

Występowanie geofilnych grzybów keratynofilnych w osadach dennych jezior o różnej trofii

TERESA KORNIŁŁOWICZ

Katedra Mikrobiologii Rolniczej
AR w Lublinie

K o r n i ł o w i c z T.: (Department of Microbiology Agricultural Academy in Lublin, Kr. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin, Poland). *Occurance of geophilic of keratinophilic fungi in bottom sediments of lakes of various trophicity*. Acta Mycol. XXVIII (2): 171-184, 1993.

The present investigations proved that colonization of bottom sediments with geophilic kerationophilic fungi in lakes of different trophicity was conditioned by the organic matter content. There was a relationship between occurrence of microorganisms and the basin management method. The greatest concentration of keratinophilic fungi where species typical of sewages polluted with them dominated was found in sediments of a basin used for recreation. In sediments of a lake located in the agricultural region there was a domination of species charakteristic of pure water in respect to sanitary regulations.

WSTĘP

W badaniach eutrofizacji zbiorników wodnych coraz więcej uwagi poświęca się grzybom geofilnym (nie wodnym) wskazując na ich rolę jako wskaźników wzrostu żyzności oraz zanieczyszczenia tego środowiska allochtoniczną materią organiczną pochodzenia głównie ściekowego (C o o k e i w s p . , 1960; C o o k e , 1961; M e y e r s , A h e a r n , C o o k e , 1970; W o l l e t t , H e d r i c k , 1970; S i m a r d , B l a c k w o o d , 1971 a , b ; N i e w o l a k , 1973; Q u i n n , 1984; H i n z e l i n , B l o c k , 1985; K o r n i ł ł o w i c z , S z e m b e r , 1991; K o r n i ł ł o w i c z , 1991; D y n o w s k a , 1992). Wśród micromycetes zaproponowanych ostatnio do uznania ich za bioindykatory skażenia wód ściekami komunalno-przemysłowymi znalazły się niektóre grzyby drożdżoidalne, m. in. *Candidia albicans* (H i n z e l i n , B l o c k , 1985; D y n o w s k a , 1992) i strzępkowe z grupy dermatofitów oraz *Chrysosporium* (U l f i g , 1983, 1987 a , b ; U l f i g , U l f i g , 1990). Drobnoustroje te poza drożdżoidalnymi reprezentują tzw. mikoflorę keratynofilną. Z obszernych badań (U l f i g , 1981, 1983, 1986 a , b , 1987 a , b oraz U l f i g , K o r c z , 1983 i U l f i g , U l f i g , 1990) wiadomo, że grzyby keratynofilne obficie zasiedlają ścieki, osady

ściekowe oraz osady denne rzek i zbiorników zanieczyszczonych ściekami. W dostępnym piśmiennictwie brak jest jednak informacji na temat występowania tych micromycetes w zbiornikach, do których ścieki nie są odprowadzane, a które różnią się troficznością oraz sposobem zagospodarowania zlewni.

Celem pracy było zbadanie częstotliwości występowania i rozmieszczenia grzybów keratynofilnych w osadach dennych jeziora mezotroficznego o postępującej eutrofizacji oraz jeziora eutroficznego. Próbowano przy tym uchwycić zależność między występowaniem tych grzybów, a zawartością materii organicznej w osadach oraz sposobem użytkowania zlewni.

Opis jezior i zlewni

Obiektem badań były dwa jeziora Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego (środk.-wsch. rejon Polski): Piaseczno pow. 84,7 ha maks. głęb. 38,8 m i Głębokie pow. 20,5 ha maks. głęb. 7,1 m. Pod względem limnologicznym obydwie badane jeziora reprezentowały odpowiednio typ b-mezotroficzny oraz eutroficzny (W i l g a t, 1954).

Jezioro Piaseczno na znacznej długości otoczone jest piaszczystą plażą. Od północy przylega do niego torfowisko. Od południowego zachodu plaża graniczy z lasem, a od wschodu z polami uprawnymi. Począwszy od lat 60 jezioro to wykorzystywane jest w celach rekreacyjnych (ośrodki wczasowe, pola namiotowe, działki rekreacyjne). Ścieki bytowe pochodzące z terenów rekreacyjnych nie są odprowadzane do jeziora (W o j c i e c h o w s k i, 1991). Gospodarka rolna prowadzona na obszarze zlewni jeziora Piaseczno ma raczej ekstensywny charakter (M i s z t a l, S m a l, 1991). Jezioro Głębokie położone jest w obszarze rolniczym i w przeważającej części otoczone jest polami uprawnymi. W celach rekreacyjnych nie jest wykorzystywane.

Większość gleb zlewni jeziora Piaseczno to gleby z klasy bielicoziemnych, wytworzone z piasku luźnego, ubogie w C i N organiczny, charakteryzujące się słabymi właściwościami sorbcyjnymi i dużą przepuszczalnością (M i s z t a l, S m a l, 1980, 1991). Teren zlewni jeziora Głębokie pokryty jest głównie torfem i czarnymi ziemiemi o znacznej żyzności naturalnej (M i s z t a l, S m a l, 1991; M i s z t a l, G ó r n i a k, S m a l, 1992).

Osady denne jeziora Piaseczno mają w obrębie litoralu charakter piasków luźnych, zaś w pozostałych strefach są to gytie wolne od węglanów oraz ze zmiennym składem makro- i mikroelementów (M i s z t a l, S m a l, 1980; G ó r n i a k, M i s z t a l, 1992).

W jeziorze Głębokie zalegają osady muliste o grubej warstwie detrytusu (R a d w a n i n., 1991) decydujące o ich wysokiej naturalnej żyzności. Zostały one sklasyfikowane jako gytie bogate w węglany oraz ily jeziorne (M i s z t a l, G ó r n i a k, S m a l, 1987/88). Zawartość C organicznego w tych osadach wynosi średnio (w % s.m) 31 %, stosunek C : N = 7,80 (G ó r n i a k, 1993), N ogólny = 1,75 % (M i s z t a l – dane nie publ.).

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w latach 1989-1990 pobierając próby w następujących terminach doświadczalnych: 26. 04; 30. 05; 3. 07 (1990); 11. 07 (1989) oraz 25. 09.

Materiał do badań stanowiły próby osadów dennych pobierane z litoralu (gł. 1 m), sublitoralu (gł. 10 m) i pelagialu (gł. 30 m) jeziora Piaseczno oraz litoralu (gł. 1 m) i sublitoralu (gł. 5 m) jeziora Głębokie. Osady litoralne pobierano aparatem rurowym Kajaka o pow. 20 cm², sublitoralne i z pelagialu aparatem Boruckiego o pow. 225 cm².

Do badań pobierano górną 0-5 cm warstwę osadów, którą przenoszono do wyjałowionych słoików plastikowych. Po odsączeniu wody, za pomocą bibuły filtracyjnej (ok. 20 godz.), poddawano je analizie mikologicznej. Dla każdego terminu i stanowiska przygotowywano 6-7 powtórzeń. Ogółem w ciągu 2 lat badań przeanalizowano 260 prób osadów (140 w 1989 i 120 w 1990 roku).

Grzyby keratynofilne izolowano metodą To-Ka-Va (B e n e d e k, 1961), w której zamiast przynęty włosowej zastosowano rozdrobnione pióra kurcząt, przygotowane w sposób opisany w pracy wcześniejszej (K o r n i ł o w i c z, 1991/1992). Płytki z osadem dennym wzbogaconym substratem keratynowym inkubowano w komorze wilgotnej w temperaturze 20°C ± 2° przez 4-6 tygodni. Czyste kultury grzybów uzyskiwano na agarze glukozowym Sabourauda z aktidionem i chloramfenikolem (D v o ř a k, O t ě n a š e k, 1969). Wyodrębnione grzyby przechowywano na agarze Sabourauda bez antybiotyków.

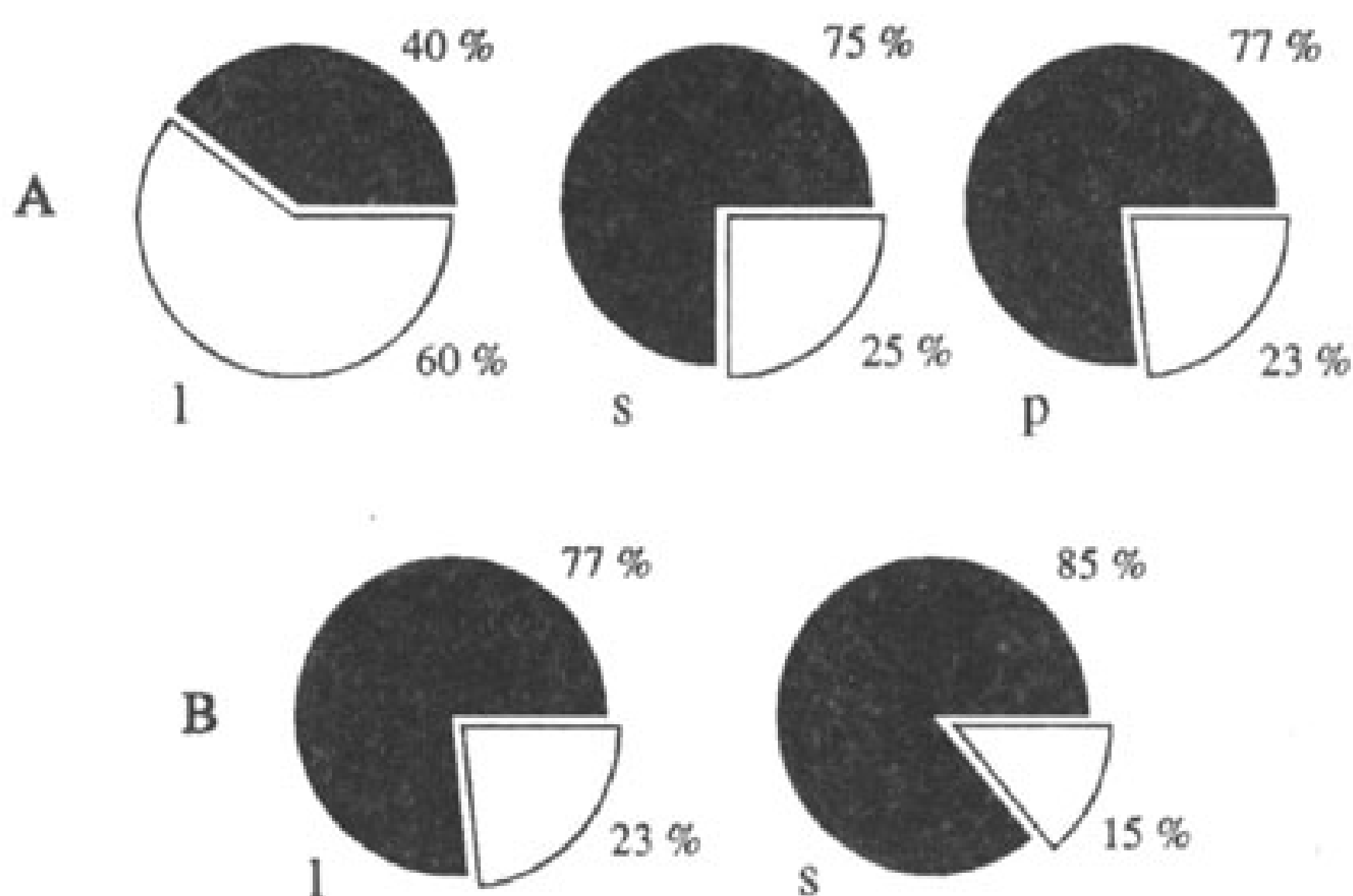
Identyfikację gatunkową przeprowadzono w oparciu o cechy makro- i mikromorfologiczne uwydatnione na płytkach i mikrokulturach grzybów na podłożach standardowych. Korzystano z następujących opracowań: C a r m i c h a e l, 1962; D o m i n i k, 1967; M o r t o n, S m i t h, 1963; M e s s i a e n, C a s s i n i, 1968; S k i r g i e ł o, Z a d a r a, 1979; D o m s c h, G a m s, A n d e r s o n, 1980; v a n O o r s c h o t, 1980; P e b e r t y, 1987.

W ocenie częstotliwości występowania grzybów keratynofilnych wykorzystano liczbę płytek (próbek) osadów ze wzrostem tych drobnoustrojów w stosunku do ogólnej ilości płytek (% zasiedlenia) oraz ogólną i w przeliczeniu na jedną płytkę – ilość wyizolowanych szczepów. Przyjęto przy tym, że jedna płytka jest zasiedlana przez jeden szczep z danego gatunku. Wyniki podawano jako wartości średnie z 2-letnich badań.

WYNIKI

Wzrost grzybów keratynofilnych zaobserwowano w 184 próbkach osadów dennych, spośród 260 (zasiedlenie tego środowiska ok. 70 %). Najniższym stopniem zasiedlenia (40 %) odznaczały się osady litoralne j. Piaseczno ubogie w materię organiczną, najwyższym (85 %) osady sublitoralu j. Głębokie bogate w tą substancję (ryc. 1). Natomiast ogólna ilość wyosobnień oraz w przeliczeniu na jedną płytkę

osiągała maksymalny poziom w osadach pelagialu j. Piaseczno (tab. 1). J. Piaseczno charakteryzowało się ponadto większą różnorodnością bentosowej mikoflory keratynofilnej niż j. Głębokie (tab. 1).



Ryc. 1. Zasiedlenie (w %) osadów dennych przez grzyby keratynofilne
Colonization (in %) of bottom sediments with fungi keratinophilic

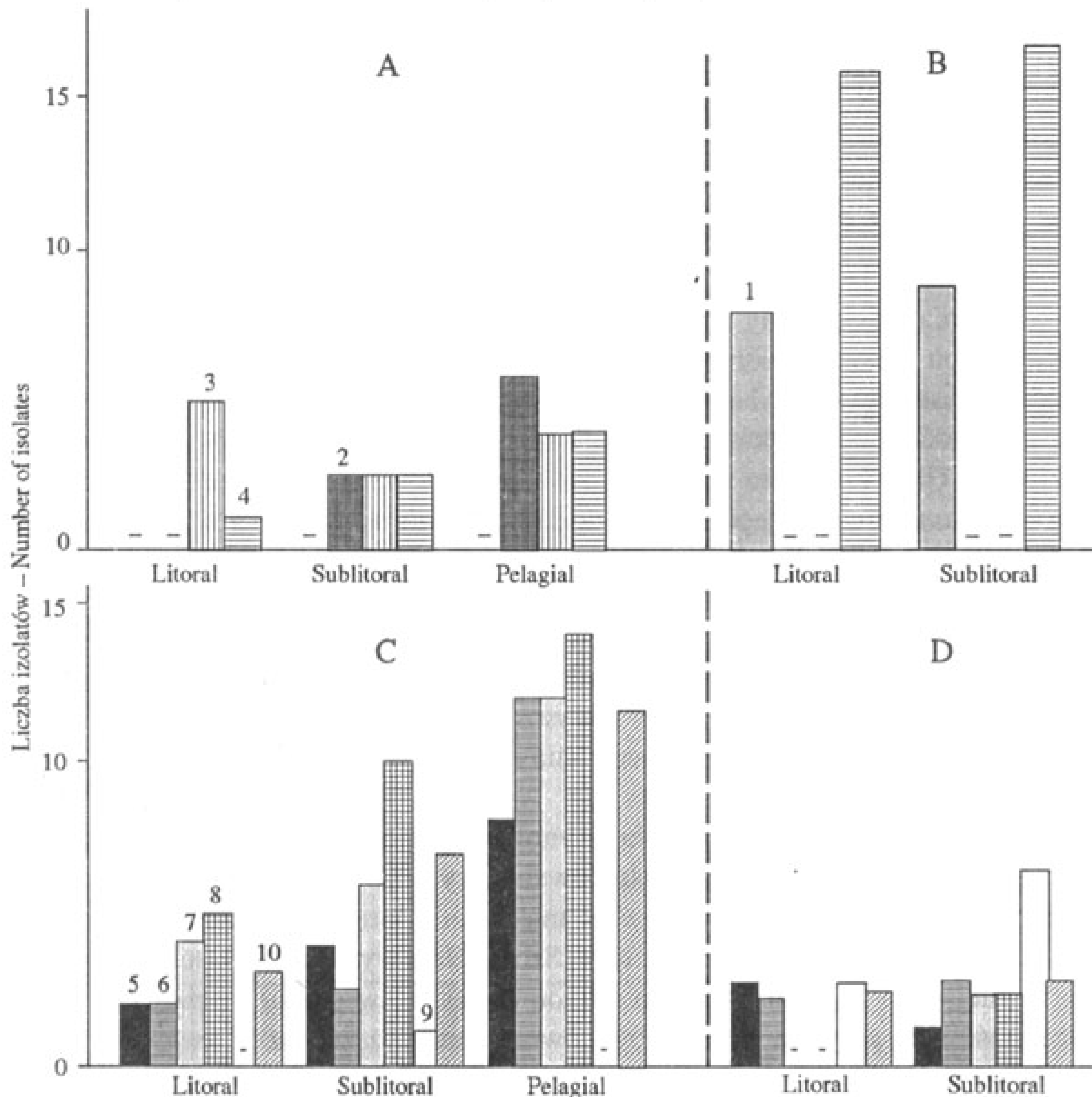
A – jezioro (lake) Piaseczno, B – jezioro (lake) Głębokie; pole czarne (black pool) – wzrost (growth), pole białe (white pool) – brak wzrostu (no growth); l – litoral (littoral), s – sublitoral (sublittoral), p – pelagial

Tabela 1 – Table 1

Wskaźniki częstotliwości występowania grzybów keratynofilnych w osadach dennych badanych jezior
The indicators of frequency appearance of keratinophilic fungi in bottom sediments of the studied lakes

Wskaźniki Indicators	Jezioro (Lake) Piaseczno			J. (Lake) Głębokie	
	Litoral Littoral	Sublitoral Sublittoral	Pelagial	Litoral Littoral	Sublitoral Sublittoral
Liczba gatunków – Number of species: dermatofity geofilne – – dermatophytes geophilic	2	3	3	2	2
<i>Chrysosporium</i>	6	10	9	8	6
Ogółem – Total	8	13	12	10	8
Ilość szczepów – Number of strains: dermatofity geofilne – – dermatophytes geophilic	6	9	14	24	26
<i>Chrysosporium</i>	15	39	68	17	17
Ogółem – Total	21	48	82	41	43
Liczba gatunków 1 płytki – Number of species 1 plate: dermatofity geofilne – – dermatophytes geophilic	0.3	0.9	0.35	0.6	0.6
<i>Chrysosporium</i>	0.7	1.0	1.70	0.4	0.4
Ogółem – Total	1.0	1.9	2.05	1.0	1.0

Łącznie z obydwu jezior wyodrębniono 235 szczepów keratinomycetes reprezentujących 15 gatunków, w tym cztery z grupy dermatofitów geofilnych i 11 z grupy *Chrysosporium* (tab. 1-2, ryc. 2). Stwierdzono przy tym, że 66 % (156 izolatów) populacji stanowiły *Chrysosporia*, a dermatofity geofilne 34 % (79 izolatów). Ilościowe rozmieszczenie ww. zbiorowisk grzybów było nierównomierne i wykazywało związek z typem zbiornika. W eutroficznym j. Głębokim przeważały dermatofity. Natomiast w mezotroficznym j. Piaseczno dominowały *Chrysosporia*. Ilościowe różnice między tymi grupami grzybów wyraźniej zaznaczały się w jeziorze mezotroficznym aniżeli w eutroficznym (tab. 1, ryc. 2).



Ryc. 2. Częstotliwość występowania dermatofitów i *Chrysosporium* w osadach dennych jezior

The frequency appearance dermatophytes and *Chrysosporium* in bottom sediments

A-C - Piaseczno, B-D - Głębokie

- 1 - *Arthroderma quadrifidum* Dawson et Gentles, 2 - *Microsporium cookei* Ajello, 3 - *Trichophyton ajelloi* (Vanb.) Ajello, 4 - *T. terrestre complex* Durie et Frey (anamorf. *A. quadrifidum*), 5 - *Anixiposis stercoraria* Hansen, 6 - *Arthroderma curreyi* Berk., 7 - *Chrysosporium keratinophilum* Frey ex Carm., 8 - *Ch. pruinatum* (Gilman et Abbott) Carm., 9 - *Ch. serratum* (Eidam) Dominik, 10 - *Chrysosporium* sp. anamorf. *A. curreyi* Berk.

Tabela 2 – Table 2

Liczba izolatów grzybów keratynofilnych rzadko izolowanych z osadów dennych badanych jezior
 Number keratinophilic fungi rarely isolated from bottom sediments of studied lakes

Gatunek Species	Jezioro (Lake) Piaseczno			Jezioro (Lake) Głębokie	
	L	S	P	L	S
<i>Chrysosporium asperatum</i> Carm.	–	2	3	–	–
<i>Ch. europe</i> Sigler, Guarro ex Punsola	–	–	–	2	–
<i>Ch. merdarium</i> (Link ex Grev.) Carm.	–	1	2	1	–
<i>Ch. pannicola</i> (Corda) van Oorschot et Stalpers	1	3	2	1	–
<i>Ch. tuberculatum</i> (Kuehn) Dominik	–	2	3	–	–

Objaśnienia (Explanations):

L – litoral (littoral), S – sublitoral (sublittoral), P – pelagial

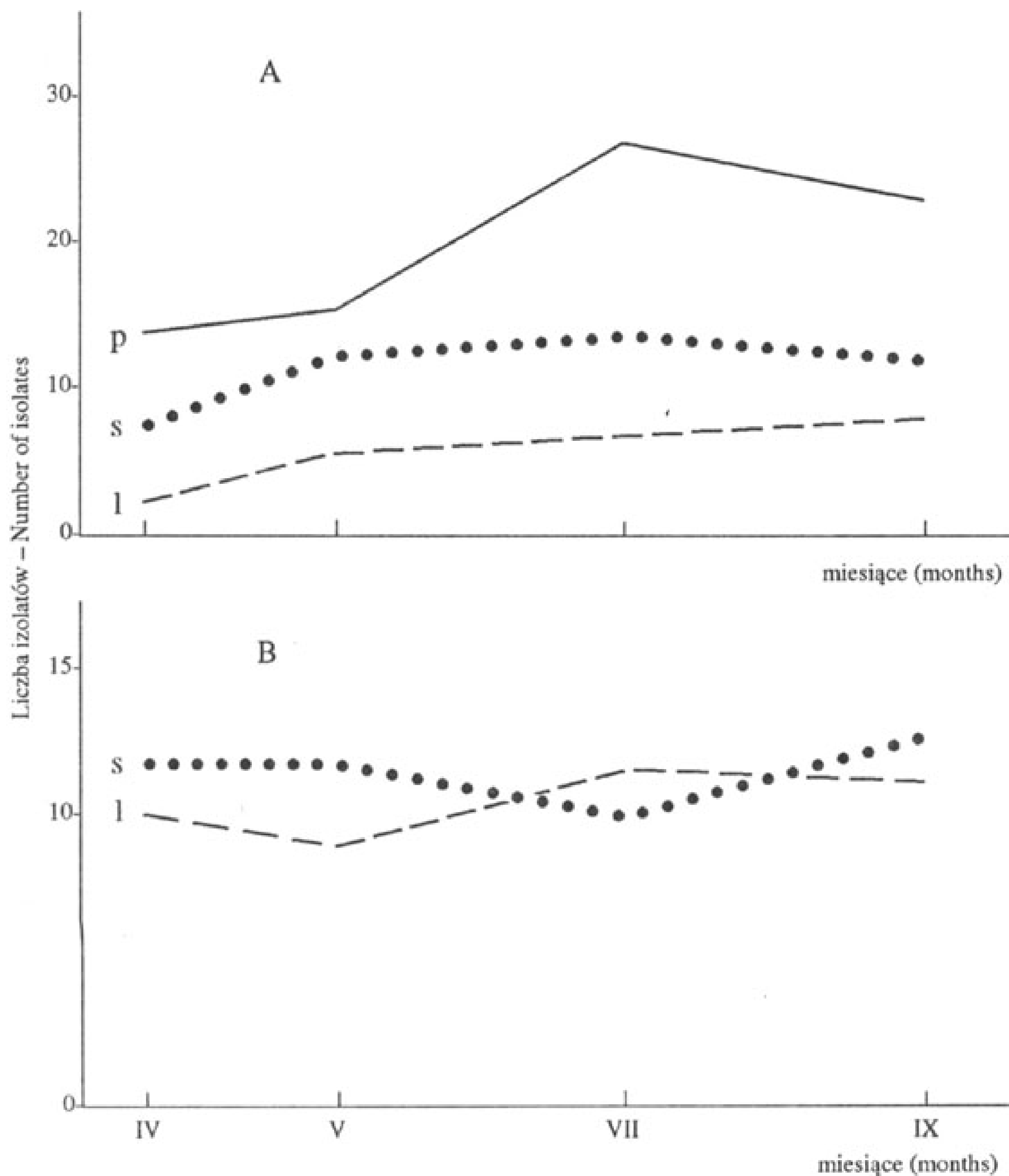
Badania wskazywały znaczną odrębność gatunkową bentosowych keratynomycetes obu jezior. W obrębie dermatofitów geofilnych zasiedlających mezotroficzne j. Piaseczno napotymano głównie *Trichophyton ajelloi* i *Microsporum cookei*. Gatunki te stanowiły odpowiednio 41 % i 31 % populacji tych grzybów. W eutroficznym j. Głębokim flora dermatofitów reprezentowana była przez monokulturę *Trichophyton terrestre* i jego stadium doskonale *Arthroderma quadrifidum* (ryc. 2). Populacja *Chrysosporium* jeziora mezotroficznego obejmowała przede wszystkim *Ch. pruinosum* wraz z teleomorfa *Anixiopsis stercoraria* (32 %).

Znaczną częstotliwością występowania odznaczało się ponadto *Ch. keratinophilum*. Wszystkie ww. gatunki najliczniej pojawiały się w osadach profundalu tego zbiornika. Natomiast w skład grupy *Chrysosporium* zbiornika eutroficznego wchodziły głównie obydwie formy owocowania *A. curreyi* i konidialne stadium *Ctenomyces serratus*.

Stwierdzono, że mikoflora keratynofilna zasiedlająca osady j. Piaseczno odznaczała się sezonowością występowania (ryc. 3). Objawiało się to wyższą częstością pojawów tych grzybów w miesiącach letnich i wczesnojesiennych w porównaniu z miesiącami wiosennymi. Szczególnie wyraźnie efekt ten uwidocznił się w miejscach nagromadzenia keratynomycetes, tj. w osadach pelagialu, gdzie liczebność tych grzybów w lipcu była dwukrotnie wyższa, niż w kwietniu. Omawiane zjawisko nie ujawniało się w przypadku mikoflory j. Głębokiego (ryc. 3).

Przynętę keratynową w osadach dennych kolonizowały – obok grzybów keratynofilnych – również inne, nie-keratynofilne mikromycetes (tab. 3). Populacja tych drobnoustrojów stanowiła zespół bardzo różnorodny pod względem taksonomicznym. Ogółem zebrano 188 izolatów reprezentujących 49 gatunków. Zdolność do zasiedlania materii keratynowej objawiały przede wszystkim formy ubikwistyczne

grzybów, często uznane za silnie proteolityczne np. *Peaciliomyces lilacinus* (D o m s c h, G a m s, A n d e r s o n, 1980). Najliczniejszymi wśród nich okazały się niektóre dominanty (K o r n i ł ł o w i c z, 1991) mikoflory bentosowej tych jezior tj. *Cladosporium herbarum* w przypadku j. Piaseczno oraz *Cephalosporium roseum* w obrębie j. Głębokiego (tab. 3).



Ryc. 3. Sezonowe zmiany częstotliwości zasiedlania osadów dennych jezior (A – Piaseczno, B – Głębokie) przez grzyby keratynofilne

Seasonal changes in frequency colonization of bottom sediments of lakes (A – Piaseczno, B – Głębokie) with keratinophilic fungi

l – littoral (littoral), s – sublittoral (sublittoral), p – pelagial

Tabela 3 – Table 3

Wykaz gatunków grzybów nie keratynofilnych zasiedlających przynętę keratynową
w osadach dennych jeziora
List of species of non keratinophilic fungi colonising the baiting keratin in bottom sediments
of the studied lakes

Gatunek Species	Ogółem Total	Jezioro (Lake) Piaseczno			Jezioro (Lake) Głębokie	
		L	S	P	L	S
<i>Absidia glauca</i> Hagem.	3 *				1	2
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	3		1		1	1
<i>Aspergillus fumigatus</i> Fres.	5		1			4
<i>A. versicolor</i> (Vuill.) Tiraboschi	1	1				
<i>Beauveria alba</i> (Limber) Sacc.	4		3			1
<i>B. brongniartii</i> (Sacc.) Petch	3		3			
<i>Cephalosporium roseum</i> Oudem.	33				16	17
<i>C. bonordenii</i> Sacc.	1			1		
<i>Chaetomium cochliodes</i> Pall.	1				1	
<i>Ch. globosum</i> Kunze ex Steud	1		1			
<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link ex Gray	14	8	5	1		
<i>Cunninghamella elegans</i> Lendner	1		1			
<i>Cylindrocarpon candidum</i> (Link ex Gray) Wollenw.	3	1	1	1		
<i>C. olidum</i> (Wollenw.) Wollenw., var. <i>olidum</i>	1				1	
<i>Doratomyces putredinis</i> (Corda) Morton et Smith	1	1				
<i>Emericellopsis terricola</i> van Beyma	1				1	
<i>Fusarium redolens</i> Wollenw.	3				1	2
<i>F. arthrosporioides</i> Sherbskoff	2				1	1
<i>F. oxysporum</i> (Schlecht.) Sny. et Hans.	5				2	3
<i>F. solani</i> (Mart.) Sacc.	5	1	2			2
<i>Gliocladium catenulatum</i> Gilman et Abbott	3				1	2
<i>G. roseum</i> Bain	6		1	2		3
<i>G. virens</i> Miller, Giddens, Foster	15				9	6
<i>Humicola fusco-atra</i> Traaen	1	1				

					cd. tab. 3	
<i>Humicola grisea</i> Traaen	1				1	
<i>Monocilium indicum</i> Saksena	1				1	
<i>Monosporium olivaceum</i> Cooke et Masse var. <i>major</i> Daszewska	5	3			2	
<i>Mortierella polycephala</i> Coemans	1					1
<i>M. vinacea</i> Dixon-Steward	1	1				
<i>Paecilomyces carneus</i> (Duche et Heim) A. H. S. Brown et G. Sm.	2					2
<i>P. lilacinus</i> (Thom) Samson	13	5	2	4	1	1
<i>P. marquandii</i> (Masse) Hughes	2	1		1		
<i>Penicillium chrysogenum</i> Thom	7		1	1	1	4
<i>P. daleae</i> Zaleski	1				1	
<i>P. frequetans</i> Westling	1				1	
<i>P. janthinellum</i> Biorgue	4	2				2
<i>P. luteum</i> Zukal	1	1				
<i>P. nigricans</i> Bain. ex Thom	1	1				
<i>P. purpurogenum</i> Stoll	4		1		3	
<i>P. restrictum</i> Gilman et Abbott	1		1			
<i>Penicillium</i> spp.	4			2	2	
<i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehrenb. ex Link) Lind	1		1			
<i>Scedosporium apiospermum</i> (Sacc.) Sacc. ex Castell. et Chalmers	1	1				
<i>Scopulariopsis brumptii</i> Salvanet-Duval	1	1				
<i>Sesquicillium candelabrum</i> (Bonord.) W. Gams	2	1			1	
<i>Sporotrix schenckii</i> Hectoen et Perkins	1	1				
<i>Trichocladium opacum</i> (Corda) Hughes	2	2				
<i>Trichoderma viride</i> Pers. ex Gray	3				1	2
<i>Verticillium lecani</i> (Zimm.) Viegas	7	1		2	2	2
<i>V. chlamydosporium</i> Goddart	5	2			3	
Ogółem – Total	188	35	25	17	56	55

Objaśnienia (Explanations): L – litoral (littoral), S – sublitoral (sublittoral), P – pelagial; * – liczba szczepów (number of strains)

DYSKUSJA

Przeprowadzone badania wykazały znaczne nagromadzenie grzybów keratynofilnych w osadach dennych badanych jezior. Wykazano również duże bogactwo gatunkowe tych drobnoustrojów. Wyodrębnione gatunki reprezentowały większość geofilnych keratynomycetes dotychczas notowanych w glebach (P r o c h a c k i, B i e ł u ń s k a, 1963, 1968; D o m i n i k, M a j c h r o w i c z, 1964, 1965; M a j c h r o w i c z, D o m i n i k, 1968; O s t r o w s k a, 1971; K o r n i ł ł o w i c z, 1993) oraz osadach dennych rzek i zbiorników Polski (U l f i g, 1983, 1986 a, b, 1987 a, b; U l f i g, U l f i g, 1990). Spośród wyizolowanych gatunków *Chrysosporium europae* S i g l e r, G u a r r o, P u n s o l o (1985) nie było dotychczas wykazane na obszarze Polski.

Częstotliwość występowania grzybów keratynofilnych w osadach dennych badanych jezior osiągała poziom spotykany w osadach dennych wód zanieczyszczonych ściekami komunalno-przemysłowymi (U l f i g, 1987 a, b; U l f i g, U l f i g, 1990). Wskazywałoby to na znaczne zanieczyszczenia obu jezior allochtoniczną materią organiczną. Stwierdzono przy tym, że osady mezotroficznego j. Piaseczno odznaczały się ogólnie niższym stopniem zasiedlenia przez grzyby keratynofilne, niż osady eutroficznego j. Głębokiego. Ilościowe rozmieszczenie tych grzybów w obydwu jeziorach, podobnie jak i rozmieszczenie w glebie (C h m e l, V l a č i l i k o w a, 1975, 1977; K o r n i ł ł o w i c z, 1993) było uwarunkowane poziomem materii organicznej. Wraz ze wzrostem zawartości C i N organicznego w osadach, kolonizacja tego środowiska przez grzyby keratynofilne również wzrastała.

W przeciwieństwie do rozprzestrzeniania populacji keratynomycetes, jej zagęszczenie było największe w osadach dennych j. Piaseczno (z pominięciem piasków litoralu). Nagromadzenie tych grzybów w osadach zbiornika o niższej troficzności najprawdopodobniej spowodowane było dopływem innego rodzaju allochtonicznej materii organicznej. Intensywne wykorzystywanie j. Piaseczno w celach rekreacyjnych mogło się przyczynić do akumulacji w osadach zanieczyszczeń pochodzenia bytowego, w tym trudno rozkładających się odpadów keratynowych – podstawowego substratu pokarmowego grzybów keratynofilnych. Świadczyłoby o tym częstsze, inaczej niż w j. Głębokim, pojawianie się tych grzybów w okresie letnim – zbieżne z nasileniem rekreacji. Potwierdzałaby to także analiza składu gatunkowego flory dermatofitów geofilnych i *Chrysosporium*.

Okazało się, że j. Piaseczno odznacza się nagromadzeniem gatunków powszechnie występujących w osadach wód skażonych ściekami komunalno-przemysłowymi, tj. *Chrysosporium pruinosum* wraz z formą doskonałą (*Anixiopsis stercoraria*), *Ch. keratinophilum*, *Ch. pannicola*, *Microsporium cookei* i *Trichophyton alleloi* (U l f i g, 1987 a, b; U l f i g, U l f i g, 1990). Wymienione grzyby nie występowały natomiast lub pojawiały się rzadko w osadach j. Głębokiego. Jezioro to podlegało jedynie presji wywołanej rozwojem rolnictwa (uprawa, nawożenie). Z tym wiązałby się fakt dominowania w jego osadach gatunków spotykanych w wodach nieznacznie zanieczyszczonych lub czystych pod względem sanitarnym:

T. terrestre, anamorfy i jego teleomorfy *A. quadrifidum* (Ulf i g, 1987 a, b; Ulf i g, Ulf i g, 1990).

Porównanie składu gatunkowego bentosowych keratinomycetes z mikoflorą keratynofilną gleb charakterystycznych dla zlewni badanych jezior nasuwa przypuszczenie o glebowym pochodzeniu wielu tych grzybów. Jak wynika bowiem z wcześniejszych badań własnych (K o r n i ł ł o w i c z, 1993) czarne ziemie – typowy kompleks gleb zlewni jeziora Głębokiego – cechują się wysoką częstotliwością występowania *T. terrestre*, *A. quadrifidum* i *C. serratus*, a bielicoziemy zalegające w obszarze jeziora Piaseczno należą do gleb zdominowanych przez *T. ajelloi*. Ww. gatunki należały do powszechnych kolonizatorów osadów badanych jezior. Źródłem mikrogrzybów keratynofilnych mogło być także domowe oraz dzikie ptactwo i drobne ssaki żerujące lub zamieszkujące w strefie przybrzeżnej jezior (j. Głębokie usytuowane jest w pobliżu wsi, z pastwiskiem dochodzącym do jego brzegów). Upierzenie ptaków, a także pióra zalegające w glebie są siedliskiem bogatym w takie keratinomycetes, jak: *C. serratus*, *A. curreyi*, *Ch. asperatum*, *Ch. tuberculatum* (P u g h, 1964, 1965; P u g h, E v a n s, 1970; H u b a l e k, 1974; M a r s e l l a i w s p., 1985) – także izolowanych z osadów badanych jezior. Sugestię tę podtrzymywałyby badania P u g h, M a t h i s o n (1962) wskazujące na związek między obecnością ptactwa a składem gatunkowym mikoflory keratynofilnej gleb przybrzeżnych. Grzyby keratynofilne, w szczególności dermatofity (m. in. *M. cookei*) obficie zasiedlają również nory gryzoni i innych ssaków zamieszkujących glebę (B a t t e l l i i w s p., 1978; V o l l e n k o v a, 1984).

Na podstawie badań własnych oraz przytoczonego wyżej piśmiennictwa wydaje się, że głównym źródłem geofilnych grzybów keratynofilnych w osadach dennych jezior nie skażonych ściekami bytowymi są spływy wód gruntowych oraz zwierzęta, zwłaszcza ptactwo. W przypadku jezior wykorzystywanych w celach rekreacyjnych, grzyby te wnoszone mogą być także wraz z zanieczyszczeniami bytowo-gospodarczymi. Z badań własnych wynika, że przeważająca część tych grzybów reprezentuje formy saprofityczne. Wśród form potencjalnie chorobotwórczych na uwagę zasługuje *Anixiopsis stercoraria* i *Microsporum cookei*.

Jakkolwiek grzyby pochodzenia lądowego napotykają w środowisku wodnym na odmienne w porównaniu z glebą warunki ekologiczne, większość z nich jest dostatecznie wszechstronna w opanowaniu obydwu tych środowisk (P a r k, 1972). Zdaniem Ulf i g a (1986 b) istotnym czynnikiem ułatwiającym adaptację grzybów geofilnych w środowisku wodnym jest brak naturalnych konkurentów. Jak wiadomo, glebowe keratinomycetes należą do grzybów o niskiej zdolności saprofitycznego współzawodnictwa w stosunku do pozostałej mikoflory tego środowiska (G r i f f i n, 1963). Z drugiej strony mikroorganizmy te wykazują znaczną odporność na deficyt tlenu, jaki spotykany jest w osadach, a nawet mogą rosnąć w warunkach bez-tlenowych (cyt. za Ulf i g, 1983). Pozwala to przypuszczać, że występowanie keratynofilnych grzybów nie wodnych w osadach dennych wód nie ma charakteru jedynie biernej akumulacji zarodników. Prawdopodobnie grzyby te zasiedlają to środowisko w formie czynnej metabolicznie, tj. w postaci grzybni wegetatywnej,

przyczyniając się przez rozkład zalegających na dnie odpadów keratynowych do samooczyszczania wód. Równocześnie jednak wzrost liczebności tych mikromycetes, zwłaszcza gatunków charakterystycznych dla ścieków, byłby wskaźnikiem zanieczyszczenia wód materią organiczną antropogenicznego pochodzenia. Tym samym sygnalizowałby również niebezpieczeństwo skażenia wód grzybami pasożytniczymi z grupy dermatofitów zoo- i antropofilnych.

LITERATURA

- Battelli G., Banchedi M., Frigo W., Amorati P., Mantovani A., Pegliani A., 1978. Survey of keratinophilic fungi alpine marmot (*Marmota marmota*) burrow soil in adjoining soil. *Sabouraudia* 16: 83-86.
- Benedek T., 1961. Fragmenta Mycologica I. Some historical remarks on the development of hairbaiting of Thoma-Karling -Venbreuseghem (The To-Ka-Va Hair-baiting Method). *Mycopathol. Mycol. Appl.* 35: 104.
- Carmichael I. W., 1962. *Chrysosporium* and some aleurosporidic *Hyphomycetes*. *Can. J. Bot.* 40: 1137-1173.
- Chmel L., Vlačiliková A., 1975. The ecology keratinophilic fungi at different depths of soil. *Sabouraudia* 13: 185-191.
- Chmel L., Vlačiliková A., 1977. Keratofilne huby v niektorých podných typoch a factory ovplyvnujúce ich zastupenie. *Biologia (Bratislava)* 32: 53-59.
- Cooke W. B., 1961. Pollution effects on the fungus population of a stream. *Ecology* 42: 1-18.
- Cooke W. B., Phaff H. I., Miller M. W., Shifrine M., Knapp E. P., 1960. Yeast in polluted water and sewage. *Mycologia* 52: 210-230.
- Dominik T., 1967. *Chrysosporium* Corda 1833. *Zesz. Nauk. WSR, Szczecin*, 24: 37-66.
- Dominik T., Majchrowicz I., 1964. A trial isolating keratinolytic and keratinophilic fungi from the soil of the cemeteries and forestes of Szczecin. *Ekol. Pol. s. A*, 12: 79-105.
- Dominik T., Majchrowicz I., 1965. Second contribution to the knowledge of keratinolytic and keratinophilic soil fungi in the region of Szczecin. *Ekol. Pol. s. A*, 13: 416-447.
- Domsch H. H., Gams W., Anderson T. H., 1980. *Compendium of Soil Fungi*. I. Acad. Press. London. 859 pp.
- Dvořák I., Otčenášek M., 1969. *Mycological Diagnosis of Animal Dermathophytoses*. Academia. Prague. 213 pp.
- Dynowska M., 1992. Znaczenie grzybów drożdżoidalnych w ocenie czystości wód. Analizy środowiskowe – mikrobiologiczne wskaźniki czystości wód. *Bibl. Monit. Środ. wyd. PIOS. Warszawa* (w druku).
- Griffin D. M., 1960. Fungal colonization of sterile hair in contact with soil. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 43: 583-596.
- Górnjak A., 1993. Composition of the organic matter in lake's bottom sediments. *Procc. IHSS Int. Meeting, Bari*. Ed. Senesi N., Miano T. M., Elsevier Publisher, Amsterdam (w druku).
- Górnjak A., Misztal M., 1992. Differentiation of the composition of organic matter in bottom sediments of the mesotrophic Lake Piaseczno (Łęczyńsko-Włodawskie Lake District, Poland). *Acta Hydrobiol.* 34: 29-42.
- Hinzelin F., Block I. C., 1985. Yeast and filamentous fungi in drinking water. *Environ. Technol. Lett.* 6: 101-106.
- Hubálek Z., 1974. Fungi associated with free-living birds in Czechoslovakia and Yugoslavia. *Acta Sc. Nat., Brno*, 8: 1-62.
- Kornilłowicz T., 1991. Występowanie i rozmieszczenie saprofitycznych grzybów w środowiskach przybrzeżnych jezior Piaseczno i Głębokie (Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie) różniących się troficznością. *Studia Ośr. Dok. Fizjogr. PAN, Kraków*, 19: 285-306.
- Kornilłowicz T., Szember A., 1991. Ocena liczebności grzybów Micromycetes w litoralu jeziora Piaseczno i Głębokie (Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie) różniących się troficznością. *Ibid.*, 19: 273-284.

- Kornilłowicz T., 1991-1992. Badania nad mikroflorą zasiedlającą surowe odpady keratynowe w glebie. *Acta Mycol.* 27: 231-245.
- Kornilłowicz T., 1993. Częstość występowania i rozmieszczenia grzybów keratynofilnych w wybranych glebach uprawnych. *Ibid.*, 28: 3-17.
- Majchrowicz I., Dominik T., 1968. Third contribution to the knowledge of keratinolytic and keratinophilic fungi of region of Szczecin. *Ekol. Pol. s. A.*, 16: 121-145.
- Marsella R., Mercantini R., Spinelli P., Volterra L., 1985. Occurrence of keratinophilic fungi in animals of the zoological park of Rome. *Mycosen* 28: 507-512.
- Messiaen C. M., Cassini R., 1968. Recherches sur les Fusarioses. IV-La systématique des *Fusarium*. *Ann. Epiphyties* 19: 387-454.
- Meyers S. P., Ahearn D. G., Cook W. L., 1970. Mycological studies of Lake Champlain. *Mycologia* 52: 505-515.
- Misztal M., Smal H., 1980. Skład chemiczny wód gruntowych i wyciągów glebowych w terenach różnie użytkowanych. *Rocz. Gleb.* 31: 272-279.
- Misztal M., Smal H., 1991. Ocena zdolności dopływu wybranych pierwiastków do jeziora z różnie zagospodarowanych części zlewni na tle warunków glebowych. *Studia Ośr. Dok. Fizjograf. PAN*, 19: 193-207. Kraków.
- Misztal M., Górniak A., Smal H., 1987-1988. Dynamika stężeń składników chemicznych wód litoralu jeziora Głęboke na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim. *Annales UMCS, s. B. XLII-XLIII*: 89-97.
- Morton F. J., Smith G., 1963. The genera *Scopulariopsis*, *Microascus* and *Doratomyces*. *Mycol. Pap.* 86: 1-96.
- Oorschot van C. A. N., 1980. A revision of *Chrysosporium* and allied genera. *Studies Mycol.* 20: 1-89, Baarn.
- Ostrowska K., 1971. Występowanie grzybów keratynolitycznych i keratynofilnych w glebach trzech sadów w województwie szczecińskim. *Zesz. Nauk. WSR, Szczecin*, 37: 235-244.
- Park D., 1972. On the ecology of heterotrophic microorganisms in fresh-water. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 58: 235-244.
- Peberdy J. F., 1987. *Penicillium* and *Acremonium*. *Biotechnology Handbook*. I. Plenum Press. New York-London. 297 pp.
- Prochocki H., Bieleńska S., 1963. Incidence of dermatophytes in soil. *Acta Microb. Pol.* 12: 143-150.
- Prochocki H., Bieleńska S., 1968. Keratinophilic fungi in the region of Szczecin. *Acta Mycol.* 4: 345-349.
- Pugh G. I. F., 1964. Dispersal of *Arthroderma curreyi* by birds and its role in the soil. *Sabouraudia* 3: 275-278.
- Pugh G. I. F., 1965. Cellulolytic and keratinolytic fungi recorded on birds. *Sabouraudia* 4: 85-95.
- Pugh G. I. F., Mathison G. E., 1962. Studies on fungi in coastal soils. III. An ecological survey of keratinophilic fungi. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 45: 567-572.
- Pugh G. I. F., Evans M. D., 1970. Keratinophilic fungi associated with birds. I Fungi isolated from feathers, nests and soils. *Ibid.*, 54: 233-240.
- Quinn I. P., 1984. Seasonal occurrence of yeasts and other fungi in freshwater lake. *Ibid.*, 83:53-58.
- Radwan S., Zwolski W., Kowalczyk Cz., Kowalik W., Popiołek B., 1991. Występowanie bezkręgowców w strefie przybrzeżnej jezior Piaseczno i Głęboke o różnej trofii. *Studia Ośr. Dok. Fizjograf. PAN*, 19: 327-362.
- Sigler L., Guarro J., Punsola L., 1985. New keratinophilic species of *Chrysosporium*. *Can. J. Bot.* 64: 1212-1215.
- Simard R. E., Blackwood A. C., 1971 b. Ecological studies on yeast in the St. Lawrence River. *Can. J. Microb.* 17: 353-357.
- Skirgiełło A., Zadara M., 1979. Pleśniakowe (*Mucorales*). [In]: *Flora polska. Grzyby (Mycota)* 10. Warszawa. 321 pp.
- Ulfig K., 1981. Przyczynek do poznania flory dermatofitów w osadach ściekowych. *Rocz. PZH.* 32: 285-289.
- Ulfig K., 1983. Badania wstępne nad występowaniem dermatofitów i innych grzybów keratynofilnych w osadach dennych rzek i zbiorników. *Acta Mycol.* 19: 331-340.
- Ulfig K., 1986 a. Grzyby keratynofilne w ściekach i wodach. *Ochrona środowiska. Wydawnictwo PZITS nr 488 (3)* 29: 43-75.
- Ulfig K., 1986 b. Dermatofity w osadach dennych i osadach ściekowych. *Postępy Dermatologii, s. Dermat. i Wenerol.* 3: 385-389.

- Ulfig K., 1987. Grzyby keratynofilne w osadach dennych zbiornika zaporowego „Pławniowice”. Roczn. PZH 37: 443-450.
- Ulfig K., 1987, (1990). Grzyby keratynofilne w osadach dennych wód powierzchniowych. Acta Mycol. 23: 3-11.
- Ulfig K., Korcz M., 1983. Isolation of keratinophilic fungi from sewage sludge. Sabouraudia 21: 247-250.
- Ulfig K., Ulfig A., 1990. Keratinophilic fungi in bottom sediments of surface waters. J. Med. Vet. Mycol. 28: 419-422.
- Vollenkova A., 1984. *Microsporum petsicolor* a ine keratynofilne huby v pode a v nore hladovcov. Biologia (Bratislava) 39: 899-904.
- Wilgat T., 1954. Jeziora Łęczyńsko-Włodawskie. Annales UMCS, s. B, 8: 37-122.
- Wojciechowski K. H., 1991. Warunki obiegu wody w zlewniach jezior Piaseczno i Głębokie. Studia Ośr. Dok. Fizjograf. PAN, 19: 175-192.
- Wollett L. L., Hedrick L. R., 1970. Ecology of yeast in polluted water. Antonie van Leeuwenhoek 36: 427-435.

Summary

The present paper involves the investigation of frequency of occurrence and distribution of geophilic keratinophilic fungi in bottom sediments of the following lakes: mesotrophic of accelerated eutrophisation induced by the development of agriculture and recreation and eutrophic lake. The conducted investigations showed a broad expansion of keratinophilic fungi in bottom sediments of both lakes. It was stated that the lowest level of microorganism population occurred in sediments poor in organic matter while the highest in sediments rich in nutrients. However, the concentration of keratinomycetes population was the greatest in the profundal of a mesotrophic basin. Moreover, an unequal distribution of geophilic dermatophytes and *Chrysosporium* was proved. The population of keratinophilic fungi of a basin used for recreation (mesotrophic lake) was dominated by species found in sewages and water contaminated with them (*Chrysosporium* in the majority). The sediments of the eutrophic lake were populated by species typical of pure water in respect to sanitary regulations (*Trichophyton terrestre*, *Arthroderma quadrifidum*).

The obtained results manifest the possibility of employment of keratinophilic fungi and land origin as indices of eutrophic changes and pollution of lakes with allochthonic organic matter.