

Phytopathogenic microorganisms colonizing the common reed [*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.]

Mikroorganizmy fitopatogeniczne zasiedlające trzcinę pospolitą [*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.]

Kinga Mazurkiewicz-Zapałowicz, Dorota Ładczuk, Maria Wolska

Summary

The paper deals with the result of research on microorganisms colonizing leaves, stalks and leaf sheaths of the common reed (*Phragmites australis*). The studies were carried in 2010–2011. In each vegetation season the samples of morbid common reed were taken from the littoral zone around Płociowe Lake and Zdroje Lake in Drawa National Park (threefold from June till October). It was stated that the heterogeneity of phytopathogen and saprotrophic fungi and fungus-like organisms (FLO) amounted to 38 taxa. The symptoms of chlorosis and necrosis on the reed were non-specific (length from 1 to 300 mm and width from 1 to 35 mm) and connected with the occurrence of different etiological factors, individually and in complexes: *Stagonospora*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Deighthoniella arundinacea*, *Scirrhia rimosa*. Among the isolated species, the most frequent were: *Alternaria alternata*, *Cephalosporium* sp., *Chaetomium globosum*, *Deighthoniella arundinacea*, *Fusarium semitectum*, *Hymenopsis trochiloides* and *Phoma arundinacea*. They were found on the reed from both lakes, in each year of research. The similarity species coefficient of micobiota for the reed of both lakes was 45.62%.

Key words: *Phragmites australis*, phytopathogenic and saprotrophic micobiota

Streszczenie

W latach 2010–2011 przeprowadzono badania mikroorganizmów zasiedlających liście, źdźbła oraz pochwy liściowe trzcinę pospolitej (*Phragmites australis*). W każdym sezonie wegetacyjnym w strefie litoralu wokół dwóch jezior: Płociowe i Zdroje w Drawieńskim Parku Narodowym, pobierano trzcinę ze zmianami chorobowymi (3-krotnie od czerwca do października). Stwierdzona różnorodność fitopatogenicznych i saprotroficznych grzybów i organizmów grzybopodobnych (OGP) to 38 taksonów. Wykazano, że plamy chlorotyczne i nekrotyczne na trzcinie są objawami niespecyficznymi (o długości: 1 do 300 mm i szerokości: 1 do 35 mm), związanymi z występowaniem różnych czynników etiologicznych, pojedynczo lub w kompleksach: *Stagonospora*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Deighthoniella arundinacea*, *Scirrhia rimosa*. Spośród wyizolowanych gatunków, najwyższą frekwencją wyróżniały się: *Alternaria alternata*, *Cephalosporium* sp., *Chaetomium globosum*, *Deighthoniella arundinacea*, *Fusarium semitectum*, *Hymenopsis trochiloides* oraz *Phoma arundinacea*, które stwierdzano na trzcinie z obu jezior, w każdym roku badań. Współczynnik podobieństwa gatunkowego mikrobiota dla trzcinę obu jezior wynosi 45,62%.

Słowa kluczowe: trzcina pospolita, fitopatogeniczne i saprotroficzne mikrobiota

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Katedra Hydrobiologii, Ichtiologii i Biotechnologii Rozrodu
Kazimierza Królewicza 4, 71-550 Szczecin
kmazurkiewicz@zut.edu.pl

Wstęp / Introduction

Trzcina pospolita (*Phragmites australis*) to gatunek kosmopolityczny, który tworzy zbiorowiska szuwarów właściwych w fitocenozach zespołu *Phragmitetum australis* (Matuszkiewicz 2002). Najlepsze warunki dla ich rozwoju występują na żyznym podłożu wokół jezior eutroficznych. Jednak, ze względu na dużą plastyczność ekologiczną, trzcina występuje także, choć rzadziej, na siedliskach ubogich. Zwarte fitocenozy trzciny pospolitej prowadzą z jednej strony do zarastania zbiorników wodnych i ich lądowacenia, z drugiej strony sieć rozłogów trzciny może być praktycznie wykorzystana w naturalnym wzmacnianiu brzegów. Podziemny system rozłogów może pełnić również rolę filtratora, co znajduje zastosowanie w oczyszczalniach hydrofitowych. W ostatnich latach, trzcina staje się także atrakcyjnym, bardzo modnym surowcem w ekologicznym i rekreacyjnym budownictwie mieszkaniowym, gdzie służy do wytwarzania strzech. Wzrastające znaczenie gospodarcze tego gatunku stawia coraz wyższe wymagania jakościowe dla pozyskiwanego z niej surowca. Jakość ta w istotnym stopniu zależy od stanu zdrowotnego rośliny, warunkowanego występowaniem szkodników między innymi pluskwiaków równoskrzydłych (mszyca sliwowo-trzcinowa), muchówek (pryszczarkowate z rodzaju *Dasyneura*) oraz przylżeńców (wciornastek zbożowy). Kolejnym owadem, który jest przyczyną dyskwalifikacji pozyskiwanej trzciny jest tłuszczoszek trzcinowy (Sądej i Rozmysłowicz 2002) powodujący łamliwość i kruchość źdźbeł. Za pogorszenie jakości trzciny odpowiadają również mikroorganizmy fitopatogeniczne, których występowanie i znaczenie jest najmniej poznane. Był to powód, dla którego podjęto badania nad różnorodnością grzybów fitopatogenicznych i saprotroficznych występujących na trzcinie w okresie wegetacji oraz określono potencjalne zagrożenie jakie stwarzają użytkownikom.

Materiały i metody / Materials and methods

Materiał badawczy stanowiły liście, źdźbła oraz pochwy liściowe trzciny pospolitej (*P. australis*) tworzącej strefę litoralu wokół dwóch jezior: Płociowe i Zdroje w Drawieńskim Parku Narodowym. Na każdym z jezior wyznaczono 5 punktów badawczych z trzciną, współtworzącą zespół *Phragmitetum australis* o powierzchni około 25 m². Rośliny wykazujące zmiany chorobowe (chlorozy i nekrozy), pobierano 3-krotnie (od czerwca do października), w każdym sezonie wegetacyjnym, w latach 2010–2011.

W badaniach laboratoryjnych materiał badawczy do izolacji grzybów mikroskopowych przygotowano zgodnie z metodami Király i wsp. (1977). Hodowle szczepów prowadzono na szalkach Petriego z podłożami agarowymi: Potato Dextrose Agar (PDA), Czapek-Dox Agar (CDA) oraz Sabouraud Dextrose Agar (SDA), w celu otrzymania kultur jednozarodnikowych, na podstawie których oznaczano wyizolowane szczepy z wykorzystaniem standardowych kluczy.

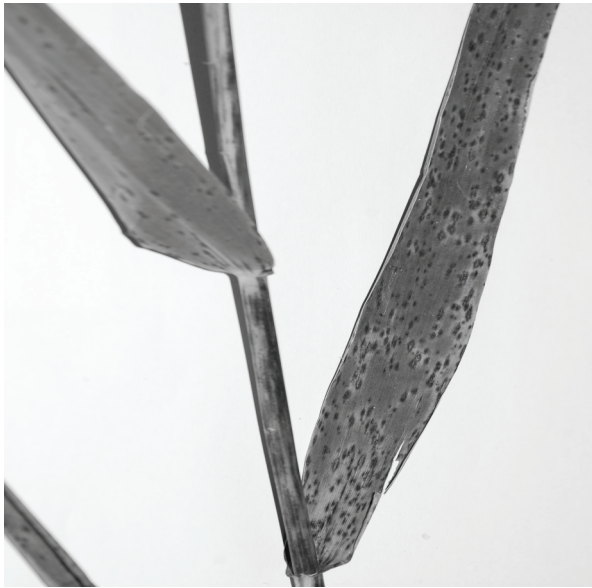
Obliczono frekwencję występowania każdego z oznaczonych taksonów, a także współczynnik podobieństwa gatunkowego Jaccarda-Sørensen (Krebs 1997), mikroskopowych mikrobiota tworzących fyllosferę trzciny obu jezior.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

W dwuletnich badaniach mikroorganizmów towarzyszących wegetacji trzciny pospolitej wokół jezior Płociowe i Zdroje, wyizolowano blisko 300 szczepów grzybów należących do 24 rodzajów i 37 gatunków oraz 1 gatunek organizmu grzybopodobnego (OGP) – *Pythium* sp. (tab. 1). Różnorodność gatunkowa mikroskopowych mikrobiota na trzcinie wokół jeziora Zdroje była większa aniżeli wokół jeziora Płociowe, i wynosiła odpowiednio 33 i 24 taksony. Spośród wyizolowanych gatunków, najwyższą frekwencją (100%) wyróżniały się: *Alternaria alternata*, *Cephalosporium* sp., *Chaetomium globosum*, *Deighthoniella arundinacea*, *Fusarium semitectum*, *Hymenopsis trochiloides* oraz *Phoma arundinacea*, które stwierdzano na trzcinie z obu jezior, w każdym roku badań (tab. 1). Wszystkie wymienione gatunki występowały zawsze na liściach, a niekiedy także na źdźbłach i pochwach liściowych. Wykazana w badaniach różnorodność mikologiczna fitopatogenów i saprotrofów występujących na *P. australis* wokół jezior Płociowe i Zdroje, jest jednak mniejsza w porównaniu z danymi uzyskanymi w latach 2005–2006, również w Drawieńskim Parku Narodowym, wokół jezior Marta (61 taksonów) i Sitno (38 taksonów) (Mazurkiewicz-Zapałowicz 2010). Fakt ten potwierdza lokalny wymiar badań bioróżnorodności, których wyniki warunkowane są kompleksem czynników abiotycznych. Stąd też współczynnik podobieństwa gatunkowego mikroorganizmów związanych z fyllosferą trzciny jezior Płociowe i Zdroje wynosi tylko 45,62%. Wyniki te sugerują, że mniej niż połowa gatunków mikrobiota stwierdzonych na trzcinie, wokół porównywanych jezior, ma powinowactwo do rośliny żywicielskiej, a większą jej część kształtują czynniki środowiskowe.

Przeprowadzone badania wykazały również, że podobnie wyglądające plamistości liści, źdźbeł i pochew liściowych *P. australis*, wywołane są przez różne czynniki etiologiczne, co potwierdza niespecyficzność tych symptomów (rys. 1, 2). Z plamistości tych izolowano większość z wymienionych w tabeli 1. gatunków (rys. 3–8), z których na podstawie dotychczasowej wiedzy za pierwotnych sprawców zmian chorobowych można uznać: *Deighthoniella arundinacea* (rys. 3), *Fusarium* spp., *Helminthosporium* sp. (rys. 5), *Leptosphaeria* spp., *Phoma* spp., *Pseudocercospora* sp., *Septoriella phragmitis* (rys. 4), *Scirrhia rimosa* oraz *Stagonospora* spp. (rys. 6–8). Część fitopatogenów wywołuje zmiany chorobowe zarówno na liściach, jak i źdźbłach trzciny. Dotyczy to następujących gatunków grzybów: *D. arundinacea*, *Fusarium semitectum*, *F. sporotrichioides*, *Helminthosporium* sp., *Stagonospora elegans* i *S. vitensis*. Natomiast *Colletotrichum graminicola*, *F. avenaceum*, *F. sacchari*, *F. equiseti*, *Gibberella zeae*, *Leptosphaeria eustoma*, *Myrothecium roridum*, *Phoma arundinacea*, *P. herbarum*, *Py-*

thium sp., *Scirrhia rimosa* i *Stagonospora cylindrica* izolowano wyłącznie z plamistości blaszek liściowych (tab. 1). Zaledwie dwa gatunki: *F. sambucinum* i *Leptosphaeria arundinacea* związane były wyłącznie z plamistościami pochew liściowych. Wielkość plamistości porażonych części roślin wahała się od 1 do 300 mm długości oraz od 1 do 30 mm szerokości. Z drobnych plamistości liści trzciny (1–3 mm średnicy), w różnych punktach w Drawieńskim Parku Narodowym coraz częściej izolowane są gatunki rodzaju *Stagonospora* (rys. 6–8).



Rys. 1. Liście, źdźbła i pochwy liściowe *P. australis* z drobnymi chlorotyczno-nekrotycznymi plamistościami

Fig. 1. Leaves, stalks and leaf sheaths of the *P. australis* with little chlorotic-necrotic symptoms



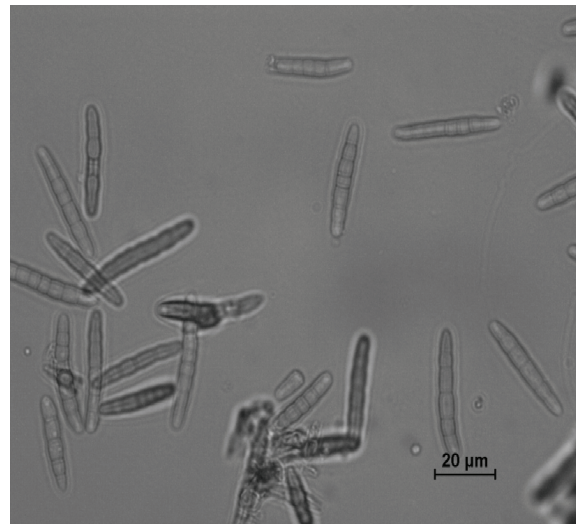
Rys. 2. Liście i pochwy liściowe *P. australis* z rozległymi chlorotyczno-nekrotycznymi plamistościami

Fig. 2. Leaves and leaf sheaths of the *P. australis* with extensive chlorotic-necrotic symptoms



Rys. 3. Zarodniki konidialne *D. arundinacea*

Fig. 3. Conidia spore of *D. arundinacea*



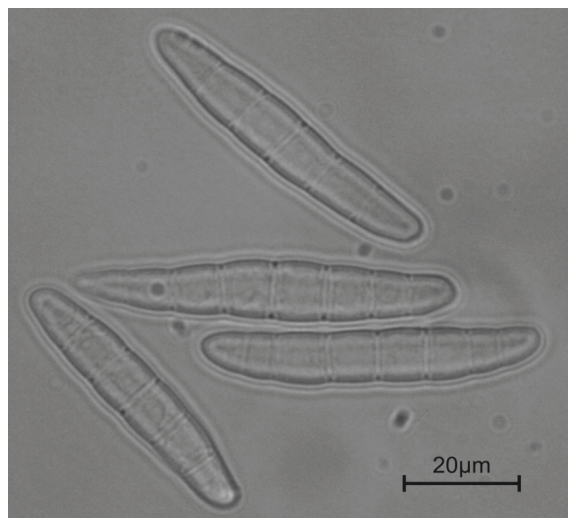
Rys. 4. Zarodniki konidialne *S. phragmitis*

Fig. 4. Conidia spore of *S. phragmitis*

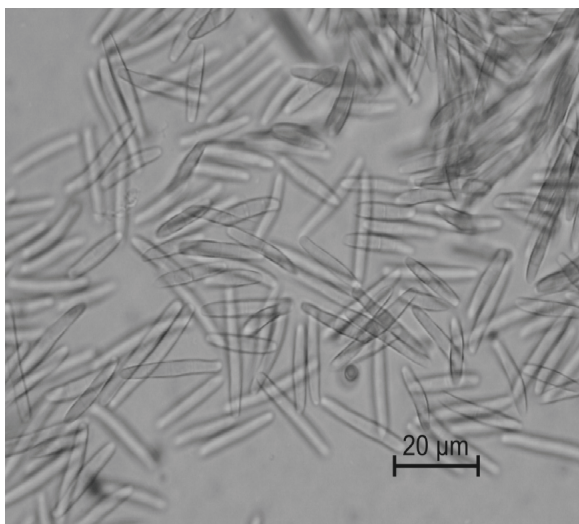


Rys. 5. Zarodnik konidialny *Helminthosporium* sp.

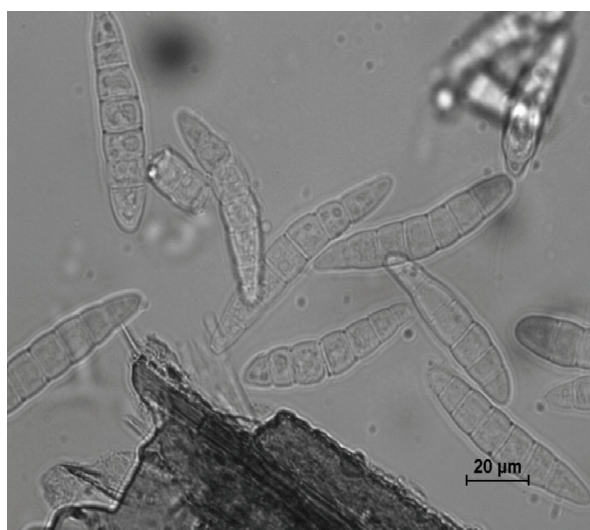
Fig. 5. Conidia spore of *Helminthosporium* sp.



Rys. 6. Zarodniki konidialne *S. elegans*
Fig. 6. Conidia spore of *S. elegans*



Rys. 7. Zarodniki konidialne *S. vitensis*
Fig. 7. Conidia spore of *S. vitensis*



Rys. 8. Zarodniki konidialne *S. gigaspora*
Fig. 8. Conidia spore of *S. gigaspora*

Wydaje się, że są to patogeny polifagiczne, ponieważ stwierdzano je również na innych gatunkach roślin szuwarowych (Mazurkiewicz-Zapałowicz i wsp. 2010). Szczepy *Stagonospora* spp. mogą powodować także, powszechnie występujące bezobjawowe porażenie trzciny, czego dowodzą badania Ernsta i wsp. (2003). Natomiast rozległe, często wielobarwne, plamistości liści i pochw liściowych trzciny, związane są najczęściej z porażeniem przez *Helminthosporium* spp. lub *Leptosphaeria* spp.

W kontekście ostatnich informacji o rozprzestrzenianiu się i dużej wirulencji *Pythium phragmitis* oraz *P. litorale* w rejonie jeziora Bodeńskiego (Nechwatal i wsp. 2005, 2006, 2008), istotnym wydaje się stwierdzenie obecności *Pythium* sp. na liściach trzciny wokół jeziora Zdroje. Patogeny z rodzaju *Pythium* mogą powodować totalne obumieranie liści trzciny w ciągu kilku tygodni. Ich rozprzestrzenianiu sprzyja podwyższona temperatura wody (około 25°C), co przypuszczalnie, w warunkach polskich może być czynnikiem ograniczającym występowanie tego patogena. Jednak organizmy grzybopodobne (OGP) z rodzaju *Pythium* wykazują coraz większy wpływ na zdrowotność *P. australis* w różnych miejscach jej wegetacji, o czym świadczy obecność *P. grandisporangium* na trzcinie rosnącej na zasolonych mokradłach Japonii (Kurokawa i Tojo 2010). Patogeny z rodzaju *Pythium* były też izolowane z trzciny we wcześniejszych badaniach własnych (Mazurkiewicz-Zapałowicz 2010; Mazurkiewicz-Zapałowicz i wsp. 2010), nigdy jednak nie powodowały epifitozy. W zmieniających się warunkach klimatycznych to właśnie szczepy *Pythium* wydają się znajdować optimum do swojego rozwoju. Jednocześnie obserwuje się malejące znaczenie dotychczas ważnych czynników chorobotwórczych. Do takich sugestii upoważniają wyniki obserwacji zdrowotności trzciny w różnych częściach Pomorza Zachodniego, które wskazują na coraz radsze występowanie różnych gatunków rodzaju *Puccinia*, wywołujących rdze trzciny. Należały do nich: *P. magnusiana* w Drawieńskim Parku Narodowym wokół jezior Marta i Sitno (Mazurkiewicz-Zapałowicz 2010) oraz na Pomorzu Zachodnim wokół jeziora Glinno (Mazurkiewicz-Zapałowicz i wsp. 2005), *P. phragmitis* i *P. coronata* w Słowińskim Parku Narodowym (Adamska i wsp. 1999; Adamska i Błaskowski 2000) oraz w Drawieńskim Parku Narodowym (Mazurkiewicz-Zapałowicz 2010). Natomiast badania ostatnich 2 lat wokół jezior Zdroje i Płociowe nie potwierdziły występowania żadnego gatunku rodzaju *Puccinia* na trzcinie. W innych rejonach świata, np. w Arabii Saudyjskiej, grzyby rdzawnikowe (*Puccinia isiacae*) występują ciągle, często determinując zdrowotność trzciny (Baka 2004).

Poza wymienionymi, potencjalnymi patogenami trzciny, należy podkreślić znaczenie powszechnego występowania na tej roślinie licznych szczepów *Alternaria* spp. i *Cladosporium* spp. (Wirsal i wsp. 2002), co potwierdzone zostało w omawianych badaniach własnych. Fakt ten, ze względu na alergogenne oddziaływanie wymienionych grzybów, przy jednoczesnym, coraz powszechniejszym wykorzystaniu trzciny w budownictwie ekologicznym, potwierdza zasadność kontynuacji i poszerzenia prowadzonych badań o aspekt prozdrowotny. Współpraca podjęta

Tabela 1. Różnorodność grzybów mikroskopowych na *P. australis* w litoralu jezior Płociowe i Zdroje (Drawieński Park Narodowy) w latach 2010–2011; występowanie na: liściach (L), pochwach liściowych (Pl) i źdźbłach (Ż)

Table 1. Diversity of microscopic fungi on *P. australis* in litoral associations of Lake Płociowe and Lake Zdroje (Drawa National Park) in 2010–2011; occurrence on: leaves (L), leaf sheaths (Pl) and stalks (Ż)

Lp. No.	Gatunek grzyba Fungus species	Jezioro Zdroje Zdroje lake		Jezioro Płociowe Płociowe lake		Frekwencja Frequency (F) [%]
		2010 rok 2010 year	2011 rok 2011 year	2010 rok 2010 year	2011 rok 2011 year	
1.	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	L; Pl	L; Ż; Pl	L; Ż; Pl	L	100
2.	<i>A. tenuissima</i> (Kunze) Wiltshire	–	L	L	L	75
3.	<i>Arthrrium phaeospermum</i> (Corda) M.B. Ellis	L	L; Ż	L; Pl	–	75
4.	<i>Camarosporium feurichii</i> Henn.	L	–	–	–	25
5.	<i>Cephalosporium</i> sp.	L	L; Ż	L	L	100
6.	<i>Chaetomium globosum</i> Kunze	Pl	L	L	L	100
7.	<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) G.A. de Vries	L	L	–	–	50
8.	<i>C. herbarum</i> (Pers.) Link	–	L	L	L; Pl	75
9.	<i>Colletotrichum graminicola</i> (Ces.) G.W. Wilson	L	–	L	–	50
10.	<i>Deightonella arundinacea</i> (Corda) S. Hughes	L	L; Ż	L	L	100
11.	<i>Epicoccum nigrum</i> Link	–	L	L	–	50
12.	<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc.	–	L	–	–	25
13.	<i>F. culmorum</i> (W.G. Sm.) Sacc.	–	–	L	–	25
14.	<i>F. sacchari</i> (E.J. Butler & Hafiz Khan) W. Gams	–	L	–	–	25
15.	<i>F. equiseti</i> (Corda) Sacc.	–	L	–	–	25
16.	<i>F. sambucinum</i> Fuckel	–	Pl	–	–	25
17.	<i>F. semitectum</i> Berk. & Ravenel	L; Pl	L; Ż; Pl	L	L; Pl	100
18.	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	–	L; Ż	–	–	25
19.	<i>Gibberella zeae</i> (Schwein.) Petch	L	–	L	–	50
20.	<i>Helminthosporium</i> sp.	–	L; Ż	L; Ż; Pl	–	50
21.	<i>Hendersonia culmiseda</i> Sacc.	L	L	L	–	75
22.	<i>Humicola grisea</i> Traaen	–	L	–	–	25
23.	<i>Hymenopsis trochiloides</i> (Sacc.) Sacc.	L	L; Ż	L	L	100
24.	<i>Leptosphaeria arundinacea</i> (Sowerby) Sacc.	–	–	–	Pl	25
25.	<i>L. eustoma</i> (Fr.) Sacc.	–	–	L	–	25
26.	<i>Myrothecium roridum</i> Tode	–	L	–	–	25
27.	<i>Phoma arundinacea</i> (Berk.) Sacc.	L	L	L	L	100
28.	<i>P. herbarum</i> Cooke	–	L	–	–	25
29.	<i>Pythium</i> sp.	–	L	–	–	25
30.	<i>Pseudocercospora</i> sp.	–	L; Pl	–	L	50
31.	<i>Rotula graminis</i> (Desm.) Crane & Schokn.	–	–	L	–	25
32.	<i>Septoriella phragmitis</i> Oudem.	L; Pl	L; Pl	L; Pl	–	75
33.	<i>Scirrhia rimosa</i> (Alb. & Schwein.) Fuckel	–	–	–	L	25
34.	<i>Stagonospora cylindrica</i> Gunnell	L	L	–	–	50
35.	<i>S. elegans</i> (Berk.) Sacc. & Traverso	L; Pl	L; Ż	L	–	75
36.	<i>S. gigaspora</i> (Niessl) Sacc.	L	L	L; Pl	–	75
37.	<i>S. vitensis</i> Unamuno	–	L; Ż	–	–	25
38.	<i>Volutella</i> sp.	–	L	–	–	25
Razem – Total		17	30	21	12	
Ogółem – All		33		24		

z firmą wytwarzającą strzechy trzcinowe, skoncentrowana zostanie na ocenie stopnia skażenia surowca roślinnego przez grzyby alergogenne oraz ich ograniczeniu w celu zwiększenia bezpieczeństwa użytkowników.

Wnioski / Conclusion

1. W czasie wegetacji trzciny jej zdrowotność, w strefie litoralnej jezior Płociowe i Zdroje, determinuje ogółem 38 taksonów mikrobiota, odpowiednio 24 i 33 taksony.
2. Plamistości liści trzciny są objawami niespecyficznymi (o długości od 1 mm do 300 mm oraz szerokości 1 mm do 35 mm), związanymi z występowaniem różnych czynników etiologicznych, pojedynczo lub w kompleksach. Najważniejszymi, pierwotnymi patogenami są: *D. arundinacea*, *Fusarium* spp., *Helminthosporium*

spp., *Leptosphaeria*, *Stagonospora* spp., *Scirrhia rimosa* oraz *Pythium* sp.

3. Gatunkami grzybów najczęściej izolowanymi z liści trzciny są: *A. alternata*, *Cephalosporium* sp., *Ch. globosum*, *D. arundinacea*, *F. semitectum*, *H. trochiloides* oraz *P. arundinacea*. Pierwszy z wymienionych gatunków fylosfery jest potencjalnie silnym alergenem.
4. Na badanym obszarze dotychczas nie stwierdzono występowania patogenicznych dla trzciny gatunków wywołujących rdzę: *P. phragmitis*, *P. magnusiana* i *P. coronata*.

Autorki dziękują Dyrekcji i Pracownikom Drawieńskiego Parku Narodowego za umożliwienie prowadzenia badań na tak ciekawym terenie.

Literatura / References

- Adamska I., Błaszczowski J. 2000. Microscopic fungus-like organisms and fungi of the Słowiński National Park. *Acta Mycol.* 35 (2): 243–259.
- Adamska I., Madej T., Czerniawska B., Błaszczowski J. 1999. Parasitic and saprotrophic fungi from the Słowiński National Park. *Acta Mycol.* 34 (1): 97–103.
- Baka Z.A.M. 2004. Occurrence of *Puccinia isiacae* on *Phragmites australis* in Saudi Arabia and its possibility as a biological control agent. *Microbiol. Res.* 159: 175–179.
- Ernst M., Mendgen K.W., Wiersel S.G.R. 2003. Endophytic fungal mutualists: seed-borne *Stagonospora* spp. enhance reed biomass production in axenic microcosms. *Mol. Plant Microbe Interact.* 16 (7): 580–587.
- Király Z., Klement Z., Solymosy F., Vörös J. 1977. Fitopatologia. Wybór Metod Badawczych. PWRiL, Warszawa, 457 ss.
- Kurokawa K., Tojo M. 2010. First record of *Pythium grandisporangium* in Japan. *Mycoscience* 51: 321–324.
- Krebs C.J. 1997. Ekologia. Eksperymentalna Analiza Rozmieszczenia i Liczebności. PWN, Warszawa, 680 ss.
- Matuszkiewicz W. 2002. Przewodnik do Oznaczania Zbiorowisk Roślinnych Polski. PWN, Warszawa, 537 ss.
- Mazurkiewicz-Zapałowicz K., Janowicz K., Wolska M., Słodownik A. 2005. Bioróżnorodność gatunkowa grzybów mikroskopowych trzciny pospolitej (*Phragmites australis* Cav. Trin. ex Steud.) w zbiorowiskach szuwarowych jeziora Glinno. *Acta Agrobot.* 58 (2): 359–368.
- Mazurkiewicz-Zapałowicz K. 2010. Microscopic fungi of *Phragmites australis* in the littoral of two lakes in Drawa National Park (NW Poland). *Pol. Bot. J.* 55 (2): 381–389.
- Mazurkiewicz-Zapałowicz K., Ładczuk D., Silicki A. 2010. Mikroskopowe mikrobiota w zbiorowiskach szuwarowych jeziora Sitno. s. 83–98. W: „Dynamika Procesów Przyrodniczych w Zlewni Drawy i Drawieńskim Parku Narodowym” (A. Grześkowiak, B. Nowak, red.). IMGW–PIB Oddział w Poznaniu, 203 ss.
- Nechwatal J., Wielgoss A., Mendgen K. 2005. *Pythium phragmitis* sp. nov., a new species close to *P. arrhenomanes* as a pathogen of common reed (*Phragmites australis*). *Mycol. Res.* 109 (12): 1337–1346.
- Nechwatal J., Mendgen K. 2006. *Pythium litorale* sp. nov., a new species from the littoral of Lake Constance, Germany. *Federation of European Microbiological Societies Microbiol. Lett.* 255: 96–101.
- Nechwatal J., Wielgoss A., Mendgen K. 2008. Flooding events and rising water temperatures increase the significance of the reed pathogen *Pythium phragmitis* as a contributing factor in the decline of *Phragmites australis*. *Hydrobiologia* 613: 109–115.
- Sądej W., Rozmysłowicz R. 2002. Ważne gospodarczo szkodniki trzciny pospolitej *Phragmites australis* Cav. Trin. ex Steud. Zalewu Wiślanego. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 42 (2): 689–691.
- Wiersel S.G.R., Runge-Froböse C., Ahrén D.G., Kemen E., Oliver R.P., Mendgen K.W. 2002. Four or more species of *Cladosporium* sympatrically colonize *Phragmites australis*. *Fungal Genet. Biol.* 35: 99–113.