

GRZYBY KERATYNOFILNE W ŚRODOWISKU

Keratinophilic fungi in the environment

Krzysztof ULFIG

Summary. Keratinophilic fungi are widely known to occur in soil. It is assumed that these fungi play an important role in the decomposition of keratinous debris in this environment. Recently, more and more information has also been obtained on the occurrence of keratinophilic fungi in the so-called anthropogenic habitats such as polluted waters and bottom deposits, sewage and sewage sludge, municipal solid wastes, and air. It results from the available data that keratinous debris are the main and common factor causing the presence, activity and composition of keratinophilic fungi in certain soils and in the above mentioned habitats. Other important factors, for example organic matter content and pH are of modificatory significance. It is possible that keratinolytic fungi together with accompanying species of weaker keratinolytic abilities form appropriate anthropogenic communities in keratin-amended habitats. Keratinophilic fungi can be also used as bioindicators of pollution and organic matter decomposition processes. Finally, some of them are of great importance for human and animal health because of pathogenic properties.

Key words: Keratinophilic fungi, TO-KA-VA hairbaiting method, soil dermatophytes

Dr Krzysztof Ulfig, Pracownia Mikrobiologiczna, Instytut Ochrony Środowiska, ul. Kossutha 6, 40-832 Katowice

WSTĘP

Termin „grzyby keratynofilne” oznacza fizjologiczną grupę mikrogrzybów glebowych, mających zdolność do hydrolizy białka keratyny lub do wykorzystania produktów jej rozkładu. Wyizolowanie i poznanie mikoflory keratynofilnej możliwe było dzięki wprowadzeniu do badań metody przynęty włosowej. Metoda ta polega na wypełnieniu szalek Petriego glebą lub innym materiałem, posypaniu tej próbki wyjalowionymi i drobno pociętymi włosami końskimi lub ludzkimi jako przynętą-substratem. Jeśli w badanej próbce znajdują się grzyby keratynofilne, to po upływie kilku tygodni pojawia się na włosach grzybnia w postaci charakterystycznych pajęczynowatych nalotów. Odkrywcami tej metody było trzech badaczy: Toma, Karling i Vanbreuseghem. Od nazwisk jej

odkrywców nazywana jest często metodą To-Ka-Va [1, 31].

Grzyby keratynofilne podzielić można na trzy grupy. Pierwszą grupę stanowią dermatofity geofilne reprezentowane przez dwa rodzaje: *Microsporum* i *Trichophyton*. Są to bez wyjątku grzyby o silnych właściwościach keratynolitycznych, których grzybnia atakuje włosy w postaci prostopadłych klinów lub podkorowo, tworząc tzw. organy perforacyjne. Drugą grupę stanowią spokrewnione z dermatofitami grzyby z rodzaju *Chryso-sporium*. Część gatunków z tej grupy ma również silne właściwości keratynolityczne. Trzecia grupa obejmuje wiele grzybów mikroskopowych, z których pewne są silnie keratynolityczne, większość jednak posiada słabsze własności tego typu. Zalicza się je do rozpowszechnionych w przyrodzie rodzajów, takich jak: *Penicillium*, *Aspergil-*

lus, Mucor, Mortierella, Cladosporium, Cephalosporium, Fusarium, Geotrichum, Gliocladium itd. Głównym i pierwotnym siedliskiem występowania grzybów keratynofilnych jest gleba. Mikroorganizmy te spotykane są także w wodzie i osadach dennych oraz w niektórych odpadach organicznych. Artykuł niniejszy, analizujący bogactwo mikoflory keratynofilnej na różnych typach siedlisk, oparty jest głównie na badaniach autora prowadzonych w różnych częściach Polski, oraz na skąpej jeszcze literaturze przedmiotu.

MIKOFLORA KERATYNOFILNA GLEBY

Występowanie grzybów o silnych właściwościach keratynolitycznych w glebie uzależnione jest od kompleksowego oddziaływania czynników środowiskowych, z których najważniejsze to zawartość materii organicznej, temperatura, wilgotność i odczyn gleby [2-5, 7, 8, 11, 12]. Wysuwano jednak także przypuszczenie [9], że czynniki wpływające na obfitość pewnych gatunków w jednej części świata mogą mieć mniejsze znaczenie w innej. Z kolei badania zespołu Mercantini i in. [10] nie wykazały wyraźnego związku pomiędzy charakterystyką fizykochemiczną gleb a składem mikoflory keratynolitycznej.

Przyjmuje się, że gleby bogate w materię organiczną, w substraty dla grzybów, stwarzają lepsze warunki dla wzrostu tych mikroorganizmów niż gleby ubogie. Z drugiej jednak strony wiadomo, że do gleby dostają się liczne odpady keratynowe, tj. włosy, pióra, fragmenty naskórka i inne. Odpady te w kontakcie z glebą tworzą specyficzne mikrosiedliska o określonej strukturze i sukcesji w zasiedlaniu [6]. Wylania się zatem problem co na danym obszarze i w określonych warunkach klimatycznych decyduje o intensywności wzrostu i składzie glebowych populacji grzybów keratynolitycznych i keratynofilnych.

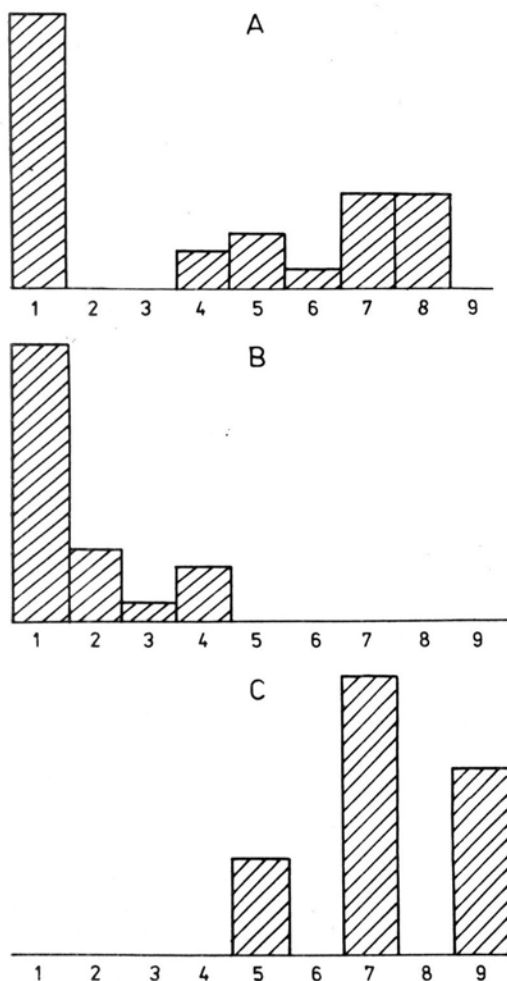
W glebie leśnej Górnego Śląska, zasob-

nej w materię organiczną (ściółkę), lecz praktycznie pozbawionej odpadów keratynowych, gatunki o silnych właściwościach keratynolitycznych były nieobecne [19]. Inicjalne gleby hald odpadów kopalnianych charakteryzowały się również brakiem lub ubogą florą keratynolityczną [21, 26, 28]. W zdegradowanych glebach miejskich (Katowice, Gliwice) oraz w żyznej glebie ogródków przydomowych (okolice Leszczyn) obserwowano intensywny wzrost grzybów keratynolitycznych [16, 20, 23]. Silny wzrost tych grzybów miał także miejsce na włosach wyłożonych w próbkach nawożonych organicznie gruntów ornych i łąk rejonu Pszczyń oraz Rybnika [14, 19]. Pod względem składu jakościowego grzybów grunty te były jednak wyraźnie uboższe od gleb miejskich (monokultura *Trichophyton ajelloi*). Warto odnotowania są także wyniki badań gleb spoza Śląska – z okolic Leżajska i Strzyżowa [15, 25]. Badania te wykazały, że zawierające pewną ilość odpadów keratynowych piaszczyste nieużytki charakteryzowały się odmienną, a przede wszystkim bogatszą mikoflorą keratynolityczną niż okalające je grunty orne. Jeszcze inny typ mikoflory (ryc. 1) reprezentowały gleby wybiegów i pastwisk zwierząt gospodarskich.

Należy zaznaczyć, że obok gatunków keratynolitycznych w badanych glebach wiele było grzybów o słabszym powinowactwie do keratyny włosów. Jak wskazuje przykład haldy odpadów kopalnych (ryc. 2), zespoły tych grzybów mogą być wskaźnikiem rodzaju pokrycia podłoża haldy szatą roślinną [21].

MIKOFLORA KERATYNOFILNA WÓD, POWIETRZA I ODPADÓW

Występowanie grzybów keratynolitycznych w toni wodnej nie ma, jak się wydaje, wyraźnego związku z zanieczyszczeniem tego siedliska materią organiczną ze ścieków [13, 18]. Zależność od stopnia zanieczyszczenia i natlenienia wód powierzchniowych stwierdzono natomiast w osadach



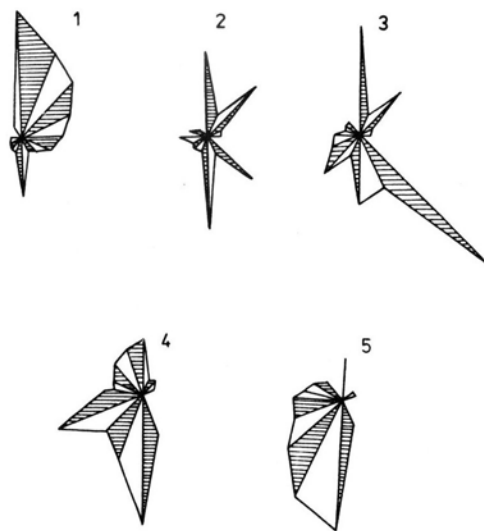
Ryc. 1. Częstości występowania grzybów keratynolitycznych w wybranych glebach okolic Leżajska i Strzyżowa: A - piaszczyste nieużytki, B - gleba uprawna, C - wybiegi i pastwiska. 1 - *Trichophyton ajelloi* + *Arthroderma uncinatum*, 2 - *Microsporium cookei*, 3 - *Arthroderma multifidum*, 4 - *Trichophyton terrestre*, 5 - *Ctenomyces serratus*, 6 - *Chrysosporium indicum* + *Aphano ascusterreus*, 7 - *Chrysosporium keratinophilum*, 8 - *Chrysosporium pannicola*, 9 - *Chrysosporium pruinosum*.

Fig. 1. Frequency of keratinolytic fungi occurrence in chosen soils of the Leżajsk and Strzyżów vicinity: A - sandy wasteland, B - arable soil, C - yards and pastures. 1-9 see above.

dennych [22]. W osadach dennych wód czystych i nieznacznie zanieczyszczonych (I

i II klasa czystości) obserwowano zdecydowanie słabszy wzrost grzybów niż w osadach dennych wód zanieczyszczonych (III i poza klasą). Pomiędzy klasami czystości wód odnotowano istotne różnice w składzie jakościowym grzybów (ryc. 3). Warto także wspomnieć, że z osadów dennych wód zanieczyszczonych wyizolowano dermatofity pasożytnicze, tj. *Microsporium canis* i *M. persicolor* [30].

W szczególnej obfitości grzyby keratynolityczne występują w środowisku osadów ściekowych [27, 29]. Skład jakościowy i ilościowy tych grzybów uzależniony jest od typu osadu, sposobu przeróbki, stopnia uwniednienia i struktury.



Ryc. 2. Kształtowanie się stosunków ilościowych wśród grzybów keratynofilnych charakterystycznych dla różnych siedlisk na zwalowisku odpadów karbońskich: 1 - naga skała, 2 - skała pokryta darnią mchów i porostów, 3 - skała pokryta darnią trawy, 4 - ściółka z przewagą igieł sosny, 5 - ściółka z przewagą liści brzozy.

Fig. 2. Quantitative relations among keratinophilic fungi, characteristic of various habitats at the carboniferous waste dumping site: 1 - bare rock, 2 - rock with moss and lichen, 3 - rock covered with grass, 4 - litter with majority of pine needles, 5 - litter with majority of birch leaves.

Bogatą mikoflorę keratynolityczną charakteryzują także świeże odpady komunalne (śmieci). Przetrzywanie tych odpadów na wysypisku wyraźnie wzbogaca skład mikoflory [17]. Proces kompostowania, przypuszczalnie na skutek działania wysokich temperatur (powyżej 50°C), eliminuje wszystkie, wykrywane wcześniej w odpadach komunalnych grzyby keratynolityczne [24]. Warto dodać, że w niektórych badanych odpadach organicznych zespoły grzybów zasiedlających keratynę włosów są bogate [17, 18].

skami śmieci, a także w pobliżu urządzeń powodujących rozbryzg ścieków, występują m. in. zarodniki grzybów toksynotwórczych z rodzaju *Aspergillus*, a także *Trichophyton terrestre*, rzadziej *Microsporium canis* [17, 20].

PODSUMOWANIE

Wspólną cechą gleb na obszarach penetrowanych przez ludzi i zwierzęta oraz zanieczyszczonych wód, ścieków, osadów dennych i ściekowych, a także śmieci [17, 18, 20, 22, 23, 25, 27, 29] jest zawartość odpadów keratynowych. Wydaje się, że właśnie ich obecność w większym stopniu niż zawartość innego typu materii organicznej i wpływ różnych dodatkowych czynników decyduje o obfitości i składzie grzybów keratynofilnych w wyżej wymienionych siedliskach. Nie tylko zresztą sama obecność keratynowego substratu, lecz także jego dostępność, wzrastająca w procesie przemian materii organicznej osadów dennych i ściekowych [22, 27], ma zasadnicze znaczenie dla wzrostu grzybów i wyników uzyskanych metodą przynęty włosowej. Można przypuszczać, że gatunki keratynolityczne wraz z grzybami towarzyszącymi tworzą specyficzne antropogenne zespoły w zawierających keratynę siedliskach.

Ryc. 3. Częstość pojavów dominujących grzybów keratynolitycznych w osadach dennych wód o różnym stopniu zanieczyszczenia: A - I klasa czystości, B - II klasa, C - III klasa, D - poza klasą. Osie odpowiadają następującym gatunkom:

- 1 - *Trichophyton terrestre*
- 2 - Stadium doskonałe *Arthroderma quadrifidum*
- 3 - *Chrysosporium indicum*
- 4 - *Chrysosporium pruinosum*
- 5 - *Trichophyton ajelloi*
- 6 - *Chrysosporium keratinophilum*
- 7 - *Microsporium gypseum*

Fig. 3. Frequency of occurrence of predominant keratinolytic fungi in bottom sediments of waters with different pollution level: A - 1st purity class, B - 2nd purity class, C - 3rd purity class, D - classless. The axes correspond to the following species 1-7 see above.

Nie ulega wątpliwości, że zarówno odpady komunalne, jak i zanieczyszczone wody, ścieki i osady ściekowe są źródłem skażenia powietrza grzybami keratynofilnymi i keratynolitycznymi. W powietrzu nad wysypi-

Już Dominik i Majchrowicz [5] wskazał na możliwości wykorzystania grzybów keratynolitycznych i keratynofilnych jako mikroorganizmów wskaźnikowych. Wyniki obecnych prac potwierdzają te możliwości, nie tylko w odniesieniu do gleby, lecz także do wody, powietrza i odpadów. Grzyby keratynolityczne, a po gruntownym przebadaniu - także zespoły grzybów keratynofilnych, będą przypuszczalnie wykorzystane jako bioindykatory zanieczyszczenia i przemian materii organicznej, np. w badaniach sanitarnych.

Występowanie grzybów keratynofilnych, a zwłaszcza dermatofitów pasożytniczych, w środowisku stanowi dodatkowy element zagrożenia zdrowia publicznego. Można

przypuszczać, że zawierające keratynę siedliska mogą być źródłem zakażenia wieloma grzybami chorobotwórczymi. Wynika stąd konieczność wprowadzenia do praktyki sanitarno-epidemiologicznej badań mikologicznych także i tej specyficznej grupy grzybów.

LITERATURA

- [1] BENEDEK T. 1972. Fragmenta Mycologica. I. Some historical remarks of the development of „hairbaiting” of Toma-Karling-Vanbreuseghem (The To-Ka-Va - hairbaiting method). *Mycopathol. Appl.* **68**: 104-106.
- [2] CHMEL L., HASILIKOVÁ A., KRAŠKO J., VLÁČILIKOVÁ A. 1972. The influence of some ecological factors on keratinophilic fungi in the soil. *Sabouraudia* **10**: 26-34.
- [3] CHMEL L., VOLLEKOVÁ A. 1981. Developpement du parasitisme chez les champignons keratinophiles. *Lyon Med.* **245**: 37-40.
- [4] DOMINIK T., MAJCHROWICZ I. 1964. A trial for isolating keratinolytic and keratinophilic soil fungi in the region of Szczecin. *Ekol. Pol., Ser. A.* **13**: 79-105.
- [5] DOMINIK T., MAJCHROWICZ I. 1965. Second contribution to the knowledge of keratinolytic and keratinophilic soil fungi in the region of Szczecin. *Ekol. Pol., Ser. A.* **13**: 415-447.
- [6] GRIFFIN D. M. 1960. Fungal colonization of sterile hair in contact with soil. *Trans. Br. Mycol. Soc.* **43**: 583-596.
- [7] MAJCHROWICZ I., DOMINIK T. 1968. Third contribution to the knowledge of keratinolytic and keratinophilic soil fungi in the region of Szczecin. *Ekol. Pol., Ser. A.* **16**: 121-145.
- [8] MAJCHROWICZ I., DOMINIK T. 1969. Further contribution to the knowledge of keratinolytic and keratinophilic soil fungi of the region of Szczecin - keratinolytic and keratinophilic fungi in the immediate surroundings of cattle. *Ekol. Pol., Ser. A* **18**: 87-116.
- [9] Mc ALEER R. 1980. Investigation of keratinophilic fungi from soils in Western Australia. A preliminary study. *Mycopathologia* **72**: 155-165.
- [10] MERCANTINI R., MARSELLA R., CAPRILLI F., DOVGIALLO G. 1980. Isolation of dermatophytes and correlated species from the soil of public gardens and parks in Rome. *Sabouraudia* **18**: 123-128.
- [11] PROCHACKI H., BIELUŃSKA S. 1963. The incidence of dermatophytes in soil. *Acta Microbiol. Pol.* **12**: 143-150.
- [12] PROCHACKI H., BIELUŃSKA S. 1968. Keratinophilic fungi in the region of Szczecin. *Acta Mycol.* **4**: 345-349.
- [13] ŠIMORDOVÁ M., HEJTMANEK M. 1969. Výskyt dermatofytu v pudě a vodách aglomerace Gottvaldov. *Českoslov. Hyg.* **14**: 89-96.
- [14] ULFIG K. 1982. Dermatofyty i inne grzyby keratynofilne w glebach okolic zbiornika wód podgrzanych „Rybnik”. Instytut Ochrony Środowiska, Katowice.
- [15] ULFIG K. 1985. Grzyby keratynofilne w glebie otoczenia zwierząt gospodarskich. Instytut Ochrony Środowiska, Katowice.
- [16] ULFIG K. 1985. Analiza wpływu prac wiertniczych oraz działalności gospodarczej na jakość wód studziennych w miejscowości Przegędza k. Leszczyn. Instytut Ochrony Środowiska, Katowice.
- [17] ULFIG K. 1985. Dermatofyty i inne grzyby keratynofilne w odpadach komunalnych. *Roczn. PZH* **36**: 497-504.
- [18] ULFIG K. 1986. Grzyby keratynofilne w ściekach i wodach. *Ochrona Środowiska* **488**: 43, Wyd. PZITS.
- [19] ULFIG K. 1988. Mikrobiologiczne badania gleby w strefie ochronnej oczyszczalni ścieków oraz zakładu odchowu młodzieży drobiu w Czarkowie k. Pszczyny. Instytut Ochrony Środowiska, Katowice.
- [20] ULFIG K. 1988. Mikrobiologiczne badania gleby, osadów dennych i powietrza atmosferycznego w Gliwicach-Labędach. Instytut Ochrony Środowiska, Katowice.
- [21] ULFIG K. 1989. Zasiadanie przez mikrogrzyby zwałowiska odpadów karbońskich w Brzezince k. Mysłowic. *Rozprawa Doktorska, Uniwersytet Śląski*, Katowice.
- [22] ULFIG K. 1990. Grzyby keratynofilne w osadach dennych wód powierzchniowych. *Acta Mycol.*; w druku.
- [23] ULFIG K. 1990. Występowanie grzybów keratynofilnych w glebach zdegradowanych i zanieczyszczonych emisjami przemysłowymi. *Acta Mycol.*; w druku.
- [24] ULFIG K. 1990. Badania bakteriologiczne, mikologiczne i helmintologiczne kompostowanych odpadów komunalnych z kompostowni w Katowicach. Instytut Ochrony Środowiska, Katowice.
- [25] ULFIG K. 1990. Badania mikologiczne gleb na terenie i w otoczeniu wytwórni mas bitumicznych w Żolyni k. Leżajska. Instytut Ochrony Środowiska, Katowice.
- [26] ULFIG K. 1990. Badania mikologiczne oraz lichenobriologiczne rekultywowanego zwałowiska odpadów pochodzenia karbońskiego „Smolnica” k. Gliwic. Instytut Ochrony Środowiska, Katowice.
- [27] ULFIG K. 1990. Grzyby keratynofilne w osadach ściekowych. *Roczn. PZH*; w druku.

- [28] ULFIG K. 1990. Keratinophilic fungi of selected coal dump. *Mycosen*; w druku.
- [29] ULFIG K., KORCZ M. 1983. Isolation of keratinophilic fungi from sewage sludge. *Sabouraudia* **21**: 247-250.
- [30] ULFIG K., ULFIG A. 1986. Wyodrębnienie *Microsporum persicolor* ze zmian skórnych i osadów dennych. *Przeg. Derm.* **73**: 224-229.
- [31] VANBREUSEGHEM R. 1952. Technique biologique pour l'isolment des dermatophytes du sol. *Ann. Soc. Belg. Med. Trop.* **32**: 173.