-146.

Streszczenie

Wprowadzenie i cel pracy: Jednym ze znanych czynników biologicznych, wywierającym negatywny wpływ na zdrowie człowieka są grzyby. Już na początku XIX wieku pojawiły się pierwsze udokumentowane wzmianki opisujące również badania szkodliwego oddziaływania grzybów w budynkach. Na początku w Kopenhadze, a następnie w Padwie badacze wykryli w budynkach obecność grzybów z rodzaju *Penicillium*, *Cladosporium* oraz *Mucor*. Celem pracy jest przedstawienie aktualnego stanu zagrożenia biologicznego budynków i mieszkań, zdrowia ludzi, jak również różnych działań profilaktycznych mających na celu przeciwdziałanie szkodliwemu wpływowi grzybów.

Opis stanu wiedzy: Według aktualnych doniesień literaturowych krajowych i zagranicznych szczególne zagrożenie dla budynków mieszkalnych i inwentarskich stanowią grzyby pleśniowe i domowe. Unoszące się w powietrzu zarodniki tych mikroorganizmów osiadają na wszystkich elementach mieszkań (budynków), a przy sprzyjających warunkach zaczynają cykl rozwojowy. Grzyby pleśniowe wykazują zdolność wytwarzania wtórnych metabolitów o toksycznym działaniu na organizm ludzki i na zwierzęta, mogą również wywołać różnego typu schorzenia, np. alergiczne. Problem ten jest szczególnie aktualny na terenie Europy i związany z występowaniem licznych powodzi.

Podsumowanie: W celu skutecznej ochrony mieszkań i budynków przed szkodliwym wpływem grzybów należy zastosować w praktyce opisane w artykule działania profilaktyczne.

Słowa kluczowe

mieszkania, budynki, grzyby pleśniowe, zdrowie

WPROWADZENIE I CEL PRACY

Jednym ze znanych czynników biologicznych, wywierającym negatywny wpływ na zdrowie człowieka są grzyby. Już na początku XIX wieku pojawiły się pierwsze udokumentowane wzmianki opisujące również badania szkodliwego oddziaływania grzybów w budynkach. Na początku w Kopenhadze, a następnie w Padwie badacze wykryli w budynkach obecność grzybów z rodzaju *Penicillium*, *Cladosporium* oraz *Mucor* [1]. Celem pracy jest przedstawienie aktualnego stanu zagrożenia biologicznego budynków i mieszkań, jak również różnych działań profilaktycznych mających na celu przeciwdziałanie szkodliwemu wpływowi grzybów.

OPIS STANU WIEDZY

Grzyby obejmują liczną grupę około 100 tysięcy gatunków. Występują niemal we wszystkich środowiskach: najliczniej

w glebie, są obecne na łądzie, w wodzie słodkiej i nieliczne w słonej [2]. Grzyby są eukariotycznymi organizmami ze ścianami komórkowymi, nieposiadającymi chlorofilu (niemającymi zdolności do syntezy związków organicznych z substancji nieorganicznych), rozmnażającymi się płciowo lub bezpłciowo (przez spory). Zaliczane są do pasożytów, jeżeli źródłem substancji organicznych są organizmy żywe, lub do saprofitów, jeżeli związki te pochodzą z martwych, wilgotnych, organicznych materiałów lub substratów takich jak np.: drewno, papier, farba, kurz, resztki żywności i skóry. Ich udział w biomacie ziemi ocenia się na ok. 25%. Wszystkie grzyby czerpią tlen z powietrza lub tlen rozpuszczony w wodzie. Nie ma wśród nich bezwzględnych beztlenowców. Jak pokazują wyniki badań z 1983 roku, przeprowadzonych przez R.N. Smith i L.M. Nadim, grzyby pleśniowe mają zdolność rozwoju w przeciągu od 2 do 3 tygodni nawet na czystym szkle, na którym pozostawione będą chociaż odciski palca. Minimalne potrzeby wzrostu i rozwoju pozwalają zasiedlać im skrajnie ubogie w składniki organiczne nisze. Z kolei bogate w składniki organiczne przedmioty, jakimi są materiały budowlane lub też powłoki malarskie i inne wykończenia ścian czy podłóg, stanowią w odpowiednich warunkach doskonałe podłoże do ich rozwoju. Grzyby pleśniowe są powszechnie obecne w pomieszcze-

Adres do korespondencji: Wioletta Żukiewicz-Sobczak, Zakład Alergologii i Zagrożeń Środowiskowych, Instytut Medycyny Wsi w Lublinie, ul. Jaczewskiego 2, 20-090 Lublin.

E-mail: wiola.zukiewiczsobczak@gmail.com

Nadesłano: 25 stycznia 2012; zaakceptowano do druku: 5 czerwca 2012

niach mieszkalnych i w środowiskach pracy [1]. Występują generalnie wszędzie tam, gdzie jest wilgoć i choćby „film” substancji organicznej w postaci np. wyschniętej kropli soku owocowego czy też strzępek kartki papieru [3]. Według danych literaturowych, we wnętrzu budynków mieszkalnych żyje ponad 400 gatunków grzybów pleśniowych [1], dlatego powietrze w pomieszczeniach jest bardzo często nadmiernie zanieczyszczone zarodnikami pleśni [4, 5].

Ekspozycja na grzyby może mieć wiele skutków zdrowotnych, np. może być przyczyną alergii, najczęściej występującej pod postacią nieżyty błony śluzowej nosa i astmy oskrzelowej, alergicznego zapalenia pęcherzyków płucnych (AZPP), zaś u osób z obniżoną odpornością może skończyć się ciężką infekcją oportunistyczną [6].

WARUNKI ROZWOJU GRZYBÓW

Optymalnym warunkiem rozwoju grzybów jest wysoka wilgotność powietrza i podłoża, choć wiele gatunków kserofilnych z rodzaju *Aspergillus* i *Penicillium* charakteryzuje się zdolnością do przeżycia w bardzo suchych środowiskach, co więcej zarodniki i konidia pleśni są odporne na brak wody i mogą w stanie suszy przetrwać nawet latami. Pleśnie ze względu na fakt, że są wybitnymi tlenowcami, rosną zwykle na powierzchni. Źródłem węgla dla tych organizmów mogą być różne związki, a ich bogaty aparat enzymatyczny pozwala na wykorzystanie środowisk bardzo ubogich w substancje odżywcze, nawet tworzyw sztucznych. Zakres temperatury, w których są zdolne do wzrostu wynosi od 18 do 32°C, zakres przeżycia jest znacznie szerszy, bo mieści się w granicach 6–60°C [5, 7]. Dla grzybów szczególnie zachęcające do wzrostu i rozwoju są dodatnie temperatury oraz wilgotność względna powietrza sięgająca powyżej 60%, kiedy to dochodzi do wytwarzania się na powierzchniach ścian i okien wilgotnej powłoki [5, 8]. Z kolei najbardziej niekorzystnym czynnikiem dla egzystencji grzybów jest przewiew powietrza, który może być wykorzystany w profilaktyce antygrzybowej w mieszkaniach i budynkach mieszkalnych. Jednak w celu skutecznej eliminacji grzybów konieczne jest zastosowanie również innych metod i środków, zarówno budowlanych, jak i chemicznych.

ZARODNIKI I MYKOTOKSYNY

Pleśnie wytwarzają ogromną ilość zarodników, które mogą być przenoszone na odległość tysięcy kilometrów. Występują nawet w stratosferze. Bardzo małe rozmiary (3–10 µm) zarodników dodatkowo pozwalają im głęboko penetrować drzewo oskrzelowe, co w efekcie sprzyja uczuleniu dolnych dróg oddechowych [9]. W powietrzu pomieszczeń mieszkalnych poziom spor grzybów niekiedy przekracza nawet 1000/m³ [4, 10]. Rodzajami grzybów najczęściej spotykanymi w mieszkaniach są: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Aureobasidium* i *Cladosporium*. Jak wynika z badań, produkują one zarodniki przez cały rok, a ich wzrost jest zależny przede wszystkim od wilgotności względnej powietrza, która z kolei zależy od wentylacji, obecności klimatyzacji oraz izolacji termicznej budynku [11]. Proces uwalniania zarodników zależny jest nie tylko od rodzaju grzyba, ale również od warunków pogodowych, a stężenie zarodników w środowisku domowym zwiększa się wraz ze wzrostem ich

ilości w środowisku zewnętrznym. Niektóre zarodniki uwalniane są, gdy powietrze jest suche, a ich stężenie w powietrzu zwiększa się wraz ze zwiększonym podmuchem wiatru i zmniejszoną wilgotnością, w czasie dużego nasłonecznienia, np. są to zarodniki grzybów z rodzajów: *Alternaria*, *Cladosporium*, *Helminthosporium*. Z kolei zarodniki „wilgotne”, wytwarzane przez grzyby z klasy *Ascomycetes*, uwalniane są do atmosfery w czasie opadów deszczu, często w nocy [12]. Wyniki wielu badań wskazują istotną korelację pomiędzy podwyższonym stężeniem zarodników a niekorzystnymi objawami zdrowotnymi, mianowicie podwyższenie stężenia antygenów grzybów w środowisku (mieszkalnym, zewnętrznym) generuje występowanie różnego typu objawów alergii [13, 14, 15, 16]. Jak wykazano, zarodniki są najsilniej alergizującą częścią grzybów, co więcej kumulowana jest w nich zasadnicza część wtórnych metabolitów grzybni – mykotoksyn. To właśnie niewinnie wyglądające wodne krople na powierzchni grzybni są źródłem największej koncentracji patogennych metabolitów. Niektóre pleśnie produkują kilka toksyn, a niektóre toksyny są produkowane przez więcej niż jeden gatunek grzyba [17]. Najważniejsze toksyny grzybów pleśniowych to: aflatoksyny (AF), ochratoksyna A (OT), zearalenon (ZEN), trichoteceny oraz fumonizyny (F) [6, 18]. Mykotoksyny cechują się różnokierunkowym działaniem: mutagennym, neurotoksycznym, immunosupresyjnym czy rakotwórczym. Pod tym względem największe zagrożenie dla zdrowia ludzi i zwierząt mają grzyby strzępkowe z rodzajów: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Stachybotrys*, *Alternaria* i *Cladosporium* [19, 20, 21]. Obecnie nie jest znane minimalne stężenie mikotoksyn różnych gatunków grzybów pleśniowych występujących w pomieszczeniach zamkniętych, jak i nie jest znany minimalny czas ekspozycji niezbędny do wywołania niekorzystnego wpływu na zdrowie człowieka [5, 22].

GRZYBY A BUDOWNICTWO

Po raz pierwszy w 1965r. w Holandii Eleonore H. Hueck van der Plas oszacowała straty ekonomiczne spowodowane przez mikroorganizmy w materiałach technicznych na świecie. Eleonore H. Hueck van der Plas stwierdziła, iż 2% materiałów rocznie ulega rozkładowi mikrobiologicznemu. W 1996 r. B. Zyska, korzystając z wyliczeń Hueck van der Plas, przedstawił wyniki badań dla Polski, biorąc pod uwagę wybrane materiały (tkaniny, skóry, drewna, wyroby celulozowo-papiernicze, produkty rafinerii ropy naftowej, farb i lakierów, włókien i tworzyw sztucznych, wyroby z gumy, maszyn, aparatury elektrycznej, środki zielarskie, farmaceutyczne i kosmetyczne). Łącznie wartość strat spowodowanych niszczeniem materiałów przez drobnoustroje wynosiła w 1996 r. około 1084 mln zł. Obecnie przewiduje się, że są to wartości znacznie wyższe niż sądzono, sięgają około 5% PKB (10 907 mln zł). Jednak w oszacowaniu tych kosztów nie brano pod uwagę np. zabytków, zbiorów muzealnych, zagrożeń zdrowia i życia ludzi [23].

Obecność patogennych grzybów pleśniowych wewnątrz pomieszczeń (szczególnie *Stachybotrys chartarum*) na materiale budowlanym uznaje się za ważny czynnik ryzyka dla zanieczyszczenia mikroklimatu pomieszczeń. Niekorzystne efekty zdrowotne dla ludzi i zwierząt powiązane są z intensywnym narażeniem na kontakt właśnie ze *S. chartarum* oraz innymi grzybami pleśniowymi z rodzaju *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Trichoderma*. Szacuje się, że 25%

wszystkich polskich mieszkań jest skażonych mikotoksynami i alergenami wydzielanymi przez grzyby pleśniowe, zasiedlające materiały budowlane i wykończeniowe [1]. Dla porównania w Wielkiej Brytanii oraz w krajach skandynawskich wzrost pleśni występuje w 10% mieszkań. Najczęściej rezerwuarem niebezpiecznych pleśni są często podlewane rośliny, zwierzęta domowe, tapety, zakurzone materace, pluszowe zabawki, zanieczyszczone urządzenia wentylacyjne oraz klimatyzacyjne [14]. Jak podają źródła, w domach, w których znajdują się dywany na podłogach, wykrywano 2-3 krotnie wyższe stężenia grzybów z rodzajów *Aspergillus* i *Penicillium* niż w domach bez dywanów [15], a szczególnie zwiększenie ilości pleśni wywołuje obecność kota w domu [13]. Jak już wspomniano, istnieje również istotny związek pomiędzy stężeniem grzybów w środowisku wewnątrzdomowym a pogodą, przeważnie najwyższe jest przy wietrznej i wilgotnej, a najniższe w suche, słoneczne dni [12]. Najczęściej spotykane w pomieszczeniach użytkowych są gatunki: *Cladosporium sphaerospermum* (izolowane z powierzchni materiałów budowlanych w łazienkach, kuchniach), *Cladosporium cladosporioides*, *Cladosporium herbarum* (izolowane z powietrza, gdzie ilość spor może wynosić nawet 10 000 jtk/m³), ostatnie dwa gatunki cechuje obecność bardzo podobnego białka alergogenicznego [24].

W budynkach mieszkalnych, aby został zapoczątkowany proces rozwoju mikroorganizmów grzybowych, musi być spełnionych kilka warunków: obecność tlenu oraz substancji odżywczych, które grzyby pleśniowe mogą zawsze zdobyć w środowisku budowlanym. Źródłem ich są przede wszystkim niewielkie ilości materiałów organicznych, farby emulsyjne, klejowe, tapety, a także osiadły pył towarzyszący człowiekowi na co dzień podczas jego egzystencji. Odpowiednią pożywką dla tego typu mikroorganizmów jest drewno. Grzyby atakują drewno lite, przerobione, w postaci płyt (drewnopochodnych), gdzie w skład wchodzi cząstki drewna lub materiałów ligninocelulozowych (płyty paździerzowe czy słomiane). Mikroorganizmy rozwijające się na materiałach nie tylko osłabiają cechy użytkowe materiałów, np. wytrzymałość na rozciąganie, ale są również przyczyną kruszenia, rozwarstwienia emulsji, zmiany barwy – tracą barwę lub zabarwiają się od barwników wytwarzanych przez komórki drobnoustrojów (znane są liczne drobnoustroje wytwarzające barwniki czerwone, żółte, pomarańczowe, czarne, itp.). Często zjawiskom tym towarzyszy wydzielanie swoistych zapachów związanych z produkcją związków lotnych, np. siarkowodoru, seskwiterpenów [23].

NIEKORZYSTNE EFEKTY ZDROWOTNE

Z danych literaturowych i badań własnych jednoznacznie wynika, że grzyby pleśniowe i ich wtórne metabolity wykazują toksyczne działanie na organizm ludzi i zwierząt, a jednocześnie wywołują szereg podobnych objawów do chorób alergicznych. Niniejszy problem stał się szczególnie ważny na terenie Europy po wystąpieniu licznych powodzi. Dla zdrowych osobników inhalacja zarodników grzybów pleśniowych przenoszonych drogą powietrzną w normalnych warunkach nie powinna stanowić zagrożenia, ze względu na to, iż drogi oddechowe posiadają mechanizmy samooczyszczania. Jednak dłuższa ekspozycja na tego rodzaju patogeny może prowadzić do poważnych schorzeń układu oddechowego. W przypadku przeciążenia lub uszkodze-

nia dróg oddechowych wspomniane mechanizmy obronne mogą zawodzić i wówczas w oskrzelikach i pęcherzykach płucnych zainhalowane zarodniki tworzą czopy śluzowe, kielkują, a następnie tworzą micelle. Zasiedlona w ten sposób grzybnią, poprzez ciągle wytwarzanie do tkanki antygenów, indukuje powstawanie przeciwciał IgE, co w efekcie prowadzi do reakcji zapalnych i uszkodzenia tkanek, a tym samym wspiera dalszy wzrost grzybni. Przykładem tego typu jest aspergiloza, występująca u młodych ludzi z astmą i osób ze skłonnością organizmu do atopii [6, 25].

Zarodniki mogą również wywoływać choroby infekcyjne, szczególnie atakując płuca osób z silnym osłabieniem układu immunologicznego (pacjenci z chorobą nowotworową lub z AIDS). Do łagodniejszych objawów występujących po kontakcie z pleśniami należą: złe samopoczucie, nudności, bóle głowy i inne objawy psychosomatyczne. Niestety, odnotowano istotny niedobór danych epidemiologicznych dotyczących chorób spowodowanych ekspozycją na grzyby pleśniowe oraz różnorodności schorzeń i ich symptomatologii klinicznej [6, 25]. Dlatego tak cenne są różnego typu doniesienia. W ostatnich medyczo-epidemiologicznych badaniach objawy toksyczne odnotowano u dzieci przebywających w zawiłgoconych pomieszczeniach, jak również u osób mających kontakt z zapleśniałymi materiałami papierowymi i wdychającymi skażone powietrze. Efekty te są zasadniczo powiązane z białkowymi alergenami, a także z toksycznymi metabolitami (mykotoksyny) produkowanymi przez różne gatunki grzybów pleśniowych, przenoszonych głównie drogą powietrzną [6, 25].

Około 8 milionów osób zamieszkujących Polskę (w tym około 2,7 mln mieszkań) jest zagrożonych mykotoksynami i alergenami wydzielanymi przez grzyby pleśniowe. Coraz częściej obserwuje się pogorszenie stanu zdrowia osób przebywających w pomieszczeniach tzw. zamkniętych, np. mieszkania, biura, placówki służby zdrowia, lokale gastronomiczne i wszystkie inne miejsca stanowiące zamkniętą przestrzeń budowlaną [26]. Zaburzenia zdrowia związane z narażeniem na grzyby pleśniowe, np. w mieszkaniach, określane są mianem zespołu szczelnego budynku (ang. tight building syndrome). Jest to synonim zespołu chorego budynku (ang. sick building syndrome-SBS), a także zespołu przewlekłego zmęczenia (ang. chronic fatigue syndrome) [18, 27]. Zespół chorób związanych z przebywaniem w „nadmiernie zanieczyszczonym środowisku wewnętrznym nazywa się chorobami związanymi z budynkiem (BRI – Building Related Illness)” [26]. Zespół chorego budynku charakteryzuje się zespołem subiektywnych dolegliwości odczuwanych przez pracowników zatrudnionych w nowoczesnych budynkach biurowych. Objawami SBS są: zmęczenie, nudności, bóle i zawroty głowy, drażliwość, obniżenie koncentracji uwagi, w dalszej kolejności: podrażnienie błon śluzowych oczu, nosa, gardła, a także zaczerwienienie skóry. Za jedną z przyczyn mogącą wywołać te dolegliwości uznaje się toksyczne metabolity lotne, często określane mianem „lotnych związków organicznych” (ang. Volatile Organic Compounds, VOCs) wytwarzanych przez grzyby pleśniowe [13, 18]. Alergia zawodowa na grzyby pleśniowe jest również zagadnieniem słabo poznanym, mimo że wiele rodzajów i gatunków grzybów zostało zakwalifikowanych do biologicznych czynników szkodliwych występujących w środowisku pracy [28].

Zarodniki grzybów mikroskopowych należą do ważnych aeroalergenów wchodzących w skład zanieczyszczeń powietrza. Z opisanych ponad 120 tysięcy gatunków grzybów

ok. 80 gatunków może być związanych z alergią układu oddechowego [5]. Zarodniki grzybów są liczebnością znacznie przewyższają liczbę ziaren pyłków pozostałych alergenów środowiskowych. Ze względu na bardzo małe rozmiary przedostają się wraz z wdychanym powietrzem do dróg oddechowych, przez co mogą odpowiadać za rozwój zapalenia alergicznego obejmującego zarówno górne, jak i dolne drogi oddechowe [29]. Do chorób układu oddechowego wywołanych działaniem grzybów pleśniowych należą między innymi: astma oskrzelowa, alergiczne zapalenie pęcherzyków płucnych (*alveolitis allergica*), zespół toksyczny wywołany pyłem organicznym (ODTS, Organic Dust Toxic Syndrome), bisynoza, przewlekły nieżyt oskrzeli.

1. Astma oskrzelowa wywoływana jest reakcją alergiczną typu wczesnego, w której udział biorą przeciwciała zwane reaginami (tzw. immunoglobuliny IgE). Do charakterystycznych objawów chorobowych w astmie oskrzelowej należą skurcz oskrzeli i napad astmatyczny, występujący najczęściej w stanie spoczynku. Chorobę tę wywołuje wiele alergenów, czyli substancji, które zmieniają swoiście reaktywność immunologiczną narażonych ludzi [30, 31].

2. Alergiczne zapalenie pęcherzyków płucnych, znane również pod nazwą *alveolitis allergica*, jest chorobą o charakterze zawodowym, obejmującą różne podjednostki, z których najbardziej znaną jest „płuco rolnika” (płuco farmera). Znane są również inne choroby zawodowe z grupy *alveolitis allergica* o nazwach: „choroba słodowników”, „płuco hodowców ptaków”, „płuco hodowców grzybów”, „choroba młockarzy i innych osób pracujących ze zbożem”, „choroba wyrabiających sery”, „korkowica”, „bagazjoza”. Choroby te różnią się czynnikami przyczynowymi, natomiast ich obraz kliniczny jest w zasadzie jednakowy. W procesie patogenetycznym *alveolitis allergica* rolę odgrywają precypityny oraz swoiście uczulone limfocyty T. Spośród wielu czynników etiologicznych tej choroby do najczęstszych należą promieniowce z gatunków *Saccharopolyspora rectivirgula* (*Micropolyspora faeni*) i *Thermoactinomyces vulgaris*, a spośród grzybów pleśniowych *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus clavatus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus umbrosus*, *Penicillium casei* i *Penicillium glabrum* (*Penicillium frequentans*) [31, 32, 33].

Objawy „*alveolitis allergica*” mogą wystąpić po upływie 4–8 godzin od momentu kontaktu z pyłem organicznym. Należą do nich: gorączka w połączeniu z dreszczami, ataki duszności, bóle głowy, bóle mięśniowe, kłucie w klatce piersiowej oraz uczucie ogólnego rozbicia. W obrazie radiologicznym widoczne są drobnoguzkowe zmiany rozsiane, które mogą po pewnym czasie przekształcić się w rozległe zwłóknienia. Należy zauważyć, że nie jest to choroba rzadka, a raczej rzadko rozpoznawana przez lekarza, gdyż niektóre z jej objawów przypominają objawy grypy. W przypadku zgłoszenia do lekarza opisanych dolegliwości ważne jest ustalenie, czy osoba zgłaszająca je pracowała wcześniej w środowisku zanieczyszczonym pyłem organicznym. Wówczas należy wykonać badanie radiologiczne płuc w celu stwierdzenia ewentualnych zmian (guzki, zwłóknienia) oraz test podwójnej dyfuzji w żelu agarowym, stosując surowicę chorego i alergeny występujące w środowisku jego pracy (wynik testu jest dodatni). Cechą charakterystyczną *alveolitis allergica* jest to, że choroba ta występuje głównie wśród starszych rolników, po 50-tym roku życia [31, 33, 34].

3. Objawy syndromu toksycznego w wyniku ekspozycji na pył organiczny, znanego również pod nazwą Organic Dust Toxic Syndrome (ODTS), mogą wystąpić po upływie kilku

godzin od momentu narażenia na działanie pyłu organicznego, zanieczyszczonego drobnoustrojami i produktami ich metabolizmu (bakterie, endotoksyny, grzyby, mykotoksyny, glukany). Patomechanizm ODTS nie został jeszcze wystarczająco poznany. Prawdopodobnie polega on na pobudzeniu przez składniki pyłu organicznego tzw. makrofagów pęcherzykowych, odpowiedzialnych za szereg reakcji immunologicznych, w efekcie wywołujących objawy chorobowe, takie jak stany podgorączkowe lub typowa gorączka z dreszczami. Należy zauważyć, że w przeciwieństwie do *alveolitis allergica*, odczyn podwójnej dyfuzji w żelu agarowym z alergenami środowiska pracy chorego jest najczęściej ujemny, a w badaniu radiologicznym płuc nie stwierdza się nacieczeń lub zwłóknień. Cechą charakterystyczną w ODTS jest również to, że chorobę tę stwierdza się głównie wśród młodych rolników (do 40-go roku życia) [31, 35].

4. Bisynozę stwierdza się wśród pracowników zatrudnionych przy przerobie bawełny, juty, lnu i konopi. Są to objawy w postaci bólów głowy, gorączki, kaszlu, uczucia ucisku w klatce piersiowej i skróconego oddechu. Zauważono, że objawy te nasilają się po kilkudniowej przerwie w pracy, np. po weekendzie, stąd często spotyka się nazwę „gorączka poniedziałkowa”. Potencjalnymi czynnikami etiologicznymi w bisynozie mogą być endotoksyny wytwarzane przez bakterie Gram-ujemne i mykotoksyny będące metabolitami niektórych gatunków grzybów. Rolę patogenną w bisynozie prawdopodobnie pełnią również tzw. toksyczne metabolity lotne wytwarzane przez grzyby (alkohole, aldehydy) [31, 34].

5. Przewlekły nieżyt oskrzeli występuje u pracowników elewatorów zbożowych, narażonych na wdychanie olbrzymich ilości pyłu zbożowego. W nieżycie rolę odgrywają zjawiska alergiczne oraz nieswoiste podrażnienie oskrzeli.

Chorobotwórczą rolę w alergizacji organizmu ludzkiego pełnią również grzyby wyższe z klasy podstawczaków (*Basidiomycetes*). Zaliczamy do nich rdzę żdźbłową oraz pasożytnicę na zbożu głównie i śniecie. Są one stosunkowo częstą przyczyną kataru siennego i astmy oskrzelowej wśród rolników pracujących na polu, narażonych na wdychanie zarodników tych grzybów. Działanie alergizujące dla plantatorów posiadają również grzyby hodowlane, takie jak pieczarka i boczniak ostrygowaty, których zarodniki mogą unosić się w powietrzu podczas czynności związanych z hodowlą tych grzybów [31].

PODSUMOWANIE

Intensywny rozwój pleśni jest często spowodowany niewiedzą lub zaniedbaniami ze strony człowieka. Zawilgocenie jest następstwem wad technicznych w toku projektowania i budowy pomieszczeń (np. zamknięcie stanu surowego przed okresem zimowym, prowadzenie zimnych, mokrych robót wykończeniowych bez należytego ogrzania i wentylowania budynku, niska termoizolacyjność przegród zewnętrznych, zły system wentylacyjny) oraz ich eksploatacji. Przyczyną zawilgocenia jest kondensacja wody, np. na ochłodzonych, źle izolowanych powierzchniach, po wprowadzeniu zbyt dużej ilości pary wodnej do pomieszczenia [20, 23, 24].

Dane literaturowe wskazują, że grzyby obecne w środowisku życia i pracy mogą w negatywny sposób oddziaływać na zdrowie człowieka. Dlatego tak niezmiernie istotne jest stosowanie się do wszelkiego typu zaleceń dotyczących eliminacji grzybów z budownictwa. [20, 23, 24].

Aby zmniejszyć stężenie pleśni w środowisku wewnątrzdomowym najczęściej stosuje się działania mające na celu eliminację czynników pobudzających rozwój grzybów lub środki grzybobójcze- fungicydy. Do podstawowych zasad profilaktycznych należy:

- zapobieganie przedostawaniu się spor ze środowiska zewnętrznego przez uszczelnianie drzwi, okien (wcześniej należy sprawdzić czy instalacja wentylacyjno-klimatyzacyjna jest sprawna);
- utrzymywanie niskiej wilgotności w pomieszczeniach;
- utrzymanie prawidłowej wentylacji pomieszczeń (łazienka, kuchnia);
- częste odkurzanie;
- używanie środków ochrony osobistej;
- eliminacja zwierząt (szczególnie kotów) ze środowisk domowych.

Jednak, jak dotąd, skuteczność wymienionych metod nie została w większości przypadków potwierdzona naukowo, ale wydaje się, że zmniejszają one znacząco ekspozycję na zarodniki w pomieszczeniach [10, 13].

Grzyby pleśni atakują również nowo oddane domy, pojawiają się w niedawno remontowanych pomieszczeniach. Błędami, które przytrafiają się projektantom są:

- zaprojektowanie pomieszczeń, które pozbawione są wentylacji bądź nie mają zapewnionego doprowadzania odpowiedniej ilości świeżego powietrza;
- niewłaściwy dobór materiałów;
- niewłaściwe zaprojektowanie zabezpieczeń chroniących budynek przed wilgocią, wahaniami temperatury.

Na etapie realizowania budowy popełnia się błędy takie jak:

- mostki cieplne polegające na zbyt słabym izolowaniu jakiegoś elementu;
- składowanie materiałów budowlanych bezpośrednio na mokrym podłożu;
- zbyt krótki cykl budowy;
- błędna technologia wykonywania robót tzw. mokrych wewnątrz budynku;
- stosowanie materiałów na wykończenia, które nie posiadają możliwości akumulacji wilgoci oraz jej oddawania;
- instalowanie drzwi wewnętrznych w budynku bez wyposażenia ich w otwory.

Z kolei innym ważnym zagadnieniem związanym z budownictwem są sytuacje podciekowe. Po ocenie bezpieczeństwa konieczne jest przystosowanie budynków do eksploatacji. Zaleca się, aby użytkownicy korzystali z następujących zasad:

1. Nie należy samemu podejmować decyzji dotyczących oceny bezpieczeństwa w budynkach w przypadkach, gdy konstrukcja lub jej fragmenty uległy osłabieniu lub zniszczeniu. Tak uszkodzone budynki wymagają oceny specjalistów budowlanych.

2. Dopuszczalne są działania w zakresie osuszania budynków i zapobiegania rozwojowi grzybów pleśniowych i domowych.

3. Z pomieszczeń należy usunąć wszystkie elementy wykończeniowe, które uległy zniszczeniu lub uszkodzeniu oraz te, które ulegają korozji biologicznej lub utrudniają wysychanie, powinno się usunąć: tynki tradycyjne, tapety papierowe i winylowe oraz folie samoklejące, powłoki z farb klejowych i emulsyjnych, boazerię, glazurę mocowaną na kleju.

4. Nie należy się obawiać zawilgoceń w budynkach o konstrukcji z betonu (również wielkiej płyty).

5. Nasyceciu wodą mogą ulegać ściany z cegły, betonu komórkowego, a w szczególności gipsu. Podczas suszenia wskazane jest wietrzenie i podgrzewanie budynków, ponieważ to wpływa na utratę wilgotności w ścianach i stropach. Wskazane jest również użycie specjalnych agregatów wytwarzających ciepło, stosowanych w budownictwie.

6. Koniecznym działaniem jest wysuszenie powierzchni stropowych i ściennych przed przystąpieniem do dalszych etapów naprawczych. [8, 10, 13].

KONKLUZJA

Jak widać problem występowania grzybów w budownictwie jest nadal bardzo aktualny, a wszelkie działania mające na celu eliminację tych mikroorganizmów, wiążą się również z szeroko pojętą i niezwykle ważną profilaktyką zdrowotną.

PIŚMIENNICTWO

1. Zyska B. Zagrożenia biologiczne w budynku. Arkady 1999.
2. Czubaj A. Biologia. PWRiL 1999.
3. Wasilewska J, Skoczyńska B. Co zagraża książkom, a co zagraża ludziom w kontakcie z książkami. KUL 2004.
4. Piotrowska M, Żakowska Z, Gliścińska A, Bogusławska-Kozłowska J. Rola mikroflory powietrza zewnętrznego w kształtowaniu bioaerozolu grzybowego pomieszczeń zamkniętych. II konferencja naukowa „Rozkład i korozja mikrobiologiczna materiałów technicznych”, 30–31 maja 2001, Politechnika Łódzka, Łódź.
5. Helbling A, Reimers A. Immunotherapy in fungal allergy. *Curr. Allergy Asthma Rep.* 2003; 3: 447–453.
6. Wiszniewska M, Walusiak J, Gutarowska B, Żakowska Z, Pałczyński C. Grzyby pleśniowe w środowisku komunalnym i w miejscu pracy – istotne zagrożenie zdrowotne. *Med Pr.* 2004; 55(3): 257–266.
7. Żakowska Z, Stobińska H. Mikrobiologia i higiena w przemyśle spożywczym. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2000.
8. Mniszek W, Rogiński J. Wady konstrukcyjne budynków przyczyną zagrybienia pomieszczeń. <http://studia.wszop.edu.pl/obrazki/cms/2689.zalaczniki.pdf>
9. Bousquet J, Cauwenberge P. Allergic rhinitis and its impact on asthma. *J Allergy Clin Immunol.* 2001; 108: 162–167.
10. Eggleston P, Bush K. Environmental allergen avoidance: An overview. *J Allergy Clin Immunol.* 2001; 107: 403–405.
11. Etzel R, Rylander R. Indoor mold and children's health. *Environ. Health Perspect.* 1999; 3: 463.
12. Platts-Mills TA, Hayden ML, Chapman MD, Wilkins SR. Seasonal variation in dust mite and grass-pollen allergens in dust from the houses of patients with asthma. *J Allergy Clin Immunol.* 1987; 79: 781–791.
13. Bush R, Portnoy J. The role and abatement of fungal allergens in allergic diseases. *J Allergy Clin Immunol.* 2001; 107: 430–440.
14. Bousquet J, Cauwenberge P. Allergic rhinitis and its impact on asthma. *J Allergy Clin Immunol.* 2001; 108: 162–167.
15. Douwes J, Sluis B, Doekes G, Leusden F, Wijnands L, Strien R. et al. Fungal extracellular polysaccharides in house dust as a marker for exposure to fungi: relations with culturable fungi, reported home dampness, and respiratory symptoms. *J Allergy Clin Immunol.* 1999; 103: 494–500.
16. Cakmak S, Dales RE, Burnett RT, Judek S, Coates F, Brook JR. Effect of airborne allergens on emergency visits by children for conjunctivitis and rhinitis. *Lancet* 2002; 359 (9310): 947–8.
17. Hussein HS, Brasel JM. Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxins on humans and animals. *Toxicology* 2001; 167: 101–134.
18. Dutkiewicz J, Górny RL. Biologiczne czynniki szkodliwe dla zdrowia – klasyfikacja i kryteria oceny narażenia. *Me. Pr.* 2002; 53 (1): 29–39.
19. Barabasz W, Jaskowska M. Aspekty zdrowotno-toksykologiczne występowania grzybów pleśniowych w budynkach mieszkalnych i inwentarskich. II Konferencja Naukowa Rozkład i korozja mikrobiologiczna materiałów technicznych. Łódź 2001.
20. Nabrdalik M, Latała A. Występowanie grzybów strzępkowych w obiektach budowlanych. *Roczn. PZH* 2003; 54(1): 119–128.
21. Piontek M. Grzyby pleśniowe i ocena zagrożenia mikotoksycznego w budownictwie mieszkaniowym. Wydawnictwo UZ, Zielona Góra 2004.

22. Grajewski J, Twarużek M. Zdrowotne aspekty oddziaływania grzybów pleśniowych i mikotoksyn. http://www.alergia.org.pl/lekarze/archiwum/04_03/2004_0310.htm
23. Gutarowska B. Niszczenie materiałów technicznych przez drobnoustroje. <http://www.cbr.edu.pl/fnr/niszczenie.pdf>
24. Miklaszewska B, Grajewski J. Patogenne i alergogenne grzyby pleśniowe w otoczeniu człowieka, *Alergia* 2005; 2(24): 45–50.
25. Mackiewicz U. Nadwrażliwość. W: Mackiewicz S. (red.). *Immunologia*. Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1991.
26. Pastuszka JS, Lis DO, Wlazło A, Łudzeń-Izbińska B. Badanie narażenia na bioaerozole bakteryjne i grzybowe w środowisku mieszkalnym w warunkach Polski. *Praca Statutowa Instytutu Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego w Sosnowcu*, 2001–2004.
27. XVI European Congress of Allergology and Clinical Immunology ECACI 95. *Allergy* 1995; 50 (26): 1–450.
28. Dutkiewicz J, Śpiewak R, Jabłoński L. Klasyfikacja szkodliwych czynników biologicznych występujących w środowisku pracy oraz narażonych na nie grup zawodowych. Wyd. 2. Instytut Medycyny Wsi 1999, Lublin.
29. Lacey J. *Fungi and Actinomycetes as allergen*. W: Kay A.B. *Allergy and allergic diseases*. Blackwell Science, London 1997.
30. Kuna P. Astma oskrzelowa – epidemiologia, patofizjologia, klinika. *Przew Lek*. 2002; 5 (4): 22–31.
31. Dutkiewicz J, Skórska C, Mackiewicz B, Cholewa G. Zapobieganie chorobom wywołanym przez pyły organiczne w rolnictwie i przemyśle rolnym. Instytut Medycyny Wsi 2000.
32. Jahnz-Różyk K. Wprowadzenie do alergii na antygeny grzybów pleśniowych. *Pol Merk Lek*. 2008; 24: 1–7.
33. Żukiewicz-Sobczak W, Cholewa G. Grzyby i substancje przez nie produkowane jako zagrożenie dla zdrowia pracowników rolnictwa i hodowców bydła. *Monografia IMW „Zagrożenia czynnikami biologicznymi w rolnictwie-dotychczasowe i nowe problemy”*. Lublin 2011.
34. Materiał opracowany w Instytucie Medycyny Wsi w Lublinie na zlecenie Departamentu Doradztwa, Oświaty Rolniczej i Nauki MriRW. *Bezpieczeństwo i higiena pracy w rolnictwie – przegląd dorobku i rekomendacje dla polityki w tym zakresie*. Warszawa 2008.
35. Wiszniewska M, Walusiak J, Gutarowska B, Żakowska Z, Pałczyński C. Grzyby pleśniowe w środowisku komunalnym i w miejscu pracy – istotne zagrożenie zdrowotne. *Med Pr*. 2004; 55 (3): 257–266.

Fungal hazards in buildings and flats – impact on the human organism

Abstract

Introduction and purpose: Fungi are among the known biological hazards exerting a negative effect on human health. The first descriptions of harmful effects of fungi in buildings appeared in the early 90s of the 20th century. Initially, scientists discovered the presence of fungi of the genus *Penicillium*, *Cladosporium* and *Mucor* in buildings in Copenhagen and Padua. The aim of the study was to present the current state of biological hazard in buildings and flats for human health and various actions preventing the negative effect of fungi.

Description of the state of knowledge: According to the up-to-date Polish and international reports, filamentous and domestic fungi create an especial risk in residential and animal buildings. Spores of these microorganisms floating in the air, settle on all elements of buildings, and in conducive conditions begin their developmental cycle. Filamentous fungi show the capability for producing secondary metabolites of a toxic effect on human and animal health, and also may induce various types of diseases, such as allergy. This problem is especially up-to-date in Europe, especially in frequently flooded regions.

Summary: In order to effectively protect residential buildings against the hazardous effect of fungi, the preventive actions described in this article should be applied in practice.

Key words

flats, buildings, filamentous fungi, health