

# GRZYBY W UPIERZENIU I GNIAZDACH PTAKÓW

## Fungi in bird plumage and nests

Jan PINOWSKI, Barbara PINOWSKA, Andrzej HAMAN

**Summary.** The subject of this article is an overview of the general knowledge on the fungi living in plumage of birds and in their nests. The plumage of a living bird is not a good habitat for fungi because of high temperature, low humidity and uropygial gland oil cover, so only part of it can be colonized, and most specimens of fungi found there are in a dormant state. Fungal destruction of feathers on a living bird occurs very rarely, though it is possible, that it may contribute to ragged appearance of birds. The fungi of bird plumage vary among the seasons, with more fungi in the cold half of a year. The main sources of fungi in bird plumage are the air, the soil and also the nest. The most frequent genera are: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus* and *Fusarium* which are mostly inactive „passengers” of bird plumage, and keratinophilic genera *Arthroderma*, *Chrysosporium* and *Trichophyton*, which can actively grow on feathers. Birds can be carriers of fungi and can play significant role in their transmission over great distances.

Fungi of bird nests vary according to bird species, nest localization, substrate, its pH and humidity, and the season. The dominant genera are: *Alternaria*, *Penicillium*, *Aphanoascus*, *Fusarium*, *Mucor*, and in nests lined with the keratinous material also keratinolytic genera *Arthroderma* and *Chrysosporium*. Most fungal growth in nests occurs after the fledging of the young birds, especially in autumn and winter.

**Key words:** fungi, bird plumage, bird nest

Prof. dr hab. Jan Pinowski, dr Barbara Pinowska, mgr Andrzej Haman, Zakład Ekologii Kręgowców, Instytut Ekologii PAN, Dziekanów Leśny, 05 092 Łomianki, e-mail: [ekolog@atos.warman.com.pl](mailto:ekolog@atos.warman.com.pl)

## WSTĘP

Człowiek na pewno od zarania dziejów obserwował objawy chorobowe na skórze u ptaków dzikich, a potem i udomowionych. Przyczyny tych chorób, wywoływanych przez grzyby, od dawna starali się wyjaśnić hodowcy ptaków i weterynarze [45]. Dzięki zdolności do szybkiego przemieszczania się na duże odległości ptaki mogą przenosić, nawet w skali międzykontynentalnej, spory grzybów powodujących choroby u ludzi, zwierząt domowych i gospodarskich oraz roślin uprawnych, a także u roślin i zwierząt dziko żyjących [18, 19, 41, 46]. Już na początku naszego wieku pojawiła się pierwsza praca o roli ptaków w roznoszeniu grzybów patogennych dla roślin [14], a po niej wiele innych [3, 12, 47, 60, 61, 62]. Jednakże dokładne

badania składu gatunkowego grzybów w upierzeniu ptaków i ich gniazdach rozpoczęto dopiero w latach sześćdziesiątych [2, 15, 43, 48, 49, 50, 51].

Celem naszego artykułu jest podsumowanie aktualnej wiedzy o grzybach żyjących w upierzeniu ptaków i ich gniazdach.

## UPIERZENIE PTAKÓW JAKO MIKROŚRODOWISKO GRZYBÓW

Temperatura i wilgotność to dwa czynniki poza pokarmowymi, które są bardzo istotne dla rozwoju i wzrostu grzybów, w tym także grzybów keratynolitycznych, tj. rozkładających keratynę (główne białko utworów rogowych, np. piór, włosów, kopyt itp.) całkowicie, i keratynofilnych, tj. rozkładających keratynę częściowo,

ale preferujących dla swego wzrostu środowiska zawierające keratynę, spotykane w upierzeniu ptaków. Temperatura ptaków przy skórze jest wysoka: u małych ptaków osiąga nawet 40–41°C, w bardziej zewnętrznych partiach piór 34–38°C, pod pokrywami podogonowymi tylko 25–30°C [21]. Optymalna temperatura wzrostu grzybów występujących w upierzeniu ptaków wynosi natomiast około 25°C [53]. Również wilgotność upierzenia, wynosząca około 10–15% lub mniej, jest często zbyt mała dla grzybów [23]. Gatunki ptaków silnie natłuszczające pióra mają mało grzybów, poza tym tłuszcz różnych gatunków ptaków działa odmiennie na różne gatunki grzybów [8, 53]. Jednakże Nigam i Kushwaha [42] stwierdzili, że *Chrysosporium tropicum* i *Trichophyton simii* rozkładają odtłuszczone pióra wolniej niż nieodtłuszczone. Nic zatem dziwnego, że grzyby mogą rozwijać się tylko na określonych częściach upierzenia i w porach roku o niższej temperaturze i większej wilgotności – to jest jesienią, zimą i wiosną [21]. Z powodu niskiego stężenia łatwo dostępnych składników pokarmowych, wysokiej temperatury (oprócz zewnętrznych partii piór), bardzo małej wilgotności i gwałtownych ruchów piór podczas lotu, większość grzybów spotykanych w upierzeniu ptaków występuje w postaci zarodników, a ich aktywny wzrost tam nie zachodzi [21]. Grzyby mają jednak możliwość penetracji pióra pozostającego na ciele ptaka [9, 52], a to pośrednio dowodzi, że wzrost grzybów keratynofilnych możliwy jest na piórach żywych ptaków.

## ŹRÓDŁA GRZYBÓW W UPIERZENIU PTAKÓW

### POWIETRZE

Ważnym źródłem spor grzybów w upierzeniu ptaków wolno żyjących jest powietrze. Hubálek [21] stwierdził w upierzeniu wróbli domowych 180 gatunków grzybów, a w powietrzu, w miejscu złowienia ptaków 51. Grzyby najczęściej spotykane w powietrzu były też najczęściej spotykane w upierzeniu wróbli. Częściej niż w powietrzu występowały w upierzeniu ptaków: *Arthroderma ciferrii*, *A. quadridum*, *Chaetomium* spp. *Chrysosporium* spp. i

*Ctenomyces serratus*. Są to grzyby keratynofilne lub keratynolityczne.

### GLEBA

Skład gatunkowy grzybów glebowych zależy w dużym stopniu od typu gleby, zawartości szczątków organicznych, humusu, wilgotności, pH i innych czynników [10, 11, 31, 33 i in.]. Grzyby keratynofilne i keratynolityczne gromadzą się głównie w powierzchniowych warstwach gleby [6] na szczątkach organicznych kręgowców [37, 57]. Zatem skład gatunkowy grzybów w upierzeniu ptaków gnieźdzących się na ziemi i szukających tam pokarmu winien być podobny do tego, jaki obserwuje się w glebie i na jej powierzchni. Potwierdzają to badania Hubálka [17], który stwierdził, że ściółka i górne warstwy gleby są jednym z głównych źródeł większości gatunków grzybów znalezionych w upierzeniu ptaków. Wymienia on 26 taksonów grzybów częściej występujących u ptaków naziemnych niż w innych grupach ptaków. Na rolę gleby jako źródła infekowania grzybami upierzenia ptaków wskazywali też inni autorzy [52, 55, 56, 57 i in.].

### ŚRODOWISKO WODNE

W piórach ptaków środowiska wodnego spotyka się inne gatunki grzybów niż w piórach ptaków lądowych. Częściej występują w ich piórach i gniazdach grzyby mające spory (*gloiosporae*) rozsiewane głównie przez wodę. Są to grzyby rodzajów *Doratomyces*, *Fusarium*, *Mucor* i *Phoma*. U ptaków wodnych częściej występują także *Aphanoascus fulvescens*, *A. terreus*, *Helminthosporium* spp., *Humicola* spp., *Mucor hiemalis*, *Rhodotorula* spp., *Stemphylium* spp. [17].

### GNIAZDO

Badania grzybów w upierzeniu 92 gatunków ptaków z 30 rodzin oraz w gniazdach należących do ptaków z 26 rodzin wykazały duże podobieństwo składu gatunkowego obu tych środowisk; różnice były głównie ilościowe [17]. Inni autorzy również podkreślają rolę gniazda jako źródła zakażenia upierzenia ptaków grzybami [21, 22, 26, 28, 43, 52].

Tabela 1. Częstość (%) występowania niektórych rodzajów grzybów w upierzeniu ptaków z Czech i byłej Jugosławii [17], z Hiszpanii [5] oraz z USA [62].

Table 1. Frequency (%) of some fungal genera from Czech Republic and former Yugoslavia [17], Spain [5] and USA [62] in birds plumage.

| Rodzaj<br>Genus         | Czechy i<br>Jugosławia<br>CR and<br>Yugoslavia<br>% | Hiszpania<br>Spain<br>% | USA<br>% |
|-------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| <i>Alternaria</i>       | 63,7                                                | 19,7                    | 84,0     |
| <i>Cladosporium</i>     | 58,3                                                | 1,4                     | 100,0    |
| <i>Chaetomium</i>       | 52,8                                                | 1,4                     | 4,0      |
| <i>Arthroderma</i>      | 49,0                                                | 0,0                     | 0,0      |
| <i>Aspergillus</i>      | 37,3                                                | 45,1                    | 33,0     |
| <i>Penicillium</i>      | 36,8                                                | 30,0                    | 57,0     |
| <i>Chrysosporium</i>    | 31,9                                                | 0,0                     | 0,0      |
| <i>Scopulariopsis</i>   | 18,9                                                | 0,0                     | 0,0      |
| <i>Aphanoascus</i>      | 17,1                                                | 0,0                     | 0,0      |
| <i>Mucor</i>            | 16,8                                                | 7,0                     | 41,0     |
| <i>Rhizopus</i>         | 16,8                                                | 15,5                    | 34,0     |
| <i>Ctenomyces</i>       | 16,4                                                | 0,0                     | 0,0      |
| <i>Arthriniium</i>      | 14,4                                                | 7,0                     | 0,0      |
| <i>Beauveria</i>        | 13,8                                                | 1,4                     | 0,0      |
| <i>Fusarium</i>         | 11,4                                                | 47,9                    | 60,0     |
| <i>Monilia</i>          | 11,4                                                | 0,0                     | 3,0      |
| <i>Paecilomyces</i>     | 7,0                                                 | 10,0                    | 0,0      |
| <i>Pullularia</i>       | 0,0                                                 | 0,0                     | 33,0     |
| <i>Epicoccum</i>        | 0,0                                                 | 0,0                     | 25,0     |
| <i>Helminthosporium</i> | 0,0                                                 | 0,0                     | 16,0     |

#### SKŁAD GATUNKOWY GRZYBÓW W UPIERZENIU PTAKÓW

Upierzenie ptaków jest środowiskiem bogatym w gatunki grzybów. Hubálek [16, 17] stwierdził w upierzeniu ptaków Czech i byłej Jugosławii aż 210 gatunków grzybów należących do 96 rodzajów. Najczęściej występowały *Ascomycetes* (77,3%), a ponadto *Fungi imperfecti* (obecnie określane jako „grzyby mitosporowe”) (12,0%), *Zygomycetes* (6,3%), *Endomycetes* (4,1%), *Oomycetes* (0,3%) i *Basidiomycetes*

(0,3%). Podobne badania przeprowadzili Cabanes i in. [5] w Hiszpanii oraz Warner i French [62] w Stanach Zjednoczonych. Wyniki przytoczonych badań są bardzo zróżnicowane (Tab. 1). Poza różnicami w składzie gatunkowym stwierdza się znaczne różnice w częstości występowania poszczególnych rodzajów. Stosunkowo często występują wszędzie cztery rodzaje: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus* i *Fusarium*. Grzyby z rodzajów *Cladosporium* i *Alternaria*, częste w upierzeniu ptaków w Czechach, byłej Jugosławii i w Stanach Zjednoczonych, są o wiele rzadsze w Hiszpanii. Z kolei kilka rodzajów (np. *Arthroderma* i *Chrysosporium*), dość częstych w Czechach i na obszarze byłej Jugosławii, nie stwierdzono w ogóle w Hiszpanii i w Stanach Zjednoczonych lub występują tam bardzo rzadko (*Chaetomium*). Trzy rodzaje grzybów stwierdzono jedynie w upierzeniu ptaków w USA. Sądzimy, że różnice te są skutkiem odmiennego składu gatunkowego badanych ptaków (w badaniach Hubálka [16] blisko 1/3 prób pochodziła od wróbli domowych, charakteryzujących się dużym bogactwem grzybów) i różnej ilości przebadanego materiału. Oczywiście różnice geograficzne mogą także odgrywać tu pewną rolę, ponieważ nie wszystkie gatunki grzybów są kosmopolityczne.

Występowanie keratynofilnych grzybów, najczęściej z wymienionych już rodzajów *Arthroderma* (głównie *A. quadrifidum*), *Chrysosporium* oraz z rodzaju *Trichophyton* stwierdzili także Humpolíčková i Otčenašek [30] w próbach piór należących do 42 gatunków ptaków ze wschodnich Czech. Z rodzaju *Chrysosporium* dominowały na badanym obszarze *C. keratinophilum* i *C. asperatum*. Istnieją doniesienia o występowaniu w upierzeniu ptaków również innych przedstawicieli tego rodzaju – w Indiach częsty jest *C. indicum* [9, 58], stwierdzono tam też *C. queenslandicum*, *C. carmichaeli* oraz *C. pannorum* [9]. Ten ostatni gatunek podali także z Anglii Pugh i Evans [52].

Warto dodać, że ogółem (w upierzeniu, gniazdach, kale, wypluwkach i in.) Hubálek [16, 17] stwierdził u dziko żyjących ptaków występowanie aż 232 gatunków grzybów należących do 112 rodzajów, w tym 111 gatunków, których

występowanie u ptaków było dotychczas nieznanie nauce światowej.

### ZMIENNOŚĆ SEZONOWA SKŁADU GATUNKOWEGO GRZYBÓW W UPIERZENIU PTAKÓW

Na ten temat istnieje mało danych. Jedynie Hubálek [18, 21] analizuje sezonowe zmiany w występowaniu grzybów w upierzeniu ptaków na przykładzie wróbla domowego. Częstość występowania wielu gatunków grzybów o wyraźnej sezonowej zmienności występowania w upierzeniu wróbla korelowała z panującą w danym miesiącu pogodą. Najważniejszym czynnikiem klimatycznym, wpływającym na sezonowość występowania grzybów w upierzeniu ptaków była temperatura powietrza. Wybiórcze oddziaływanie wysokich i niskich temperatur na grzyby ma duże znaczenie, ponieważ temperatura optymalna dla wzrostu (22–30°C) jest bardzo zbliżona u większości gatunków grzybów. Grzyby higrofilne, jak np. *Trichoderma viride*, *Gliocladium roseum*, *Chaetomium funicolum* występowały często w okresach wilgotnych (jesień, zima), a rzadko podczas suchych pór roku. Nieoczekiwanie, grzyby kserofilne, jak np. *Aspergillus repens*, *A. versicolor* były również częste jesienią i zimą.

### ZNACZENIE GRZYBÓW W UPIERZENIU PTAKÓW

Spośród blisko 4 tys. izolatów grzybów wyhodowanych z próbek pochodzących od 78 gatunków ptaków, grzyby cellulolityczne (tj. rozkładające celulozę) stanowiły 47,6%, keratynolityczne 18,0%, patogenne dla zwierząt stałocieplnych 18,7%, patogenne dla zwierząt zmienneocieplnych 10,0%, fitopatogeny (pasożyty roślin) 18,9%, grzyby wytwarzające toksyny 18,7%, odporne na ciepło 29,2% [17].

Hubálek [16] znalazł w upierzeniu ptaków 50 gatunków grzybów potencjalnie patogennych dla zwierząt stałocieplnych i ludzi. Z epidemiologicznego i epizooecologicznego (tj. odnoszącego się do chorób zakaźnych u zwierząt) punktu widzenia najważniejsze spo-

śród nich są: *Absidia corymbifera*, *Aspergillus fumigatus*, *Candida albicans*, *C. tropicalis*, *Cephalosporium acremonium*, *Cryptococcus neoformans*, *Mucor pusillus*, *Microsporium gypseum* i *Rhizopus arrhizus*. Gatunki te są często przyczyną grzybic u ssaków i ptaków. Patogenne grzyby występują najczęściej u ptaków synantropijnych, jak wróbel domowy, mazurek, kawka, gołąb miejski [17, 25, 29, 34, 35, 39, 40, 54, 58].

O ile dermatomikozy, czyli grzybice skóry, są stosunkowo rzadkie u ptaków dziko żyjących [21, 29], to grzybice układu oddechowego, zwłaszcza aspergillozy powodowane przez *Aspergillus* spp. są częstym czynnikiem chorobotwórczym u ptaków wolno żyjących [25]. *Aspergillus fumigatus* znaleziono w płucach u więcej niż 21% piskląt wróbla domowego i 22% piskląt mazurka [35], a także u innych gatunków ptaków [4, 7, 13 i in.]. Odchody gołębi, szpaków i innych gatunków ptaków występujących masowo na miejscach gnieźdzenia się lub noclegów, stanowią zagrożenie także dla ludzi przez stworzenie substratu dla rozwoju *Cryptococcus neoformans* [1, 20, 25, 44 i in.] lub *Histoplasma capsulatum* [25].

Grzyby mogą również pasożytować na ektopasożytach ptaków. Grzyby z rodzaju *Trenomyces* (rodzina *Laboulbeniaceae*, *Ascomycetes*) pasożytują na wszołach, owadach występujących na ptakach należących do prawie wszystkich rzędów [38, 59]. Omawiane grzyby mogą być też pasożytami innych ektopasożytów ptaków, np. muchówek z rodziny *Hippoboscidae* [59].

Ptaki dziko żyjące roznoszą nie tylko grzyby patogenne dla ludzi i zwierząt, ale także patogenne dla roślin, w tym roślin uprawnych (np. *Monilia cinerea*, *Puccinia coronata*, *Helminthosporium avenae* i in.) [12, 18, 19, 60, 61, 62].

### GNIAZDO PTASIE JAKO MIKROŚRODOWISKO WYSTĘPOWANIA GRZYBÓW

Pełny skład gatunkowy grzybów w gniazdach ptasich badali Hubálek [16, 17, 21, 22, 28] oraz Cabanes i in. [5]. Inni badacze grzybów w gniazdach ptasich skupiali swe zainteresowania

Tabela 2. Częstość (%) występowania niektórych rodzajów grzybów w gniazdach ptaków z Czech i byłej Jugosławii [17] oraz z Hiszpanii [5].

Table 2. Frequency (%) of some fungi genera from Czech Republic and former Yugoslavia [17], and Spain [5] in birds nests.

| Rodzaj<br>Genus       | Czechy<br>i Jugosławia<br>CR and<br>Yugoslavia<br>% | Hiszpania<br>Spain<br>% |
|-----------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------|
| <i>Alternaria</i>     | 47,8                                                | 48,5                    |
| <i>Arthroderma</i>    | 39,3                                                | 0,0                     |
| <i>Penicillium</i>    | 37,8                                                | 42,4                    |
| <i>Aphanoascus</i>    | 37,4                                                | 0,0                     |
| <i>Scopulariopsis</i> | 34,8                                                | 9,1                     |
| <i>Chaetomium</i>     | 33,7                                                | 0,0                     |
| <i>Fusarium</i>       | 32,6                                                | 39,4                    |
| <i>Chrysosporium</i>  | 32,2                                                | 9,1                     |
| <i>Mucor</i>          | 32,2                                                | 30,3                    |
| <i>Cladosporium</i>   | 20,0                                                | 3,0                     |
| <i>Ctenomyces</i>     | 14,5                                                | 0,0                     |
| <i>Trichoderma</i>    | 12,2                                                | 9,1                     |
| <i>Aureobasidium</i>  | 12,1                                                | 3,1                     |
| <i>Acremonium</i>     | 0,0                                                 | 18,2                    |
| <i>Microsporum</i>    | 0,0                                                 | 15,2                    |

bądź to na grzybach keratynofilnych [15, 16, 23, 24, 26, 27, 36, 43, 49, 52], bądź to ciepłolubnych [2], bądź wreszcie na grzybach szkodliwych dla ludzi [29] a występujących w tym środowisku.

Wyniki badań gniazd w Czechach i byłej Jugosławii [16, 17] oraz w Hiszpanii [5] zestawiono w Tabeli 2. Jedynie rodzaje *Alternaria*, *Penicillium*, *Fusarium* i *Mucor* występowały z podobną częstością w obu badaniach. Wiele rodzajów grzybów częstych w materiale badanym przez Hubálka [17] występowało rzadko lub nie występowało w ogóle w materiale badanym przez Cabanes i in. [5]. Jedynie rodzaje *Acremonium* i *Microsporum* występowały częściej w gniazdach z Hiszpanii niż w gniazdach z Czech i byłej Jugosławii. Sądzymy, że i w tym przypad-

ku przyczyną różnic w wynikach był odmienny skład gatunkowy ptaków, których gniazda badano.

W gniazdach dziuplaków w Czechach, głównie mazurków, grzyby keratynolityczne stwierdzono w ponad 90% badanych gniazd [28]. Jest to bardzo wysoki procent w porównaniu z innymi typami gniazd.

Grzyby cellulolityczne stwierdzono w 87,7% gniazd, grzyby potencjalnie patogenne dla zwierząt stałocieplnych w 73,7%, a potencjalnie szkodliwe dla roślin w 40,3% gniazd.

#### CZYNNIKI WPLYWAJĄCE NA WYSTĘPOWANIE GRZYBÓW W GNIAZDACH PTAKÓW

##### PH PODŁOŻA

Już Pugh [49] zwrócił uwagę, że wymagania co do pH podłoża u grzybów zamieszkujących gniazda ptaków są bardzo zróżnicowane: jedne tolerują stosunkowo szeroki zakres pH, inne bardzo wąski, a ponadto grzyby keratynofilne występują w bardziej zasadowych środowiskach. Wszechstronne badania Hubálka i współpracowników z lat siedemdziesiątych pogłębiły naszą wiedzę o tym zagadnieniu [21, 22, 27, 28]. Stwierdzili oni, że grzyby najczęściej izolowano z gniazd, których pH mieściło się w granicach 6,50–6,99 (odczyn słabo kwaśny do obojętnego). Grzyby keratynolityczne wykazywały tendencję do występowania w gniazdach o odczynie bardziej zasadowym (pH powyżej 7,0). Hubálek wyróżnił grzyby acidofilne (kwasolubne) i tolerujące zakwaszenie oraz bazyfilne (zasadolubne) i tolerujące odczyn zasadowy. Liczne spośród badanych gatunków grzybów występowały w materiale o bardzo szerokim zakresie pH [22]. Zakres pH *in situ* różnił się dla poszczególnych gatunków grzybów keratynolitycznych: na przykład *Chrysosporium keratinophilum* występuje przy pH od 4,5 do 7,9, *Anixiopsis stercoraria* od 6,0 do 7,9. Z drugiej strony *Arthroderma curreyi* i *A. cuniculi* znajdowano w gniazdach o pH wynoszącym 4,5–7,1, a *Ctenomyces serratus* 6,3–7,6.

Mimo wszystko można stwierdzić, że w przypadku grzybów występujących w gniazdach, pH podłoża nie odgrywa tak istotnej roli

jak w przypadku gleby, gdzie odczyn jest bardzo istotnym czynnikiem regulującym występowanie różnych gatunków grzybów [28, 31, 32 i in.].

#### WILGOTNOŚĆ PODŁOŻA

Pugh i Evans [53] wykazali, że grzyby keratynofilne częściej występowały w gniazdach o małej wilgotności, tzn. takich, w których zawartość wody nie przekraczała 10% suchej masy materiału gniazdowego. Hubálek [23, 24] wykazał, że grzyby najczęściej izolowano z gniazd o wilgotności 10–15%, ale stwierdzano je stosunkowo często także w gniazdach o wilgotności w granicach 5–10% oraz 15–20%. Gatunkiem tolerującym największą zmienność wilgotności podłoża było *Chrysosporium keratinophilum*, występujące w gniazdach o zawartości wody od 9,4 do 62,3%. W materiale gniazdowym o wilgotności ponad 30% znajdowano także *Anixiopsis stercoraria*, *Arthroderma ciferrii*, *A. curreyi*, *A. uncinatum* i *Chrysosporium tropicum*. Z drugiej strony, *Arthroderma quadrifidum* i *A. cuniculi* izolowano tylko z materiału, którego wilgotność nie przekraczała 14%, a *Ctenomyces serratus* – 20% [23, 28]. Można stwierdzić, że zarówno zbyt niska jak i zbyt wysoka wilgotność materiału wpływa ograniczająco na występowanie i skład gatunkowy grzybów w gnieździe.

#### RODZAJ MATERIAŁU GNIAZDOWEGO

Pugh [49] wykazał, że nawet poszczególne warstwy gniazda drozdów śpiewaków i kosów mają inne właściwości i inny zestaw grzybów. Grzyby keratynolityczne zależne są od rodzaju znajdujących się w gnieździe materiałów zawierających keratynę: rozmaitych piór i złuszczo-nych pochwów piór ptaków lub sierści różnych gatunków ssaków [28]. Obecność keratyny w wyściółce znacznie zwiększa bogactwo gatunkowe i liczebność mikroskopijnych grzybów w takich gniazdach.

#### CECHY GNIAZDA SPECYFICZNE DLA GATUNKU PTAKA

Struktura jakościowa i ilościowa grzybów gniazda zależy od cech gniazda właściwych dla danego gatunku ptaka – np. gniazdo otwarte, zamknięte, w dziupli, w skrzynce lęgowej, w śro-

dowisku polnym, w szuwarach itp. [17]. Nawet w przypadku dziuplaków korzystających ze skrzynek lęgowych są różnice w składzie gatunkowym. Na przykład *Arthroderma curreyi* dominuje w gniazdach mazurków, ale jest znacznie rzadsza w gniazdach szpaków i muchołówek żałobnych, zaś *Ctenomyces serratus* występuje jedynie w gniazdach mazurków. Gatunki *Cladosporium*, w zasadzie rozsiewające się z wiatrem, bywają stosunkowo rzadkie w skrzynkach lęgowych w odróżnieniu od gniazd otwartych [28].

#### ZMIENNOŚĆ SKŁADU GATUNKOWEGO GRZYBÓW GNIAZDA

##### ZMIENNOŚĆ W PRZEBIEGU CYKLU ROZRODCZEGO PTAKÓW

Bogactwo gatunkowe grzybów wzrasta po wylocie młodych z gniazda, ponieważ podczas inkubacji i pobytu młodych w gnieździe jego temperatura jest zbyt wysoka (ca 40°C), a wilgotność zbyt niska dla wzrostu grzybów. W gniazdach opuszczonych przez pisklęta znacznie częściej znajdowano *Chrysosporium keratinophilum* niż w gniazdach aktualnie zamieszkałych. Keratynolityczne grzyby *Arachniotus* spp., *Arthroderma curreyi*, *Chrysosporium tropicum*, *Nannizzia cajetani* stwierdzano jedynie w niezamieszkiwanych gniazdach. W skrzynkach lęgowych, w których odbywały się dwa lęgi, częstość występowania *Chrysosporium keratinophilum* i *Ctenomyces serratus* wzrastała po drugim lęgu z 7 do 27%, zaś częstość występowania *Anixiopsis stercoraria* z 40 do 55% gniazd [27].

##### ZMIENNOŚĆ SEZONOWA

Jedyną znaną nam pracą, analizującą zmiany jakościowe i ilościowe grzybów gniazd ptasich w cyklu rocznym jest praca Hubálka i Balata [27], dotycząca grzybów keratynolitycznych w gniazdach mazurka. Stosowana tam metodyka badań nie dawała możliwości odróżnienia biernego przeżycia form przetrwalnikowych zaobserwowanych grzybów od ich aktywnego wzrostu *in situ*. Trudność odróżnienia tych dwu form życia w badaniach nad mikrozespołami grzy-

Tabela 3. Maksyma liczebności niektórych grzybów w gniazdach ptasich (wg [27]).

Table 3. Maximum abundance of some fungi in birds nests (after [27]).

| Gatunek<br>Species             | Miesiąc — Month |    |     |      |    |   |    |    |
|--------------------------------|-----------------|----|-----|------|----|---|----|----|
|                                | V               | VI | VII | VIII | IX | X | XI | II |
| <i>Aphanoascus fulvescens</i>  |                 |    | +   | +    |    |   |    |    |
| <i>A. terreus</i>              | +               |    |     | +    |    |   |    |    |
| <i>Arthroderma tuberculata</i> | +               |    |     |      |    |   |    |    |
| <i>A. ciferrii</i>             |                 |    |     |      | +  |   |    |    |
| <i>A. quadrifidum</i>          | +               |    |     |      | +  | + | +  |    |
| <i>A. curreyi</i>              | +               |    |     |      | +  | + | +  |    |
| <i>Chrysosporium tropicum</i>  | +               |    |     |      |    |   |    | +  |
| <i>C. keratinophilum</i>       |                 |    |     |      |    |   |    | +  |

bów jest podstawowym teoretycznym i metodologicznym problemem w ich ekologii.

Najczęściej występującymi gatunkami były *Aphanoascus fulvescens*, *Arthroderma ciferrii* i *A. quadrifidum*. Znaczący szczyt liczebności grzybów obserwowano wiosną (maj), a następny jesienią i zimą (od końca sierpnia do lutego), podczas gdy latem (czerwiec – lipiec) obserwowano wyraźne minimum (Tab. 3).

Pierwszy szczyt grzybów keratynolitycznych (majowy), wiąże się ze zwiększonym udziałem piór drobiu w wyściółce gniazd, podczas gdy drugi (od końca sierpnia do lutego) związany jest z opuszczeniem gniazd przez młode ptaki, spadkiem temperatury, wzrastającym zawilgoceniem, a także dużą liczbą złuszczonej pochwów piór. Minimum częstości występowania grzybów (w końcu czerwca i w lipcu) jest skutkiem wzrostu temperatury i spadku wilgotności. *Aphanoascus fulvescens* należy do tych nielicznych (poza prawdziwymi dermatofitami) grzybów keratynolitycznych, które rosną dobrze w temperaturze ponad 30°C, i dlatego właśnie *A. fulvescens* jako jedyny gatunek ma szczyt częstości występowania w lecie. „Termofobowe” gatunki grzybów, tzn. te, które nie przeżywają w temperaturze 37°C co najmniej 10 dni (np. *Arthroderma curreyi*, *A. tuberculatum* i *Nannizzia cajetani*), nie mają maksimum częstości w gorącym okresie letnim.

## PODSUMOWANIE

Upierzenie ptaków nie jest korzystnym środowiskiem dla grzybów ze względu na wysoką temperaturę ciała ptaków, niską wilgotność, a także obecność tłuszczu pokrywającego pióra. Mimo to stwierdzono znaczne bogactwo grzybów w tym środowisku, z których najczęstsze reprezentują rodzaje *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Fusarium* oraz kreatynofilne *Arthroderma*, *Chrysosporium* i *Trichophyton*.

Ze względu na fakt, że ptaki są w stanie przenosić spory grzybów, w tym także wielu gatunków chorobotwórczych, na duże odległości, poznanie mechanizmów tych procesów, a także ekologii grzybów występujących w upierzeniu oraz w gniazdach ptaków jest ważnym problemem, stojącym zarówno przed mikologami, jak i ekologami.

## LITERATURA

- [1] ABOU-GABAL M., ATIA M. 1978. Study of the role of pigeons in the dissemination of *Cryptococcus neoformans* in nature. *Sabouraudia* **16**: 63–68.
- [2] APINIS A. E., PUGH G. J. F. 1967. Thermophilous fungi of birds nests. *Mycopathol.* **33**: 1–9.
- [3] ARNAN M., PINTHUS M. J., KENNETH R. G. 1970. Epidemiology and control of a sunflower head rot in Israel caused by *Rhizopus arrhizus*. *Can. J. Plant Sci.* **50**: 283–288.
- [4] BRAND C. J., WINDINGSTAD R. M., SIEGFRIED L. M.,

- DUNCAN R. M., COOK R. M. 1988. Avian morbidity and mortality from botulism, aspergillosis, and salmonellosis at Jamaica Bay Wildlife Refuge, New York, USA. *Colonial Waterbirds* **11**: 284–292.
- [5] CABANES F. J., ABARCA L., BRAGULAT M. R., BRUGUEIRA M. T., PARÉS P. M. 1991. Hongos queratinofilicos en aves nidificantes silvestres de Cataluña. *Rev. Iber. Micol.* **8**: 50–51.
- [6] CHMEL L., VLAČILIKOVÁ A. 1975. The ecology of keratinophilic fungi at different depths of soil. *Sabouraudia* **13**: 185–191.
- [7] DAVIS J. W., ANDERSON R. C., KARSTAD L., TRAINER D. O. 1971. Infectious and parasitic diseases of wild birds. Iowa State Univ. Press, Ames.
- [8] DESHMUKH S. K., AGRAWAL S. C., JAIN P. C. 1981. Colonisation of fresh and defatted feathers by keratinophilic fungi. *Mykosen* **24**: 611–613.
- [9] DIXIT A. K., KUSHWAHA R. K. S. 1991. Occurrence of keratinophilic fungi on Indian birds. *Folia microbiol.* **36**: 383–386.
- [10] DOMINIK T., MAJCHROWICZ I. 1964. A trial for isolating keratinolytic and keratinophilic soil fungi in the region of Szczecin. *Ekol. pol. A* **12**: 79–105.
- [11] DOMINIK T., MAJCHROWICZ I. 1965. Second contribution to the knowledge of keratinolytic and keratinophilic soil fungi in the region of Szczecin. *Ekol. pol. A* **13**: 415–447.
- [12] EVANS R. N., PRUSSO C. D. 1969. Spore dispersal by birds. *Mycologia* **61**: 832–835.
- [13] GRACZYK T. K., COCKREM J. F. 1995. *Aspergillus* spp. seropositivity in New Zealand penguins. *Mycopathologia* **131**: 179–184.
- [14] HEALD F. D., STUDHALTER R. A. 1914. Birds as carriers of the chest-nut blight fungus. *J. Agr. Res.* **2**: 405–422.
- [15] HUBÁLEK Z. 1972. Keratinophile Pilze an freilebenden Vögeln. *Mykosen* **24**: 611–613.
- [16] HUBÁLEK Z. 1974. Fungi associated with free-living birds in Czechoslovakia and Yugoslavia. *Acta Sc. Nat. Brno* **8** (3): 1–62.
- [17] HUBÁLEK Z. 1974. The distribution patterns of fungi in free-living birds. *Acta Sc. Nat. Brno* **8** (9): 1–51.
- [18] HUBÁLEK Z. 1975. Dispersal of fungi of the family *Chaetomiaceae* by free-living birds. II. Ecological aspects. *Česká Mykologie* **29**: 46–58.
- [19] HUBÁLEK Z. 1975. Dispersal of fungi of the family *Chaetomiaceae* by free-living birds. III. Remarks on dispersal mechanisms. *Česká Mykologie* **29**: 179–183.
- [20] HUBÁLEK Z. 1975. Distribution of *Cryptococcus neoformans* in a pigeon habitat. *Folia Parasitol. (Praha)* **22**: 73–79.
- [21] HUBÁLEK Z. 1976. Seasonal distribution of fungi on House Sparrows. *Trans. Br. mykol. Soc.*, **66**: 509–516.
- [22] HUBÁLEK Z. 1976. Influence of pH on the occurrence of fungi in birds nests. *Z. Allg. Mikrobiol.*, **16**: 65–72.
- [23] HUBÁLEK Z. 1976. Influence of substrate moisture on the occurrence of fungi in birds nests. *Z. Allg. Mikrobiol.*, **16**: 221–227.
- [24] HUBÁLEK Z. 1976. Occurrence of keratinolytic fungi in nests of Tree Sparrow (*Passer montanus* L.) in relation to substrate moisture. *Česká Mykologie* **30**: 106–109.
- [25] HUBÁLEK Z. 1994. Pathogenic microorganisms associated with free-living birds (a review). *Acta Sc. Nat. Brno* **28** NS (5): 1–74.
- [26] HUBÁLEK Z., BALAT F. 1974. The survival of microfungi in the nests of Tree Sparrow (*Passer montanus* L.) in the nest-boxes over the winter season. *Mycopathol. Mycol. Appl.* **54**: 517–530.
- [27] HUBÁLEK Z., BALAT F. 1976. Seasonal distribution of keratinolytic fungi in the nests of Tree Sparrow (*Passer montanus* L.). *Zbl. Bakt. Abt. II* **131**: 179–197.
- [28] HUBÁLEK Z., BALAT F., TOUŠKOVÁ I., VLK J. 1973. Mykoflora of birds nests in nest-boxes. *Mycopathol. Mycol. Appl.* **49**: 1–12.
- [29] HUBÁLEK Z., JURICOVÁ Z., HALOUZKA J. 1995. A survey of free-living birds as hosts and „lessors” of microbial pathogens. *Folia zool.* **44**: 1–11.
- [30] HUMPOLÍČKOVÁ V., OTČENAŠEK M. 1981. Keratinophilic fungi from the feathers of free living birds. *Folia parasitol. (Praha)* **28**: 179–186.
- [31] KORNÍŁOWICZ T. 1991/92. Badania nad mikoflorą zasiedlającą surowe odpady keratynowe w glebie. *Acta Mycol.* **27**: 231–245.
- [32] KORNÍŁOWICZ T. 1993. Badania nad mikoflorą zasiedlającą przetworzone odpady keratynowe w glebie. *Acta Mycol.* **28**: 19–30.
- [33] KORNÍŁOWICZ-KOWALSKA T. 1997. Studies on the decomposition of keratin wastes by saprophytic microfungi. I. Criteria for evaluating keratinolytic activity. *Acta Mycol.* **32**: 51–79.
- [34] KOZŁOWSKI S., MAŁYSZKO E., PINOWSKI J., KRUSZEWICZ A. 1991. The influence of pathogenic fungi on the mortality of sparrow (*Passer* spp.) eggs and nestlings. Preliminary report. W: J. PINOWSKI, B. P. KAVANAGH, W. GÓRSKI (red.), *Nestling mortality due to microorganisms and toxic substances*. PWN Polish Scientific Publishers, Warszawa, s. 167–172.
- [35] KRUSZEWICZ A. G., PINOWSKI J., KRUSZEWICZ A. H., MAZURKIEWICZ M., PAWIAK R., MAŁYSZKO E. 1995. Occurrence of fungi in House Sparrow (*Passer domesticus*) and Tree Sparrow (*Passer montanus*) nestlings. W: J. PINOWSKI, B. P. KAVANAGH, B. PINOWSKA (red.), *Nestling mortality due to microorganisms and toxic substances: synthesis*. PWN Polish Scientific Publishers, Warszawa, s. 283–290.
- [36] KUZMINA V. S., SHARAPOV V. M. 1975. Keratinofilnyje griby v gniezdach ptic. *Izv. S. O. Ac. Sci. USSR ser. biol. Sci.* **5**: 71–75.
- [37] MAJCHROWICZ I., DOMINIK T. 1969. Further contribution to the knowledge of the region of Szczecin. Keratinolytic and keratinophilic fungi in the immediate surrounding of cattle. *Ekol. pol. A* **17**: 87–116.
- [38] MAJEWSKI T. 1994. *The Laboulbeniales of Poland*. *Pol. Bot. Stud.* **7**: 1–466.
- [39] MAŁYSZKO E., PINOWSKI J., KOZŁOWSKI S., BERNACKA B., PEPIŃSKI W., KRUSZEWICZ A. 1991. Auto- and allochthonous flora and fauna of the intestinal tract of *Passer domesticus* and *Passer montanus* nestlings. W: J. PINOWSKI, B. P. KAVANAGH, W. GÓRSKI (red.), *Nestling mortality due to microorganisms and toxic substances*. PWN Polish Scientific Publishers, Warszawa, s. 129–137.



- [40] MONDA D. P. 1972. Prevalence of pathogenic fungi in wild birds. *Indian J. Med. Res.* **60**: 517–519.
- [41] NICE C. S. 1994. Dissemination of human infectious disease by birds. *Review in Medical Microbiology* **5**: 141–198.
- [42] NIGAM N., KUSHWAHA R. K. S. 1989. Decomposition of feathers and hairs by keratinophilic fungi. *Indian J. Microbiol.* **29**: 241–244.
- [43] OTČENAŠEK M., HUDEC K., HUBÁLEK Z., DVORÁK J. 1967. Keratinophilic fungi from the nests of birds in Czechoslovakia. *Sabouraudia* **5**: 350–354.
- [44] PAL M. 1989. *Cryptococcus neoformans* var. *neoformans* and *Munia* birds. *Mykosen* **32**: 250–252.
- [45] PIETRUSKI K. 1860. Historia naturalna i hodowla ptaków zabawnych i użytecznych, czyli dokładne opisanie wszystkich śpiewających, naśladowujących mowę ludzką, pięknie ubarwionych, domowych i użytecznych ptaków, z podaniem najnowszych sposobów i doświadczeń, jak takowe łowić, przyswajać, chować, karmić, rozmnażać, od chorób chronić i z tychże leczyć, vol. 1. Kraków.
- [46] PINOWSKA B., PINOWSKI J. 1998. Epidemiologiczna rola ptaków dziko żyjących. *Biologia w Szkole* **51**: 75–79.
- [47] PUGH G. J. F. 1964. Dispersal of *Arthroderma curreyi* by birds. *Sabouraudia* **4**: 275–278.
- [48] PUGH G. J. F. 1965. Cellulolytic and keratinophilic fungi reported on birds. *Sabouraudia* **4**: 85–91.
- [49] PUGH G. J. F. 1966. Associations between birds, nests, their pH and keratinophilic fungi. *Sabouraudia* **5**: 49–53.
- [50] PUGH G. J. F. 1966. Fungi in birds of India. *Journal of Indian Botanical Society* **45**: 296–303.
- [51] PUGH G. J. F. 1972. The contamination of birds feathers by fungi. *Ibis* **114**: 172–177.
- [52] PUGH G. J. F., EVANS M. D. 1970. Keratinophilic fungi associated with birds. I. Fungi isolated from feathers, nests and soils. *Trans. Br. mycol. Soc.* **54**: 233–240.
- [53] PUGH G. J. F., EVANS M. D. 1970. Keratinophilic fungi associated with birds. II. Physiological studies. *Trans. Br. mycol. Soc.* **54**: 241–250.
- [54] REES R. G. 1967. Keratinophilic fungi from Queensland. II. Isolation from feathers of wild birds. *Sabouraudia* **6**: 14–18.
- [55] REES R. G. 1967. Keratinophilic fungi from Queensland. III. Isolation from feathers of domestic fowls. *Sabouraudia* **6**: 19–28.
- [56] SHARAPOV V. M., KUZMINA V. S. 1976. Keratinofilnyje griby ptic Zapadnoj Sibiri. *Mikol. Fitopatol.* **10**: 380–384.
- [57] SUR B., GHOSH G. R. 1980. Keratinophilic fungi from Orissa, India. I. Isolation from soils. *Sabouraudia* **18**: 269–274.
- [58] SUR B., GHOSH G. R. 1980. Keratinophilic fungi from Orissa, India. II. Isolation from feathers of wild birds and domestic fowls. *Sabouraudia* **18**: 275–280.
- [59] TAVARES I. I. 1985. *Laboulbeniales* (Fungi, Ascomycetes). *Mycologia Memoir* **9**: 1–627.
- [60] TIFFANY L. H., GILMAN J. G., MURPHY D. R. 1955. Fungi from birds associated with wilted oaks in Iowa. *Iowa St. Coll. J. Sci.* **29**: 659–706.
- [61] TURČEK F. J. 1950. The Great Spotted Woodpecker, *Dendrocopos major* (L.), as a carrier of the Monilia rot. *Vår Fågelvärld* **9**: 210–212.
- [62] WARNER G. M., FRENCH D. W. 1970. Dissemination of fungi by birds: survival and recovery of fungi from birds. *Can. J. Bot.* **48**: 907–910.