

**SEZONOWE ZMIANY  
LICZEBNOŚCI PROMIENIOWCÓW I GRZYBÓW  
(NITKOWATYCH I DROŹDŹOIDALNYCH)  
W WODZIE, GLEBIE  
I ROŚLINNOŚCI ŚRÓDLEŚNYCH MOKRADEŁ  
W OKOLICY OLSZTYNA**

**Stanisław NIEWOLAK<sup>1)</sup>, Renata BRZOZOWSKA<sup>2)</sup>,  
Karolina CZECHOWSKA<sup>1)</sup>, Zofia FILIPKOWSKA<sup>1)</sup>,  
Ewa KORZENIEWSKA<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Mikrobiologii Środowiskowej

<sup>2)</sup> Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Inżynierii Ochrony Środowiska

*Słowa kluczowe: gleba, grzyby drożdżoidalne, grzyby nitkowate, mokradła, promieniowce, roślinność, woda*

Streszczenie

Badano sezonowe zmiany liczebności promieniowców i grzybów nitkowatych i drożdżoidalnych w wodzie, glebie oraz na zanurzonych w wodzie i wynurzonych z niej (napowietrznych) częściach turzycy błotnej (*Carex acutiformis* Ehrb.), a także jej korzeniach (obumarłych i żywych). Badania przeprowadzono na jednym z większych obszarów bagiennych okolic Olsztyna (Pojezierze Mazurskie) w latach 1993 i 1994.

We wszystkich badanych biotopach najmniej było promieniowców, więcej (10-krotnie) grzybów nitkowatych, najwięcej (100-krotnie) grzybów drożdżoidalnych niewytwarzających barwników karotenoidowych. Grzyby drożdżoidalne z rodzaju *Rhodotorula*, *Sporobolomyces* występowały rzadko i zwykle tylko w 1993 r. Na wynurzonych z wody częściach turzycy błotnej (*Carex acutiformis* Ehrb.) nie stwierdzono ich obecności. Różnice liczebności badanych grup systematycznych drobnoustrojów w odpowiednich biotopach z poszczególnych stanowisk były najczęściej niewielkie. Maksymalne wartości ich liczebności występowały częściej wiosną i/lub latem, rzadziej jesienią, a wyjątkowo zimą (w grudniu 1993 r. i w marcu 1994 r.).

---

Adres do korespondencji: prof. dr hab. S. Niewolak, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Katedra Mikrobiologii Środowiskowej, ul. Prawocheńskiego 1, 10–957 Olsztyn-Kortowo; tel. +48 (89) 523-37-52

## WSTĘP

Obszary podmokłe (ang. wetland) zajmują na kuli ziemskiej 3–6% powierzchni łądów [HOOK, 1993]. Występują prawie we wszystkich strefach klimatycznych i należą do najbardziej produktywnych [BRIX, 1993]. W klimacie umiarkowanym dostarczają rocznie 30–143 t·ha<sup>-1</sup> zielonej masy. Pod względem florystycznym są zdominowane przez hydromakrofity. Korzyści wynikające z istnienia tego typu obszarów (łagodzenie klimatu, magazynowanie wód powodziowych) sprawiają, że zainteresowanie nimi jest dość powszechne wśród inżynierów i ekologów. Wzrosło ono gwałtownie w ostatnich dziesiątkach lat XX w., kiedy okazało się, że mogą one znacznie zmniejszać ilość zanieczyszczeń z niepunktowych źródeł (z obszarów zagospodarowanych rolniczo, zurbanizowanych, zindustrializowanych) przedostających się za ich pośrednictwem do rzek, jezior i mórz i tym samym łagodzić procesy ich eutrofizacji [BINGHAM, WESTERMAN, OVERCASH, 1980; CASTELLE, JOHNSON, CONOLLY, 1994; COOKE, 1992b; FILIPKOWSKA, 2006; GALE i in., 1993; GERSBERG i in., 1986; UUSI-KÄMPPIÄ i in., 2000]. Ocenia się, że hydromakrofity wynurzone, wolnopływające i zanurzone, zasiedlające obszary podmokłe mogą immobilizować 50–150 kg P·ha<sup>-1</sup> i 1000–2500 kg N·ha<sup>-1</sup> w ciągu roku [BRIX, 1994]. Tam, gdzie praktykuje się zbiór odpowiednich roślin na cele gospodarcze i wywożenie ich z obszaru mokradła, dopływ tych biogenów do wód otwartych jest wyraźnie ograniczany [RICHARDSON, 1991; WALBRIDGE, 1993; COOKE, 1992b].

Warunki hydrologiczne na obszarach podmokłych sprzyjają rozwojowi hydromakrofitów [ROGERS, ROGERS, BUZER, 1985] i towarzyszących im różnorodnych drobnoustrojów uczestniczących w przemianach związków C, N, P, S w wodzie i gruncie. W naszych warunkach klimatycznych najważniejszą rolę odgrywają trzciny (*Phragmites* sp.), pałka (*Typha* sp.), sity (*Juncus* sp.) i niektóre inne, tworzące roślinność oczeretową. Ich dolne części, stale zanurzone w wodzie i wilgotnym gruncie wytwarzają korzenie, kłącza lub rozłogi, za pośrednictwem których do beztlenowego lub anoksyicznego środowiska dostarczany jest tlen [ARMSTRONG, ARMSTRONG, 1988; BRIX, 1990]. Umożliwia to rozwój bakterii heterotroficznych, promieniowców i grzybów oraz ich aktywność biochemiczną, której rezultatem jest przekształcanie zanieczyszczeń i obumarłej materii organicznej produkowanej *in situ* w związki mineralne (N, P) wykorzystywane przez rośliny. Fluktuacja poziomu wody w obszarach podmokłych oraz asymilacja związków organicznych przez rośliny i drobnoustroje mają wpływ na procesy fizykochemiczne zachodzące w wodzie i glebie [GALE i in., 1993; BOWDEN, 1987; REDDY, D'ANGELO, 1997].

W warunkach obszarów podmokłych tylko część (około 30%) substancji organicznej hydromakrofitów (tzw. rozpuszczalna substancja organiczna) jest wyługowywana w wyniku naturalnych procesów fizykochemicznych [SRIDHAR, BÄRLOCHER, 1993]. Większość (w tym bardziej złożone związki organiczne węgla, jak błonnik i ligniny) ulega przekształceniom w związki prostsze w wyniku procesów

przebiegających z udziałem bakterii, promieniowców i grzybów. W dostępnej literaturze brak jest wyczerpujących danych dotyczących liczebności tych drobnoustrojów w naturalnych ekosystemach podmokłych. Na Pojezierzu Mazurskim obszary tego typu są nieodłącznym elementem krajobrazu przyrodniczego, niebadanym pod względem mikrobiologicznym. W niniejszym opracowaniu przedstawiono wyniki badań liczebności promieniowców i grzybów (nitkowatych i drożdżoidalnych) w wodzie, gruncie i na roślinności (turzycy błotnej *Carex acutiformis* Ehrb.) jednego z większych obszarów bagiennych w rejonie leśniczówki Stary Dwór koło Olsztyna. Dane dotyczące sezonowych zmian liczebności różnych grup fizjologicznych bakterii na tym obiekcie przedstawiono w oddzielnych opracowaniach [NIEWOLAK, KORZENIEWSKA, FILIPKOWSKA, 2005; NIEWOLAK i in., 2007; KORZENIEWSKA i in., 2007].

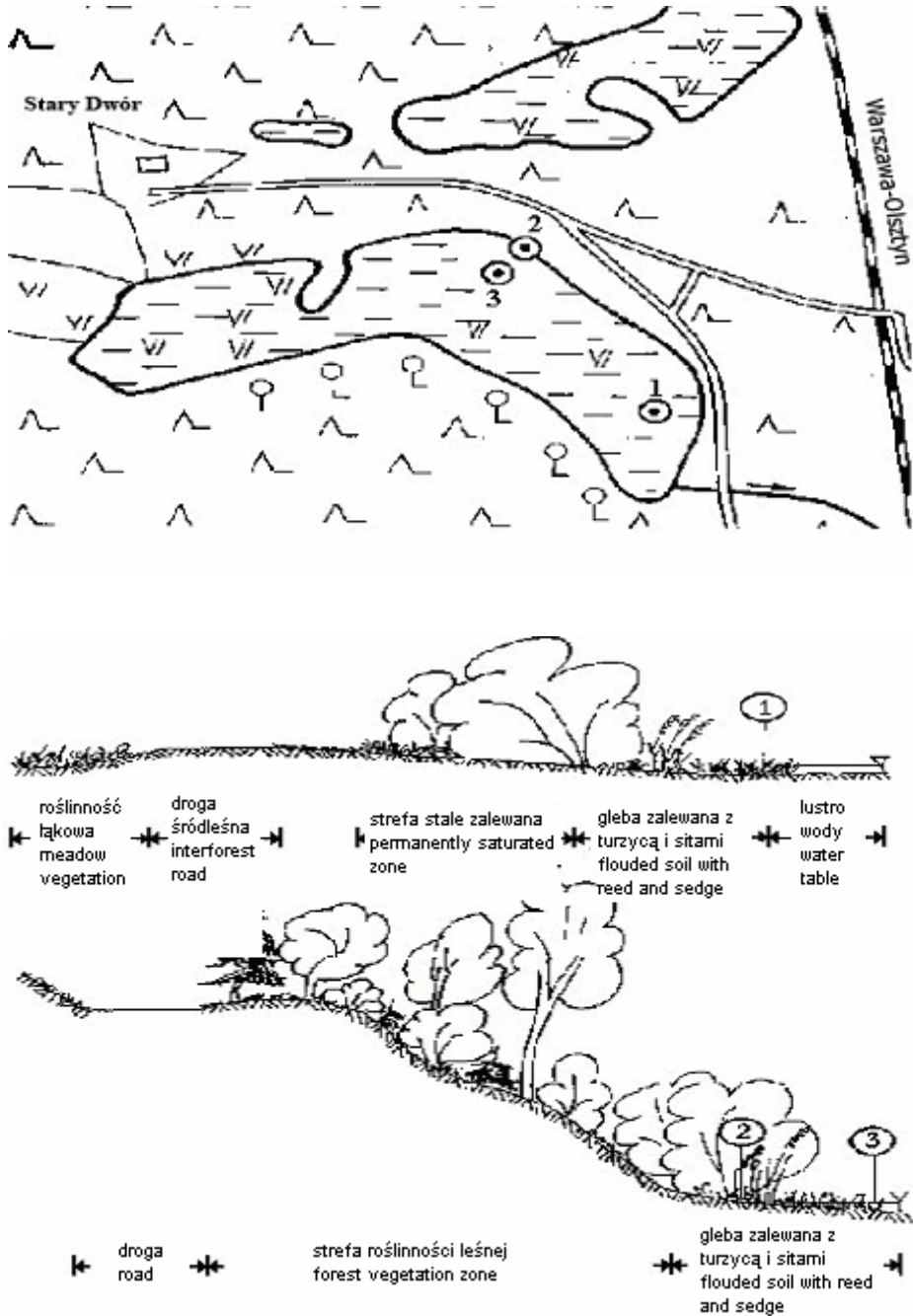
## MATERIAŁY I METODY

Do badań wytypowano obszar pojeziorny w rejonie leśniczówki Stary Dwór koło Olsztyna. Obszar ten jest zasilany wodami powierzchniowymi, spływającymi ze stoków porośniętych lasem mieszanym (sosny, świerki w partiach górnych, brzozy, wierzby w strefie przybrzeżnej) i wodami podziemnymi z tego obszaru. Powierzchnia tego terenu wynosi około 20 ha. Wzdłuż biegnie kanał o szerokości około 6 m i głębokości 5–6 m. Cały obszar, będący pozostałością dawnego jeziora wytopiskowego, jest zalewany wiosną wodami roztopowymi. Latem poziom wody poza kanałem obniża się do kilkunastu, a w niektórych miejscach – kilkudziesięciu centymetrów. Wśród roślin przeważają turzycy (*Carex* sp.) i sity (*Juncus* sp.), tworzące ciągłe pokrycie lub izolowane kępy otoczone wodą.

Badaniom poddawano wodę oraz zanurzone w niej i wynurzone (napowietrzne) części turzycy błotnej (*Carex acutiformis* Ehrb.), glebę w systemie korzeniowym tej rośliny oraz korzenie – obumarłe i żywe. Badania prowadzono w latach 1993 i 1994.

Próbki wody do badań pobierano co miesiąc na 3 stanowiskach (rys. 1), z głębokości 0,2–0,3 m, bezpośrednio do jałowych naczyń szklanych z doszlifowanym korkiem. Stanowisko 1. znajdowało się w odległości około 30 m od drogi poprowadzonej skrajem mokradła od strony wschodniej. Stanowiska 2. i 3. znajdowały się na skraju obszaru bagiennego od strony północnej, w odległości około 80 m od drogi prowadzącej skrajem wzgórza zalesionego sosną od szosy Olsztyn–Warszawa w kierunku leśniczówki Stary Dwór i dalej do miejscowości Naterki na trasie linii kolejowej Olsztyn–Toruń.

Bezpośrednio po pobraniu prób wody, na stanowiskach 1. i 2. pobierano do badań całe kępy turzycy błotnej (*Carex acutiformis* Ehrb.) wraz z glebą. Wodę i kępy tej rośliny przewożono do laboratorium, gdzie bezzwłocznie preparowano badane części roślin oraz glebę pobraną z systemu korzeniowego. Korzenie przepłukiwano



Rys. 1. Szkic sytuacyjny mokradła; 1, 2, 3 – stanowiska poboru próbek

Fig. 1. Sketch of wetland; 1, 2, 3 – sampling sites in wetland

delikatnie bieżącą wodą w celu usunięcia resztek gleby. Zebrane oddzielnie poszczególne części rośliny cięto na odcinki 0,5–1,0 cm z zachowaniem warunków aseptycznych. Sporządzano 10 g naważki gleby i odpowiednich części rośliny, przenoszono je do 90 cm<sup>3</sup> jałowego roztworu fizjologicznego NaCl w kolbach Erlenmajera, a następnie wytrząsano przez 30 minut. Otrzymaną zawiesinę również rozcieńczano roztworem fizjologicznym NaCl w stosunku 1:10–1:10 000. Próbkę wody pobrane na terenie obszaru podmokłego rozcieńczano w stosunku 1:10–1:1000. Odpowiednie rozcieńczenia badanych próbek przenoszono po 1 cm<sup>3</sup> do płytek Petriego i zalewano upłynnionym i ostudzonym do 42°C podłożem agarowym, właściwym dla danych grup drobnoustrojów.

Badania mikrobiologiczne obejmowały oznaczenia liczebności promieniowców, grzybów nitkowatych, grzybów drożdżoidalnych niewytwarzających barwników karotenoidowych oraz grzybów wytwarzających odpowiednie barwniki, należących do rodzajów *Rhodotorula*, *Sporobolomyces* i in.

Liczbę promieniowców oznaczano na podłożu skrobiowo-kazeinowym o pH 7,2. Podłoże to zawiera w 1 dm<sup>3</sup> wody destylowanej, 10 g skrobi rozpuszczalnej (ziemniaczanej), 0,3 g kazeiny, 2 g KNO<sub>3</sub>, 2 g K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 0,05 g MgSO<sub>4</sub>·7 H<sub>2</sub>O, 2 g NaCl, 0,01 g FeSO<sub>4</sub>, 0,02 g CaCO<sub>3</sub> i 15 g agaru.

Liczbę grzybów nitkowatych (pleśni) oznaczano na podłożu Bacto Rose Bengal Agar (oryginalnie „Cooke’s Rose Bengal Agar”) o pH 6,6. Podłoże zawiera w 1 dm<sup>3</sup> wody destylowanej 10 g Bacto Neopeptone, 10 g dekstrozy, 20 g agaru oraz dodatkowo 0,035 g różu bengalskiego i 0,035 g aureomycyny [COOKE, 1992a].

Liczbę grzybów drożdżoidalnych oznaczano na podłożu Sabouranda o pH 6,8. Podłoże zawiera w 1 dm<sup>3</sup> wody destylowanej 10 g Bacto Neopeptone, 20 g dekstrozy i 20 g agaru [Difco manual..., 1985].

Inkubację prowadzono w temperaturze 25°C. Liczbę promieniowców oznaczano po 7, 14 i 21 dniach inkubacji prób, liczbę grzybów nitkowatych – po 3 i 5 dniach inkubacji prób, a liczbę grzybów drożdżoidalnych – po 5 dniach inkubacji prób. Wyniki podano w jednostkach tworzących kolonie (jtk) w 1 cm<sup>3</sup> wody lub w 1 g s.m. gleby i poszczególnych części rośliny.

## WYNIKI

W wodzie badanego obszaru podmokłego liczba promieniowców nie przekraczała 75 jtk·cm<sup>-3</sup>, grzybów nitkowatych – 350 jtk·cm<sup>-3</sup>, grzybów drożdżoidalnych – 1900 jtk·cm<sup>-3</sup> (tab. 1). Barwne szczepy grzybów drożdżoidalnych (*Rhodotorula*, *Sporobolomyces*) występowały rzadko w badanej objętości wody. Ich liczba nie przekraczała 300 jtk·cm<sup>-3</sup>. Różnice liczebności badanych grup drobnoustrojów w wodzie z poszczególnych stanowisk były najczęściej nieznaczne. Promieniowce występowały liczniej tylko jesienią 1993 r., grzyby nitkowate – zależnie od stano-

**Tabela 1.** Liczebność promieniowców i grzybów (nitkowatych i drożdżoidalnych) w wodzie i zanurzonych w niej oraz wynurzonych częściach turzycy błotnej (*Carex acutiformis* Ehrb.) na terenie mokradła w latach 1993 i 1994

**Table 1.** The number of actinomycetes, filamentous fungi and yeasts-like microorganisms in water and submersed and aerial leaf surfaces of the sedge (*Carex acutiformis* Ehrb.) of natural wetland under study in the years 1993 and 1994

Drobnoustroje Microorganisms	Woda, jtk·cm <sup>-3</sup> Water, cfu·cm <sup>-3</sup>			Turzyca, jtk·g <sup>-1</sup> s.m. Sedge, cfu·g <sup>-1</sup> d DM		
				powierzchnie zanurzone w wodzie submersed stem surfaces		części napowietrzne aerial leaf
	stanowisko site					
	1	2	3	1	2	1
Promieniowce	3	9	3	1,2·10 <sup>3</sup>	12,6·10 <sup>3</sup>	4,0·10 <sup>3</sup>
Actinomycetes	0–27	0–75	0–10	0–5,77·10 <sup>4</sup>	0–9,16·10 <sup>4</sup>	0–3,39·10 <sup>4</sup>
Grzyby nitkowate	18	42	13	24,8·10 <sup>3</sup>	29,8·10 <sup>3</sup>	5,9·10 <sup>3</sup>
Filamentous fungi	5–200	0–350	0–105	0–3,135·10 <sup>5</sup>	0–3,14·10 <sup>5</sup>	0–2,62·10 <sup>4</sup>
Grzyby drożdżoidalne	315	105	135	335·10 <sup>3</sup>	526·10 <sup>3</sup>	26·10 <sup>3</sup>
Yeasts-like fungi	0–1,9·10 <sup>3</sup>	0–520	0–350	0–2,3·10 <sup>6</sup>	0–3,3·10 <sup>6</sup>	0–2,857·10 <sup>5</sup>
Grzyby drożdżoidalne wytwarzające barwniki „Pink yeasts”	30 0–300	3 0–30	3 0–17	4,36·10 <sup>3</sup> 0–7,4·10 <sup>4</sup>	172 0–1,05·10 <sup>4</sup>	– 0

Objaśnienia: jtk – jednostki tworzące kolonie; nad kreską podano wartości średnie, pod – zakres.

Explanations: cfu – colony forming units over line – mean values, under line – range.

wiska – wiosną, latem lub jesienią, grzyby drożdżoidalne – wiosną i latem 1993 r. oraz latem 1994 r., barwne szczepy tych drobnoustrojów – wiosną 1994 r. (rys. 2).

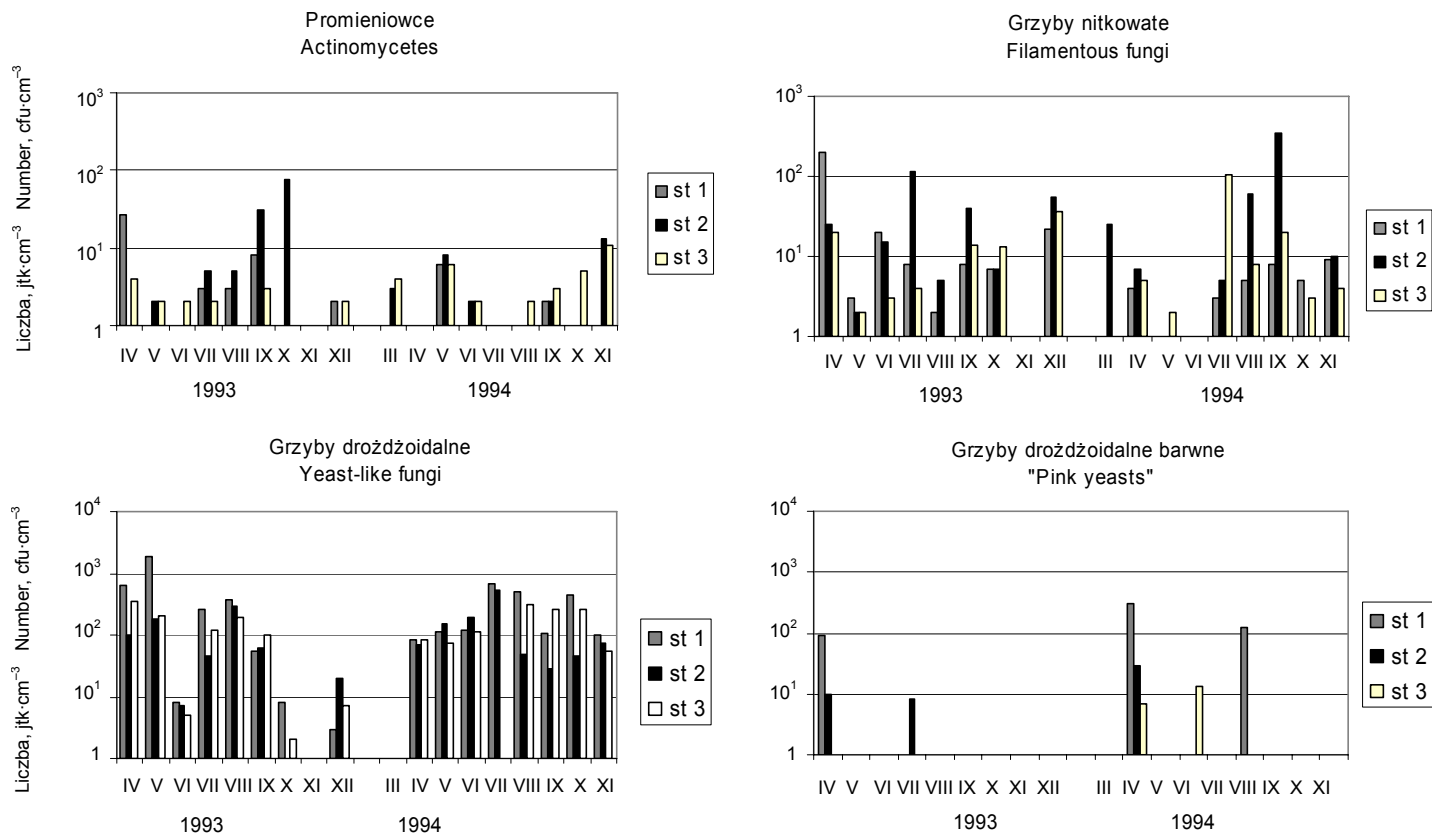
Na powierzchni zanurzonych w wodzie części turzycy błotnej zwykle liczniej występowały grzyby drożdżoidalne, w mniejszych ilościach promieniowce i grzyby nitkowate; maksymalne ich liczebności nie przekraczały odpowiednio  $3,3 \cdot 10^6$  jtk·g<sup>-1</sup> s.m.,  $9,16 \cdot 10^4$  jtk·g<sup>-1</sup> s.m. i  $3,14 \cdot 10^5$  jtk·g<sup>-1</sup> s.m. (tab. 1). Maksymalne ich liczebności na poszczególnych stanowiskach, w różnych latach występowały nierzadko w różnym okresie. Obecność barwnych szczepów grzybów drożdżoidalnych zanotowano tylko w kwietniu 1993 r. na obu stanowiskach i w maju 1993 r. na stanowisku 1. (rys. 3).

Na powierzchni wynurzonych z wody części turzycy błotnej (pobieranych od września 1993 r.) promieniowce występowały sporadycznie – we wrześniu, październiku i grudniu 1993 r. oraz w marcu i listopadzie 1994 r., w ilościach nieprzekraczających  $3,4 \cdot 10^4$  jtk·g<sup>-1</sup> s.m. Grzyby nitkowate występowały w ciągu całego okresu badawczego, z wyjątkiem próbek pobieranych w czerwcu 1994 r., w ilościach nieprzekraczających  $2,62 \cdot 10^4$  jtk·g<sup>-1</sup> s.m. Grzyby drożdżoidalne występowały liczniej tylko w kwietniu 1994 r. – do  $2,873 \cdot 10^5$  jtk·g<sup>-1</sup> s.m. Brak było szczepów wytwarzających barwniki (tab. 1. rys. 4). W grudniu 1993 r. oraz w marcu 1994 r., kiedy liczba promieniowców i grzybów nitkowatych osiągała maksymalne wartości (odpowiednio  $1,13 \cdot 10^4$  i  $3,39 \cdot 10^4$  jtk·g<sup>-1</sup> s.m. oraz 2,27 i  $2,62 \cdot 10^4$  jtk·g<sup>-1</sup> s.m.), brak było grzybów drożdżoidalnych.

W glebie systemu korzeniowego turzycy błotnej promieniowce występowały liczniej tylko w maju 1993 r. (do  $1,86 \cdot 10^4$  jtk·g<sup>-1</sup> s.m. na stanowisku 1.). Często nie wykrywano ich w badanej masie gleby. Grzyby nitkowate występowały liczniej w lipcu 1994 r. (do  $1,10 \cdot 10^5$  jtk·g<sup>-1</sup> s.m. na stanowisku 1.). Maksymalne ilości grzybów drożdżoidalnych występowały we wrześniu 1993 r. (do  $5,5 \cdot 10^6$  jtk·g<sup>-1</sup> s.m. na stanowisku 2.). Barwne szczepy tych drobnoustrojów występowały rzadko; maksymalne ich liczebności stwierdzone we wrześniu 1993 r. wynosiły  $9,9 \cdot 10^6$  jtk·g<sup>-1</sup> s.m. na stanowisku 1. Zarówno niezabarwione, jak i barwne szczepy grzybów drożdżoidalnych występowały w większych ilościach, kiedy brak było w glebie promieniowców i grzybów nitkowatych lub też kiedy ich liczba osiągała mniejsze wartości. Przykładem mogą być m.in. wyniki badań tych drobnoustrojów w próbkach gleby pobieranych w kwietniu 1994 r. (tab. 2, rys. 5).

Na powierzchni korzeni obumarłych (zczerniałych) maksymalne liczebności promieniowców występowały w maju 1994 r. (do  $4,0 \cdot 10^6$  jtk·g<sup>-1</sup> s.m. na stanowisku 1.), grzybów nitkowatych w grudniu 1993 r. (do  $4,875 \cdot 10^5$  jtk·g<sup>-1</sup> s.m. na stanowisku 2.), grzybów drożdżoidalnych w marcu 1994 r. (do  $4,5 \cdot 10^6$  jtk·g<sup>-1</sup> s.m. na stanowisku 1.). Barwne szczepy tych drobnoustrojów występowały rzadko, najliczniej we wrześniu 1993 r. (do  $1,175 \cdot 10^5$  jtk·g<sup>-1</sup> s.m. na stanowisku 1.) (tab. 2, rys. 6).

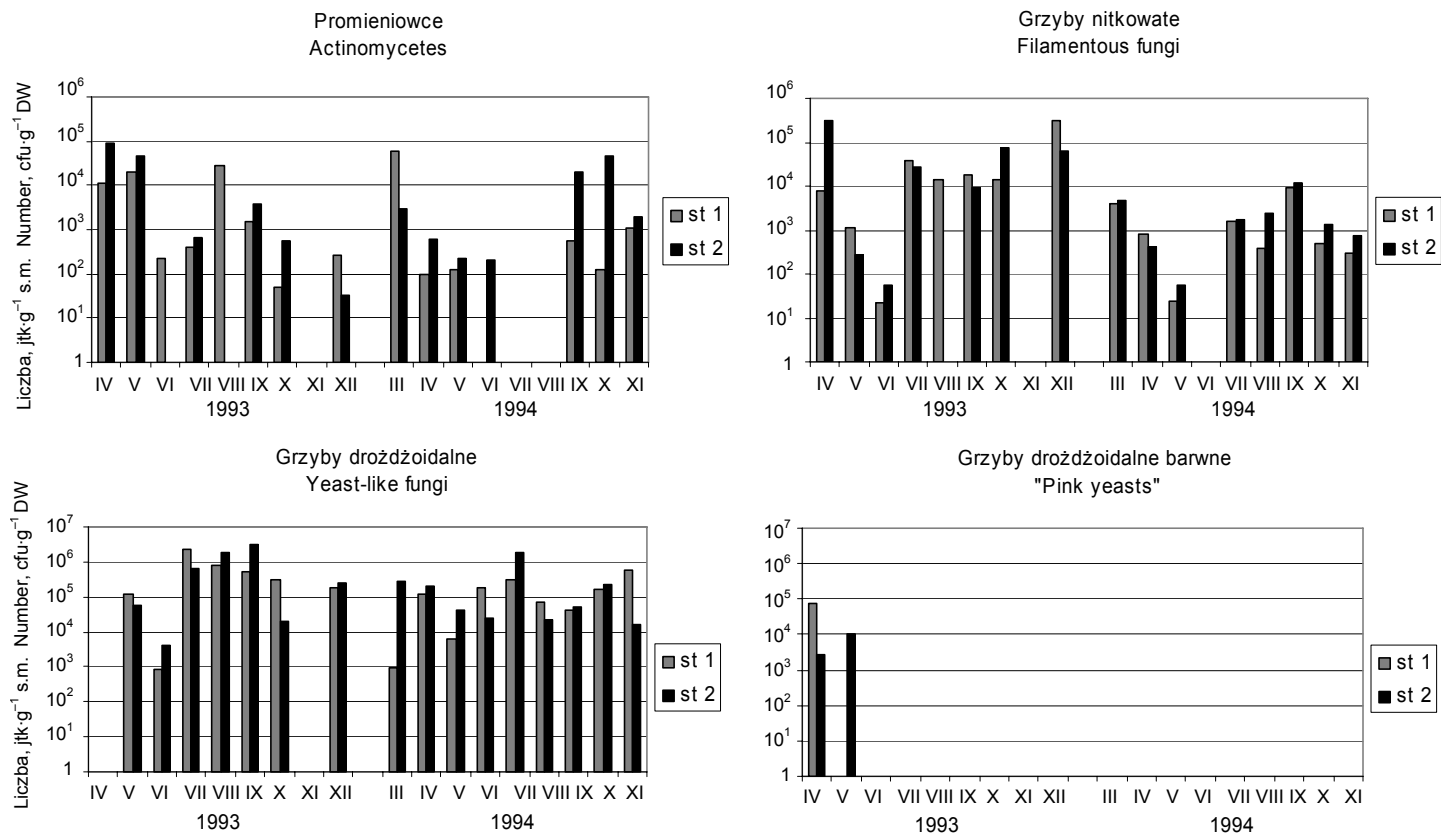
Na powierzchni korzeni żywych najwięcej promieniowców występowało w sierpniu 1993 r. (do  $1,57 \cdot 10^4$  jtk·g<sup>-1</sup> s.m. na stanowisku 2.), grzybów nitkowa-



Rys. 2. Sezonowe zmiany liczebności promieniowców, grzybów nitkowatych i drożdżoidalnych oraz barwnych szczepów tych drobnoustrojów w wodzie badanego mokradła; 1, 2, 3 – stanowiska poboru próbek

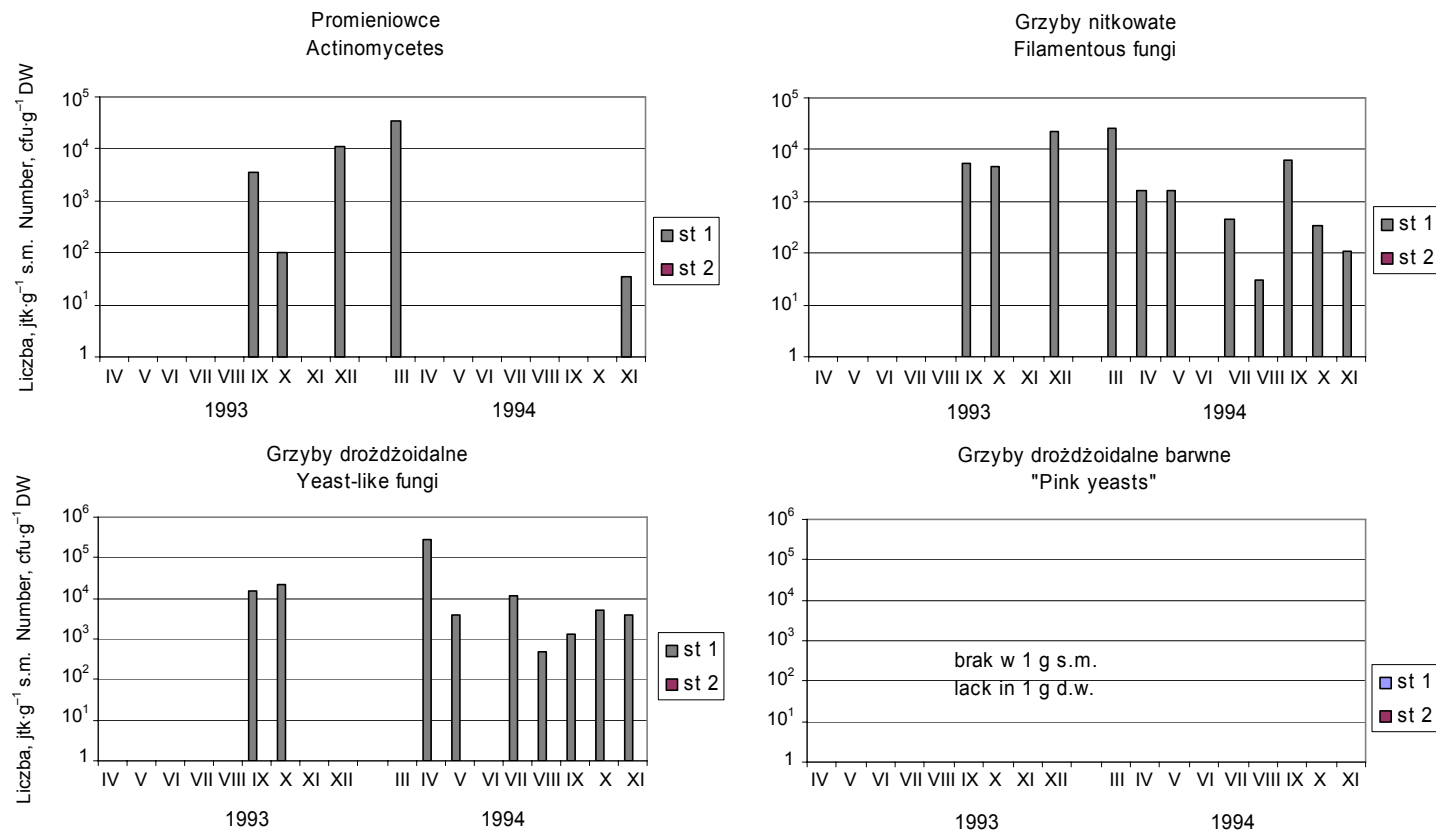
Fig. 2. Seasonal changes in the numbers of actinomycetes, filamentous fungi, yeast-like fungi and "pink yeasts" in water wetland; 1, 2, 3 – sampling sites





Rys. 3. Sezonowe zmiany liczebności promieniowców, grzybów nitkowatych i drożdżoidalnych oraz barwnych szczepów tych drobnoustrojów na zanurzonych częściach turzycy błotnej (*Carex acutiformis* Ehrb.); 1, 2 – stanowiska poboru próbek

Fig. 3. Seasonal changes in the numbers of actinomycetes, filamentous fungi, yeast-like fungi and "pink yeasts" in submersed stem surfaces of sedge (*Carex acutiformis* Ehrb.); 1, 2 – sampling sites



Rys. 4. Sezonowe zmiany liczebności promieniowców, grzybów nitkowatych i drożdżoidalnych oraz barwnych szczepów tych drobnoustrojów na wynurzonych (napowietrznych) częściach turzycy błotnej (*Carex acutiformis* Ehrb.); 1, 2 – stanowiska poboru próbek

Fig. 4. Seasonal changes in the numbers of actinomycetes, filamentous fungi, yeast-like fungi and "pink yeasts" in aerial leaf surfaces of sedge (*Carex acutiformis* Ehrb.); 1, 2 – sampling sites

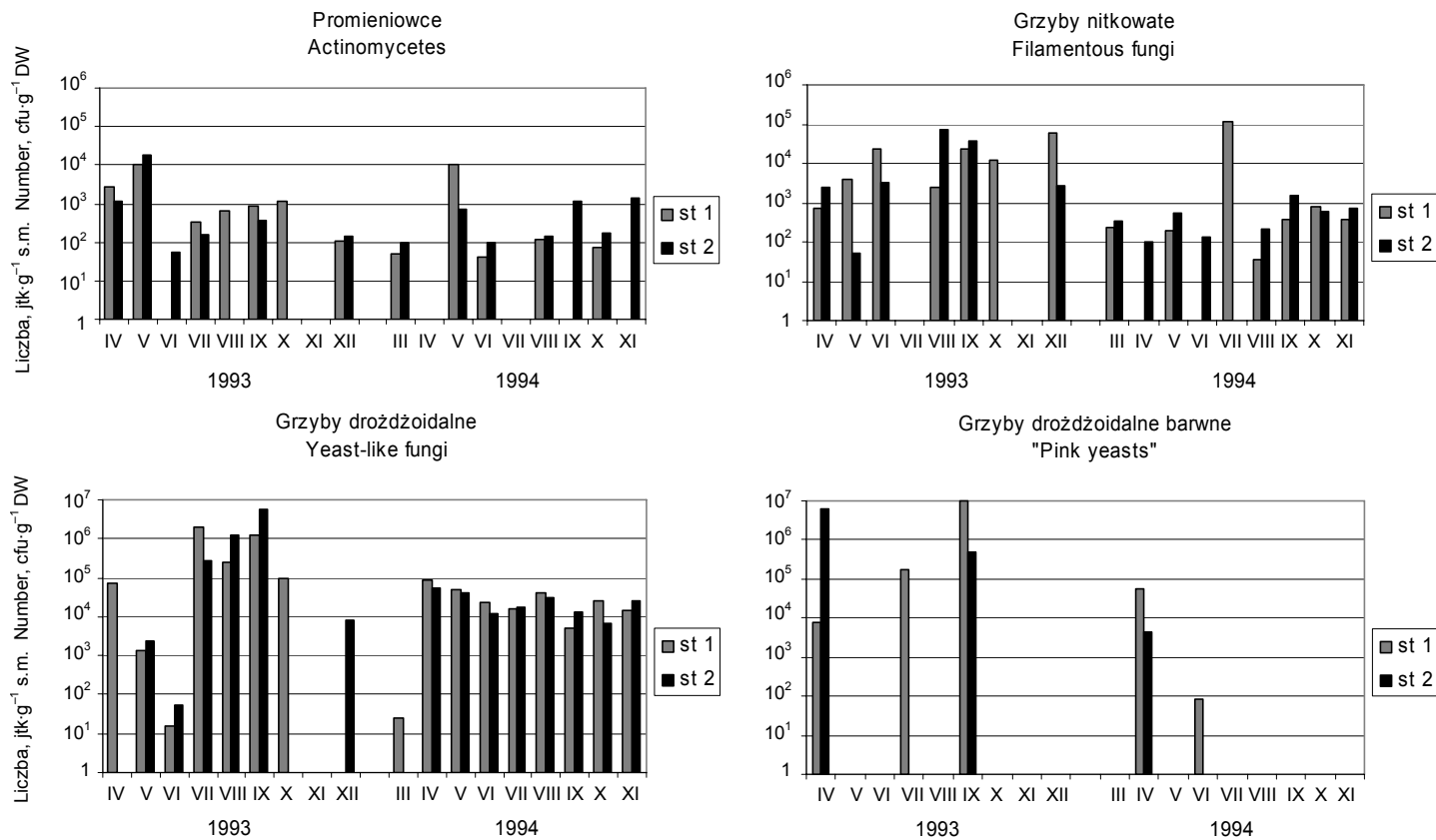
**Tabela 2.** Liczebność promieniowców i grzybów (nitkowatych i drożdżoidalnych) w glebie i na korzeniach turzycy błotnej (*Carex acutiformis* Ehrb.) na terenie mokradeł w latach 1993 i 1994

**Table 2.** The number of actinomycetes, filamentous fungi and yeast-like microorganisms in soil rhizosphere and sedge (*Carex acutiformis* Ehrb.) roots in natural wetland under study in the years 1993 and 1994

Drobnoustroje Microorganisms	Ryzosfera, jtk·g <sup>-1</sup> s.m. <sup>x</sup> Rhizosphere soil, cfu·g <sup>-1</sup> DM <sup>x</sup>		Turzycza, jtk·g <sup>-1</sup> s.m. Sedge, cfu·g <sup>-1</sup> DM			
			korzenie martwe dead roots		korzenie żywe living roots	
	stanowisko site					
	1	2	1	2	1	2
Promieniowce Actinomycetes	$1,63 \cdot 10^3$	$1,43 \cdot 10^3$	$1,4 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^3$	$2,6 \cdot 10^3$
	$0-1,06 \cdot 10^4$	$0-1,86 \cdot 10^4$	$0-4,4 \cdot 10^6$	$0-4,0 \cdot 10^3$	$0-1,87 \cdot 10^3$	$0-1,57 \cdot 10^4$
Grzyby nitkowate Filamentous fungi	$1,41 \cdot 10^4$	$1,03 \cdot 10^3$	$1,02 \cdot 10^4$	$3,0 \cdot 10^4$	$1,94 \cdot 10^4$	$3,55 \cdot 10^4$
	$0-1,10 \cdot 10^5$	$0-7,06 \cdot 10^4$	$23-7,8 \cdot 10^4$	$0-4,87 \cdot 10^5$	$0-5,85 \cdot 10^4$	$0-1,563 \cdot 10^5$
Grzyby drożdżoidalne Yeasts-like fungi	$2,375 \cdot 10^5$	$4,23 \cdot 10^5$	$4,80 \cdot 10^5$	$1,526 \cdot 10^5$	$1,693 \cdot 10^5$	$2,054 \cdot 10^5$
	$0-2,0 \cdot 10^6$	$0-5,5 \cdot 10^6$	$0-4,5 \cdot 10^6$	$48-1,4 \cdot 10^6$	$1,3 \cdot 10^3-1,05 \cdot 10^7$	$750-9,2 \cdot 10^5$
Grzyby drożdżoidalne wytwarzające barwniki „Pink yeasts”	$5,97 \cdot 10^5$	$3,80 \cdot 10^5$	$9,2 \cdot 10^2$	$1,03 \cdot 10^3$	$4,98 \cdot 10^5$	– <sup>1)</sup>
	$0-9,9 \cdot 10^6$	$0-5,9 \cdot 10^6$	$0-1,17 \cdot 10^5$	$0-1,56 \cdot 10^4$	$0-3,9 \cdot 10^6$	0 <sup>1)</sup>

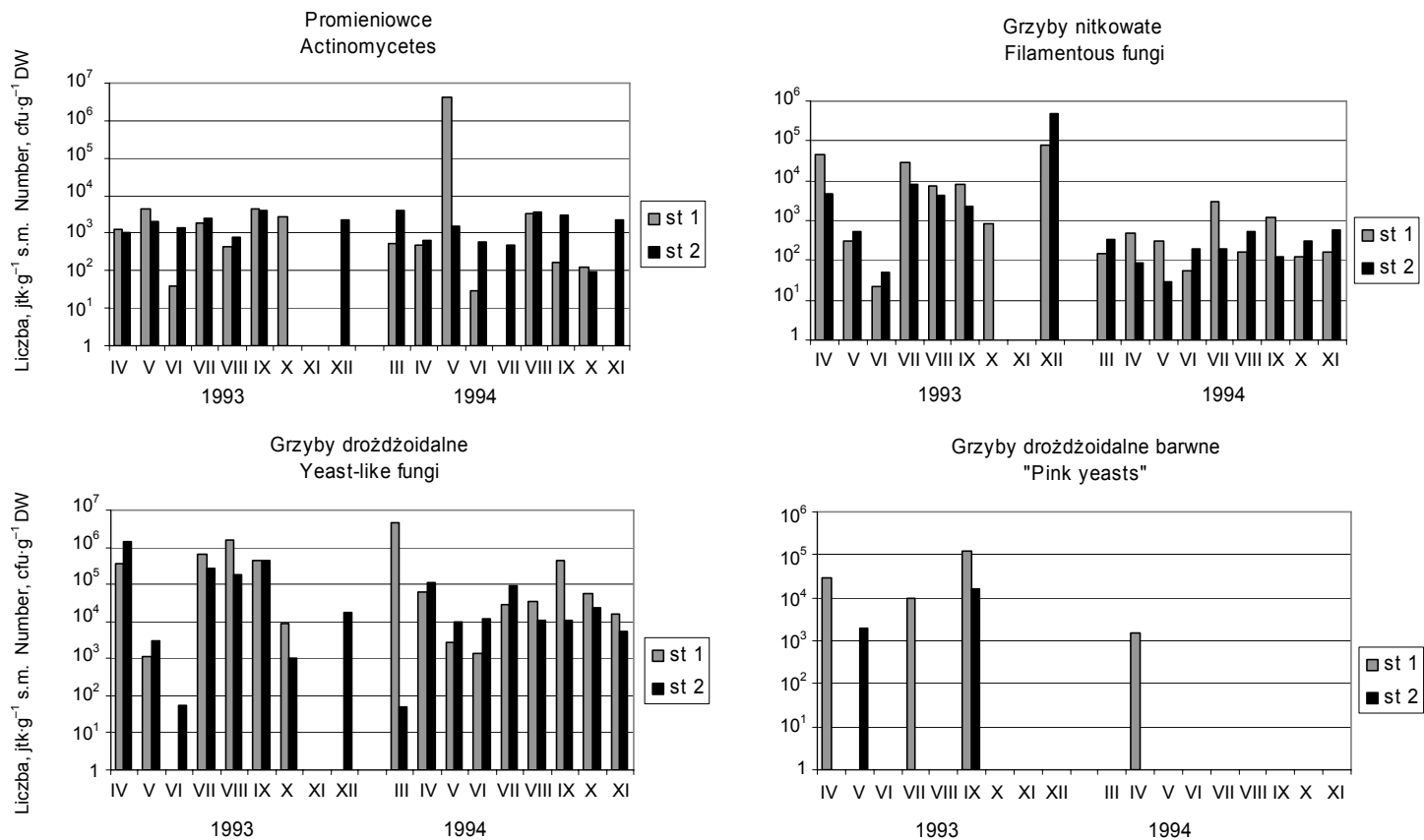
<sup>1)</sup> Brak we wszystkich próbach.  
Objaśnienia jak pod tabelą 1.

<sup>1)</sup> Missing in all samples.  
Explanations as in Tab. 1.



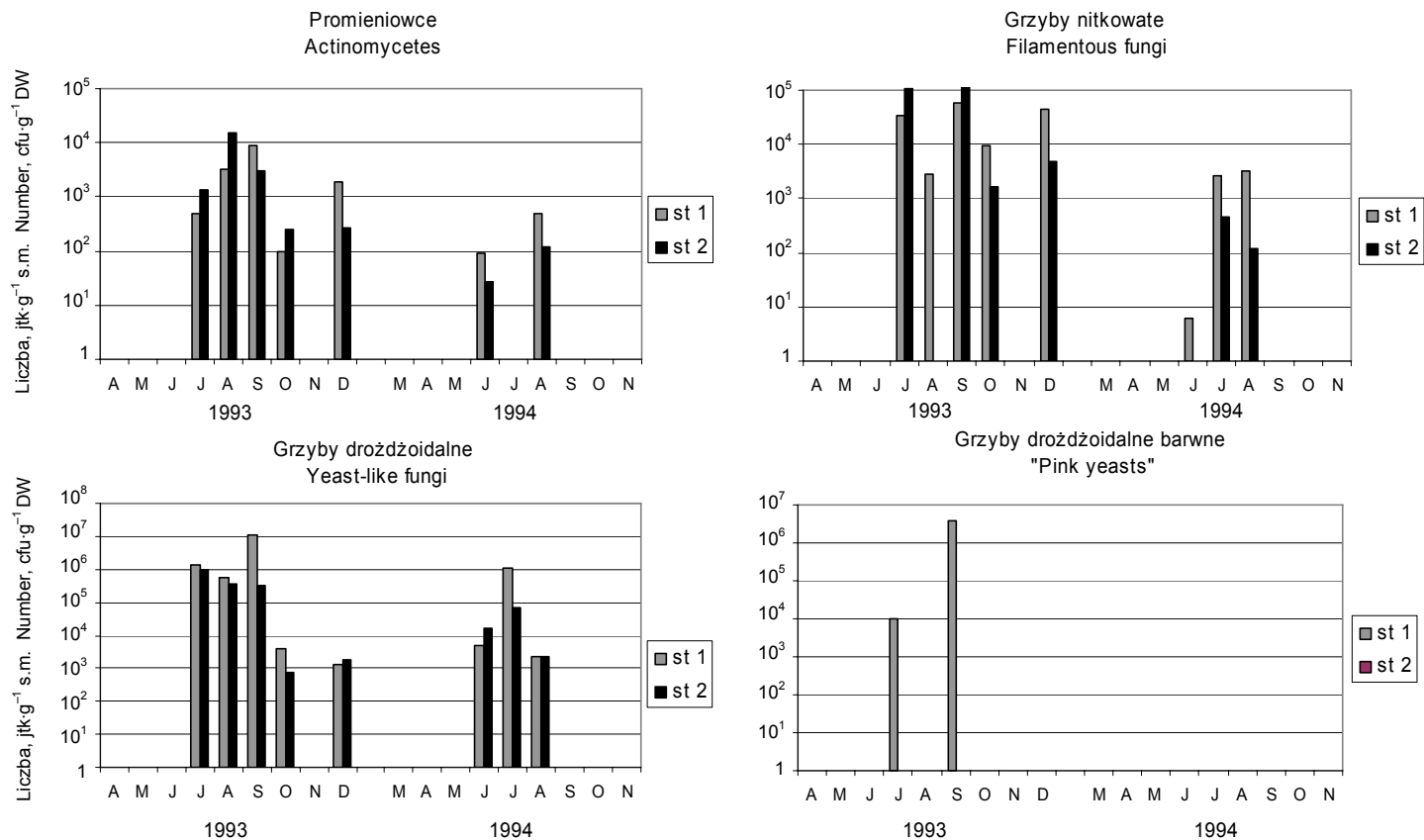
Rys. 5. Sezonowe zmiany liczebności promieniowców, grzybów nitkowatych i drożdżoidalnych oraz barwnych szczepów tych drobnoustrojów w glebie systemu korzeniowego turzycy błotnej (*Carex acutiformis* Ehrb.); 1, 2 – stanowiska poboru próbek

Fig. 5. Seasonal changes in the numbers of actinomycetes, filamentous fungi, yeast-like fungi and "pink yeasts" in rhizosphere soil of sedge (*Carex acutiformis* Ehrb.); 1, 2 – sampling sites



Rys. 6. Sezonowe zmiany liczebności promieniowców, grzybów nitkowatych i drożdżoidalnych oraz barwnych szczepów tych drobnoustrojów na żywych korzeniach turzycy błotnej (*Carex acutiformis* Ehrb.); 1, 2 – stanowiska poboru próbek

Fig. 6. Seasonal changes in the numbers of actinomycetes, filamentous fungi, yeast-like fungi and "pink yeasts" in dead roots surface of sedge (*Carex acutiformis* Ehrb.); 1, 2 – sampling sites



Rys. 7. Sezonowe zmiany liczebności promieniowców, grzybów nitkowatych i drożdżoidalnych oraz barwnych szczepów tych drobnoustrojów na żywych korzeniach turzycy błotnej (*Carex acutiformis* Ehrb.); 1, 2 – stanowiska poboru próbek

Fig. 7. Seasonal changes in the numbers of actinomycetes, filamentous fungi, yeast-like fungi and "pink yeasts" in living roots surface of sedge (*Carex acutiformis* Ehrb.); 1, 2 – sampling sites

tych we wrześniu 1993 r. (do  $1,56 \cdot 10^5$  jtk·g<sup>-1</sup> s.m. na stanowisku 2.), grzybów drożdżoidalnych we wrześniu 1993 r. (do  $1,05 \cdot 10^7$  jtk·g<sup>-1</sup> s.m. na stanowisku 1.). Barwne szczepy grzybów drożdżoidalnych występowały tylko w lipcu i wrześniu 1993 r. w ilościach nieprzekraczających odpowiednio  $1,0 \cdot 10^4$  i  $3,9 \cdot 10^6$  jtk·g<sup>-1</sup> s.m. na stanowisku 1. W lipcu 1994 r. większe liczebności grzybów drożdżoidalnych niewytwarzających barwników karotenoidowych (do  $1,1 \cdot 10^6$  jtk·g<sup>-1</sup> s.m.) były skojarzone z brakiem promieniowców oraz zmniejszoną liczebnością grzybów nitkowatych (tab. 2, rys. 7).

## DYSKUSJA

Obecność promieniowców w mokradłach jest ważna z uwagi na rolę jaką odgrywają w rozkładzie błonnika i lignin, będących głównymi składnikami części strukturalnych hydromakrofitów. Zdolność rozkładu błonnika była rozpoznana u wielu promieniowców z rodzaju *Streptomyces* [CRAWFORD, 1996; KLUEPFEL i in., 1986; WIRTH, ULRICH, 2002], najczęściej izolowanych z wód [WOHL, MCARTHUR, 1998] i gleb [WACHINGER i in., 1989]. Większość tych drobnoustrojów ma także zdolność rozkładu skrobi, chityny, ksylanu i białka [HATANO, FREDERICK, MOORE, 1994]. Dopiero produkty rozkładu tych związków są atakowane przez bakterie, prowadzące dalszy ich rozkład do CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>O.

Również grzyby nitkowate spełniają istotną rolę w rozkładzie polisacharydów, lignin, polifenoli i błonnika – podstawowych składników hydromakrofitów [MØLLER, MILLER, KJØLLER, 1999; RIHANI, KIFFER, BOTTON, 1995]. Bakterie nie rozkładają lignin równie skutecznie co grzyby [RIHANI, KIFFER, BOTTON, 1995], chociaż niektóre spośród nich mają zdolność wykorzystywania pośrednich produktów rozkładu tych związków [RÜTTIMAN i in., 1991]. Dzięki tym interakcjom możliwy jest całkowity rozkład resztek roślinnych. Z badań przeprowadzonych na hydrofitowej oczyszczalni ścieków celulozowo-papierniczych wynika [HATANO, FREDERICK, MOORE, 1994], że zdolność rozkładu skrobi, chityny, ksylanu i białek jest cechą właściwą blisko lub ponad 50% grzybów nitkowatych i tylko 1–38% bakterii.

Obecność grzybów drożdżoidalnych w wodzie, glebie i na roślinności mokradła jest ważna z uwagi na rolę, jaką odgrywają w odżywianiu bezkręgowców wodnych [NIEWOLAK, 1976], jak również w asymilacji fenoli, związków kwasu benzoowego, flawonoidów, produktów rozkładu lignin [KWASNIEWSKA, 1988]. Rozpuszczalna substancja organiczna i miękkie części macierzyste roślin mogą być zżerane przez makrobezkręgowce rozdrabniające [CHERGUI, 1990]; pozostała frakcja, zawierająca głównie błonnik i ligniny, jest dla tych zwierząt nieużyteczna ze względu na to, że brakuje im odpowiednich enzymów. Promieniowce i grzyby nitkowate mogą rozkładać błonnik zwiększając swoją biomasę [BÄRLOCHER, KENDRICK, 1974] i wraz z grzybami drożdżoidalnymi są atrakcyjnym pokarmem

bezkęgowców [ROSSI, FANO, 1979]. Bezkręgowce pożerając odpowiednie tkanki roślin preferują wyraźnie te spośród nich, które są zasiedlone przez większą biomasę tych drobnoustrojów.

Głównym źródłem promieniowców w wodach powierzchniowych są unoszone z wiatrem cząsteczki gleb uprawnych, w których organizmy te mogą stanowić 10–70% całej populacji drobnoustrojów [PAUL, CLARK, 2000]. Liczbę promieniowców w glebach uprawnych ocenia się na kilkaset tysięcy do kilku mln  $\text{jtk}\cdot\text{g}^{-1}$  s.m. [ACEA, CARBALLAS, 1998, 1990; DENIS, FRESQUEZ, 1989; KRISTIENSEN, 1981], a w glebach leśnych – od kilkudziesięciu do kilkuset tysięcy  $\text{jtk}\cdot\text{g}^{-1}$  s.m. [ACEA, CARBALLAS, 1996; DAVIES, WILLIAMS, 1970]. W tych ostatnich więcej promieniowców występuje w warstwie 11–15 cm, gdzie odczyn gleby jest bliski obojętnemu, a jej wilgotność wynosi nieco powyżej 5%. Przyjmując, że liczebność promieniowców w glebach leśnych wokół badanego obszaru mokradła jest podobna, można się spodziewać wyraźnego wzrostu liczebności promieniowców w próbach wody wiosną podczas roztopów i latem podczas opadów burzowych. W rzeczywistości wzrost liczebności tych drobnoustrojów notowano tylko w kwietniu 1993 r. na stanowisku 1., co najprawdopodobniej nie miało związku z ich przedostawaniem się z okolicznych terenów zalesionych. W wodzie badanego mokradła czynnikiem ograniczającym liczebność promieniowców mogły być odczyn (pH poniżej 6) i brak odpowiedniej substancji organicznej. Lepsze warunki rozwoju i bytowania znajdowały na zanurzonych w wodzie częściach turzycy błotnej i okresowo (jesienią 1993 r.) na wynurzonych częściach tej rośliny, na obumarłych i żywych korzeniach oraz w mniejszym stopniu – w glebie. W glebie systemu korzeniowego turzycy błotnej czynnikiem ograniczającym liczebność promieniowców mogły być warunki środowiskowe, zwłaszcza małe pH i brak tlenu lub warunki anoksyiczne.

W wodzie badanego mokradła bardziej sprzyjające warunki siedliskowe (pH poniżej 6) znajdowały grzyby nitkowate i drożdżoidalne. Mniejsze liczebności tych drobnoustrojów stwierdzone latem 1994 r. na wynurzonych częściach turzycy błotnej mogły być spowodowane warunkami atmosferycznymi. W 1994 r. lato było wyjątkowo ciepłe i słoneczne, w przeciwieństwie do 1993 r. o dużej ilości opadów w porze letniej. Znaczenie mogło mieć nie tyle wysuszenie, co bakteriobójcze (grzybobójcze) działanie promieni UV światła słonecznego. Skądinąd wiadomo, że gromadząca się systematycznie rosa i dyfundujące do niej z komórek roślinnych przyżyciowe wydzieliny warunkują bytowanie grzybów z rodzaju *Alternaria*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Trichoderma*, *Penicillium* na powierzchni liści roślin uprawnych [RUSSEL, 1974]. W glebie systemu korzeniowego turzycy błotnej oraz na obumarłych korzeniach tej rośliny źródłem węgla i energii dla grzybów nitkowatych mógł być błonnik i ligniny pochodzące z obumarłych tkanek tej rośliny. Zakres i rozmiary kolonizacji przez grzyby nitkowate różnych części turzycy błotnej zmieniają się w ciągu roku. Zmiany te są być może związane ze stadium rozwoju rośliny, temperaturą, warunkami atmosferycznymi. Większe liczebności grzybów nitkowatych stwierdzone na uschniętych częściach turzycy błotnej wystających



ponad poziom wody na mokradle w grudniu 1993 r. i w marcu 1994 r. mogły być związane z dostępnością złożonych związków organicznych węgla. BÄRLOCHER [1991] podaje, że grzyby nitkowate kolonizują łatwiej suche, a znacznie słabiej świeże liście. Przepuszcza się, że rozpuszczalne substancje organiczne liści świeżych mogą mieć inhibicyjny wpływ na te drobnoustroje. Odpowiednie obserwacje autor ten przeprowadził na liściach olchy. Czy, i na ile, zjawisko takie dotyczyło wynurzonych z wody części turzycy błotnej jest sprawą otwartą.

W wodzie badanego mokradła liczba grzybów drożdżoidalnych odpowiadała wartościom stwierdzanym wcześniej w silnie zeutrofizowanych wodach jeziornych [NIEWOLAK, 1976]. Większe ich liczebności na powierzchni zanurzonych w wodzie części turzycy błotnej (łodydze, korzeniach) pozostają w związku z wykorzystaniem przyżyciowych wydzielin tej rośliny, a w glebie i na korzeniach – ubiegłorocznych-produktów rozkładu błonnika i hemiceluloz i niektórych innych substancji (skrobia, hemicelulozy, ksylan, pektyny). Zmiany liczebności grzybów drożdżoidalnych w ciągu roku mogą być związane ze stadium rozwoju rośliny i związanym z tym wydzielaniem przez jej komórki cukrów, aminokwasów i niektórych innych substancji. Znaczenie mają prawdopodobnie także zjawiska antybiozy. Być może tym ostatnim zjawiskiem daje się wytłumaczyć brak jakichkolwiek grzybów drożdżoidalnych na wynurzonych częściach turzycy błotnej w grudniu 1993 r. i w marcu 1994 r., kiedy liczby promieniowców i grzybów nitkowatych osiągały wartości maksymalne. Odwrotnie w kwietniu 1994 r. przy całkowitym braku promieniowców liczba grzybów drożdżoidalnych osiągała wartości maksymalne. Wśród promieniowców z rodzaju *Streptomyces* i grzybów nitkowatych z rodzaju *Penicillium* zdolności antybiotyczne są dość powszechne. W wodzie i zanurzonych w niej częściach turzycy błotnej czynnikiem modyfikującym sezonowe zmiany ich liczebności mogły być okresy rozwoju i obumierania fitoplanktonu [NIEWOLAK, 1971] i związane z nimi wydzielanie substancji antybiotycznych (podczas zakwitu), wzbogacanie wody w produkty autolizy tych roślin (po obumarciu), a także wspomniane wcześniej wyzerowywanie przez bezkręgowce.

W glebie systemu korzeniowego turzycy błotnej liczba grzybów drożdżoidalnych była co najmniej 10-krotnie większa od stwierdzanej wcześniej w mulistych osadach silniej zanieczyszczonego Jezioraka Małego w śródmieściu Hławy [NIEWOLAK, 1976]. Maksymalne ich liczebności, stwierdzone we wrześniu 1993 r. ( $9,9 \cdot 10^6$  jtk $\cdot$ g $^{-1}$  s.m. na stanowisku 1. i  $5,4 \cdot 10^6$  jtk $\cdot$ g $^{-1}$  s.m. na stanowisku 2.) były porównywalne z liczebnościami tych drobnoustrojów w osadach dennych jeziora Michigan [HEDRICK, SOYUGENC, 1967]. Zbliżone liczebności grzybów drożdżoidalnych podaje KUZNIECOW [1970] dla osadów dennych niektórych jezior w dawnym ZSRR. Dużej liczbie grzybów drożdżoidalnych stwierdzanej w miesiącach letnich 1993 r. w glebie systemu korzeniowego turzycy błotnej odpowiadała również duża liczba tych drobnoustrojów na obumarłych i żywych korzeniach tej rośliny. To samo dotyczy barwnych szczepów tych drobnoustrojów (*Rhodotorula*,

*Sporobolomyces*) stwierdzanych w maksymalnych ilościach na stanowisku 1. we wrześniu 1993 r.

## WNIOSKI

1. Spośród badanych grup systematycznych drobnoustrojów we wszystkich biotopach (wodzie, glebie i na różnych częściach turzycy błotnej) badanego mokradła najmniej było promieniowców, nieco (kilkakrotnie) więcej grzybów nitkowatych, najwięcej grzybów drożdżoidalnych, niekiedy również wytwarzających barwniki karotenoidowe z rodzaju *Rhodotorula*, *Sporobolomyces*.

2. Różnice w liczebności badanych grup systematycznych drobnoustrojów w danych biotopach z różnych stanowisk badawczych mieściły się najczęściej w zakresie 1–2 rzędów wielkości.

3. Sezonowe zmiany liczebności badanych grup systematycznych drobnoustrojów w danych biotopach na różnych stanowiskach były różne. Maksymalne wartości osiągały w różnych miesiącach, najczęściej wiosennych i/lub letnich, rzadziej jesiennych, wyjątkowo zimowych.

4. Maksymalne liczebności badanych grup systematycznych drobnoustrojów w miesiącach wiosenno-letnich (zwłaszcza w glebie i na różnych częściach turzycy błotnej) mogły być związane z warunkami atmosferycznymi, wzrostem temperatury, procesem fotosyntezy roślin i uwalnianiem do środowiska związków biologicznie czynnych oraz tlenu w systemie korzeniowym. Tym ostatnim tłumaczy się większe liczebności badanych grup drobnoustrojów na korzeniach żywych.

5. Stwierdzana okresowo (np. w grudniu 1993 r. i w marcu 1994 r.) odwrotna zależność między liczbą promieniowców i grzybów nitkowatych a liczebnością grzybów drożdżoidalnych sugeruje antagonistyczne stosunki między tymi członami biocenozy, kiedy ilość dostępnego substratu jest ograniczona. Szczególnie wyraźnie było to widoczne na wynurzonych (napowietrznych) częściach turzycy błotnej (*Carex acutiformis* Ehrb.).

Praca wykonana w ramach tematu badawczego Projekt KBN 05 030 207.

## LITERATURA

- ACEA M.J., CARBALLAS T., 1988. The influence of cattle slurry on soil microbial population and nitrogen cycle microorganisms. *Biological Wastes* 23 s. 229–241.
- ACEA M.J., CARBALLAS T., 1990. Principal components analysis of the soil microbial population of humic zone of Galicia (Spain). *Soil Biol. Biochem.* 22 s. 749–759.
- ACEA M.J., CARBALLAS T., 1996. Microbial response to organic amendments in a forest soil. *Biore-source Technology* 57 s. 193–199.
- ARMSTRONG J., ARMSTRONG W., 1988. Phragmites australis—a preliminary study of soil-oxidising sites an internal gas transport pathways. *New Phytol.* 108 s. 373–382.

- BÄRLOCHER F., 1991. Fungal colonization of fresh and dried leaves in the River Teign (Devon, England). *Nova Hedwigia* 52 s. 349–357.
- BARLOCHER F., KENDRICK B., 1974. Dynamics of the fungi population on leaves in a stream. *J. Ecol.* 62 s. 761–791.
- BINGHAM S.C., WESTERMAN P.N., OVERCASH M.R., 1980. Effect of grass buffer zone length in reducing the population from land application areas. *Transactions of the ASAE (American Society of Agricultural Engineers)* 23 s. 330–336.
- BOWDEN W.B., 1987. The biogeochemistry of nitrogen in freshwater wetlands. *Biogeochem.* 4 s. 313–348.
- BRIX H., 1990. Gas exchange through the soil atmosphere in rhizosphere and through dead culms of *Phragmites australis* in a constructed reed bed receiving domestic sewage. *Water Res.* 20 s. 259–266.
- BRIX H., 1993. Macrophyte-mediated oxygen transfer in wetlands: Transport mechanisms and rates. W: *Constructed wetlands for water quality improvement* (Wyd. G.A. Moshiri). Lewis Publishers, Boca Raton, Ann Arbor, Chapter 41 s. 391–398.
- BRIX H., 1994. Functions of macrophytes in constructed wetlands. *Wat. Sci. Tech.* 29 s. 71–78.
- CASTELLE A.J., JOHNSON A.W., CONOLLY C., 1994. Wetland and stream buffer size requirements-A Review. *Journ. Environ. Qual.* 23 s. 878–882.
- CHERGUI H., 1990. The dynamics of aquatic hyphomycetes in an eastern Moroccan stream. *Arch. Hydrobiol.* 118 s. 341–352.
- COOKE J.C., 1992. On the isolation of fungi from environmental samples. *Environ. Technol. Lett. Sci. Technol. Lett.* 8 s. 133–140.
- COOKE J.G., 1992. Phosphorus removal processes in a wetland after a decade of receiving a sewage effluent. *Journ. Environ. Qual.* 21 s. 733–739.
- CRAWFORD D.L., 1996. The role of Actinomycetes in the decomposition of lignocellulose. *FEMS Symp.* 34 s. 715–728.
- DAVIES F.L., WILLIAMS S.T., 1970. Studies on the ecology of Actinomycetes in soil. I. The occurrence and distribution of Actinomycetes in a pine forest soil. *Soil Biol. Biochem.* 2 s. 227–238.
- DENIS G.L., FRESQUEZ P.R., 1989. The soil microbial community in a sewage slurry-amended semi-arid grassland. *Biol. Fertil. Soils* 7 s. 310–317.
- Difco manual dehydratet culture media and reagents for microbiology, 1985. Difco 10 ed. Detroit Difco Laboratories, Michigan, USA.
- FILIPKOWSKA Z., 2006. Sanitarно-bakteriologiczne aspekty oczyszczania ścieków bytowo-gospodarczych na filtrach gruntowo-roślinnych. Olsztyn: Wydaw. UWM ss. 109.
- GALE P.M., DEVAI L., REDDY K.R., GRAETZ D.A., 1993. Denitrification potential of soils in constructed and natural wetlands. *Ecol. Eng.* 2 s. 119–130.
- GERSBERG R.M., ELKINS B.V., LYON S.R., GOLDMAN C.R., 1986. Role of aquatic plants in wastewater treatment by artificial wetlands. *Wat. Res.* 20 s. 363–368.
- HATANO K., FREDERICK D.J., MOORE J.A., 1994. Microbial ecology of constructed wetlands used for treating pulp mill wastewater. *Wat. Sci. Tech.* 29 s. 233–239.
- HEDRICK L.R., SOYUGENC M., 1967. Yeasts and molds in water and sediments of Lake Ontario. *Proc. 10<sup>th</sup> Conf. Great Lakes Res. Internat. Assoc. Great Lakes Res.* s. 20–30.
- HOOKE D.D., 1993. Wetlands – history, current status and future. *Environ. Toxicol. Chemistry* 12 s. 2157–2166.
- KLUEPFEL D., SHARECK F., MONDOU F., MOROSOLI R., 1986. Characterization of cellulose activities of *Streptomyces lividans*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2 s. 230–234.
- KORZENIEWSKA E., BRZOZOWSKA R., CZECHOWSKA K., FILIPKOWSKA Z., NIEWOLAK S., 2007. Seasonal changes in the numbers of some physiological groups of heterotrophic bacteria in the water, soil and plants of the wetlands near Olsztyn. Olsztyn: UWM maszyn. ss. 18.

- KRISTIANSEN R., 1981. Sand filter trenches for purification of septic tank effluent. III. The microflora. *Journ. Environ. Qual.* 10 s. 361–364.
- KUZNIECOW S.I., 1970. Mikroflora ozier i jeje geochimiczeskaja diejatielnost'. *Izd. Nauka. Leningrad*, ss. 440.
- KWASNIEWSKA K., 1988. Horizontal distribution and density of yeasts and filamentous fungi in Lake St. Clair water. *J. Great Lakes Res.* 14 s. 438–443.
- MØLLER J., MILLER M., KJØLLER A., 1999. Fungal-bacterial interaction on beach leaves: influence on decomposition on dissolved organic carbon quality. *Soil Biol. Biochem.* 31 s. 367–374.
- NIEWOLAK S., 1971. The influence of living and dead cells of *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus obliquus* on aquatic microorganisms. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 18 s. 43–54.
- NIEWOLAK S., 1976. The occurrence of yeasts in some lakes of the Masurian Lakeland. *Acta Mycologica* 12 s. 241–256.
- NIEWOLAK S., KORZENIEWSKA E., FILIPKOWSKA Z., 2005. Seasonal changes in the numbers of nitrogen cycle bacteria in the water, soil and plants of the wetlands near Olsztyn. *Acta Univ. Nicolai Copernici. Limnological papers* 25 s. 105–122.
- NIEWOLAK S., KORZENIEWSKA E., FILIPKOWSKA Z., DADOŚ I., HORODEŃSKA A., KOWALCZYK M., ZEGA A., 2007. Bacteriological studies of water, soil and plants of the wetlands near Olsztyn. *Acta Univ. Nicolai Copernici. Limnological papers (w druku)*.
- PAUL E.A., CLARK F.E., 2000. *Mikrobiologia i biochemia gleby*. Lublin: Wydaw. UMCS ss. 400.
- REDDY K.R., D'ANGELO E.M., 1997. Biochemical indicators to evaluate pollutant removal efficiency in constructed wetlands. *Wat. Sci. Tech.* 35 s. 1–10.
- RICHARDSON C.J., 1991. Pocosins: An ecological perspective wetlands. 11 s. 335–354.
- RIHANI M., KIFFER E., BOTTON B., 1995. Decomposition of beech leaf litter by microflora and mesofauna. 1. In vitro action of white-rot fungi on beech leaves and foliar components. *European Journal of Soil Biology* 31 s. 57–66.
- ROGERS F.E.J., ROGERS K.H., BUZER J.S., 1985. Wetlands for wastewater treatment with special reference to municipal wastewater. *Johannesburg, Witwatersrand University Press* ss. 122.
- ROSSI L., FANO A.E., 1979. Role of fungi in the trophic niche of the congeneric detritivorous *Asellus aquaticus* and *A. coxalis* (Isopoda). *Oikos* s. 380–385.
- RUSSEL S., 1974. *Drobnoustroje a życie gleby*. Warszawa: PWN ss. 404.
- RÜTTIMAN C., VIKUNA R., MOZUCH M.D., KIRK T.K., 1991. Limited bacterial mineralization of fungal degradation intermediates from synthetic lignin. *Appl. Environ. Microbiol.* 57 s. 3652–3655.
- SRIDHAR K.R., BÄRLOCHER F., 1993. Seasonal changes in microbial colonization of fresh and dried leaves. *Arch. Hydrobiol.*, 128 s. 1–12.
- UUSI-KÄMPPIÄ J., BRASKERUD B., JANSSON H., SYVERSEN N., UUSITALO R., 2000. Buffer zones and constructed wetlands as filter for agricultural phosphorus. *Journ. Environ. Qual.* 29 s. 151–158.
- WACHINGER G., BROENMEIER K., STAUDENBAUER W.L., SCHREMPF H., 1989. Identification of mycelium-associated cellulase from *Streptomyces reticuli*. *Appl. Environ. Microbiol.* 55 s. 2653–2657.
- WALBRIDGE M.R., 1993. Functions and values of forested wetlands in the Southern United States. *Journ. of Forestry* 91 s. 15–19.
- WIRTH S., ULRICH A., 2002. Cellulose-degrading potentials and phylogenetic classification of carboxymethyl-cellulose decomposing bacteria isolated from soil. *System. Appl. Microbiol.* 25 s. 584–591.
- WOHL D.L., MCARTHUR J.V., 1988. Actinomycete-flora associated with submersed freshwater macrophytes. *FEMS Microbiology Ecology* 26 s. 135–140.

Stanisław NIEWOLAK, Renata BRZozowska, Karolina CZECHOWSKA,  
Zofia FILIPKOWSKA, Ewa KORZENIEWSKA

**SEASONAL CHANGES  
IN THE NUMBERS OF ACTINOMYCETES, FILAMENTOUS FUNGI AND YEASTS  
IN WATER, SOIL AND PLANTS OF WETLANDS NEAR OLSZTYN**

*Key words: Actinomycetes, filamentous fungi, plants, soil, water, wetlands, yeasts*

**S u m m a r y**

The paper presents result of a study on the seasonal distribution of actinomycetes, filamentous fungi and yeasts in water, soil and on surface of immersed and aerial leaves of the sedge (*Carex acutiformis* Ehrb.) and on dead and live roots. The study was carried out in one of the largest wetlands near Olsztyn (in Masurian Lakeland) in 1993 and 1994. In all samples of water, soil and particular parts of sedge, actinomycetes were the least frequent, filamentous fungi occurred in 10-fold greater numbers whereas yeasts occurred in 100-fold greater numbers. "Pink yeasts" were rare and occurred usually only in 1993. They were absent on aerial leaves of sedges. The differences in the numbers of studied taxonomic groups of these microorganisms between particular sites in water, soil and sedge were small. Seasonal changes in their numbers were characterised by maximum values found most often in spring and/or in summer, rarely in autumn, and only exceptionally in winter (in December 1993 and in March 1994).

---

**Recenzenci:**

*prof. dr hab. Wiesław Barabasz*

*prof. dr hab. Stefan Russel*

Praca wpłynęła do Redakcji 10.04.2007 r.