Fragm. Florist. Geobot. Polon. 20(2): 371–381, 2013

Grzyby wielkoowocnikowe Ogrodu Botanicznego Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy: wstępne wyniki badań

Natalia Głowska, Anna Frymark-Szymkowiak i Barbara Wilbrandt

Głowska, N., Frymark-Szymkowiak, A. and Wilbrandt, B. 2013. Macrofungi of the Botanical Garden of the Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz: preliminary studies. *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica* 20(2): 371–381, 2013. Kraków. PL ISSN 1640-629X.

Abstract: This paper presents species composition, distribution and the conservation status of macromycetes in botanical garden located in the center of Bydgoszcz, a big city in Poland. Epigeous fruitbodies of macrofungi were surveyed in three growing seasons (2008, 2010 and 2011). A total of 51 species of macrofungi were identified, including 5 species belonging to the Ascomycota and 46 species to the Basidiomycota. Among the fungal species 35 were recognized as saprotrophs, 11 species were ectomycorrhizal and 5 species were parasitic fungi. Rare, threatened and protected by law species were indicated.

Key words: macromycetes, botanical garden, species richness, ecological groups, protected species, urban area

N. Głowska, A. Frymark-Szymkowiak, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Instytut Biologii Środowiska, Katedra Mikologii i Mikoryzy, Al. Ossolińskich 12, 85-093 Bydgoszcz, Polska; e-mail: n.glowska@ukw.edu.pl, afrymark@ukw.edu.pl
B. Wilbrandt, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Instytut Biologii Środowiska, Zakład Botaniki, ul. Chodkiewicza 30, 85-064 Bydgoszcz, Polska; e-mail: ogrodb@ukw.edu.pl

Wstęp

Poznanie bioróżnorodności grzybów w różnych ekosystemach, preferencji środowiskowych poszczególnych gatunków i ich związków z fitocenozami jest ważne dla zrozumienia relacji pomiędzy roślinami i grzybami oraz dla ochrony rzadkich i zagrożonych gatunków (Ławrynowicz i in. 2004; Bujakiewicz 2008; Ławrynowicz & Mułenko 2008). W Polsce zarejestrowano około 4000 gatunków grzybów wielkoowocnikowych (Wojewoda & Ławrynowicz 2006). Większość badań mykosocjologicznych prowadzono w naturalnych środowiskach, głównie w ekosystemach leśnych i łąkowych, a w mniejszym stopniu w środowiskach ruderalnych i zurbanizowanych (Ławrynowicz i in. 2004). Specyficzne czynniki środowiska miejskiego związane z działalnością człowieka, takie jak eutrofizacja gleby i jej skażenie substancjami toksycznymi, redukcja ściółki, ocieplenie klimatu, wypieranie rodzimych gatunków roślin przez gatunki introdukowane i inwazyjne oraz zmiana składu fauny, mogą mieć niekorzystny wpływ na zbiorowiska grzybów w ekosystemach miejskich (Newbound i in. 2010). Niewiele danych pochodzi z terenu ogrodów botanicznych, czy parków

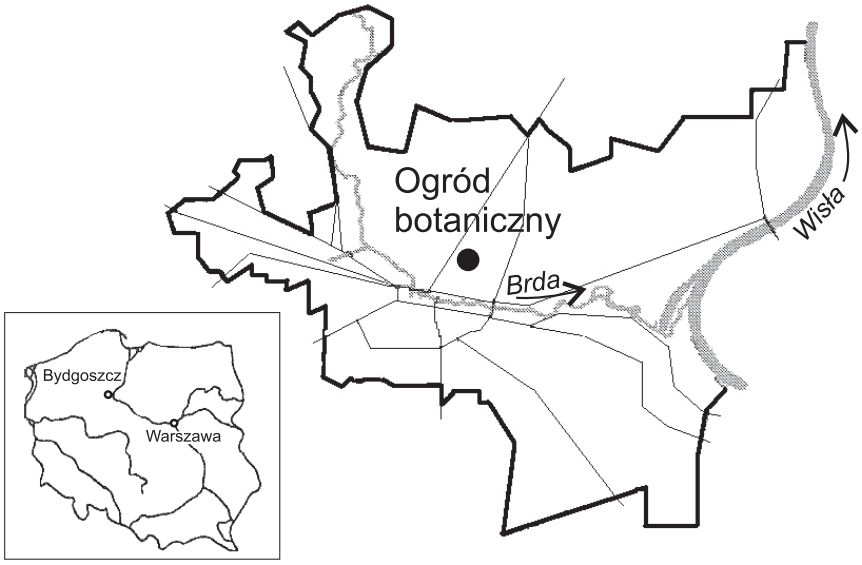
miejskich (Ławrynowicz 1982, 1990; Adamczyk & Ławrynowicz 1991; Ławrynowicz i in. 2004). Inwentaryzację grzybów wielkoowocnikowych przeprowadzono w ogrodach botanicznych i arboretach, m.in. w Krakowie (Wojewoda 1996), Łodzi (Kowalczyk 1987, za: Ławrynowicz i in. 2004), Poznaniu (Lisiewska & Mikołajczak 1998) Warszawie (Szober 1965; Szczepkowski 2007) i Bolestraszycach (Wojewoda 2002). Funkcją ogrodów botanicznych, które na niewielkich powierzchniach posiadają bogate kolekcje roślin, w tym drzew i krzewów rodzimych i obcego pochodzenia, jest nie tylko prezentacja różnorodności roślin, ale także ochrona ginących i zagrożonych gatunków (Werblan-Jakubiec & Zych 2007). Zróżnicowane kolekcje ogrodów botanicznych odgrywają istotną rolę w ochronie różnorodności gatunkowej grzybów wielkoowocnikowych, związanych z roślinami jako symbionty ektomykoryzowe, patogeny lub saprobionty, rozkładające martwe szczątki roślinne.

Mykobiota Bydgoszczy nie była dotychczas badana. W literaturze pojawiły się jedynie dane Frymark-Szymkowiak (2012) dotyczące sporadycznych obserwacji wykonanych na terenie miasta. Obecna praca przedstawia wyniki pierwszych regularnych badań grzybów wielkoowocnikowych w Ogrodzie Botanicznym Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, który usytuowany jest w centrum miasta. Ogród jest ważnym obiektem dydaktycznym, a także miejscem rekreacji studentów UKW i mieszkańców Bydgoszczy.

Celem badań było poznanie zróżnicowania gatunkowego grzybów wielkoowocnikowych, określenie ich funkcji ekologicznej w środowisku miejskim oraz statusu zagrożenia poszczególnych gatunków grzybów. Autorki tej pracy zachęcone dotychczasowymi wynikami planują kontynuację badań w kolejnych latach.

Teren badań

Ogród Botaniczny Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego (UKW) (18°01′E, 53°08′N, 46,2–52,4 m n.p.m.) jest zlokalizowany w centrum Bydgoszczy, miasta liczącego 358000 mieszkańców, położonego w północnej Polsce, nad rzeką Brdą (Ryc. 1). Ogród zajmuje 2,33 ha w bezpośrednim sąsiedztwie głównego kompleksu zabudowań UKW, pomiędzy ruchliwymi ulicami Chodkiewicza, Niemcewicza, Placem Weyssenhoffa i Aleją Powstańców Wielkopolskich. Obiekt ten powstał w 1930 r. jako Szkolny Ogród Botaniczny. Podczas II wojny światowej został częściowo zniszczony. Od 1946 r. funkcjonował jako: Miejski Ogród Botaniczny (1946–1951), Ogród Botaniczny Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin (1951–1977) i miejski park publiczny (1977–1999) (Kaja 1998; Ratyńska & Wilbrandt 2003; Wilbrandt 2005). Teren Ogrodu został przekazany Uniwersytetowi Kazimierza Wielkiego (wówczas Wyższej Szkole Pedagogicznej) w 1999 r. Od 2006 r. Ogród Botaniczny UKW prowadzi działalność zgodnie z ustawą o ochronie przyrody (Dz. U. z 2004r. Nr 92, poz. 880). Przedstawiciel Ogrodu należy do Rady Ogrodów Botanicznych i Arboretów w Polsce. Zadaniem Ogrodu jest gromadzenie, uprawa i eksponowanie gatunków drzew i krzewów, obcego i krajowego pochodzenia, wybranych gatunków roślin zielnych i fitocenoz dla potrzeb nauki i dydaktyki oraz szeroko pojętej popularyzacji i edukacji (Wilbrandt 2012). W Ogrodzie rośnie ok. 660 gatunków i odmian drzew i krzewów.



Ryc. 1. Lokalizacja Ogrodu Botanicznego Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w granicach miasta Bydgoszcz (http://www.biologia.ukw.edu.pl/zaklady/ogrod/index.htm, zmodyfikowane)

Fig. 1. The location of Bydgoszcz at the map of Poland and the location of The Botanical Garden of The Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz. The arrow indicates the Botanical Garden in the city center (http://www.biologia.ukw.edu.pl/zaklady/ogrod/index.htm, modified)

Liczne z nich tworzą obligatoryjnie symbiozę ektomykoryzową (rodzaje: *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Larix*, *Pseudotsuga*, *Betula*, *Fagus*, *Quercus*, *Corylus*) lub fakultatywnie ektomykoryzę lub mykoryzę arbuskularną (rodzaje *Salix*, *Alnus*, *Populus*) (SMITH & READ 2008). Ogród Botaniczny jest ogólnie dostępny od maja do października.

Średnia roczna suma opadów w rejonie Bydgoszczy wynosi 512 mm, a średnia roczna temperatura, z okresu 40 lat, wynosi 8,4°C, z najniższą temperaturą –27°C i najwyższą +38°C (WILBRANDT 2005). Odczyn gleby na terenie Ogrodu zawiera się w zakresie $pH_{(H2O)}$ = 6,8 – 7,8. W próbach glebowych pobranych w Ogrodzie z poziomu 0–10 cm nie stwierdzono podwyższonych stężeń dostępnych form manganu, miedzi, kadmu i cynku, a stężenie ołowiu osiągające maksymalnie poziom 44,4 mg kg^{-1} suchej masy gleby w niektórych punktach Ogrodu przekraczało poziom uznany za normalny (20 mg kg^{-1} s.m) (KABATA-PENDIAS & PENDIAS 1993).

MATERIAŁ I METODY

Badania inwentaryzacyjne grzybów wielkoowocnikowych były prowadzone w czasie dwóch sezonów wegetacyjnych (2010 i 2011), regularnie raz w tygodniu, od marca do listopada, metodą marszrutową. Do niniejszego opracowania włączone zostały także wyniki inwentaryzacji owocników przeprowadzone w sezonie 2008 w ramach pracy magisterskiej (KULIG 2009). W sumie wykonano ponad 100 obserwacji grzybów o owocnikach większych niż 5 mm, rosnących na powierzchni gruntu, na ściółce, martwym drewnie i na żywych drzewach. Badania nie obejmowały grzybów podziemnych. Na podstawie cech makroskopowych

i mikroskopowych owocników oraz zarodników, grzyby były identyfikowane do rodzaju i gatunku przy użyciu kluczy i monografii (Domański i in. 1967; Wojewoda 1977; Lisiewska 1987; Rudnicka-Jezierska 1991; Skirgiełło 1998; Knudsen & Vesterholt 2008). Badania mikroskopowe prowadzono przy użyciu mikroskopu stereoskopowego STEMI 2000 Zeiss (pow. 0,6–50×) i mikroskopu świetlnego Zeiss Axiostar Plus (pow. 100–1000×). Podział systematyczny na *Ascomycota* i *Basidiomycota* odpowiada klasyfikacji Kirka i in. (2008). Nazewnictwo dla *Basidiomycota* przyjęto według Wojewody (2003), a dla *Ascomycota* za Chmiel (2006). Gatunki grzybów przyporządkowano do trzech grup ekologiczno-troficznych (saprotrofy, grzyby mykoryzowe, grzyby pasożytnicze) za Agererem (1987–2003), Rudawską (2000, 2006, 2007), Mleczko (2004) oraz Rinaldi i in. (2008). Lista gatunków prawnie chronionych jest zgodna z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 09.07.2004, Dz. U. Nr 168, 1765 o ochronie dziko występujących gatunków grzybów, a informacje o statusie zagrożenia gatunków – z „czerwoną listą" grzybów wielkooowocnikowych w Polsce (Wojewoda & Ławrynowicz 2006). Wysuszony materiał grzybowy został złożony w herbarium Katedry Mikologii i Mikoryzy Instytutu Biologii Środowiska Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy.

Wyniki

Obserwacje prowadzone w Ogrodzie Botanicznym w czasie trzech sezonów wegetacyjnych wykazały obecność 51 gatunków grzybów wielkoowocnikowych, w tym 5 gatunków zaliczanych do grzybów workowych (*Ascomycota*) i 46 gatunków należących do grzybów podstawkowych (*Basidiomycota*). Jeden z taksonów (*Armillaria* sp.) oznaczono jedynie do rodzaju. Dominowały grzyby saprotroficzne (35 gatunków), które stanowiły 69% wszystkich zarejestrowanych gatunków grzybów wielkoowocnikowych, 21% (11 gatunków) stanowiły ektomykoryzowe symbionty drzew, a grzyby pasożytnicze – 10% (5 gatunków). Sześć zidentyfikowanych gatunków podlega ścisłej ochronie prawnej: *Geastrum melanocephalum* (gwiazdosz czarnogłowy) – Ryc. 2B, *G. striatum* (gwiazdosz prążkowany) – Ryc. 2C, *Morchella conica* (smardz stożkowaty), *Morchella esculenta* (smardz jadalny) – Ryc. 2A, *Langermannia gigantea* (purchawica olbrzymia), *Phallus hadrianii* (sromotnik fiołkowy). Siedem gatunków znajduje się na „czerwonej liście", w tym status gatunków wymierających mają *Geastrum melanocephalum*, *G. striatum* i *Scleroderma bovista* (tęgoskór kurzawkowy), *Limacella guttata* (muchomornica kroplista) jest uznana za gatunek zagrożony wyginięciem, *Morchella conica* i *M. esculenta* są zaliczane do grzybów rzadkich, a *Mycena pelianthina* (grzybówka gołębia) ma status gatunku o nieokreślonym zagrożeniu (Wojewoda & Ławrynowicz 2006).

Poniżej przedstawiona została lista gatunków grzybów zarejestrowanych w Ogrodzie Botanicznym Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w sezonach 2008, 2010 i 2011. Dla każdego gatunku podane zostały następujące informacje: miejsce występowania owocników (t – na powierzchni gruntu, lg – na drewnie obumarłym lub żywym), termin obserwacji (miesiąc, rok; jeśli owocniki były obecne przez cały sezon, podawano jedynie rok), obfitość występowania owocników [+ nieliczne (1–5), ++ liczne (6–20), +++ obfite (>20)], przynależność do grupy troficznej (s – saprotrofy, m – grzyby mykoryzowe, p – pasożyty roślin zdrewniałych) oraz kategorię zagrożenia: (E) – gatunek wymierający (krytycznie zagrożony), (V) – gatunek narażony (zagrożony wyginięciem), (R) – gatunek rzadki (potencjalnie zagrożony), (I) – gatunek o nieokreślonym zagrożeniu, **P** – prawnie chroniony.



A. *Morchella esculenta*



B. *Geastrum melanocephalum*



C. *Geastrum striatum*



D. *Phallus impudicus*

Ryc. 2. Owocniki wybranych gatunków grzybów występujących w Ogrodzie Botanicznym Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy (Fot. N. Głowska)

Fig. 2. Sporocarps of selected macromycetes found in the Botanical Garden of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz (phot. N. Głowska)

ASCOMYCOTA

Helvella crispa (Scop.): Fr. – t, (VIII.2010), +, s
Morchella conica Pers. – t, (V.2010), +, s, (R), **P**
Morchella esculenta (L.) Pers. – t, (V.2010, IV.2011), +, s, (R), **P** (Ryc. 2A)
Xylaria hypoxylon (L.) Grev. – lg, (2008, 2010, 2011), ++, s
Xylaria polymorpha (Pers.: Fr.) Grev. – lg, (2008, 2010, 2011), ++, s

BASIDIOMYCOTA

Agaricus arvensis Schaeff. – t, (VI.2010, VII.2011), ++, s
Agaricus campestris L.: Fr. – t, (VII.2011), ++, s
Agaricus silvaticus Schaeff. – t, (VII-VIII. 2010, VII.2011), ++, s
Agaricus silvicola (Vittad.) Sacc. – t, (VII.2010), ++, s
Agaricus xanthoderma Genev. – t, (VII.2011), ++, s
Armillaria sp. – lg, (na pniu *Alnus glutinosa*), (IX.2008, IX.2010), +, p
Auricularia auricula-judae (Bull.: Fr.) Wettst. – lg, (VII.2011), ++, s
Boletus luridus Schaeff.:Fr. – t, (pod *Quercus petraea*), (VI-VII.2011), +, m
Bovista nigrescens Pers.: Pers. – t, (X.2008), ++, s
Calocybe gambosa (Fr.) Donk – t, (V.2010, IV.2011), +++, s
Coprinus comatus (Müll.: Fr.) Pers. – t, (VIII.2011), +++, s

Coprinus disseminatus (Pers.: Fr.) Quél. – t, (VII-XI.2008, VIII.2011), +++, s
Fomes fomentarius (L.: Fr.) Kickx – lg (na pniu *Salix* sp.), (2010), ++, p
Geastrum melanocephalum (Czern.) – t (pod *Fraxinus excelsior*), (VII.2010, VI.2011), +++, s, (E), **P** (Ryc. 2B)
Geastrum striatum Pers. sensu Phillips – t (pod *Fraxinus excelsior*), (VIII.2010, VIII.2011), +++, s, (E), **P** (Ryc. 2C)
Hypholoma fasciculare (Huds.: Fr.) P. Kumm. – lg, (VII-X.2008, VIII.2011), ++, s
Laccaria laccata (Scop.: Fr.) Berk. & Broome – t (pod *Fagus sylvatica*), (VII.2011), +, m
Lactarius fluens Boud. – t (pod *Carpinus betulus*), (VII.2010, VII.2011), ++, m
Laetiporus sulphureus (Bull.: Fr.) Murrill – lg (na pniu *Quercus robur*), (VIII.2010, VIII.2011), ++, p
Langermannia gigantea (Batsch: Pers.) Rostk. – t, (IX.2008), +, s, **P**
Lepiota cristata (Bolt.: Fr.) P. Kumm. – t, (VIII.2008), ++, s
Lepista glaucocana (Bres.) Singer – t, (X.2008), ++, s
Lepista sordida (Schumach.: Fr.) Singer – t, (VII.2008), +, s
Limacella guttata (Fr.) Konrad & Maubl. – t, (V.2011), +, s, (V)
Macrolepiota procera (Scop.: Fr.) Singer – t, (VII- VIII.2010, V-VII.2011), ++, s
Marasmius oreades (Bolton: Fr.) Fr. – t, (VIII.2011), +++, s
Marasmius rotula (Scop.: Fr.) Fr. – lg, (VII-VIII.2011), +++, s
Mycena galericulata (Scop.: Fr.) S. F. Gray – lg, (VII-VIII.2008), ++, s
Mycena galopus (Pers.: Fr.) P. Kumm. – lg, (VIII.2008), ++, s
Mycena pelianthina (Fr.) Quél. – t, (VII.2008), ++, s, (I)
Mycena pura (Pers.: Fr.) P. Kumm. – t, (X.2008), ++, s
Paxillus involutus (Batsch: Fr.) Fr . – t (pod *Picea abies*), (VIII.2011), ++, m
Phallus hadrianii Vent.: Pers. – t, (VIII.2010, VII.2011), +++, s, **P**
Phallus impudicus L.: Pers. – t, (VII.2008, VIII.2010, VI-VIII.2011), +++, s (Ryc. 2D)
Pholiota populnea (Pers.: Fr.) Kuyper & Tjall. – lg (na pniu *Populus nigra*), (VIII-IX.2011), ++, p
Pholiota squarrosa (Weigl: Fr.) P. Kumm. – lg, (VII.2010, VII.2011), ++, s
Piptoporus betulinus (Bull.: Fr.) P. Karst. – lg (na gałęziach *Betula pendula*), (2008, 2010, 2011), +, p
Polyporus squamosus (Huds.): Fr. – lg, (VII-IX.2008, VI-IX.2010, V-VII.2011), +++, s
Rhizopogon roseolus (Fr.: Fr) Th. Fr. – t (pod *Pinus sylvestris*), (VII-X.2008), +, m
Scleroderma areolatum Ehrenb. – t (pod *Picea abies*), (VI.2011), +, m
Scleroderma bovista Fr. – t (pod *Picea abies*), (V-VI.2010, V-VI.2011), +++, m, (E)
Scleroderma verrucosum (Bull.): Pers. – t (pod *Quercus petraea*), (VII-XI.2008, VII-IX.2010, VI-IX.2011), ++, m
Stropharia semiglobata (Batsch: Fr.) Quél. – t, (VII-VIII.2008), +, s
Tricholoma album (Schaeff.: Fr.) P. Kumm. – t (pod *Quercus robur*), (X.2008), +, m
Xerocomus chrysenteron (Bull.) Quél. – t (pod *Picea abies*), (VIII.2008, VI-VII.2010, VI-VIII.2011), ++, m
Xerocomus rubellus (Krombh.) Quél. – t (pod *Carpinus betulus*), (VII.2011), +, m

Dyskusja

W Ogrodzie Botanicznym UKW w Bydgoszczy (2,33 ha), w czasie 3 sezonów wegetacyjnych, zarejestrowano 51 gatunków grzybów wielkoowocnikowych. Liczba ta jest zbliżona do liczby gatunków macromycetes stwierdzonych w innych ogrodach botanicznych i parkach w Polsce. W wyniku 3-letnich badań w Ogrodzie Botanicznym Uniwersytetu Warszawskiego na powierzchni 4,5 ha odnotowano 58 gatunków macromycetes (Szober 1965), natomiast większą różnorodność grzybów wielkoowocnikowych (79 gatunków) zarejestrowano w trakcie 10-letnich badań w Parku Dendrologicznym Uniwersytetu Rolniczego

w Warszawie, na powierzchni mniejszej, niż w przypadku dwóch wspomnianych wyżej ogrodów botanicznych (1,65 ha) (Szczepkowski 2007). Te wyniki wskazują na istotne znaczenie długości okresu prowadzonych badań. Według Friedricha (2008) w ciągu czteroletnich badań inwentaryzacyjnych poznaje się około 80% gatunków obecnych na badanej powierzchni, a w kolejnych dwóch latach liczba poznanych gatunków zwiększa się o dalsze 10%. Na podstawie analizy prac wielu autorów Friedrich (2008) zaproponował, aby badania grzybów w zbiorowiskach roślinnych były prowadzone w ujednoliconym okresie 5–6 lat, w czasie których powinien przypaść przynajmniej jeden „rok grzybowy", charakteryzujący się wyraźnie większym, w porównaniu z innymi latami, bogactwem jakościowym i ilościowym grzybów. Autor ten zaleca, aby badania objęły przynajmniej 25 obserwacji.

Wpływ na wyniki inwentaryzacji grzybów wielkoowocnikowych ma również areał terenu badań. Większą liczbę gatunków grzybów zaobserwowano w parkach miejskich i ogrodach botanicznych o większych powierzchniach niż Ogród Botaniczny UKW. W Ogrodzie Botanicznym w Łodzi na powierzchni 64 ha w okresie dwóch lat (1984–1985) stwierdzono 149 gatunków macromycetes (Kowalczyk 1987), 144 gatunki zostały zidentyfikowane podczas 3-letnich badań w rekreacyjnym parku w Łodzi (23,5 ha) (Stasińska 1994), a 198 gatunków było odnotowanych w Ogrodzie Botanicznym w Poznaniu na powierzchni 22 ha (Lisiewska & Mikołajczak 1998). W Ogrodzie Botanicznym Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie na obszarze 9 ha stwierdzono występowanie 200 gatunków grzybów wielkoowocnikowych, w latach 1959–1994 (Wojewoda 1996).

Wśród grzybów wielkoowocnikowych obecnych w zbiorowiskach roślinnych dominują zwykle grzyby saprotroficzne. Tak było też w przypadku Ogrodu Botanicznego UKW, gdzie gatunki saprotroficzne stanowiły 69%, a udział mykoryzowych i patogenicznych macromycetes wynosił, odpowiednio, 21% i 10%. Na terenie Ogrodu występuje wiele gatunków drzew tworzących obligatoryjnie lub fakultatywnie ektomykoryzę, co sugeruje, że udział grzybów ektomykoryzowych w zbiorowisku macromycetes Ogrodu może być większy, niż zarejestrowano w czasie 3-letniej inwentaryzacji. W naturalnych ekosystemach leśnych środowisko grzybów ektomykoryzowych jest zwykle wysoce zróżnicowane. Pojedyncze drzewo może być związane z więcej niż 100 gatunkami mykobiontów (Bahram i in. 2011). Możemy przypuszczać, że 3-letni okres obserwacji mykologicznych nie pozwolił odnotować owocników tych gatunków, które wytwarzają owocniki rzadko lub bardzo rzadko (co 2, 3, 5 lub 7 lat), a także pewnych gatunków o owocnikach niepozornych i efemerycznych (Arnolds 1991, 1992). Wynika z tego potrzeba prowadzenia badań w tym siedlisku przez kilka kolejnych lat.

Na bogactwo gatunkowe grzybów wielkoowocnikowych Ogrodu Botanicznego UKW mogą mieć wpływ czynniki antropogeniczne typowe dla środowiska miejskiego, takie jak zanieczyszczenia powietrza i gleby, czy zabiegi pielęgnacyjne prowadzone w Ogrodzie (grabienie liści, usuwanie martwych gałęzi, wapnowanie drzew, przekopywanie gleby i nawożenie rabatek pod uprawę roślin ozdobnych). Usuwanie martwych części roślin z powierzchni gruntu ogranicza rozwój grzybów saprotroficznych. Natomiast na produkcję owocników grzybów ektomykoryzowych wpływa każdy czynnik, który redukuje aktywność fotosyntetyczną drzew i ilość związków organicznych transportowanych do korzeni. Do tych czynników zaliczamy zanieczyszczenia powietrza, podwyższone stężenie metali

ciężkich i azotu w glebie, zbyt niskie lub zbyt wysokie pH gleby, susza, niedobór dostępnych pierwiastków odżywczych (KIELISZEWSKA-ROKICKA 2007).

Odczyn gleby w Ogrodzie Botanicznym, mieszczący się w przedziale pH 6,8–7,8 może również modyfikować skład gatunkowy macromycetes, jako że grzyby różnią się optimum pH. Odczyn gleby w Ogrodzie Botanicznym sprzyja występowaniu gatunków grzybów kalcyfilnych, stąd obecność, m. in. *Calocybe gambosa*. Większość grzybów ektomykoryzowych osiąga optymalny wzrost w zakresie pH 3,5–5,5 (KIELISZEWSKA-ROKICKA 2007).

PODSUMOWANIE

Wyniki niniejszych badań pokazały, że w Ogrodzie Botanicznym UKW w Bydgoszczy występują grzyby wielkoowocnikowe pełniące w środowisku miejskim ważne funkcje reducentów i symbiontów mykoryzowych, a nieliczne są patogenami. Są wśród nich gatunki grzybów rzadkich lub zagrożonych wyginięciem, a 6 gatunków podlega prawnej ochronie. Ogród Botaniczny, uznany za ostoję flory i zaplecze dydaktyczne (RATYŃSKA & WILBRANDT 2005) powinien stać się również ostoją mykobioty, miejscem ochrony grzybów zagrożonych i ich siedliska. W celu pełniejszego poznania zbiorowiska grzybów wielkoowocnikowych Ogrodu Botanicznego UKW badania są kontynuowane.

Podziękowania. Autorki dziękują pani prof. dr hab. Barbarze Kieliszewskiej-Rokickiej z Instytutu Biologii Środowiska UKW za opiekę i wsparcie w trakcie wykonywania badań oraz cenne uwagi i sugestie podczas pisania tej pracy. Specjalne podziękowania składamy dr Annie Kujawie z Instytutu Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN (Turew) za konsultacje i pomoc w oznaczeniu gatunków z rodzaju *Geastrum*.

LITERATURA

ADAMCZYK J. & ŁAWRYNOWICZ M. 1991. Stan zbadania grzybów wielkoowocnikowych miast Polski. – Wiad. Bot. **35**(1): 3–9.

AGERER R. (red.). 1987–2003. Colour Atlas of Ectomycorrhizae. EinhornVerlag, Schwäbisch Gmünd. Germany.

ARNOLDS E. 1991. Decline of ectomycorrhizal fungi in Europe. – Agric. Ecosyst. Environ. **35**: 209–244.

ARNOLDS E. 1992. The analysis and classification of fungal communities with special reference to macrofungi. – W: W. WINTERHOFF (red.), Fungi in Vegetation Science, s. 7–47. Kluver Academic Publishers, The Netherlands.

BAHRAM M., POLME S., KOLJALG U. & TEDERSOO L. 2011. A single European aspen (*Populus tremula*) tree individual may potentially harbour dozens of *Cenococcum geophilum* ITS genotypes and hundreds of species of ectomycorrhizal fungi. – FEMS Microbiol Ecol. **75**: 313–320.

BUJAKIEWICZ A. 2008. Jeszcze…"o potrzebie badań mykosocjologicznych w Polsce". – W: W. MUŁENKO (red.), Mykologiczne badania terenowe. Przewodnik metodyczny, s. 20–28. Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin.

CHMIEL M. A. 2006. Checklist of Polish Larger Ascomycetes. – W: Z. MIREK (red.), Biodiversity of Poland **8**, s. 1–152. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.

DOMAŃSKI S., ORŁOŚ H. & SKIRGIEŁŁO A. 1967. Flora Polska. Grzyby (*Mycota*) **3**: *Aphyllophorales*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

FRIEDRICH S. 2008. Metody stosowane w badaniach grzybów wielkoowocnikowych (macromycetes). – W: W. MUŁENKO (red.), Mykologiczne badania terenowe. Przewodnik metodyczny, s. 30–47. Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin.

FRYMARK-SZYMKOWIAK A. 2012. Grzyby i porosty. – W: K. MARCYSIAK (red.), Przyroda Bydgoszczy, s. 92–94. BDW Margrafsen, Bydgoszcz.

KABATA-PENDIAS A. & PENDIAS H. 1993. Biogeochemia pierwiastków śladowych. s. 363. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

KAJA R. 1998. Bydgoski botanik-arboretum. Instytut Wydawniczy „Świadectwo", Bydgoszcz.

KIELISZEWSKA-ROKICKA B. 2007. Mycorrhiza. Ectomycorrhizal symbiosis and environmental stresses. – W: M. G. TJOELKER, A. BORATYŃSKI & W. BUGAŁA (red.), Biology and Ecology of Norway Spruce, s. 182–194. Forestry Science 78, Springer.

KIRK P. M., CANNON P. F., MINTER D. W. & STALPERS J. A. 2008. Ainsworth and Bisby's. Dictionary of the Fungi 10th ed. CAB INTERNATIONAL, Wallingford, UK.

KNUDSEN H. & VESTERHOLT J. (red.) 2008. Funga Nordica. Agaricoid, boletoid and cypheloloid genera. Nordsvamp – Copenhagen.

KOWALCZYK J. 1987. Flora grzybów makroskopowych Ogrodu Botanicznego w Łodzi w latach 1984–1985. Mskr. pracy magisterskiej, Instytut Biologii Środowiska Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.

KULIG J. 2009. Grzyby wielkoowocnikowe parków miejskich: Park miejski w Świeciu oraz Arboretum Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy. s. iii + 111. Mskr. pracy magisterskiej, Instytut Biologii Środowiska Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz.

LISIEWSKA M. 1987. Flora Polska. Grzyby (*Mycota*) **17**: *Mycena*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa – Kraków.

LISIEWSKA M. & MIKOŁAJCZAK M. 1998. Ogród Botaniczny Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu jako środowisko przyrodnicze grzybów wielkoowocnikowych. – Bad. Fizjogr. Pol. Zach., B **47**: 7–44.

ŁAWRYNOWICZ M. 1982. Macrofungal flora of Łódź. – W: R. BORNKAMM, J. A. LEE & M. R. D. SEAWARD (red.), Urban Ecology. The Second European Ecological Symposium. Berlin 8–12 September, s. 41–47. Blackwell Scientific Publications, Oxford – London – Edinburgh – Boston – Melbourne.

ŁAWRYNOWICZ M. 1990. Miasto jako środowisko życia grzybów makroskopowych na przykładzie Łodzi. – W: Problemy ochrony i kształtowania środowiska przyrodniczego na obszarach zurbanizowanych. Centralny Program Badań Podstawowych 04. 10. Ochrona i Kształtowanie Środowiska Przyrodniczego, **22**, s. 185–189. Wyd. SGGW-AR, Warszawa.

ŁAWRYNOWICZ M. & MUŁENKO W. 2008. Pięćdziesiąt lat studiów mikosocjologicznych w Polsce. – W: W. MUŁENKO (red.), Mykologiczne badania terenowe. Przewodnik metodyczny, s. 12–19. Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin.

ŁAWRYNOWICZ M., BUJAKIEWICZ A. & MUŁENKO W. 2004. Mycocoenological studies in Poland 1952–2002. – Monogr. Bot. **93**: 1–102.

MLECZKO P. 2004. Mycorrhizal and saprobic macrofungi of two zinc wastes in southern Poland. – Acta Biol. Cracov., Ser. Bot. **46**: 25–38.

NEWBOUND M., MCCARTHY M. A. & LEBEL T. 2010. Fungi and the urban environment: A review. – Landscape Urban Plan. **96**: 138–145.

RATYŃSKA H. & WILBRANDT B. 2003. Pomnik Przyrody Arboretum w Bydgoszczy jako ostoja flory i zaplecze dydaktyczne. – W: M. KORCZYŃSKI (red.), Flora miast, s. 153–163. Kujawsko-Pomorskie Centrum Edukacji Ekologicznej, Polskie Towarzystwo Botaniczne o/ Bydgoszcz.

Rinaldi A. C., Comandini O. & Kuyper T. W. 2008. Ectomycorrhizal fungal diversity: separating the wheat from the chaff. – Fungal Diversity **33**: 1–45.

Rudawska M. (red.). 2000. Ektomikoryza. Jej znaczenie i zastosowanie w leśnictwie. s. 102. Instytut Dendrologii PAN, Kórnik.

Rudawska M. 2006. Mikoryza. – W: W. Bugała & A. Boratyński (red.), Nasze drzewa leśne. **11**. Dęby, s. 264–303. Instytut Dendrologii PAN, Bogucki Wyd. Naukowe, Poznań – Kórnik.

Rudawska M. 2007. Mycorrhiza. The mycorrhizal status of Norway spruce. – W: M. G. Tjoelker, A. Boratyński & W. Bugała (red.), Biology and Ecology of Norway Spruce. – Forestry Science **78**: 157–182. Springer.

Rudnicka-Jezierska W. 1991. Flora Polska. Grzyby (*Mycota*) **23**: Purchawkowate (*Lycoperdales*), Tęgoskórowe (*Sclerodermatales*), Pałeczkowate (*Tulostomatales*), Gniazdnicowate (*Nidulariales*), Sromotnikowe (*Phallales*), Osiakowe (*Podoxales*). Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa – Kraków.

Skirgiełło A. 1998. Flora Polska. Grzyby (*Mycota*) **25**: Mleczaj (*Lactarius*). Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Kraków.

Smith S. E. & Read D. J. 2008. Mycorrhizal Symbiosis. Third edition. Academic Press. London, U.K.

Stasińska M. 1994. Macromycetes in a recreational park in Łodź. – Acta Mycol. **29**(2): 229–236.

Szczepkowski A. 2007. Macromycetes in the Dendrological Park of the Warsaw Agricultural University. – Acta Mycol. **42**(2): 179–186.

Szober J. 1965. Grzyby wyższe Ogrodu Botanicznego Uniwersytetu Warszawskiego. Z obserwacji prowadzonych w latach 1961–1963. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

Werblan-Jakubiec H. & Zych M. 2007. Bioróżnorodność. – Wszechświat **108** (7–9): 187–190.

Wilbrandt B. 2005. Ogród Botaniczny Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy. – W: T. Załuski, M. Korczyński & L. Rutkowski (red.), Botanika toruńsko-bydgoska z przeszłości w teraźniejszości. Wyd. o/toruński i o/bydgoski Polskiego Towarzystwa Botanicznego, Bydgoszcz.

Wilbrandt B. 2012. Ogród Botaniczny Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego. – W: W. Jastrzębski (red.), Encyklopedia Bydgoszczy **1**, s. 310. Towarzystwo Miłośników Miasta Bydgoszczy, Bydgoszcz.

Wojewoda W. 1977. Flora Polska. Grzyby (*Mycota*) **8**: *Tremellales*, *Auriculariales*, *Septobasidiales*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa – Kraków.

Wojewoda W. 1996. Grzyby Krakowa w latach 1883–1994 ze szczególnym uwzględnieniem macromycetes. – Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej. t. **24**: 75–111.

Wojewoda W. 2002. Grzyby wielkoowocnikowe Arboretum Bolestraszyce. – Arboretum Bolestraszyce **9**: 15–39.

Wojewoda W. 2003. Checklist of Polish Larger Basidiomycetes. – W: Z. Mirek (red.), Biodiversity of Poland **7**, s. 812. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.

Wojewoda W. & Ławrynowicz M. 2006. Red list of the macrofungi in Poland. – W: Z. Mirek, K. Zarzycki, W. Wojewoda & Z. Szeląg (red.), Red list of plants and fungi in Poland, s. 50–70. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.

Summary

Epigeous fruitbodies of macrofungi were collected in three growing seasons (2008, 2010, 2011) in the Botanical Garden of the Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz (Poland) located in the center of the city. Fungal fruitbodies occurring on soil, on litter, on dead wood and live trees were considered. The species composition, distribution and the conservation status were examined. Fruit bodies of 51 macrofungal

species were recorded: 5 species of Ascomycota and 46 species of Basidiomycota. The macrofungal community was dominated by saprotrophic species (69%), followed by mycorrhizal fungi (21%) and parasitic fungi (10%). Six of the species found in the Botanical Garden are protected by law (*Geastrum melanocephalum*, *Geastrum striatum*, *Morchella esculenta*, *Morchella conica*, *Langermannia gigantea*, *Phallus hadrianii*) and seven of the species are redlisted in Poland : *Geastrum melanocephalum*, *G. striatum* and *Scleroderma bovista* are endangered species (E), *Limacella guttata* is considered as vulnerable species (V), *Morchella conica* and *M. esculenta* are rare species (R) and *Mycena pelianthina* is among the species of indeterminate category (I). The soil $pH_{(H2O)}$ in the soil level 0–10 cm ranged between 6,8 to 7,8. Concentrations of trace metals (Mn, Cu, Cd, Zn) in soil was normal and the concentration of Pb (maximum 44,4 mg kg^{-1} d.w.) was higher than the concentration considered as normal (20 mg kg^{-1} d.w). The authors concluded that stress factors such as air pollution, high soil pH and low soil humidity could be the main factors influencing the macrofungal species richness and composition.

Przyjęto do druku: 30.09.2013 r.