

UWALNIANIE CO₂ Z DREWNA ROZKŁADANEGO PRZEZ *PORODAEDEALEA PINI* W DRZEWOSTANACH SOSNOWYCH

Wojciech Szewczyk✉

Katedra Fitopatologii Leśnej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
ul. Wojska Polskiego 71C, 60-625 Poznań

ABSTRAKT

Porodaedalea pini (Brot.) Murrill. to grzyb powodujący zgniliznę białą jamkową drewna twardego sosny podczas życia drzewa, spotykany w drzewostanach sosnowych na obszarze całego kraju. Celem pracy było określenie ilości uwalnianego CO₂ do atmosfery w drzewostanach sosnowych pod wpływem rozkładu drewna powodowanego przez *P. pini*. W wyniku przeprowadzonych badań na terenie Nadleśnictwa Durowo i Łopuchówko stwierdzono od 2,2% do 6,54% drzew porażonych przez *P. pini*. Na podstawie analizy fragmentów drewna ustalono, że średnia gęstość drewna w I stopniu zgnilizny wynosiła 391 kg/m³, w II – 378 kg/m³, w III – 230 kg/m³, w IV – 91 kg/m³. Średnia gęstość drewna twardego pochodzącego z drzew bez objawów zgnilizny wynosiła 470 kg/m³ i wahała się od 381 kg/m³ do 650 kg/m³. Zawartość węgla w badanych próbkach drewna twardego bez objawów zgnilizny wynosiła od 48,95% do 54,52%. Zawartość węgla różniła się istotnie między 4 stopniem zgnilizny a pozostałymi stopniami i wynosiła 58,66%. W wyniku rozkładu drewna do atmosfery uwolniło się od 193,4 kg do 568,4 kg CO₂, w przeliczeniu na 1 ha powierzchni drzewostanu.

Słowa kluczowe: CO₂, *Porodaedalea pini*, rozkład drewna

WSTĘP

Dwutlenek węgla wraz parą wodną, metanem, tlenkiem azotu oraz gazami przemysłowymi tworzy tak zwany gaz cieplarniany. Szacuje się, że w lasach razem z glebą jest związane 2–3 razy więcej węgla niż jest obecne w atmosferze. Akumulacja węgla zachodzi wyłącznie podczas życia drzew, w trakcie procesu fotosyntezy. Przeciętnie w warunkach środkowo-europejskich drzewa kumulują około 1,4 tony węgla na hektarze lasu rocznie. Wraz ze śmiercią drzewa nagromadzone w nim makro- i mikroelementy (w tym węgiel – podstawowy składnik budowy związków organicznych) rozpoczynają powolny powrót do obiegu w przyrodzie. Węgiel jest uwalniany sukcesywnie podczas rozkładu drewna, na który mają wpływ

czynniki zarówno abiotyczne (nasłonecznienie, temperatura, wilgotność), jak i biotyczne (gatunki grzybów zasiedlających martwe drewno; Boddy, 2001). Proces uwalniania węgla z zmarłego drewna może zachodzić od kilku miesięcy do kilkuset lat, w zależności od strefy klimatycznej. Jednym z istotnych, lecz na ogół rzadko branych pod uwagę elementów ekosystemu, który wpływa na światowy obieg węgla i bilans dwutlenku węgla, zwłaszcza w kontekście efektu szklarniowego i zmian klimatu, są organizmy grzybowe (Sierota, 2012). Grzyby energię niezbędną do funkcjonowania czerpią najczęściej z celulozy i ligniny, w trakcie rozkładu substancji organicznej, których najprostszą składową jest cząsteczka glukozy.

✉wszew@up.poznan.pl

Grzyby bytujące w lesie korzystają z różnych źródeł energii, jednak najliczniejszą grupę stanowią grzyby glebowe, grzyby związane z ryzosferą korzeni oraz grzyby powodujące rozkład drewna drzew stojących i leżących (Mańka i in., 2005; Orłóś, 1966). Są jednak grzyby, które powodują rozkład drewna podczas życia drzewa. Do takich zaliczamy *Porodaedalea pini* (Brot.) Murrill., grzyb spotykany w drzewostanach sosnowych na obszarze całego kraju. Wywołuje on zgniliznę białą jamkową drewna twardego, rozkładając ok. 8% pozyskiwanych użytków rębnych sosny zwyczajnej (dotyka drzewostanów od drugiej klasy wieku; Mańka i in., 2005; Szewczyk, 2008). Im starszy drzewostan, tym większa liczba porażonych sosen. Szacuje się, że w 100-letnim drzewostanie ok. 15–35% sosen jest zainfekowane, a w 160-letnim – nawet do 100% drzew. Wraz z upływem czasu rośnie także zasięg zgnilizny, w starych drzewostanach rozwój zgnilizny może przewyższyć tempo przyrostu objętości nieporażonej tkanki drzewa (Mańka i in., 1993). Celem pracy było określenie ilości uwalnianego CO₂ do atmosfery w drzewostanach pod wpływem rozkładu drewna twardego sosny zwyczajnej powodowanego przez *P. pini*.

MATERIAŁY I METODY

Badania przeprowadzono w środkowo-zachodniej Polsce na terenie administrowanym przez Regionalną Dyрекcyję Lasów Państwowych w Poznaniu oraz Regionalną Dyрекcyję Lasów Państwowych w Pile. Powierzchnia I (52°39' N; 17°14' E) to drzewostan sosnowy w wieku 87 lat z udziałem brzozy, dębu i grabu na siedliskowym typie lasu bór mieszany świeży. W trakcie prac zrębowych pozyskano 188,78 m³ drewna sosnowego. Powierzchnia II (52°39' N; 17°14' E) to drzewostan sosnowy w wieku 79 lat z udziałem brzozy, dębu i jaworu na siedliskowym typie lasu bór mieszany świeży. W trakcie prac zrębowych pozyskano 589,66 m³ drewna sosnowego. Powierzchnia III (52°40' N; 17°1' E) to drzewostan sosnowy w wieku 105 lat z udziałem buku i dębu na siedliskowym typie lasu las świeży. W sumie pozyskano 240,47 m³ drewna sosnowego. Przed rozpoczęciem prac zrębowych przeprowadzono lustrację w celu określenia ogólnej liczby drzew, w tym z zewnętrznymi objawami porażenia przez *P. pini*. W trakcie prac zrębowych

prowadzonych w tych drzewostanach mierzono drewna z objawami zgnilizny białej jamkowej w celu określenia miąższości drzew, udziału drewna twardego, udziału poszczególnych stopni rozkładu na podstawie skali Zaleskiego i Mańki (1939). W tym celu strzały dzielono na 1-metrowe sekcje, mierzono średnicę oraz średnicę drewna twardego na każdym końcu sekcji, organoleptycznie ustalano stopień rozkładu, następnie odcinano z każdego końca krążek, z którego wycinano próbę drewna o wymiarach 10×25×50 mm do określenia gęstości drewna. Kolejnym etapem było rozdrobnienie pobranych prób drewna dla określenia zawartości węgla.

Klasyfikacja Zaleskiego i Mańki przedstawia się następująco:

I stopień – zgnilizna wczesna – drewno zabarwione na kolor bladokakaowy. Nie wykazuje zmian strukturalnych i wytrzymałościowych.

II stopień – zgnilizna średnia – zabarwienie drewna intensywniejsze: od różowego do bladokakaowego. Z barwą bladokakaową wiąże się pewna kruchość, a czasem nawet obecność pierwszych jamek.

III stopień – zgnilizna późna – drewno zabarwione czerwono lub kakaowo. Zauważalne spękania wzdłuż pierścieni i w kierunku promieni rdzeniowych, a także jamki wypełnione białą celulozą. Pod naciskiem paznokcia drewno rozpada się, może ulec sproszkowaniu.

IV stopień – puste przestrzenie wewnątrz strzały. Są to dziuple wewnętrzne i zewnętrzne. Na ogół znajdują się one w miejscu infekcji pierwotnej (Mańka i Żebrowska, 1997).

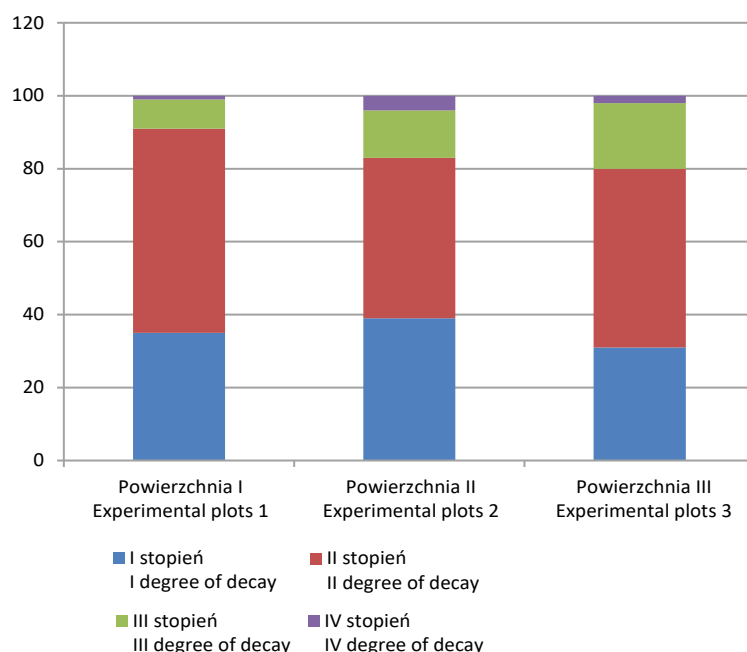
Analizy zawartości węgla w próbach drewna wykonano w analizatorze elementarnym VarioMax CNS firmy Elementar. Wyniki badań opracowano statystycznie z użyciem programu komputerowego Statistica 12. Dla badanych cech obliczono średnie arytmetyczne oraz wyznaczono wartości najmniejszych istotnych różnic przy poziomie istotności $p = 0,05$ za pomocą testu istotności Duncana. W tabeli 1 zamieszczono informacje dotyczące pobranych prób drewna.

WYNIKI

Na powierzchni I stwierdzono 11,99 m³ drewna z widoczną zgnilizną powodowaną przez *P. pini* co stanowiło 6,38% wszystkich użytków rębnych. Udział

drewna twardego wynosił 26,3%, a średni procent porażonego drewna twardego wynosił 66,8. Rozkład drewna ze względu na stopień zgnilizny został przedstawiony na rysunku 1. Na powierzchni 2 stwierdzono 13,17 m³ drewna z widoczną zgnilizną powodowaną przez *P. pini*, co stanowiło 2,2% wszystkich użytków rębnych. Udział drewna twardego wynosił 21,7%, a średni procent porażonego drewna twardego wynosił 52,3. Na powierzchni III stwierdzono 15,7 m³ drewna z widoczną zgnilizną powodowaną przez *P. pini*, co stanowiło 6,54% wszystkich użytków rębnych. Udział drewna twardego wynosił 29,5%, a średni procent porażonego drewna twardego wynosił 78,4. Na podstawie analizy 175 fragmentów drewna ustalono, że średnia gęstość drewna w I stopniu zgnilizny wynosiła 391 kg/m³, w II – 378 kg/m³, w III – 230 kg/m³, w IV – 91 kg/m³. Średnia gęstość drewna twardego pochodzącego z drzew bez objawów zgnilizny wynosiła 470 kg/m³ i wahała się od 381 do 650 kg/m³. Zawartość C w badanych próbkach drewna

twardego bez objawów zgnilizny wynosiła od 48,95% do 54,52%. Analiza statystyczna wykazała, że nie ma istotnych różnic w zawartości węgla w drewnie bielastym i twardego. Zawartość węgla różniła się istotnie między 4 stopniem zgnilizny a pozostałymi stopniami i wynosiła średnio 58,66%. Na wszystkich powierzchniach badawczych, ze względu na zaawansowanie rozkładu drewna twardego, stwierdzono największy udział drewna w II stopniu zgnilizny – od 0,65 m³ do 1,78 drewna twardego uległo zgniliznie. Najmniejszy udział miało drewno w IV stopniu zgnilizny, gdzie stwierdzono od 0,02 do 0,07 m³ (tab. 2). Uwzględniając masę drewna twardego rozłożonego przez *P. pini* oraz stwierdzony udział węgla w drewnie, obliczono, że: na powierzchni I w wyniku rozkładu drewna do atmosfery trafiło 406,26 kg CO₂, czyli 193,4 kg w przeliczeniu na 1 ha; na powierzchni 2 – 638,41 kg CO₂, więc 58,04 kg w przeliczeniu na 1 ha; a na powierzchni 3 – 1591,41 kg CO₂, a 568,4 kg w przeliczeniu na 1 ha.



Rys. 1. Udział stopni zgnilizny na powierzchniach badawczych w odniesieniu do użytków rębnych

Fig. 1. Contribution of degree of decay on the experimental plots in connection to harvested wood

Tabela 1. Próby drewna poddane analizie
Table 1. Analyzed wood samples

Numer próby Number of sample	Numer powierzchni badawczej Number of experimental plots	Gęstość Density kg/m ³	Stopień zgnilizny Degree of decay	Rodzaj drewna Type of wood	Udział C Contribution C %	C obj. % vol.%
1	2	3	4	5	6	7
1	1	485	0	twardziel heartwood	50,3364	24,4131
2	1	397	0	twardziel heartwood	51,6309	20,4975
3	1	366	2	twardziel heartwood	51,3907	18,8090
4	1	395	2	twardziel heartwood	50,9531	20,1265
5	1	404	0	twardziel heartwood	50,1102	20,2445
6	1	381	0	twardziel heartwood	49,7683	18,9617
7	1	450	0	twardziel heartwood	51,1456	23,0155
8	1	576	2	twardziel heartwood	50,4661	29,0685
9	1	566	0	twardziel heartwood	51,3413	29,0592
10	1	360	2	twardziel heartwood	51,0365	18,3731
11	1	370	2	twardziel heartwood	50,1126	18,5416
12	1	422	2	twardziel heartwood	49,9603	21,0833
13	1	450	1	twardziel heartwood	50,9291	22,9181
14	1	347	2	twardziel heartwood	50,1305	17,3953
15	1	385	1	twardziel heartwood	50,9631	19,6208
16	1	403	0	twardziel heartwood	50,6844	20,4258
17	1	430	0	biel sapwood	50,6110	21,7627
18	1	547	0	twardziel heartwood	57,6561	31,5379

Tabela 1 – cd. / Table 1 – cont.

1	2	3	4	5	6	7
19	1	600	0	biel sapwood	49,8967	29,9380
20	2	308	4	twardziel heartwood	57,8138	17,8066
21	2	55	4	twardziel heartwood	66,1723	3,6395
22	2	360	1	twardziel heartwood	50,1269	18,0457
23	3	368	1	twardziel heartwood	50,3675	18,5352
24	3	309	2	twardziel heartwood	50,8500	15,7126
25	3	549	2	biel sapwood	49,6315	27,2477
26	3	469	2	twardziel heartwood	50,3579	23,6178
27	3	586	0	twardziel heartwood	50,9823	29,8756
28	3	546	0	biel sapwood	49,9390	27,2667
29	3	167	4	twardziel heartwood	52,0174	8,6869
30	3	578	1	twardziel heartwood	53,6979	31,0374
31	3	591	0	biel sapwood	49,9474	29,5189
32	3	349	2	twardziel heartwood	50,4838	17,6189
33	3	341	2	twardziel heartwood	50,0129	17,0544
34	3	364	2	twardziel heartwood	50,3760	18,3369
35	3	650	0	twardziel heartwood	54,5253	35,4415
36	3	425	0	twardziel heartwood	48,9557	20,8062
37	3	445	0	twardziel heartwood	50,1811	22,3306
38	3	463	0	twardziel heartwood	50,5528	23,4059

Tabela 2. Miąższość drewna twardego uległego rozkładowi
Table 2. Heartwood thickness after decay

Powierzchnia Experimental plots	Miąższość drewna twardego uległego zgniliznie, m ³ Heartwood thickness after decay, m ³			
	I stopień I degree	II stopień II degree	III stopień III degree	IV stopień IV degree
1	0,73	1,18	0,17	0,02
2	0,58	0,65	0,19	0,06
3	1,12	1,78	0,65	0,07

DYSKUSJA

W drzewostanach, gdzie przeprowadzono badania, stwierdzono niewielki udział drzew porażonych przez *P. pini*. Drzewa ze zgnilizną wewnętrzną zawierały się w przedziale od 2,2% do 6,54%. Drzew z objawami zewnętrznymi było znacznie mniej, na powierzchni 1 stwierdzono tylko jedno z owocnikiem, na powierzchni 2 nie odnotowano żadnego drzewa z owocnikami, a na powierzchni 3 sosny miały zewnętrzne oznaki występowania *P. pini*. Szewczyk (2015), w pracy nad występowaniem zgnilizny białej jamkowatej sosny, stwierdził, że udział drzew z objawami zewnętrznymi może stanowić tylko 23% ogólnej liczby drzew ze zgnilizną, a występowanie objawów zewnętrznych nie w pełni obrazuje rzeczywisty udział drzew ze zgnilizną. Niewątpliwie na liczbę drzew zainfekowanych i rozmiar zgnilizny największy wpływ ma wiek drzewostanu, co ma odzwierciedlenie w prezentowanych wynikach. Specyfika bytowania grzyba polega na tym, że rozwija się on przez dziesiątki lat w żywym drzewie, często bez żadnych objawów. Ilość drewna zainfekowanego i stopień rozkładu drewna w głównej mierze zależy od czasu, jaki upłynął od momentu infekcji. W zależności od lokalnych warunków, infekcja może nastąpić dopiero w starszym wieku drzewostanu (Szewczyk, 2015). Niewielka liczba porażonych drzew była też stwierdzana w innych badaniach prowadzonych na terenie Nadleśnictw Narol, Czarne Człuchowskie czy Tuchola, gdzie obecność objawów zewnętrznych stwierdzono na niewielkiej liczbie drzew (Szewczyk, 2008; 2013; Szewczyk i in., 2014). Gęstość drewna twardego bez objawów zgnilizny wahała się od 381 kg/m³ do 650 kg/m³. Zróżnicowanie cechujące drewno sosnowe

opisali wcześniej Jelonek i in. (2005) w badaniach nad gęstością drewna twardego na gruntach leśnych i porolnych, gdzie gęstość drewna sosny zwyczajnej waha się od 310 kg/m³ do 700 kg/m³. Dowodzi to tezy, że w obrębie jednego gatunku mogą występować różnice we właściwościach drewna w zależności od warunków wzrostu i rozwoju, np. siedliska i wieku (Fabijanowski, 1961; Krzysik, 1978; Pazdrowski i in., 1997). Odporność drewna na rozkład przez grzyby zależy między innymi od jego gęstości (Szczepkowski, 2010). Wiele czynników może być główną przyczyną występowania różnic w tempie rozkładu drewna danego gatunku drzewa przez grzybnie określonego gatunku grzyba. Wśród nich do najważniejszych należą pochodzenie szczepu grzybni oraz pochodzenie drewna (zarówno geograficzne, jak i w obrębie pnia; Zarzycki i Andres, 2010). Zróżnicowanie gęstości drewna stwierdzone w obrębie tylko jednej powierzchni może mieć również odzwierciedlenie w występowaniu zgnilizny i jej stopniu. Jednak ocena zgnilizny według przyjętej skali jest dosyć subiektywna. Klasyfikacja ta na potrzeby dzisiejszych badań jest mało precyzyjna (np. VI stopień, gdzie pojawiają się puste przestrzenie). Powinno się opracować skalę zgnilizny na podstawie gęstości drewna w zależności od siedliska i warunków, w jakich rosło drzewo. Przedstawione wyniki wskazują różnice w zawartości węgla w drewnie poddanemu procesowi rozkładu przez *P. pini*. Wraz ze wzrostem stanu zaawansowania zgnilizny zwiększa się również koncentracja węgla w badanych próbach. W literaturze, w tym w modelach retencji węgla w ekosystemach leśnych, przyjmuje się na ogół, że średnia zawartość węgla w biomase roślin drzewiastych wynosi 50% (Masera i in., 2003; Nabuurs i in., 1997; Nabuurs

i Mohren, 1995). Zazwyczaj zakłada się, że zawartość węgla w zdrewniałych częściach drzew wynosi 50%, a w igłach/liściach i drobnych korzeniach 45% ich suchej masy (Ajtay i in., 1979; Gower i in., 2001; Houghton, 1996; Whittaker i Likens, 1973). Badania z ostatnich lat wskazują jednak, że zawartość węgla w biomase roślin jest wartością bardzo zróżnicowaną i waha się w zależności od organu od mniej niż 40% do przeszło 55% (Fahey i Knapp, 2007; Skorupski i in., 2012). Według Jagodzińskiego i in. (2012), zawartość węgla w biomase krzewów wynosi 47,7%. Stąd nie dziwi zróżnicowanie zawartości węgla w drewnie, co przedstawiono w niniejszej pracy. Jak podano we wstępie, grzyb ten powoduje zgniliznę białą jamkową drewna twardego, rozkładając ok. 8% pozyskiwanych użytków rębnych sosny zwyczajnej (Mańka i in., 2005; Szewczyk, 2008), ale podana wartość nie wskazuje ile faktycznie drewna zostało rozłożone. Tym samym na tej podstawie trudno jest określić ile CO₂ zostało uwolnione w drzewostanach sosnowych w Polsce. Dlatego należy prowadzić dalsze prace związane z określeniem ilości drewna porażonego przez *P. pini*. Otrzymane w niniejszych badaniach wartości wydzielanego do atmosfery CO₂ stanowią niewielką część bilansu CO₂ pochodzącego z drzewostanu, na który składa się rozkład drewna i innych elementów organicznych, np. w drzewostanach sosnowych IV kasy wieku masa uwalnianego CO₂ w wyniku rozkładu celulozy przez patogeny grzybowe obecne w systemach korzeniowych wynosi około 60,25 t/ha (Sierota, 2012). Uwalnianie CO₂ do atmosfery z drzewostanów z rozkładu drewna jest obliczane szacunkowo na podstawie głównie masy substancji organicznej. W niniejszej pracy wykazano, że węgiel nie jest uwalniany całkowicie, na co wskazuje większa jego koncentracja w drewnie rozłożonym przez grzyby.

PIŚMIENNICTWO

- Ajtay, G. L., Ketner, P., Duvigneand, P. (1979). Terrestrial primary production and phytomass. W: B. Bolin, E.T. Degens, S. Kempe (red.), The global carbon cycle (s. 129–182). New York: Wiley.
- Boddy, L. (2001). Fungal community ecology and wood decomposition processes in angiosperms: From standing tree to complete decay of coarse woody debris. Ecol. Bull., 49, 43–56.
- Fabijanowski, J. (1961). Kilka uwag o badaniach dotyczących ras sosny zwyczajnej w Polsce oraz o sośnie mazurek. Sylwan, 4, 21–30.
- Fahey, T. J., Knapp, A. K. (red.) (2007). Principles and standards for measuring primary production. New York: Oxford University Press.
- Houghton, R. A. (1996). Converting terrestrial ecosystems from sources to sinks of carbon. Ambio, 25, 267–272.
- Gower, S. T., Krankina, O., Olson, R. J., Apps, M., Linder, S., Wang, C. (2001). Net primary production and carbon allocation patterns of boreal forest ecosystems. Ecol. Appl., 11, 1395–1411.
- Jagodziński, A. M., Jarosiewicz, G., Karolewski, P., Oleksyn, J. (2012). Zawartość węgla w biomase pospolitych gatunków krzewów podszycia leśnego. Sylwan, 156(9), 650–662.
- Jelonek, T., Tomczak, A., Jakubowski, M., Pazdrowski, W. (2005). Properties of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) timber growing on former arable and forest land. Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar., 4(2), 35–47.
- Krzysik, F. (1978). Nauka o drewnie [Wood science]. Warszawa: Wyd. Nauk. PWN.
- Mańka, K., Mańka, M. (1993). Choroby drzew i krzewów leśnych [Diseases of trees and shrubs]. Warszawa: Wyd. Świat.
- Mańka, K., Sobiczewski, P., Mańka, M., Fiedorow, Z. (2005). Fitopatologia leśna. Poznań: PWRiL.
- Mańka, M., Żebrowska, D. (1997). Occurrence of red ring rot caused by *Phellinus pini* (Thore ex Fr.) in two over 150-year-old Scots Pine stands of the Wielkopolska National Park. Morena – Pr. Wlkp. Parku Narod., 5, 33–42.
- Masera, O. R., Garza-Caligaris, J. F., Kanninen, M., Karjalainen, T., Liski, J., Nabuurs, G. J., ..., Mohren, G. M. J. (2003). Modeling carbon sequestration in afforestation, agroforestry and forest management projects: the CO₂-FIX V. 2 approach. Ecol. Moll., 164(2), 177–199.
- Nabuurs, G. J., Mohren, G. M. J. (1995). Modeling analysis of potential carbon sequestration in selected forest types. Can. J. For. Res., 25(7), 1157–1172.
- Nabuurs, G. J., Paibinen, R., Sikkema, R., Mohren, G. M. J. (1997). The role of European forests in the global carbon cycle – a review. Biomass Bioener., 13(6), 345–358.
- Orłowski, H. (1966). Grzyby leśne na tle środowiska. Warszawa: PWRiL.
- Pazdrowski, W., Splawa-Neyman, S., Wróblewska, H. (1997). Związek między więźbą zakładanych upraw a fizycznymi i chemicznymi właściwościami drewna sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.). 11 Konferencja Wydziału Technologii Drewna SGGW, Warszawa.

- Sierota, Z. (2012). Wpływ grzybów rozkładających korzenie drzew leśnych na uwalnianie CO₂. Sylwan, 156(2), 128–136.
- Skorupski, M., Jagodziński, A. M., Żytkowiak, R., Karolewski, P. (2012). Differences in chemical composition of needle and leaf litter from exotic and native tree species stands. Dendrobiology, 68, 101–112.
- Szczepkowski, A. (2010). Odporność drewna dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.), z drzew o różnym stanie zdrowotnym, na rozkład powodowany przez grzyby [Resistance to decay caused by fungi in common oak (*Quercus robur* L.) wood from trees of different health status]. Leśn. Pr. Bad., 71(2), 125–133.
- Szewczyk, W. (2008). Occurrence of *Phellinus pini* (Brot) Bondarstser et Singer in selected Scots pine stands of Northern Poland. Acta Sci. Pol., Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar., 7(4), 23–26.
- Szewczyk, W. (2013). Zagrożenie wybranych drzewostanów sosnowych Nadleśnictwa Czarne Człuchowskie *Porodaedalea pini*. Zarz. Ochr. Przyr. Las., 7, 152–155.
- Szewczyk, W., Wasilewska-Baranowska, M., Osmólski, R. (2014). Ocena stanu zagrożenia drzewostanów sosnowych starszych klas wieku przez *Porodaedalea pini* w Nadleśnictwie Tuchola. Zarz. Ochr. Przyr. Las., 8, 216–219.
- Szewczyk, W. (2015). Occurrence of white pocket rot in Pine stands of older age classes in North-Western Poland. Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar., 14(2), 81–87. <http://dx.doi.org/10.17306/J.AFW.2015.2.16>
- Whittaker, R. H., Likens, G. E. (1973). Carbon in the biota. W: G. M. Woodwell, E. V. Pecan (red.), Carbon and the biosphere (s. 281–302). Washington DC: U.S. Atomic Energy Commission.
- Zaleski, K., Mańka, K. (1939). Badania nad zgnilizną sosny powodowaną przez hubę sosnową (*Trametes pini* (Brot.) Fries), ze szczególnym uwzględnieniem jej wskaźników zewnętrznych [Research on pine rot caused by rot pine (*Trametes pini* (Brot.) Fries), with particular emphasis on its external indicators]. Unpublished master's thesis. Poznań: Uniwersytet Poznański.
- Zarzycki, P., Andres, B. (2010). Laboratoryjna ocena możliwości wykorzystania wybranych związków fenolowych naturalnie występujących w drewnie do zabezpieczenia drewna lipowego przed rozkładem przez grzyby. Sylwan, 154(8), 515–523.

EFFECT OF DECOMPOSING HEARTWOOD OF SCOTS PINE BY *PORODAEDALEA PINI* ON CO₂ RELEASE

ABSTRACT

Porodaedalea pini (Brot.) Murrill. is a fungus that causes the rot of white heartwood of Scots pine wood during the life of a tree, found in pine stands throughout the country. The aim of the study was to determine the amount of CO₂ released into the atmosphere in pine stands under the influence of wood degradation in different degrees of rot caused by *P. pini*. As a result of the research conducted in the Durowo and Łopuchówko Forest Districts, 2.2 to 6.54% of trees infected by *P. pini* were found. Based on the analysis of wood fragments, it was found that the average density of wood in 1st degree of rot was 391 kg/m³, in II – 378 kg/m³, III – 230 kg/m³, IV – 91 kg/m³. The average density of tree heartwood from deciduous trees was 470 kg/m³ and ranged from 381 to 650 kg/m³. The carbon content of the examined heartwood samples without rhinoceros was 48.95 to 54.52%. The carbon content varied significantly between the degree of rot and other degrees and was 58.66%. As a result of the decomposition of wood into the atmosphere, it freed from 193.4 kg to 568.4 kg of CO₂, per hectare of forest area.

Keywords: CO₂, *Porodaedalea pini*, wood decomposition