

# Psy jako rezerwuariat endemycznego patogenu *Talaromyces marneffe* w świetle nowych danych naukowych

Sebastian Gnat, Dominik Łagowski

z Zakładu Mikrobiologii Instytutu Przedklinicznych Nauk Weterynaryjnych Wydziału Medycyny Weterynaryjnej w Lublinie

Grzyby z rodzaju *Talaromyces* (Trichocomaceae, Eurotiales, Eurotiomycetes, Ascomycota) występują na całym świecie w różnych środowiskach, m.in. w glebie, powietrzu, gnijącym materiale roślinnym, a także wewnątrz pomieszczeń. Niektóre gatunki wytwarzają enzymy i pigmenty wykorzystywane przemysłowo. W obrębie rodzaju znajdują się również gatunki chorobotwórcze dla ludzi i zwierząt powodujące talaromykozę (1). Najbardziej znanym patogenem sklasyfikowanym w tym rodzaju grzybów jest *Talaromyces marneffe* (dawna nazwa nomenklaturyczna *Penicillium marneffe*; 2).

*Talaromyces marneffe* jest dimorficznym grzybem, występującym endemicznie w tropikalnych regionach Azji Południowo-Wschodniej, który powoduje potencjalnie śmiertelne ogólnoustrojowe zakażenia, przede wszystkim u pacjentów z immunosupresją (3). Talaromykoza notowana jest z wysoką prevalencją w Tajlandii, Wietnamie, północno-wschodnich Indiach, południowych Chinach, Hongkongu, Tajwanie, Laosie, Malezji, Birmie, Kambodży i Laosie (4). Poza regionem endemicznym przypadki choroby stwierdzono również w USA (5), Kanadzie (6), Argentynie (7), Brazylii (8) i Burkina Faso (9). Chociaż przypadków klinicznych jak dotąd nie odnotowano w Europie, patogen został wyizolowany ze skóry dzikich zwierząt w Portugalii (10) oraz z gleby w Szwecji (11). Talaromykoza jest jednym z najczęstszych zakażeń u pacjentów będących nosicielami wirusa HIV, szczególnie zamieszkujących obszary endemiczne, gdzie rocznie notuje się ponad 8000 przypadków (12). Większość zakażeń *T. marneffe* to choroby rozsiane, klinicznie przypominające histoplazmozę, kryptokokozę i/lub gruźlicę (13). Typowe objawy kliniczne to gorączka, utrata masy ciała, niedokrwistość, uogólniona limfadenopatia, powiększenie wątroby i śledziona, zapalenie płuc, owrzodzenia błon śluzowych i zmiany skórne (6, 14, 15). Zakażone tkanki mogą wykazywać mieszane reakcje patologiczne, w tym martwicę, ropienie i tworzenie ziarnin (16, 17). Niektóre doniesienia naukowe wymieniają talaromykozę wśród zoonoz (18). Stanowisko mykologów nie jest w tej kwestii jednak jednoznaczne.

Nisze ekologiczne *T. marneffe* nie zostały jak dotąd szczegółowo określone, przypuszczalnie w środowisku naturalnym grzyb występuje w glebie (11). Alternatywnie podaje się, że zwierzęta, szczególnie gryzonie, mogą stanowić słabo określony rezerwuariat tego patogenu (1, 4, 19). Badania ostatnich lat ujawniają ponadto, że u psów może wystąpić talaromykoza objawiająca się ziarninowym zapaleniem płuc, stąd sugerowane jest wskazanie tych zwierząt jako kolejnego potencjalnego rezerwuariu (20, 21, 22). W tym

## Dogs as reservoir for the endemic pathogen *Talaromyces marneffe* in the light of new scientific data

Gnat S., Łagowski D., Sub-Department of Microbiology, Institute of Preclinical Veterinary Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, University of Life Sciences in Lublin

*Talaromyces marneffe* is a dimorphic pathogenic fungus (formerly *Paenicillium marneffe*), endemic in Southeast Asia, that often causes disseminated disease, usually in the immunocompromised individuals, with the mortality rate as high as 23%. Moreover, the risk of infection is not restricted to those living in endemic areas, but may also affect people who travel to Southeast Asia, even tourists exposed on a short-term basis. Although no clinical cases have yet been reported in Europe, the pathogen has been isolated from the skin of wild animals in Portugal and from soil in Sweden. Untreated cases are usually fatal. The only known natural reservoir are bamboo rats however, it is not confirmed that these animals are involved in direct transmission to humans, and considering this mold as a zoonotic agent is currently disputed. Alternatively, indirect transmission may be possible, with other animals or fomites serving as an intermediate between bamboo rats and humans. *T. marneffe* is also known to infect dogs, especially the outdoor animals. Dogs might acquire the infection through nasal route from the soil. Scenario is, that large quantity of spores is produced within dead bamboo rat, which are then released to the soil, thus the soil becomes the source of infection for dogs. The clinical picture of talaromycosis in dogs shows granulomatous pneumonia, and the infection quickly disseminates. In this article we present current opinions on the possible sources and routes of infections of dogs, being recently treated as a probable reservoir, thus posing a risk for immune debilitated humans.

**Keywords:** *Talaromyces marneffe*, bamboo rat, dog, zoonotic disease.

artykule przedstawiona jest epidemiologiczna charakterystyka *T. marneffe* z uwzględnieniem aktualnych wyników badań wskazujących na zwierzęce rezerwuariat występowania grzyba.

## Tło historyczne talaromykozy

Pierwszy przypadek zakażenia *T. marneffe* u ludzi miał miejsce w 1959 r. jako zakażenie laboratoryjne (23). Badacz przypadkowo zakuł się w palec podczas przeprowadzania eksperymentów na myszach, co w konsekwencji spowodowało pojawienie się zlokalizowanego małego guzka w miejscu ukłucia. Pierwszy naturalny przypadek zakażenia u ludzi został zdiagnozowany w 1973 r. u amerykańskiego ministra z chorobą Hodgkina, który mieszkał w Azji Południowo-Wschodniej (24). W ciągu następnych 15 lat odnotowano zaledwie kilka przypadków w Tajlandii, Hongkongu i południowych Chinach (25). Status nosicielstwa wirusa HIV u większości z pacjentów nie był

wówczas znany, ponieważ wirus został odkryty dopiero w 1981 r., a diagnostyka laboratoryjna zakażenia HIV nie była łatwo dostępna w Azji Południowo-Wschodniej na początku lat 80. Prewalencja zakażeń *T. marneffi* znacznie wzrosła po epidemii HIV/AIDS, która pojawiła się w Azji Południowo-Wschodniej w 1988 r. (4). Zakażenia *T. marneffi* odnotowano nie tylko wśród pacjentów będących nosicielami wirusa HIV, mieszkających na obszarach endemicznych, ale także u pacjentów zakażonych wirusem HIV, którzy podróżowali do tych obszarów endemicznych.

Talaromykoza na przestrzeni lat notowana była również u zwierząt. Pierwszy izolat kliniczny *T. marneffi* uzyskany od zwierząt został zidentyfikowany w 1956 r. u chińskiego szczura bambusowego (*Rhizomys sinensis*) w Wietnamie. Dziki, żyjący na wolności gryzoń, pozyskany do badań naukowych, został eksperymentalnie inokulowany bakterią powodującą tyfus wschodni – *Rickettsia orientalis*. Nieświadomie został zakażony jednocześnie *T. marneffi* bądź asymptomatyczne nosicielstwo grzyba zostało uaktywnione immunosupresją związaną z wykonywaniem doświadczenia. Szczur padł po 23 dniach (26). 30 lat później, w 1986 r., Deng i wsp. (27) wykonali badanie przesiewowe nosicielstwa *T. marneffi* u szczurów bambusowych *R. sinensis* i *R. prinosus* występujących w regionie Guanxi Zhuang w Chinach. Uzyskane wyniki wskazywały na istotny rezerwuar *T. marneffi*, jaki stanowiły szczury. Interesujące jest, że wszystkie szczury, od których wyizolowano grzyby, w ocenie klinicznej nie wykazywały żadnych objawów chorobowych. Dodatkowo, pozyskane od tych zwierząt grzyby poddano analizie filogenetycznej ze szczepami pozyskanymi od ludzi. Stwierdzono, że najprawdopodobniej zarówno ludzie, jak i bambusowe szczury zostały zakażone z jednego wspólnego źródła (28).

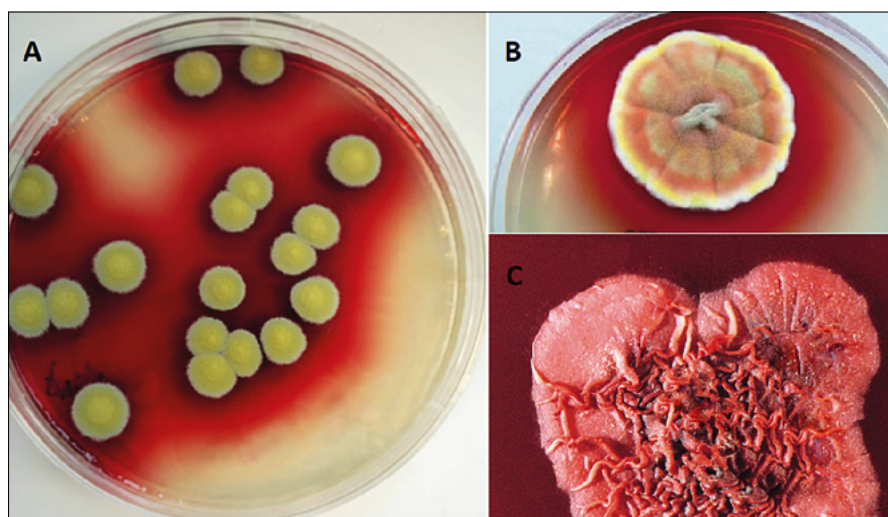
### Współczesna klasyfikacja

W ostatnich latach liczba nowych gatunków klasyfikowanych w rodzaju *Talaromyces* znacząco wzrosła, jako wynik intensywnych prac związanych z analizą

kompletnych genomów mikroorganizmów. Obecnie w rodzaju *Talaromyces* sklasyfikowanych jest 170 gatunków. Grzyby z rodzaju *Talaromyces* są w zainteresowaniu mykologów żywności ze względu na wytwarzanie ciepłoopornych askospor, które nie ulegają inaktywacji w procesie pasteryzacji i powodują psucie się soków owocowych i produktów na bazie owoców. W tej grupie wymieniane są gatunki *Talaromyces bacillisporus*, *T. helicus*, *T. macrosporus*, *T. stipitatus* i *T. trachyspermus* (29,30). Inne gatunki izolowane z żywności, w tym z owoców, orzechów i zbóż, to *T. flavus*, *T. funiculosus*, *T. pinophilus*, *T. purpurogenus*, *T. rugulosus* i *T. wortmannii* (31). Natomiast *Talaromyces islandicus* może powodować żółtknięcie przechowywanego ryżu, a izolowany jest także z mąki, orzeszków ziemnych, orzechów pekan, soi i kukurydzy (32). Spośród gatunków chorobotwórczych najczęściej diagnozowany jest *Talaromyces marneffi*, związany przede wszystkim z pacjentami będącymi nosicielami wirusa HIV, ale notowany jest również jako przyczyna zakażeń u zwierząt z immunosupresją. Inne gatunki, takie jak *T. indigoticus*, *T. helicus*, *T. piceus*, *T. purpurogenus*, *T. radicus*, *T. rugulosus* i *T. verruculosus* zostały opisane jako czynniki etiologiczne zakażeń rozsianych o zakończeniu śmiertelnym (21, 22). Guevara-Suarez i wsp. (33) w ostatnich latach opisali cztery nowe gatunki patogenne, tj. *Talaromyces alveolaris*, *T. georgiensis*, *T. minnesotensis* i *T. rapidus*. Z drugiej strony grzyby z rodzaju *Talaromyces* są producentami związków przeciwnowotworowych, przeciwbakteryjnych i przeciwgrzybiczych (34, 35), związków antyproliferacyjnych i antyoksydacyjnych (36), enzymów (37, 38) oraz naturalnych barwników (39). Co zaskakujące, *Talaromyces pinophilus* został wyizolowany z PCV (polichlorek winylu), trzecim powszechnie używanym plastiku na świecie, który trudno ulega biodegradacji (2).

### Charakterystyka morfologiczna

*Talaromyces marneffi* jest grzybem dimorficznym, wykazującym formę strzępkową w 25°C i formę drożdżową w 37°C (4, 6). Komórki drożdżopodobne różnią się długością, która zawiera się w przedziale od 3 do 8 µm i posiadają charakterystyczną wewnątrzcytoplazmatyczną przegrodę poprzeczną, wyraźnie widoczną w rutynowych barwieniach mykologicznych (15). Kolonie w temperaturze 25°C rosną szybko, posiadają powierzchnię od zamśzowej do puszystej, kolor awersu jest biały, pokryty żółtozielonymi główkami konidialnymi unoszącymi się ponad powierzchnię kolonii. Z wiekiem kolonie stają się szaroróżowe do brązowych i wytwarzają dyfundujący do podłoża pigment od brązowoczerwonego do winnoczerwonego (ryc. 1). Konidiofory są na ogół szkliste, gładkościenne i złożone z trzech do pięciu metuli, z których każda ma od trzech do siedmiu fialid. Konidia są kuliste, mają średnicę 2–3 µm, są gładkie i wytwarzane w kolejności od podstawy fialid (6, 11; ryc. 2). Grzyby te rosną na agarze



**Ryc. 1.** Wygląd makromorfologiczny grzybów *Talaromyces marneffi* na podłożu Sabourauda; A: ogólny pokrój na płycie Petriego; B: obraz kolonii po 7 dniach hodowli w 28°C; C: obraz kolonii po trzech dniach inkubacji w 37°C

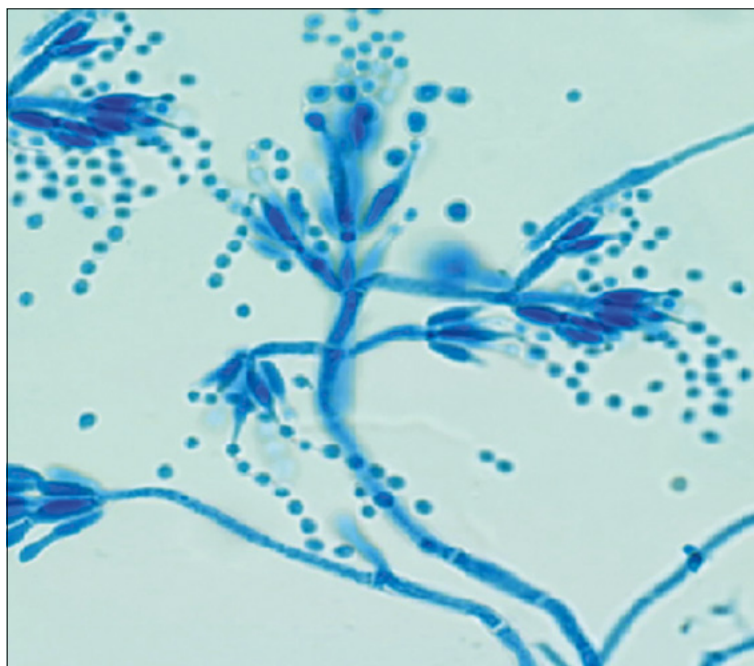


z wyciągiem mózgowo-sercowym (BHI) suplementowanym krwią w temperaturze 37°C. Wówczas kolonie są szorstkie, jasnobrązowe i przypominające drożdże. Mikroskopowo komórki drożdży są kuliste do elipsoidalnych, mają średnicę 2–6 µm i dzielą się raczej przez rozszczepienie niż pączkowanie (ryc. 3). W preparatach mikroskopowych obecne są również liczne krótkie elementy strzępkowe, tzw. pseudostrzępki (11). W badaniu histopatologicznym z biopatów zainfekowanych tkanek widoczne są owalne do elipsoidalnych komórki drożdżopodobne, o średnicy ok. 3 µm, upakowane w histiocytach lub rozproszone w tkance. Sporadycznie mogą występować duże, wydłużone komórki o kształcie cygara, o długości do 8 µm, z charakterystycznymi grubościennymi przegrodami (40).

Hodowle *Talaromyces marneffei* mogą stanowić zagrożenie biologiczne dla personelu laboratorium. Wszystkie badania diagnostyczne powinny być wykonywane z zastosowaniem komór laminarnych II klasy bezpieczeństwa (BSCII).

### Rezerwuary zwierzęce

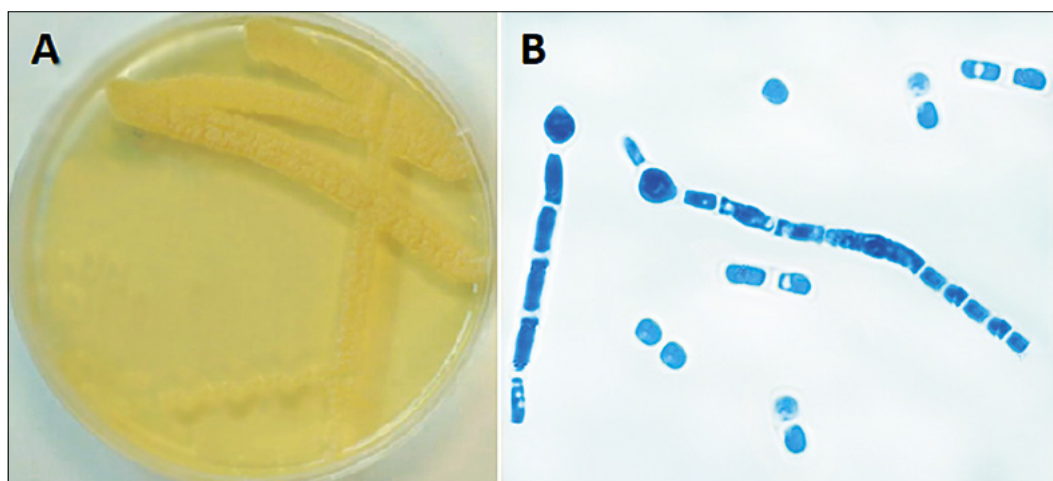
Wieloletnie badania wykazały, że główne rezerwuary zwierzęce *T. marneffei* obejmują szczury: bambusowca chińskiego (*Rhizomys sinensis*), bambusowca siwego (*Rhizomys pruinosus*), bambusowca indomalajskiego (*Rhizomys sumatrensis*) i bambusowczyka kasztanowego (*Cannomys badius*; 41, 42, 43). Zakażone szczury wyglądają na zdrowe (27), stąd zwierzęta te stanowią najczęściej asymptomatycznych nosicieli. Obecnie literatura naukowa podaje, że szczury stanowią naturalny rezerwuar *T. marneffei*, dane te nie są jednak potwierdzone przez wszystkich badaczy. Co więcej, zwierzęta te na ogół nie mają kontaktu z ludźmi i nie ma mocnych dowodów na bezpośrednią transmisję grzyba ze szczura na człowieka. Natomiast stwierdzono, że szczury i ludzie ulegają zakażeniu przez tożsame genetycznie szczepy *T. marneffei*, co sugeruje, że źródło zakażenia jest wspólne, ale wciąż niezidentyfikowane (44). Jeden ze scenariuszy wskazuje, że śmierć szczura skutkuje produkcją dużej liczby zarodników, które przedostają się do gleby i są źródłem zakażenia dla ludzi (19, 44). W innym scenariuszu podawane jest, że transmisja patogenu na ludzi może być pośrednia poprzez inne zwierzęta, stanowiące ogniwo łączące bambusowe szczury



Ryc. 2. Obraz mikroskopowy *Talaromyces marneffei* po wybarwieniu błękitem laktofenolowym z hodowli w temperaturze 28°C (strzępkowa faza wzrostu, powiększenie 400×)

i ludzi. W tym kontekście interesujących danych dostarczają badania Matos i wsp. (10), którzy wyizolowali *T. marneffei* u dziko żyjącej mangusty egipskiej (*Herpestes ichneumon*) w Portugalii, a zatem poza regionem występowania szczurów z rodzaju *Rhizomys*. Oznacza to, że prawdopodobnie głównym rezerwuarem patogenu jest gleba, a zwierzęta stanowią żywiciela umożliwiającego namnażanie grzyba (14).

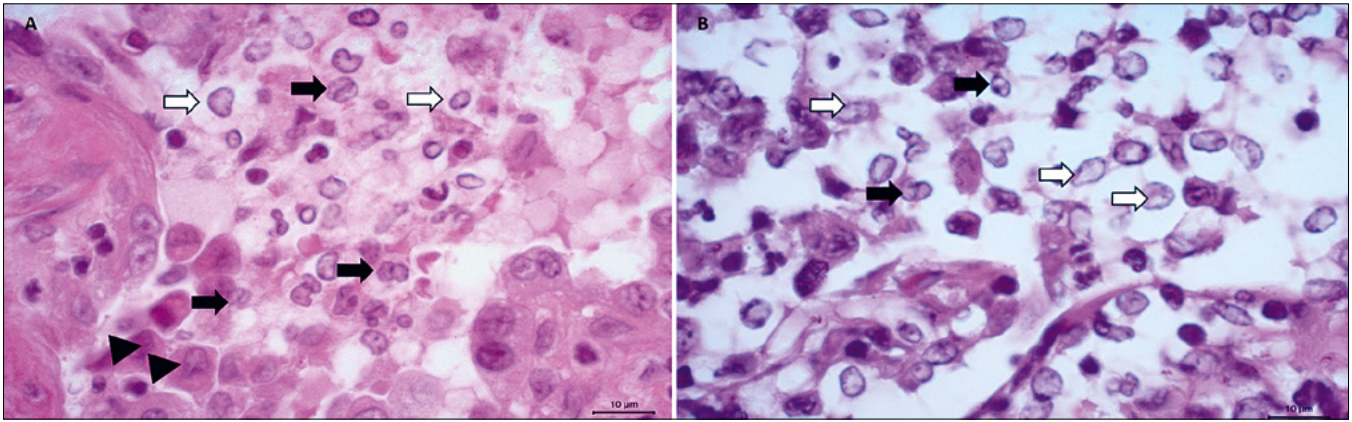
Chaiwun i wsp. (19) wskazują, że psy żyjące na wolności, co jest szczególnie częstym zjawiskiem w północnej Tajlandii, mogą być potencjalnym rezerwuarem i pośrednikiem w transmisji *T. marneffei* na ludzi. Badacze ci, stosując analizę molekularną opartą na analizie regionów genu 18S rRNA i/lub ITS1-5.8S-ITS2 rDNA specyficznych dla pleśni *T. marneffei*, ujawnili, że ok. 50% próbek pobranych z nosa od psów różnych ras dało wynik pozytywny. Pewne zastanowienie budzi fakt, że gdy te pozytywne próbki przetestowano przy użyciu innego zestawu starterów PCR wykorzystywanych do identyfikacji grzybów, liczba pozytywnych



Ryc. 3. Charakterystyka morfologiczna

*Talaromyces marneffei*  
po hodowli na podłożu  
BHI w temperaturze 37°C  
(drożdżowa faza wzrostu);

A: wygląd makromorfologiczny;  
B: wygląd mikromorfologiczny  
po wybarwieniu błękitem  
laktofenolowym  
w powiększeniu 400×



**Ryc. 4.** Obraz histopatologiczny płuca u psa zakażonego *Talaromyces marneffeii* (20); A: komórki drożdżopodobne (białe strzałki) z typowymi przegrodami poprzecznymi (czarne strzałki) wraz z wewnątrzcytoplazmatyczną akumulacją komórek drożdży w makrofagach (groty strzałek) po wybarwieniu metodą PAS; B: widoczne okrągłe do owalnych komórki grzyba (białe strzałki) z charakterystyczną poprzeczną przegrodą (czarne strzałki) po wybarwieniu H&E

wyników uległa istotnemu zmniejszeniu. Kumulatywny wynik z obydwu metod wyniósł 13,25% psów pozytywnych wobec *T. marneffeii*. Zatem, chociaż każda z zastosowanych metoda PCR była specyficzna dla *T. marneffeii*, najwyraźniej uzyskano również wyniki fałszywie dodatnie. Autorzy wskazują, że wyniki te mogą być konsekwencją zastosowania starterów PCR zaprojektowanych do identyfikacji *T. marneffeii* w próbkach ludzkich. Wiadomo, że mykobiom nosa u psów jest znacznie bardziej różnorodny niż u ludzi, stąd uzyskane sekwencje mogą wykazywać wysokie podobieństwo do innych mikroorganizmów eukariotycznych występujących u psów, ale niewystępujących u ludzi. Uzyskane z próbek od psów sekwencje genu 18S rRNA *T. marneffeii* wykazały 100% identyczności z ludzkimi izolatami *T. marneffeii*, ale wysoki stopień podobieństwa został odnotowany także z *T. purpurogenum*, *T. verruculosum* i *T. diversum*, a tylko nieco niższy z grzybami *Acremonium cellulosum* i *T. flavus*. Wyniki te są istotne głównie ze względu na współwystępowanie tych grzybów wraz z *T. marneffeii* w glebie (45).

Dodatkowo, w badaniu hodowlanym przeprowadzonym z tych samych próbek nie uzyskano żadnej kultury *T. marneffeii*. Przyczyny takiego wyniku nie są jasne. Jeden z możliwych powodów wskazuje na zdecydowanie wyższą czułość detekcji grzybów za pomocą technik molekularnych niż w badaniu konwencjonalnym (45). Chariyalertsak i wsp. (43) zaproponowali inne podejście diagnostyczne. Po ujemnych wynikach badania hodowlanego, wykonali inokulację zwierząt laboratoryjnych materiałem badanym. Wówczas z próbek ujemnych w pierwszym posiewie uzyskiwano kultury *T. marneffeii* (43). Obserwacje te sugerują, że hodowla *T. marneffeii* bezpośrednio z próbek klinicznych jest trudna, chociaż nie ma jasnej przyczyny stwierdzającej, dlaczego tak się dzieje.

Należy zaznaczyć, że zostały odnotowane aktywne zakażenia powodowane przez *T. marneffeii* u psów (20). Obraz kliniczny zakażenia u psów związany jest z ziarniniakowym zapaleniem płuc. Istotne, że choroba dotyczy psów ulicznych, bezdomnych, co ma znaczenie epidemiologiczne, ponieważ nawyki padlinożerne psów na wolności sprawiają, że są one bardziej podatne na zakażenie się chorobami zakaźnymi (19). W dobrze udokumentowanym przez Headley i wsp. (20)

opisie przypadku, zakażony *T. marneffeii* pies był jednocześnie chory na nosówkę (CDV, canine distemper virus), jedną z najczęstszych infekcji psów powodujących immunosupresję (46). Sugerowałoby to, że zakażenie grzybicze było wtórne do choroby wirusowej, która osłabiła układ odpornościowy psa. W literaturze naukowej podawane jest, że CDV u psów może mieć takie same działanie immunosupresyjne jak HIV u ludzi z zespołem nabytego niedoboru odporności (3). Ziarniniakowe zapalenie płuc u psów o etiologii *T. marneffeii* klinicznie podobne jest do przebiegu gruźlicy oraz innych zakażeń grzybiczych, takich jak blastomykoza, histoplazmoza, kokcydioidomykoza i kryptokokozja (19). Pierwotne źródła zakażenia dla psów nie są jasne, możliwe jest, że stanowią je gryzonie (20).

Chociaż obraz kliniczny talaromykozy u psów wskazuje na ziarniniakowe zapalenie płuc, zakażenie przybiera formę rozsianą. Zmiany sekcyjne u psów padłych z powodu talaromykozy obejmują wielogniskowe obszary krwotoczne (0,2–1 cm średnicy) we wszystkich płatach płucnych, wyraźne zaostrzenie obrazu układu zrazikowego wątroby i przekrwienie naczyń opon mózgowo-rdzeniowych (20). W badaniu histopatologicznym stwierdzone są okrągłe, wydłużone lub owalne komórki drożdżopodobne (1,5–2,5 × 4–6 µm; **ryc. 4**). Liczne spośród tych komórek są charakterystycznie rozszczepione przegrodami poprzecznymi, co imituje wygląd kapsulek z kawą (47). Komórki grzybów obserwowane są luźno w pęcherzykach płucnych oraz w makrofagach. W diagnostyce histopatologicznej bioptatów z płuc użyteczne jest barwienie H&E (hematoxylin and eosin), PAS (periodic acid–Schiff), mucykarminem i GMS (Grocott–Gomori's). U niektórych psów stwierdzone jest również martwiczo-krwotoczne zapalenie wątroby, ale w zmianach klinicznych nie zaobserwowano czynników zakaźnych. Dodatkowo istotne wyniki badań histopatologicznych obejmują umiarkowane przekrwienie naczyń mózgowych. W badaniu hodowlanym na podłożu Sabourauda w 25°C zazwyczaj uzyskuje się płaskie, zielonoszare kolonie wskazujące na pleśń. Ocena mikroskopowa ujawnia przemieszane elementy strzępkowe z konidioforami i owalnymi konidiami (48).

Inne gatunki grzybów z rodzaju *Talaromyces* i *Penicillium* związane z zakażeniami u psów obejmują



*T. verruculosum* (49), *T. purpurogenum* (50), *T. radicus* (22), *Penicillium brevicompactum* (51) oraz *Penicillium canis* (52).

### Transmisje na ludzi

Nawet jeśli psy są nosicielami i mogą ulegać symptomatycznym zakażeniom *T. marneffei*, wrota zakażenia dla ludzi pozostają niejasne. Model eksperymentalny u myszy umożliwił odtworzenie zakażenia ogólnoustrojowego przez wdrożenie elementów infekcyjnych grzyba do tchawicy (53). Pierwotnym miejscem zajęcia w tym modelu były płuca. Wydaje się na tej podstawie, że wdychanie zarodników może stanowić drogę zakażenia, jednak u ludzi z klinicznymi objawami talaromykozy pierwotne zajęcie płuc nie jest powszechne (54). Oddechowej drogi zakażenia nie potwierdza fakt, że zwiększona częstotliwość zakażeń w obszarze endemicznym notowana jest w porze deszczowej (43). Wówczas poziom zarodników zawieszonych w powietrzu jest niższy niż w porze suchej. Sytuacja ta nie została do końca wyjaśniona, a jedna z hipotez głosi, że wyższy stopień kontaminacji gleby zarodnikami występuje w porze deszczowej (43, 44). Badania naukowe wykazały, że *T. marneffei* jest obecny na obszarach endemicznych w glebie w norach szczurzych (28, 43), a także w obozach słoni i na terenach świątynnych, gdzie te zwierzęta przebywały (45). Niemniej jednak *T. marneffei* jest bardzo wrażliwy na konkurencję z innymi mikroorganizmami glebowymi. W sterylnej glebie może przetrwać kilka tygodni, ale w glebie, w której występują inne mikroorganizmy

tylko kilka dni (44). Wydaje się więc, że wszystkie zakażenia mają swoje źródło w glebie, a zwierzęta pełnią jedynie rolę pośrednich ogniw transmisji. Zatem talaromykoza w świetle obecnych danych naukowych nie może być z pewnością uważana za zoonozę (55).

### Podsumowanie

Talaromykoza jest potencjalnie śmiertelną chorobą zakaźną występującą u ludzi z immunosupresją, powodowaną przede wszystkim przez dymorficzny gatunek grzyba *T. marneffei*. Nisze ekologiczne *T. marneffei* nie zostały jak dotąd szczegółowo określone, w środowisku naturalnym jako główny rezerwuuar wskazywana jest gleba. Natomiast rola *T. marneffei* jako potencjalnego patogenu odzwierzęcego (18) lub środowiskowego (4) nie została w pełni wyjaśniona. Należy zwrócić jednak uwagę, że psy mogą stanowić pośrednie ogniwo transmisji grzyba z gleby do otoczenia zajmowanego przez ludzi.

### Piśmiennictwo

1. Cao C., Xi L., Chaturvedi V.: Talaromycosis (Penicilliosis) due to *Talaromyces (Penicillium) marneffei*: Insights into the clinical trends of a major fungal disease 60 Years After the Discovery of the Pathogen. *Mycopathologia*. 2019, 184, 709–720.
2. Zhang Z.-K., Wang X.-C., Zhuang W.-Y., Cheng X.-H., Zhao P.: New species of *Talaromyces* (Fungi) isolated from soil in southwestern China. *Biology (Basel)*. 2021, 10, 745.
3. Hu Y., Zhang J., Li X., Yang Y., Zhang Y., Ma J., Xi L.: *Penicillium marneffei* infection: An emerging disease in Mainland China. *Mycopathologia*. 2013, 175, 57–67.

# WETERYNARYJNE ANALIZATORY LABORATORYJNE



## NOWOŚĆ biochemia sucha

- 29 parametrów
- 13 gat. zwierząt
- 9 konfiguracji dysków
- od 2 zł /ozn.
- wbudowana drukarka + transmisja danych

BIOCHEMIA NA DYSKI  
MINDRAY Vetube 30

**mindray**  
animalcare



- 1 zł/bad.
- 4 diff
- 23 param.
- 2 odczynniki
- różne formy finansowania  
+ leasing  
+ raty  
+ dzierżawa  
+ wykup używanego

HEMATOLOGIA  
MINDRAY BC-30 Vet

[www.AnalizatoryWeterynaryjne.pl](http://www.AnalizatoryWeterynaryjne.pl)

Zamów demo: Oliwia 667 300 762 ◦ Dominika 726 300 777 ◦ Kasia 603 741 720

4. Vanittanakom N., Cooper C.R., Fisher M.C., Sirisanthana T.: *Penicillium marneffei* infection and recent advances in the epidemiology and molecular biology aspects. *Clin. Microbiol. Rev.* 2006, **19**, 95–110.
5. Nguyen K., Taylor S., Wanger A., Ali A., Rapini R.P.: A case of *Penicillium marneffei* in a US hospital. *J. Am. Acad. Dermatol.* 2006, **54**, 730–732.
6. Sekhon A.S., Stein L., Garg A.K., Black W.A., Glezes J.D., Wong C.: Pulmonary penicilliosis marneffei: Report of the first imported case in Canada. *Mycopathologia.* 1994, **128**, 3–7.
7. Santiso G., Chediak V., Maiolo M., Mujica M.T., Negróni R.: Disseminated infection due to *Penicillium marneffei* related to HIV infection: first observation in Argentina. *Rev. Argent. Microbiol.* 2011, **43**, 268–277.
8. Noritomi D., Bub G., Beer I., Gama-Rodrigues J.: Multiple brain abscesses due to *Penicillium* spp. infection. W: *Critical Care.* 2005:P65.
9. Guiguemde K.T., Sawadogo P.M., Zida A., Cisse M., Sangare I., Bamba S.: First case report of *Talaromyces marneffei* infection in HIV-infected patient in the city of Ouagadougou (Burkina Faso). *Med. Mycol. Case Rep.* 2019, **26**, 10–12.
10. Matos A.C., Alves D., Saraiva S., Soares A.S., Soriano T., Figueira L., Fraga F., Matos M., Coelho A.C.: Isolation of *Talaromyces marneffei* from the skin of an Egyptian Mongolian Goose (*Herpestes ichneumon*) in Portugal. *J. Wildl. Dis.* 2019, **55**, 238.
11. Sun B.-D., Chen A.J., Houbraken J., Frisvad J.C., Wu W.-P., Wei H.-L., Zhou Y.-G., Jiang X.-Z., Samson R.A.: New section and species in *Talaromyces*. *MycKeys.* 2020, **68**, 75–113.
12. Duong T.A.: Infection due to *Penicillium marneffei*, an emerging pathogen: review of 155 reported cases. *Clin. Infect. Dis.* 1996, **23**, 125–130.
13. Kok I., Veenstra J., Rietra P.J., Dirks-Go S., Blaauwgeers J.L., Weigel H.M.: Disseminated *Penicillium marneffei* infection as an imported disease in HIV-1 infected patients. Description of two cases and a review of the literature. *Neth. J. Med.* 1994, **44**, 18–22.
14. Imwidthaya P.: Update of penicilliosis marneffei in Thailand. *Mycopathologia.* 1994, **127**, 135–137.
15. Supparatpinyo K., Khamwan C., Baosoung V., Sirisanthana T., Nelson K.: Disseminated *Penicillium marneffei* infection in Southeast Asia. *Lancet.* 1994, **344**, 110–113.
16. Bhoopat L., Thamprasert K., Chaiwun B., Attasiri C., Vithayasai P., Chaimongkol B., Limpichankit T., Sirisanthana V.: Histopathologic spectrum of AIDS-associated lesions in Maharaj Nakorn Chiang Mai Hospital. *Asian Pacific J. Allergy Immunol.* 1994, **12**, 95–104.
17. Hilmarsdottir I., Meynard J.L., Rogeaux O., Guermontprez G., Detry A., Katlama C., Brückner G., Coutellier A., Danis M., Gentilini M.: Disseminated *Penicillium marneffei* infection associated with human immunodeficiency virus: a report of two cases and a review of 35 published cases. *J. Acquir. Immune. Defic. Syndr.* 1993, **6**, 466–471.
18. Seyedmousavi S., Guillot J., Tolooe A., Verweij P.E., de Hoog G.S.: Neglected fungal zoonoses: hidden threats to man and animals. *Clin. Microbiol. Infect.* 2015, **21**, 416–425.
19. Chaiwun B., Vanittanakom N., Jiviriyawat Y., Rojanasthien S., Thorner P.: Investigation of dogs as a reservoir of *Penicillium marneffei* in northern Thailand. *Int. J. Infect. Dis.* 2011, **15**, e236–e239.
20. Headley S.A., Pretto-Giordano L.G., Lima S.C., Suhett W.G., Pereira A.H.T., Freitas L.A., Suphoronski S.A., Oliveira T.E.S., Alfieri A.F., Pereira E.C., Vilas-Boas L.A., Alfieri A.A.: Pneumonia due to *Talaromyces marneffei* in a dog from Southern Brazil with concomitant canine distemper virus infection. *J. Comp. Pathol.* 2017, **157**, 61–66.
21. Tomlinson J.K., Cooley A.J., Zhang S., Johnson M.E.: Granulomatous lymphadenitis caused by *Talaromyces helicus* in a Labrador Retriever. *Vet. Clin. Pathol.* 2011, **40**, 553–557.
22. De Vos J., Van Garderen E., Hensen H., Tange I., Curfs-Breuker I., Vandevelde B., Meis J.F.: Disseminated *Penicillium radicum* infection in a dog, clinically resembling multicentric malignant lymphoma. *Vlaams Diergeneesk. Tijdschr.* 2009, **78**, 183–188.
23. Segretain G.: *Penicillium Marneffei* N. Sp., Agent D'une Mycose Du Système Réticulo-Endothélial. *Mycopathol. Mycol. Appl.* 1959, **11**, 327–353.
24. DiSalvo A.F., Fickling A.M., Ajello L.: Infection Caused by *Penicillium marneffei*: Description of First Natural Infection in Man. *Am. J. Clin. Pathol.* 1973, **60**, 259–263.
25. Chan Y., Woo K.: *Penicillium marneffei* osteomyelitis. *J. Bone Joint Surg. Br.* 1990, **72-B**, 500–503.
26. Capponi M., Segretain G., Sureau P.: Penicilliosis from *Rhizomys sinensis*. *Bull. Soc. Pathol. Exot. Filiales.* 1994, **49**, 418–421. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13364636>
27. Deng Z., Yun M., Ajello L.: Human penicilliosis marneffei and its relation to the bamboo rat (*Rhizomys pruinosus*). *J. Med. Vet. Mycol.* 1986, **24**, 383–389.
28. Deng Z., Ribas J., Gibson D., Connor D.: Infections caused by *Penicillium marneffei* in China and Southeast Asia. Review of eighteen cases and report of four more Chinese cases. *Rev. Infect. Dis.* 1988, **10**, 640–652.
29. Yilmaz N., Visagie C.M., Houbraken J., Frisvad J.C., Samson R.A.: Polyphasic taxonomy of the genus *Talaromyces*. *Stud. Mycol.* 2014, **78**, 175–341.
30. Dijksterhuis J.: Heat-resistant ascospores. W: *Food Mycology.* 2007:101–117.
31. Pitt J.I., Hocking A.D.: *Fungi and Food Spoilage.* Springer US; 2009.
32. Oh J.-Y., Kim E.-N., Ryou M.-I., Kim K.-D.: Morphological and Molecular identification of *Penicillium islandicum* isolate KU101 from stored rice. *Plant Pathol. J.* 2008, **24**, 469–473.
33. Guevara-Suarez M., Sutton D.A., Gené J., García D., Wiederhold N., Guarro J., Cano-Lira J.F.: Four new species of *Talaromyces* from clinical sources. *Mycoses.* 2017, **60**, 651–662.
34. Nicoletti R., Salvatore M., Andolfi A.: Secondary metabolites of mangrove-associated strains of *Talaromyces*. *Mar. Drugs.* 2018, **16**, 12.
35. Zhai M.-M., Li J., Jiang C.-X., Shi Y.-P., Di D.-L., Crews P., Wu Q.-X.: The bioactive secondary metabolites from *Talaromyces* species. *Nat. Products Bioprospect.* 2016, **6**, 1–24.
36. Kumari M., Taritla S., Sharma A., Jayabaskaran C.: Antiproliferative and antioxidative bioactive compounds in extracts of marine-derived endophytic fungus *Talaromyces purpureogenus*. *Front Microbiol.* 2018, **9**.
37. Xu Y., Feng X., Jia J., Chen X., Jiang T., Rasool A., Lv B., Qu L., Li C.: A novel  $\beta$ -glucuronidase from *Talaromyces pinophilus* Li-93 precisely hydrolyzes glycyrrhizin into glycyrrhetic acid 3-O-mono- $\beta$ -D-glucuronide. *Appl. Environ. Microbiol.* 2018, **84**.
38. Antonopoulou I., Iancu L., Jütten P., Piechot A., Rova U., Christakopoulos P.: Screening of novel feruloyl esterases from *Talaromyces wortmannii* for the development of efficient and sustainable syntheses of feruloyl derivatives. *Enzyme Microb. Technol.* 2019, **120**, 124–135.
39. Frisvad J.C., Yilmaz N., Thrane U., Rasmussen K.B., Houbraken J., Samson R.A.: *Talaromyces atrovirens*, a new species efficiently producing industrially relevant red pigments. Baker SE, ed. *PLoS One.* 2013, **8**, e84102.
40. Chan J.K., Tsang D.N., Wong D.K.: *Penicillium marneffei* in bronchoalveolar lavage fluid. *Acta Cytol.* 2003, **33**, 523–526. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2787573>
41. Prachartam R., Sriurairatna S., Jayanetra P.: Morphological variation in pathogenic strains of *Penicillium marneffei*. *J. Med. Assoc. Thai.* 1992, **75**, 172–179.
42. Ajello L., Padhye A.A., Sukroongreung S., Nilakul C.H., Tantimavanic S.: Occurrence of *Penicillium marneffei* infections among wild bamboo rats in Thailand. *Mycopathologia* 1995, **131**, 1–8.
43. Chariyalertsak S., Vanittanakom P., Nelson K.E., Sirisanthana T., Vanittanakom N.: *Rhizomys sumatrensis* and *Cannomys badius*, new natural animal hosts of *Penicillium marneffei*. *Med. Mycol.* 1996, **34**, 105–110.
44. Gugani H., Fisher M.C., Paliwal-Joshi A., Vanittanakom N., Singh I., Yadav P.S.: Role of *Cannomys badius* as a natural animal host of *Penicillium marneffei* in India. *J. Clin. Microbiol.* 2004, **42**, 5070–5075.
45. Pryce-Miller E., Aanensen D., Vanittanakom N., Fisher M.C.: Environmental detection of *Penicillium marneffei* and growth in soil microcosms in competition with *Talaromyces stipitatus*. *Fungal Ecol.* 2008, **1**, 49–56.
46. Headley S.A., Graça D.L.: Canine distemper: epidemiological findings of 250 cases. *Brazilian J. Vet. Res. Anim. Sci.* 2000, **37**, 00–00.
47. Liu Y., Huang X., Yi X., He Y., Mylonakis E., Xi L.: Detection of *Talaromyces marneffei* from fresh tissue of an inhalational murine pulmonary model using nested PCR. Eugenin EA, ed. *PLoS One.* 2016, **11**, e0149634.
48. Reiss E., Shadomy H., Marshall H.: *Fundamental Medical Mycology.* Wiley Blackwell; 2011.
49. Miyakawa K., Swenson C.L., Mendoza L., Boyle M.H., Steficek B.A.: Pathology in Practice. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2011, **238**, 51–53.
50. Zanatta R., Miniscalco B., Guarro J., Gené J., Capucchio M.T., Gallo M.G., Mikulicich B., Peano A.: A case of disseminated mycosis in a German Shepherd dog due to *Penicillium purpurogenum*. *Med. Mycol.* 2006, **44**, 93–97.
51. Caro-Vadillo A., García-Guasch L., Carretón E., Montoya-Alonso J.A., Manubens J.: Arrhythmic right ventricular cardiomyopathy in boxer dogs: a retrospective study of survival. *Vet. Rec.* 2013, **172**, 268–268.
52. Langlois D.K., Sutton D.A., Swenson C.L., Bailey C.J., Wiederhold N.P., Nelson N.C., Thompson E.H., Wickes B.L., French S., Fu J., Vilar-Savedra P., Peterson S.W.: Clinical, morphological, and molecular characterization of *Penicillium canis* sp. nov., isolated from a dog with osteomyelitis. *J. Clin. Microbiol.* 2014, **52**, 2447–2453.
53. Kudiken N., Kawakami K., Kusano N., Saito A.: Cell-mediated immunity in host resistance against infection caused by *Penicillium marneffei*. *Med. Mycol.* 1996, **34**, 371–378.
54. Prajaktam R., Ajello L., Sathaphatayavongs B., Lolekha S., Jayanetra P., Padhye A.A., Vathesatogit P., Atichartakarn V., Nitiyanant P.: Penicilliosis marneffei in Thailand: report of five human cases. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 1984, **33**, 637–644.
55. Chen Y.: A *Talaromyces marneffei* infection with osteolytic lesions in an HIV-negative patient at non-endemic areas: A case report. *SAGE Open Med. Case Reports.* 2020, **8**, 2050313X2093824.

Dr hab. Sebastian Gnat prof. uczelni,  
e-mail: sebastian.gnat@up.lublin.pl