

– „boksowanie” i *taniec* to najbardziej intensywna forma agresji demonstrowana przez dzikie konie. Ogiery wspięte na tylnych kończynach, w bezpośrednim kontakcie przemieszczają się (*taniec*), uderzając przednimi kończynami i kłapiąc się wzajemnie po głowie i szyi;

♦ **zachowania poddańcze** (submission) – zachowanie to demonstruje osobnik, który wychodzi pokonany z potyczki (zespół zachowań agresywnych). Najczęściej jest to ucieczka. Inne zachowania należące do tej kategorii to położenie uszu na boki lub do tyłu, pochylanie szyi i głowy, przysiadanie na tylnych kończynach, kłapanie pyskiem (szczególnie u młodych zwierząt) – rysunek 3.

Autorzy omawianego etogramu traktują go jako wstęp do dalszych badań nad opracowaniem lepszych metod gromadzenia i analizy danych dotyczących zachowania dzikich koni. Dokładne zrozumienie zachowań dzikich koni powinno pozwolić na określenie ich roli w ekosystemie oraz ustalenie wpływu na rodzimą faunę i florę, a także wskazać właściwy sposób postępowania, mający na celu ochronę tych zwierząt.

Literatura: 1. **Hinde RA.**, 1973 – On the design of checksheets. *Primates* 14, 393-406. 2. **Ransom J. I., Cade B. S.**, 2009 – Quantifying equid behavior – A research ethogram for free-roaming feral horses. U.S. Geological Survey, Reston, Virginia. 3. **Tinbergen N.**, 1963 – On aims and methods of ethology. *Z. Tierpsychol Beih.* 20, 410-433.

Charakterystyka dermatofitów na przykładzie zoofilnego gatunku *Trichophyton mentagrophytes*

Anna Fariaszewska

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

W ostatnich latach rozprzestrzenianie się grzybic u ludzi i zwierząt znacznie się nasiliło. Ze względu na szybkie i powszechne przemieszczanie się ludności, grzyby chorobotwórcze opanowują coraz to większe obszary, zwiększając tym samym liczbę zachorowań na różnego typu grzybice. Ogromna zdolność przetrwania grzybów w odmiennych ekosystemach wynika z ich różnorodności morfologicznej, jak również ze zdolności przystosowywania do ciągle zmieniających się warunków środowiska. Ponadto wysoka temperatura oraz wilgotność powietrza wydają się być czynnikami sprzyjającymi rozwojowi tych patogenów. Infekcja grzybicza nie zawsze doprowadza do rozwinięcia się choroby grzybiczej, jednak jeśli do tego dojdzie jej wynikiem mogą być: grzybice powierzchniowe skóry, z odczynem głębokim lub układowe. Do powszechnie występujących grzybów chorobotwórczych należą dermatofity – grzyby strzępkowe, które rozwijając się tworzą rozgałęzioną grzybnię, która jest skupiskiem nitkowatych strzępek. Cechą charakterystyczną tych patogenów jest ich powinowactwo do keratyny, głównego budulca warstwy rogowej naskórka oraz jego wytworów, tj. włosów, paznokci, rogów, kopyt zwierząt oraz sierści. Dermatofity wykorzystują to białko jako źródło składników pokarmowych potrzebnych do wzrostu i rozwoju. W zależności od preferencji

adaptacyjnych niszy ekologicznej, dermatofity można podzielić na: antropofilne, których naturalnym środowiskiem bytowania jest człowiek, zoofilne – bytujące na organizmach zwierzęcych (często będące czynnikiem etiologicznym grzybic u ludzi) oraz geofilne – izolowane z gleby, stanowiące źródło zakażenia zarówno dla ludzi, jak i zwierząt.

Wśród dermatofitów wyróżnia się trzy rodzaje: *Trichophyton*, *Epidermophyton* i *Microsporum*. Jednym z głównych przedstawicieli rodzaju *Trichophyton* jest *Trichophyton mentagrophytes*. Obecna systematyka filogenetyczna klasyfikuje ten patogen do królestwa *Fungi*, gromady *Ascomycota*, rodzaju *Trichophyton*. Ponadto grzyb ten może niekiedy pojawiać się w stadium doskonałym, jako *Arthroderma benhamiae* Apello i Cheng, *Arthroderma vanbreuseghemii* Takashiko, i wtedy klasyfikowany jest w inny sposób: królestwo *Fungi*, gromada *Ascomycota*, klasa *Euascmycetes*, rząd *Onygenales*, rodzina *Arthrodermataceae*. Wśród tego gatunku można wyróżnić liczne odmiany: *T. mentagrophytes* var. *granulosum*, *T. mentagrophytes* var. *interdigitale* i *T. mentagrophytes* var. *mentagrophytes*, *T. mentagrophytes* var. *quinckeianum*, *T. mentagrophytes* var. *erinacei*, *T. mentagrophytes* var. *asteroidem* oraz *T. mentagrophytes* var. *nodulare*. Ogromna różnorodność taksonomiczna przekłada się na najbardziej widoczną heterogenność morfologiczną i fizjologiczną w obrębie gatunku *Trichophyton mentagrophytes*.

Morfologia i fizjologia *T. mentagrophytes*

W warunkach *in vitro* kolonie grzyba rosną na podłożu Sabourauda w temperaturze 25-37°C i w ciągu około 10 dni mogą osiągać średnicę 25-45 mm. W zależności od tego czy szczep ten jest zoofilny, czy antropofilny powierzchnia kolonii może mieć charakter pudrowy, mączysty lub kłaczkowaty. Kolonie zoofilnych izolatów przybierają barwę kremową, jasno-żółtą, brzoskwińową bądź łososiową, rzadko rosną w postaci pudrowej i sypkiej o powierzchni lawendowej. Rewers kolonii ma zazwyczaj barwę w różnych odcieniach żółci, a wraz



Fot. 1. Obraz mikrokonidiów i makrokonidiów spod mikroskopu skaningowego (http://www.cbs.knaw.nl/images/Images_CBSFungi/CD/0001/0006/atlasmed_0970.jpg)

ze starzeniem się kolonii nabiera barwy ceglasto-brązowej, ciemnoczerwonej lub ciemnofioletowej. Izolaty antropofilne rosną w postaci puszystych, płaskich kolonii o białych brzegach i centrum o barwie kremowej. Gatunek ten charakteryzuje duża różnorodność narządów owocowania. W preparacie mikroskopowym wykonanym z hodowli, oprócz długich rozgałęzionych strzępek można zaobserwować strzępki spiralne, a także kuliste lub łezkowate mikrokonidia (mikroaleurospory) o średnicy 2 µm, rozmieszczone pojedynczo wzdłuż nierozgałęzionych strzępek albo w ścisłych gronach na krótkich, bocznych odgałęzieniach. Rzadziej widoczne są duże o 20-50 µm długości i 4-8 µm szerokości, cienkościenne, wielokomorowe makrokonidia kształtu cygarowatego. W starszych hodowlach można dostrzec niekiedy ciała modułarne, interkalarne lub lateralne chlamydospory i strzępki raketowe.

Po zakażeniu powierzchni skeratynizowanych, na preparacie mikroskopowym wykonanym z włosów widoczne są strzępki lub artrospory, które otaczają luźno włos lub ściśle do niego przylegają. Zarodniki natomiast wnikają do wnętrza włosa (zakażenie typu *endotrix*). Charakterystyczną cechą *T. mentagrophytes* jest zdolność wytwarzania ureazy oraz pozytywny wynik testu „perforacji włosa” przeprowadzany w warunkach *in vitro*, który świadczy o aktywności metabolicznej grzyba do degradacji i następnie asymilacji keratyny.

Obraz choroby

Zakażenia chorobotwórcze wywołane przez dermatofity określa się mianem *tinea*. Już starożytni Rzymianie użyli tego terminu, porównując obraz zmiany klinicznej do efektu działania larwy mola odzieżowego. Alternatywnie, w XVI wieku dla zmian pojawiających się na skórze chorego używano anglojęzycznego terminu „ringworm”. Obraz grzybicy spowodowanej przez dermatofity u zwierząt i ludzi jest bardzo podobny. Są to okrągłe lub owalne ogniska zapalne na skórze, z postępującym procesem łuszczenia. Nasilenie procesu zapalnego postępuje zazwyczaj na obwodzie zmiany. Skóra w miejscach zmienionych chorobowo może tworzyć tarczki z zaschniętego wysięku wraz ze złuszczonego naskórkiem.

Na owłosionej skórze dochodzi najczęściej do utraty włosów lub częściowego ich łamania się. Mniej typowe są zmiany w postaci krostek lub pęcherzyków wypełnionych wysiękiem surowicznym. U zwierząt nie ma wyraźnych różnic pomiędzy zmianami chorobowymi powodowanymi przez różne dermatofity. Zmiany najczęściej lokalizują się na głowie, tułowiu i kończynach. Można wyróżnić dwie postaci grzybicy u zwierząt: powierzchwniową (strzygącą) i głęboką (strupiastą). Typowe zmiany to nieregularne lub okrągłe obszary wyłysienia z małymi, szarymi łuskami oraz azbestowymi strupami. Rzadziej obserwowane są grudkowato-strupiaste zapalenia skóry oraz tzw. grzybiczy *kerion* – wysiękowy obszar czyrakowatości na skórze. W ogniskach grzybiczych dochodzi do utraty włosów na skutek ich łamania się lub wypadania.

Mechanizm patogenezy

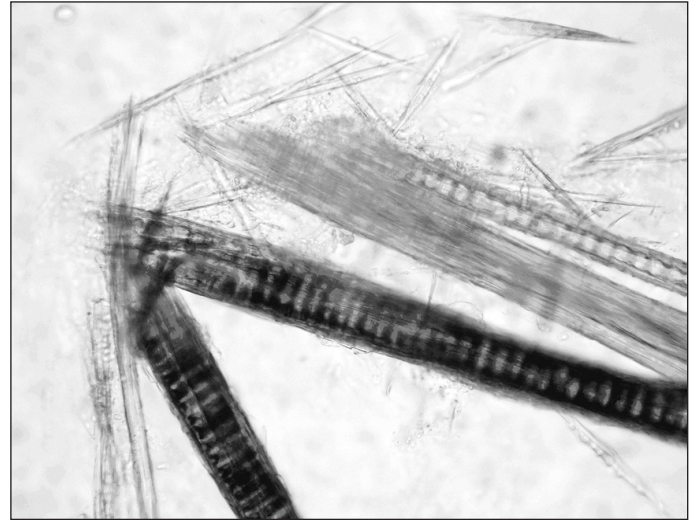
Eksperymentalnym modelem infekcji w badaniach patogenności grzybów są świnki morskie, które wykazują wysoką podatność na zakażenie *T. mentagrophytes*. Mechanizm patogenezy nie jest do końca poznany, jednak wiadomo, że zjadliwość patogenu i wrażliwość organizmu gospodarza będą decydowały o przebiegu choroby i jej obrazie klinicznym. Infekcja rozpoczyna się w momencie kontaktu artrospor z komórkami skóry gospodarza. Pierwszym etapem jest proces przylegania artrospor do korneocytów zrogowaciałej warstwy naskórka ludzi lub zwierząt. Podejrzewa się, że proces adherencji artrospor do



Fot. 2. Hodowla szczepu *T. mentagrophytes* na podłożu Sabourauda, wyizolowanego w lipcu 2008 roku od lisa z grzybicą skóry i pazurów, pochodzącego z kolekcji Zakładu Medycyny Weterynaryjnej UP w Lublinie (fot. A. Fariaszewska)



Fot. 3. Degradacja włosów kota przez szczep *T. mentagrophytes* wyizolowany w 1983 r. od bydła z klinicznymi objawami grzybicy skórnej (fot. A. Fariaszewska)



Fot. 4. Degradacja włosów kota przez szczep *T. mentagrophytes* wyizolowany w lipcu 2008 r. od lisa z grzybicą skóry i pazurów (fot. A. Fariaszewska)

korneocytów związany jest z wytwarzaniem się pomiędzy nimi ścisłych połączeń o charakterze fizykochemicznym. Przy optymalnej temperaturze (25-35°C), wysokiej wilgotności i pH (5,5-6,7) oraz dzięki substancjom odżywczym znajdującym się w *stratum corneum* artosporzy zaczynają kiełkować. W trakcie pierwszych 4 do 6 godzin tworzą się pojedyncze strzępki, które z upływem czasu rozrastają się i penetrują zrogowaciałą warstwę naskórka. Strzępki pochodzące z artospor związanych z korneocytami uszkodzają komórki naskórka, rozrastając się w warstwie *stratum corneum*. Cały proces rozprzestrzeniania się micelium widoczny jest w postaci zmian klinicznych na zewnętrznej warstwie skóry.

Aktywność enzymatyczna jako czynnik zjadliwości *T. mentagrophytes*

Dermatofity, w tym również *T. mentagrophytes*, należą do grzybów keratynofilnych, a keratyna stanowi główny budulec powierzchniowej warstwy naskórka oraz jego zrogowaciałych wytworów. Dlatego też szczególnie ważnymi enzymami, które biorą udział w procesie patogenyzy są keratynazy. Wytwarzane są zazwyczaj kompleksowo, ale stopień ich ekspresji zależy od dostępnych w danym momencie substratów oraz od pH środowiska. Największa ich aktywność mieści się w pH obojętnym i zasadowym, jednak u niektórych dermatofitów wykazano także aktywność kwasową. Oprócz keratynaz dermatofity wytwarzają szereg innych enzymów, tj. proteinazy, sulfatazy, lipazy czy elastazy, głównie o charakterze endogennym.

Epidemiologia

T. mentagrophytes jako gatunek wybitnie kosmopolityczny, w naturalnym środowisku atakuje najczęściej zwierzęta futerkowe, takie jak: norki, lisy, świnki morskie czy króliki. W drugiej kolejności na zakażenia tym patogenem narażone są koty, psy i bydło. Rozprzestrzenianie się zakażeń u zwierząt gospodarskich, jak

również domowych, stwarza poważne zagrożenie epidemiologiczne u ludzi. Ze względu na wyjątkową odporność zarodników dermatofitów na czynniki środowiskowe i środki dezynfekujące, mogą one nawet przez kilkanaście miesięcy przeżywać w legowiskach zwierząt, klatkach czy też sprzęcie służącym do karmienia i pielęgnacji, stanowiąc groźne źródło infekcji, szczególnie dla zwierząt nowo wprowadzonych. Zakażeniom dermatofitami sprzyjają mikrourazy, przerwanie ciągłości tkanek, np. uszkodzenie naskórka, równolegle przebiegająca infekcja wirusowa lub bakteryjna, która osłabia organizm. Wiek zwierzęcia odgrywa nie mniejszą rolę, wrażliwe są szczególnie osobniki młode. Zachorowaniu sprzyja też niedożywienie i złe warunki higieniczne. U młodych zwierząt czynnikami predysponującymi do nabycia infekcji są niedobory immunologiczne: obniżenie aktywności granulocytów, nieprawidłowy stosunek limfocytów CD4/CD8, a także mała zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych w wydzielinie gruczołów łojowych, które na początkowym etapie infekcji mogą działać supresyjnie na rozwój grzybów.

Ilość infekcji wywoływanych przez dermatofity, w tym *T. mentagrophytes* jest niewątpliwie niepokojąca, jednak ich właściwości proteolityczne, a w szczególności keratynolityczne, mogą być pomocne przy procesie biodegradacji odpadów keratynowych pochodzenia zwierzęcego, takich jak pióra, rogi czy kopyta. Keratyna, będąca głównym budulcem tego rodzaju odpadów, jest wyjątkowo oporna na działanie typowych enzymów proteolitycznych, dlatego tempo ich rozkładu w środowisku naturalnym jest bardzo wolne. Dotychczas stosowane technologie są skuteczne, lecz znacząco obciążają środowisko naturalne. Opracowanie ekologicznych metod wykorzystujących mikroorganizmy, w tym dermatofity, do degradacji odpadów keratynowych byłoby alternatywą dla praktykowanych obecnie chemicznych technologii przetwarzania tych odpadów.