

Paweł Zarzyński¹

Ocena zależności między występowaniem w drewnie substancji o charakterze fenolowym a jego rozkładem przez wybrane gatunki grzybów saprotroficzných i pasożytniczych

Correlations between phenolic compounds in wood and its decay by chosen species of saprotrophic and parasitic fungi

Abstract. To investigate natural chemical substances that might be responsible for wood protection, statistical comparisons were made. The previous work results describing the range of wood-destroying abilities of some fungi were used. Twelve different species of fungi causing all patterns of rot were investigated: *Daedalea quercina*, *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis officinalis*, *Fomitopsis pinicola*, *Heterobasidion annosum*, *Laetiporus sulphureus*, *Phellinus pini*, *Piptoporus betulinus*, *Schizophyllum commune*, *Serpula lacrymans*, *Stereum hirsutum* and *Trametes versicolor*. To describe their destroying abilities, wood samples from 25 different tree species were taken and exposed on mycelium under controlled laboratory conditions. Their decaying rates were calculated after 30, 60 and 90 days of exposition. The results were compared with the quantities of different phenolic compounds identified in all kinds of wood using statistical methods (linear correlation). A total number of 1368 indexes of correlation were calculated. A valid negative correlation might indicate that some phenolic compounds may work as inhibitors of fungi growth and wood decay. However, a valid positive correlation might show that some of these substances may also work as fungi growth catalysers (accelerators).

Comparing all results of controlled wood decay for the three exposure times with the quantities of phenolic compounds from wood, 10 potential inhibitors and 15 catalysers of fungi growth were investigated. Potential inhibitors might be: 3',5'-Dimethoxyacetophenone, isoeugenol, 2-Cyclopentene-1-on-2-hydroxy-3-methyl; furanone (2-furanon); 1,4-buthanodiamine-2,3-dimethoxy N,N,N',N'tetramethyl; resorcinol, Levoglukosan, Acetylobenzoic-2,5-dimethoxy acid; 2,5-Furanodion-3-methyl and syringol. Potential catalysers might be: eugenol, guaiacylo acetone, 2-furanocarboxy-5-(hydroxymethyl) aldehyde, 2-Metoxo-6-winylophenol, metoxybenzenodiol, vanilic acid, 3,4-dimethoxybenzoic acid, syringe aldehyde, 1-(2,4,6-trihydroxyphenyl)-2-pentanone, palmitic acid, Isolapachol, 10-H-phenoxasilin-10,10-dimethyl, alfa Lapachone; 4-hydroxy-3-methoxy acetylobenzoic acid and koniferol.

However, these conclusions are only the result of statistical comparison and need to be proved in laboratory tests, showing proper abilities of all these substances for natural wood protection from saprotrophic and parasitic fungi.

Key words: natural wood protection, inhibitors of fungi growth, catalyzers of fungi growth

1. Wstęp

Grzyby należą do najpoważniejszych sprawców szkód w gospodarce człowieka. Z punktu widzenia sposobu zdobywania przez nie pożywienia, można wyróżnić wśród nich zarówno pasożyty, żyjące kosztem przedstawicieli niemal wszystkich grup systematycz-

nych, saprobionty – rozkładające martwą materię organiczną, jak i gatunki symbiotyczne, zapewniające sobie środki do życia dzięki wchodzeniu w różnorakie, nieraz bardzo złożone i jeszcze słabo poznane związki z roślinami wyższymi, glonami, a nawet owadami. Około 40% gatunków grzybów wielkoowocnikowych i mikroskopijnych uczestniczy w poszczególnych etapach

¹ Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Leśny, Katedra Ochrony Lasu i Ekologii, Zakład Mikologii i Fitopatologii Leśnej, ul. Nowoursynowska 159/34, 02-766 Warszawa, Polska. Fax +48 22 59 38 154, e-mail: pawel.zarzyński@wp.pl

rozkładu drewna (Grzywacz 1997). Bardzo duże znaczenie w tym procesie mają zwłaszcza wielkoowocnikowe grzyby właściwe. Zasiedlają one zarówno żywe drzewa, jak i leżaninę, pniaki oraz drewno użytkowane przez człowieka. Ich destrukcyjna działalność przyczynia się do powstawania olbrzymich strat gospodarczych w leśnictwie, przemyśle drzewnym, budownictwie, itp. W celu zminimalizowania tych strat wykorzystuje się różne rodzaje środków grzybobójczych (fungicydy). Mimo długoletnich badań i ich praktycznego stosowania, skuteczność tych preparatów jest często niezadowalająca lub budząca zastrzeżenia ze względów toksykologicznych i ekologicznych. Konieczne są więc dalsze prace mające na celu poszukiwanie nowych rozwiązań w tej dziedzinie.

Drewno stanowi materiał o skomplikowanej strukturze przestrzennej oraz o urozmaiconym, nie do końca jeszcze poznanym składzie chemicznym. Oprócz głównych komponentów budulcowych, takich jak celuloza, hemicelulozy i lignina, drewno zawiera wiele występujących w relatywnie niewielkich ilościach substancji, z których większość stanowią związki o charakterze fenolowym. Na podstawie przeprowadzonych badań (Zarzyński 2009a) stwierdzono, że w drewnie 25 testowanych gatunków drzew obecnych jest 38 takich substancji możliwych do zidentyfikowania oraz co najmniej kilka, które, przy obecnym stanie wiedzy trudno jest precyzyjnie oznaczyć. Z przeglądu literatury (Charlwood & Rhodes 1990, Davin et al. 1992, Kermasha et al. 1995, Obst 1998, Theander & Lundgren 1989, Wallace & Fry 1994) wynika, że wśród tych związków mogą występować naturalne substancje posiadające zdolność do powstrzymywania wzrostu grzybni grzybów saprotroficznych i pasożytniczych, w tym gatunków będących najgroźniejszymi czynnikami destrukcji drewna.

Według obecnie dostępnej wiedzy grzyby chorobotwórcze znacznie różnią się wrażliwością na działanie związków fenolowych; taka właściwość grzyba jest jednym z czynników ograniczających jego rozprzestrzenianie w roślinie, w tym w elementach anatomicznych drewna. Niektóre grzyby nie wykazują większej wrażliwości na fenole, potrafią bowiem im przeciwdziałać, wytwarzając tzw. fenoloksydazy, czyli związki mające zdolności do utleniania fenoli. Są tym samym bardziej patogeniczne i dokonują szybszego zasiedlenia oraz rozkładu tkanek niż inne grzyby (np. powodujące barwienie, zgnilizny i pleśnienie drewna). Strzępki grzybni grzybów mało wrażliwych na związki fenolowe wytwarzają oksydazy polifenolowe, które rozpoczynają reakcje utleniania fenoli powodując ich dezaktywację i, tym samym, utratę zdolności tych związków do łączenia się z białkami i obniżania wartości pokarmowej zaatak-

wanej tkanki. Tak więc postęp w rozkładzie danego gatunku drewna przez grzyby zależy nie tylko od zawartości w tym drewnie związków fenolowych, ale również od zdolności grzybów do ich dezaktywacji (Rayner, Boddy 1988, Evensen et al. 2000).

Celem niniejszej pracy było porównanie ilości poszczególnych związków o charakterze fenolowym zidentyfikowanych w drewnie różnych gatunków drzew z tempem jego rozkładu przez wybrane gatunki grzybów saprotroficznych i pasożytniczych w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych. Zestawienie wyników wcześniejszych doświadczeń oraz ich analiza przy zastosowaniu metod statystyki matematycznej miały za zadanie prześledzenie zależności pomiędzy ww. elementami oraz wytypowanie na tej podstawie grupy związków o charakterze fenolowym naturalnie występujących w drewnie, mogących być inhibitorami bądź katalizatorami wzrostu grzybów dokonujących jego rozkładu.

2. Materiały i metodyka

Do badań porównawczych wykorzystano wyniki uzyskane we wcześniej przeprowadzonych doświadczeniach (Zarzyński 2007, 2009b, c, d, e), dotyczące laboratoryjnej oceny tempa rozkładu próbek drewna 25 różnych gatunków drzew przez 12 wybranych gatunków grzybów saprotroficznych i/lub pasożytniczych w trzech terminach (30, 60 i 90 dni ekspozycji próbek na grzybni). W doświadczeniach tych użyto drewna następujących gatunków drzew (w kolejności alfabetycznej):

a) gatunki krajowe: *Abies alba* Mill. – jodła pospolita; *Acer pseudoplatanus* L. – klon jawor; *Alnus glutinosa* Gaertn. – olsza czarna; *Betula pendula* Roth. – brzoza brodawkowata; *Carpinus betulus* L. – grab zwyczajny; *Fagus sylvatica* L. – buk zwyczajny; *Fraxinus excelsior* L. – jesion wyniosły; *Larix decidua* Mill. – modrzew europejski; *Picea abies* Karst. – świerk pospolity; *Pinus sylvestris* L. – sosna zwyczajna; *Populus tremula* L. – topola osika; *Quercus robur* L. – dąb szypułkowy; *Salix fragilis* L. – wierzba krucha; *Tilia cordata* Mill. – lipa drobnolistna; *Ulmus carpiniifolia* Gleditsch – wiąz szypułkowy

b) gatunki egzotyczne i introdukowane: *Aucoumea klaineana* Pierre – okume*; *Chlorophora excelsa* Benth. & Hook syn. *Milicia excelsa* Welw. – iroko*; *Hymnaea* sp. – jatoba*; *Intsia bakeri* Prain – merbau*; *Millettia laurentii* De Wild. – wenge*; *Nauclea trillesii* Merrill – badi*; *Pterocarpus soyauxii* Taubert – padouk*; *Quercus rubra* L. – dąb czerwony; *Tabebuja* sp. – ipe*; *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. – samba*.

* polskie nazwy zwyczajowe stosowane powszechnie w przemyśle drzewnym

Tabela 1. Wykaz badanych gatunków grzybów

Table 1. A list of analysed fungi

Sprawcy zgnilizny brunatnej

Brown rot fungi

- Dq *Daedalea quercina* (L.) Pers.* – gmatwek dębowy (Zarzyński 2007)
- Fo *Fomitopsis officinalis* (Vill.) Bondartsev & Singer – pniarek modrzewiowy (Zarzyński 2009e)
- Fp *Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst. – pniarek obrzeżony
- Ls *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill – żółciak siarkowy,
- Pb *Piptoporus betulinus* (Bull.) P. Karst. – porek brzożowy
- Sl *Serpula lacrymans* (Wulfen) J. Schröt. – stroczek domowy (Zarzyński 2009b)

Sprawcy zgnilizny białej jednolitej

Uniform white-rot fungi

- Ff *Fomes fomentarius* (L.) J.J. Kick – hubiak pospolity,
- Sc *Schizophyllum commune* Fr. – rozszczepka pospolita
- Sh *Stereum hirsutum* (Willd.) Pers. – skórnik szorstki
- Tv *Trametes versicolor* (L.) Lloyd – wrośniak różnobarwny (Zarzyński 2009c)

Sprawcy zgnilizny białej jamkowej

Scattered white rot fungi

- Ha *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. – korzeniowiec wieloletni
- Pp *Phellinus pini* (Brot.) Bondartsev & Singer – czyreń sosnowy (Zarzyński 2009d)

* Nazwy gatunkowe grzybów na podstawie Index Fungorum (www.indexfungorum.org)

Grzyby testowe zostały dobrane tak, aby znaleźli się wśród nich przedstawiciele grup powodujących wszystkie główne typy rozkładu drewna, w tym gatunki zaliczane do najpoważniejszych szkodników, powodujących zarówno deprecjację surowca na pniu, jak i drewna użytkowego (tab. 1).

Szczegółowa metodyka badań została przedstawiona w pracy Zarzyńskiego z 2007 r. Uzyskane wyniki skonfrontowano następnie z rezultatami analizy chemicznej drewna badanych gatunków drzew przeprowadzonej pod kątem obecności w nim substancji organicznych o charakterze fenolowym (Zarzyński 2009 a), na której podstawie stwierdzono występowanie 38 możliwych do zidentyfikowania związków chemicznych w drewnie wszystkich gatunków badanych drzew (tab. 2).

W celu określenia zależności pomiędzy obecnością w drewnie każdej z ww. substancji a tempem jego rozkładu przez poszczególne gatunki grzybów w każdym z trzech wariantów trwania doświadczenia wykonano analizy korelacji liniowej. Do obliczeń statystycznych wykorzystano program STATISTICA 6.0. Dzięki obliczonym współczynnikom korelacji liniowej przy poziomie istotności $p = 0,05$ ustalono siłę korelacji oraz jej charakter (korelacja ujemna lub do-

Tabela 2. Wykaz badanych związków fenolowych

Table 2. A list of analysed phenolic compounds

1. furfural (furoaldehyd, fural, 2-formylofuran, 2-furaldehyd, aldehyd 2-furylowy, aldehyd α -furfurylowy),
2. furfural (alkohol furfurylowy),
3. furanon (2-furanon),
4. cykloheksanon,
5. 2-Propenamida, N-(aminokarbonyl),
6. 1,4-butanodiamina-2,3-dimetoksy N,N,N',N'tetrametyl,
7. 2-Cyklopenten-1-on-2-hydroksy-3-metylo,
8. 1,4-dioksyna-2,3-dihydro-5,6-dimetylo,
9. 2,5-Furanodion-3-metylo,
10. Aldehyd 2-furanokarboksy-5-(hydroksymetylo),
11. rezorcynol (rezorcyna, 1,3-dihydroxybenzen),
12. 2-Metoksy-6-winylofenol,
13. 2,6-Dimetoksy fenol (Syringol),
14. 2-Metoksy-4-(2-propenyl) fenol (Eugenol),
15. 1,2,3-benzenotriol (Pirogalol),
16. Metoksybenzenodiol,
17. Wanilina,
18. Kwas 4-metoksybenzoesowy (kwas anyżowy),
19. 2-Metoksy-4-propenyl fenol (Izoegenol),
20. 1,6-Anhydro-beta-D-glucopyranose (Levoglukosan),
21. Gwajacylo aceton,
22. Kwas wanilinowy,
23. 3',5'-Dimetoksyacetofenon,
24. Kwas acetylobenzoesowy-2,5-dimetoksy,
25. 2,6-Dimetoksy-4-(propenyl)fenol,
26. Kwas 3,4-dimetoksybenzoesowy,
27. Kwas 4-hydroksy-3-metoksy acetylobenzoesowy,
28. 4-Hydroksy-3,5-dimetoksy benzaldehyd (Syringe aldehyde),
29. Koniferol,
30. 2,6-Dimetoksy-4-(2-propenyl) fenol,
31. Acetylsyringone + ester 4-hydroksy-3-metoksymetylo kwasu acetylosalicylowego,
32. Kwas 3-metoksy cynamonowy + Koniferol,
33. 1-(2,4,6-trihydroksyfenyl)-2-pentanon,
34. Kwas heksadekanowy (kwas palmitynowy),
35. 2-Hydroksy-3-(3-metylo-1-butenyl)-1,4-naftalenodion (Isolapachol),
36. 10-H-phenoxasilin-10,10-dimetyl,
37. Kwas 9,12-oktadekanowy Z,Z,
38. alfa Lapachone

datnia), mogący świadczyć o charakterze oddziaływania danej substancji wobec danego gatunku grzyba w każdej z trzech badanych faz rozkładu drewna (po 30, 60 i 90 dniach ekspozycji na grzybni). Pozwoliło to na wyznaczenie nie tylko grupy potencjalnych naturalnych inhibitorów wzrostu grzybni (mogących spowalniać rozkład drewna), ale również zespołu związków chemicznych mogących być katalizatorami jej rozwoju i przyspieszających dekompozycję surowca drzewnego.

3. Wyniki

Wśród substancji o charakterze fenolowym zidentyfikowanych w drewnie wszystkich badanych gatunków drzew, ze względu na sposób działania tych substancji na grzyby rozkładające drewno, można – hipotetycznie – wyróżnić dwie grupy: inhibitory oraz katalizatory wzrostu danej grupy organizmów. Do pierwszych zaliczyć można te substancje, które zmniejszają zdolność określonego gatunku lub gatunków grzybów do rozkładu drewna. O istnieniu takiego związku świadczyć może istotna ze statystycznego punktu widzenia (przy założonym poziomie istotności) ujemna zależność korelacyjna pomiędzy zawartością w drewnie danej substancji a tempem jego rozkładu przez grzyby. Z kolei do drugiej grupy związków (katalizatorów) zaliczyć można te związki, które zwiększają zdolność do rozkładu drewna przez określony gatunek lub gatunki grzybów. O istnieniu takiego związku świadczyć może istotna ze statystycznego punktu widzenia (przy założonym poziomie istotności) dodatnia zależność korelacyjna pomiędzy zawartością w drewnie danej substancji a tempem jego rozkładu przez grzyby.

W celu przesłedzenia powyższych związków przeanalizowano łącznie 1368 zależności korelacyjnych pomiędzy zawartością w drewnie 38 różnych substancji o charakterze fenolowym a tempem jego rozkładu przez 12 różnych grzybów testowych w trzech wariantach czasowych (30, 60 i 90 dni ekspozycji). Wartości poszczególnych współczynników korelacji podano w tabeli 3.

Porównując zawartość poszczególnych substancji o charakterze fenolowym po 30 dniach ekspozycji stwierdzono istnienie 4 istotnych ze statystycznego punktu widzenia (przy założonym poziomie istotności $p = 0,05$) ujemnych (potencjalne inhibitory wzrostu grzybni) oraz 28 dodatnich (potencjalne katalizatory wzrostu grzybni) zależności korelacyjnych. Potencjalnymi inhibitorami wzrostu wybranych grzybów rozkładających drewno w tej fazie rozkładu są: 2-Cyklopenten-1-on-2-hydroksy-3-metylo, 2-Metoksy-4-propenylo fenol (Izoeugenol) i 3',5'-Dimetoksyacetofenon. Z kolei potencjalnymi katalizatorami wzrostu wybranych grzybów rozkładających drewno w tej fazie rozkładu są: aldehyd 2-furanokarboksy-5-(hydroksymetylo), 2-Metoksy-6-winylofenol, 2-Metoksy-4-(2-propenyl) fenol (Eugenol), metoksybenzenodiol, gwajacylo aceton, kwas wanilinowy, kwas 3,4-dimetoksybenzoesowy, 4-Hydroksy-3,5-dimetoksybenzaldehyd (Syringe aldehyde). 1-(2,4,6-trihydroksyfenylo)-2-pentanon, kwas heksadekanowy (kwas palmitynowy), 2-Hydroksy-3-(3-metylo-1-butenylo)-1,4-naftalenodion (Isolapachol), 10-H-phenoxasilin-10,10-dimethyl i alfa Lapachone.

Analogicznie, dokonując porównania zawartości poszczególnych substancji o charakterze fenolowym po 60 dniach ekspozycji stwierdzono istnienie 14 istotnych ze statystycznego punktu widzenia (przy założonym poziomie istotności $p = 0,05$) ujemnych oraz 7 dodatnich zależności korelacyjnych. Potencjalnymi inhibitorami wzrostu wybranych grzybów rozkładających drewno w tej fazie rozkładu są: furanon (2-furanon), 1,4-butanodiamina-2,3-dimetoksy N,N,N',N'tetrametyl, 2-Cyklopenten-1-on-2-hydroksy-3-metylo, 2,5-Furanodion-3-metylo, rezorcynol (rezorcyna, 1,3-dihydroksybenzen), 2-Metoksy-4-propenylo fenol (Izoeugenol), 1,6-Anhydro-beta-D-glucopyranose (Levoglukosan), 3',5'-Dimetoksyacetofenon i kwas acetylobzoesowy-2,5-dimetoksy. Natomiast potencjalnymi katalizatorami wzrostu grzybni niektórych gatunków grzybów w tej fazie rozkładu drewna są: 2-Metoksy-4-(2-propenyl) fenol (Eugenol), gwajacylo acetone, kwas 4-hydroksy-3-metoksy acetylobzoesowy, 4-Hydroksy-3,5-dimetoksybenzaldehyd (Syringe aldehyde) i 1-(2,4,6-trihydroksyfenylo)-2-pentanon.

Z kolei porównując zawartość zidentyfikowanych w drewnie substancji o charakterze fenolowym po 90 dniach ekspozycji stwierdzono istnienie 19 istotnych ze statystycznego punktu widzenia (przy założonym poziomie istotności $p = 0,05$) ujemnych oraz 6 dodatnich zależności korelacyjnych. Jako potencjalne inhibitory wzrostu grzybni wskazać można: furanon (2-furanon), 1,4-butanodiamina-2,3-dimetoksy N,N,N',N'tetrametyl, 2,5-Furanodion-3-metylo, rezorcynol (rezorcyna, 1,3-dihydroksybenzen), 2,6-Dimetoksy fenol (Syringol), 2-Metoksy-4-propenylo fenol (Izoeugenol), 1,6-Anhydro-beta-D-glucopyranose (Levoglukosan), 3',5'-Dimetoksyacetofenon, kwas acetylobzoesowy-2,5-dimetoksy. Potencjalnymi katalizatorami wzrostu grzybni w tej fazie rozkładu drewna są: 2-Metoksy-4-(2-propenyl) fenol (Eugenol), gwajacylo acetone, kwas 4-hydroksy-3-metoksy acetylobzoesowy, koniferol i 1-(2,4,6-trihydroksyfenylo)-2-pentanon.

Łącznie, porównując wyniki ze wszystkich wariantów doświadczenia stwierdzono istnienie 10 substancji mogących być naturalnymi inhibitorami wzrostu grzybów. Są to:

1. 2-Cyklopenten-1-on-2-hydroksy-3-metylo
2. 2-Metoksy-4-propenylo fenol (Izoeugenol)
3. 3',5'-Dimetoksyacetofenon
4. Furanon (2-furanon)
5. 1,4-butanodiamina-2,3-dimetoksy N,N,N',N'tetrametyl
6. Rezorcynol (rezorcyna, 1,3-dihydroksybenzen)
7. 1,6-Anhydro-beta-D-glucopyranose (Levoglukosan)
8. Kwas acetylobzoesowy-2,5-dimetoksy
9. 2,5-Furanodion-3-metylo
10. 2,6-Dimetoksy fenol (Syringol).

Tabela 3. Współczynniki korelacji liniowej pomiędzy tempem rozkładu drewna przez poszczególne gatunki grzybów po 30, 60 i 90 dniach ekspozycji próbek na grzybni a ilością obecnych w nim 38 zidentyfikowanych substancji o charakterze fenolowym

Table 3. The linear correlation index between the rate of fungal wood decay after 30, 60, and 90 days of sample exposition on the mycelium and the quantity of 38 identified phenolic compounds in wood

Numer związku fenolowego* Number of phenolic compound*	Gatunek grzyba testowego** Species of tested fungus**											
	<i>Dq</i>	<i>Ff</i>	<i>Fo</i>	<i>Fp</i>	<i>Ha</i>	<i>Ls</i>	<i>Pp</i>	<i>Pb</i>	<i>Sl</i>	<i>Sc</i>	<i>Sh</i>	<i>Tv</i>
po 30 dniach / after 30 days												
1	0,22	-0,19	0,04	-0,12	-0,15	0,23	-0,20	-0,18	-0,12	0,00	0,10	-0,09
2	0,06	0,04	0,01	-0,17	0,02	0,11	-0,22	-0,05	0,03	0,13	-0,08	0,09
3	-0,01	0,02	0,08	-0,22	-0,01	0,01	-0,32	-0,17	-0,09	-0,03	0,09	-0,09
4	-0,06	0,00	-0,17	-0,13	0,03	-0,08	-0,25	-0,27	-0,31	-0,10	-0,02	-0,03
5	0,15	-0,31	-0,08	-0,27	-0,28	0,07	-0,30	-0,14	-0,13	-0,16	-0,06	-0,28
6	-0,14	-0,20	-0,02	-0,31	-0,28	-0,19	-0,32	-0,18	-0,14	-0,22	-0,11	-0,29
7	-0,21	-0,30	-0,29	-0,40	-0,33	-0,13	-0,29	-0,35	-0,32	-0,36	-0,42	-0,27
8	-0,11	-0,25	-0,20	-0,12	-0,15	-0,19	-0,28	-0,24	-0,14	-0,21	-0,21	-0,24
9	0,07	-0,16	0,01	-0,30	-0,25	-0,04	-0,37	-0,13	-0,25	-0,09	-0,07	-0,15
10	0,46	0,02	-0,08	-0,01	0,19	0,30	-0,09	-0,24	-0,14	0,21	0,17	0,03
11	-0,28	-0,24	-0,12	-0,33	-0,34	-0,07	-0,38	-0,21	-0,17	-0,30	-0,24	-0,23
12	0,08	0,00	0,66	0,04	-0,07	-0,02	-0,29	0,44	0,44	0,06	0,21	-0,15
13	0,04	-0,13	0,05	-0,14	-0,13	0,02	-0,22	-0,18	-0,22	-0,04	0,01	-0,02
14	-0,05	0,16	0,00	-0,19	0,16	0,45	-0,11	0,19	0,73	0,29	-0,03	0,22
15	-0,07	0,34	0,19	-0,16	-0,11	0,07	-0,11	0,09	0,22	0,11	0,23	-0,04
16	0,39	0,08	0,78	0,06	0,04	0,30	-0,19	0,43	0,40	0,23	0,40	-0,04
17	0,18	0,13	0,17	-0,14	0,06	0,05	0,26	0,09	0,15	0,30	-0,05	0,12
18	0,19	0,17	0,88	-0,01	0,00	0,04	-0,22	0,57	0,52	0,20	0,43	-0,05
19	-0,15	-0,28	0,12	-0,34	-0,35	-0,14	-0,38	-0,08	-0,06	-0,30	-0,14	-0,40
20	-0,14	-0,16	0,14	-0,36	-0,27	-0,26	-0,27	-0,09	0,02	-0,10	-0,09	-0,25
21	-0,06	0,09	0,05	-0,22	0,11	0,40	-0,15	0,21	0,78	0,26	-0,05	0,16
22	0,20	0,09	0,87	-0,12	-0,12	0,03	-0,24	0,53	0,47	0,19	0,32	-0,10
23	-0,19	-0,09	-0,01	-0,52	-0,36	-0,27	-0,25	-0,22	-0,11	-0,07	-0,15	-0,13
24	-0,23	-0,27	-0,06	-0,34	-0,32	-0,15	-0,34	-0,18	-0,08	-0,25	-0,24	-0,26
25	-0,22	-0,27	-0,12	-0,28	-0,29	-0,21	-0,28	-0,21	-0,15	-0,28	-0,25	-0,24
26	0,18	0,18	0,91	-0,03	-0,05	0,06	-0,22	0,61	0,53	0,23	0,36	-0,03
27	0,30	-0,25	-0,18	0,08	0,07	0,24	-0,06	-0,19	-0,10	-0,21	-0,18	-0,33
28	0,26	0,26	0,13	-0,23	0,11	0,14	-0,09	0,04	0,08	0,40	0,12	0,40
29	-0,12	0,13	-0,04	-0,02	0,13	-0,18	-0,14	-0,17	-0,16	-0,16	0,36	-0,16
30	0,22	0,13	-0,04	-0,26	-0,01	-0,01	-0,11	-0,10	-0,19	0,26	0,04	0,28
31	0,05	0,22	0,10	-0,35	-0,10	-0,14	0,17	-0,07	-0,02	0,35	-0,09	0,18
32	0,07	0,16	0,31	-0,35	-0,13	-0,03	-0,19	0,07	0,05	0,12	-0,01	-0,04
33	-0,07	0,21	-0,09	0,14	0,26	-0,12	-0,01	-0,14	-0,13	-0,07	0,47	-0,06
34	-0,04	0,29	0,58	-0,15	-0,14	-0,07	-0,11	0,29	0,24	0,12	0,29	-0,10
35	0,21	0,13	0,91	-0,04	-0,06	0,07	-0,22	0,61	0,55	0,22	0,34	-0,04
36	0,21	0,13	0,91	-0,04	-0,06	0,07	-0,22	0,61	0,55	0,22	0,34	-0,04
37	-0,06	0,15	0,15	-0,05	-0,06	-0,01	0,02	0,00	0,01	-0,04	0,10	-0,20
38	0,21	0,14	0,91	-0,04	-0,06	0,08	-0,22	0,61	0,55	0,23	0,34	-0,03

Numer związku fenolowego* Number of phenolic compound*	Gatunek grzyba testowego** Species of tested fungus**											
	Dq	Ff	Fo	Fp	Ha	Ls	Pp	Pb	Sl	Sc	Sh	Tv
po 60 dniach / after 60 days												
1	-0,15	-0,05	0,06	-0,15	-0,21	-0,23	-0,35	-0,10	-0,34	-0,12	-0,05	-0,14
2	0,09	0,15	0,00	-0,04	-0,11	-0,06	-0,27	0,04	0,02	0,10	-0,06	0,08
3	-0,10	0,08	0,03	0,02	-0,13	-0,21	-0,48	0,18	-0,13	-0,05	-0,05	0,12
4	-0,10	0,06	-0,07	0,08	0,00	-0,09	-0,33	0,21	-0,12	0,00	-0,08	0,15
5	-0,10	-0,29	-0,14	-0,22	-0,32	-0,18	-0,35	-0,21	-0,26	-0,22	-0,16	-0,27
6	-0,21	-0,29	-0,12	-0,26	-0,39	-0,28	-0,43	-0,21	-0,23	-0,26	-0,23	-0,29
7	-0,14	-0,19	-0,23	-0,12	-0,35	-0,30	-0,33	-0,17	-0,30	-0,28	-0,47	0,00
8	-0,17	-0,23	-0,17	-0,09	-0,22	-0,29	-0,11	-0,17	-0,23	-0,18	-0,27	-0,18
9	-0,21	-0,06	0,01	-0,20	-0,33	-0,28	-0,48	-0,10	-0,36	-0,08	-0,17	-0,10
10	0,18	-0,07	-0,09	0,08	-0,08	0,10	-0,18	0,22	0,02	0,04	0,05	-0,06
11	-0,26	-0,21	-0,12	-0,30	-0,39	-0,26	-0,42	-0,31	-0,25	-0,21	-0,29	-0,20
12	-0,14	-0,17	0,14	-0,06	-0,19	-0,22	-0,09	-0,15	-0,01	-0,06	0,06	-0,23
13	-0,18	-0,09	0,26	-0,22	-0,18	-0,24	-0,39	-0,04	-0,33	-0,14	-0,10	-0,05
14	0,47	0,15	-0,07	-0,17	-0,03	0,14	-0,10	-0,11	0,47	0,13	0,08	0,17
15	-0,01	-0,06	-0,02	-0,20	-0,33	0,29	-0,10	-0,32	0,10	0,01	0,10	-0,19
16	0,01	-0,07	0,19	0,01	-0,17	-0,06	-0,22	0,02	0,08	-0,02	0,20	-0,12
17	0,28	-0,17	0,23	-0,20	-0,20	0,00	0,15	0,11	0,13	0,02	-0,07	-0,01
18	-0,09	-0,09	0,22	-0,07	-0,12	-0,10	-0,24	0,01	0,12	0,01	0,24	-0,11
19	-0,19	-0,39	-0,08	-0,24	-0,48	-0,28	-0,45	-0,27	-0,21	-0,34	-0,28	-0,40
20	-0,21	-0,35	-0,03	-0,37	-0,41	-0,32	-0,41	-0,23	-0,14	-0,22	-0,20	-0,33
21	0,45	0,07	-0,04	-0,19	-0,06	0,08	-0,14	-0,15	0,47	0,05	0,03	0,10
22	-0,11	-0,17	0,20	-0,17	-0,25	-0,18	-0,29	-0,12	0,03	-0,04	0,11	-0,19
23	-0,22	-0,24	0,13	-0,52	-0,49	-0,40	-0,50	-0,17	-0,35	-0,19	-0,26	-0,13
24	-0,18	-0,26	-0,11	-0,30	-0,38	-0,29	-0,41	-0,29	-0,21	-0,26	-0,28	-0,25
25	-0,20	-0,26	-0,11	-0,25	-0,30	-0,30	-0,32	-0,23	-0,28	-0,26	-0,29	-0,15
26	-0,07	-0,07	0,23	-0,13	-0,21	-0,07	-0,22	-0,11	0,13	0,04	0,20	-0,16
27	0,32	-0,18	-0,14	0,54	0,00	0,28	0,15	0,16	0,21	-0,19	-0,18	-0,25
28	0,14	0,13	0,23	-0,27	0,01	-0,06	-0,28	0,20	-0,03	0,20	0,07	0,49
29	-0,12	-0,14	-0,08	0,13	0,13	0,03	-0,26	0,35	-0,04	-0,12	0,16	0,07
30	0,01	0,00	0,22	-0,32	-0,05	-0,11	-0,29	0,16	-0,18	0,13	-0,01	0,30
31	0,00	0,02	0,28	-0,32	-0,21	-0,23	-0,01	0,11	-0,09	0,12	-0,16	0,19
32	-0,05	-0,01	-0,02	-0,09	-0,31	-0,12	-0,28	0,00	-0,05	0,04	-0,16	0,09
33	-0,06	-0,04	-0,06	0,20	0,29	0,13	-0,11	0,44	0,04	-0,02	0,31	0,11
34	-0,15	-0,10	0,10	-0,19	-0,37	0,06	-0,17	-0,25	0,00	0,00	0,11	-0,24
35	-0,08	-0,08	0,24	-0,12	-0,19	-0,13	-0,23	-0,09	0,11	0,02	0,17	-0,14
36	-0,07	-0,09	0,24	-0,13	-0,19	-0,13	-0,23	-0,09	0,12	0,01	0,17	-0,14
37	0,02	-0,15	-0,05	0,06	-0,27	0,26	0,04	-0,20	0,07	-0,09	0,00	-0,32
38	-0,07	-0,08	0,24	-0,12	-0,18	-0,13	-0,23	-0,08	0,11	0,02	0,18	-0,13
po 90 dniach / after 90 days												
1	-0,27	0,06	-0,02	-0,17	-0,24	-0,24	-0,35	-0,17	-0,25	-0,14	-0,09	-0,23
2	-0,04	0,17	-0,02	-0,06	-0,15	-0,06	-0,30	0,03	0,03	0,08	-0,08	-0,03
3	0,00	0,13	-0,06	-0,03	-0,23	-0,27	-0,53	0,03	-0,12	-0,06	0,09	-0,05
4	0,02	0,11	-0,11	0,05	-0,11	-0,15	-0,35	0,09	-0,16	-0,01	0,13	0,04
5	-0,19	-0,23	-0,22	-0,23	-0,38	-0,17	-0,34	-0,30	-0,23	-0,23	-0,15	-0,33
6	-0,23	-0,24	-0,18	-0,27	-0,41	-0,31	-0,45	-0,29	-0,22	-0,27	-0,13	-0,35
7	-0,28	-0,18	-0,26	-0,13	-0,38	-0,33	-0,34	-0,28	-0,30	-0,29	-0,33	-0,08

Numer związku fenolowego* Number of phenolic compound*	Gatunek grzyba testowego** Species of tested fungus**											
	Dq	Ff	Fo	Fp	Ha	Ls	Pp	Pb	Sl	Sc	Sh	Tv
8	-0,24	-0,18	-0,19	-0,09	-0,26	-0,30	-0,09	-0,22	-0,22	-0,19	-0,18	-0,25
9	-0,32	-0,02	-0,10	-0,23	-0,39	-0,37	-0,48	-0,21	-0,43	-0,09	-0,16	-0,27
10	-0,02	0,13	-0,14	0,06	-0,11	0,00	-0,21	0,17	-0,14	0,01	-0,12	-0,13
11	-0,26	-0,21	-0,15	-0,30	-0,42	-0,26	-0,42	-0,37	-0,20	-0,22	-0,16	-0,24
12	-0,17	-0,20	0,04	-0,06	-0,22	-0,25	-0,08	-0,13	-0,10	-0,07	-0,08	-0,26
13	-0,23	0,01	0,19	-0,23	-0,18	-0,30	-0,40	-0,08	-0,28	-0,15	-0,08	-0,15
14	0,39	0,14	0,08	-0,17	-0,01	0,38	-0,14	0,02	0,84	0,11	-0,05	0,06
15	-0,05	-0,11	-0,08	-0,19	0,06	0,28	-0,18	-0,29	0,12	-0,02	-0,10	-0,26
16	-0,11	0,00	0,04	0,00	-0,16	-0,13	-0,24	0,00	-0,10	-0,05	-0,04	-0,14
17	0,07	-0,03	0,25	-0,18	-0,18	-0,02	0,10	0,19	0,00	0,00	-0,23	0,03
18	0,00	-0,11	0,10	-0,09	-0,17	-0,13	-0,25	0,03	0,00	0,00	0,12	-0,13
19	-0,25	-0,38	-0,16	-0,25	-0,51	-0,33	-0,48	-0,36	-0,24	-0,35	-0,21	-0,42
20	-0,22	-0,30	-0,09	-0,38	-0,48	-0,35	-0,42	-0,24	-0,17	-0,22	-0,17	-0,37
21	0,37	0,05	0,12	-0,20	-0,06	0,33	-0,16	0,00	0,85	0,04	-0,09	-0,01
22	-0,17	-0,17	0,07	-0,18	-0,29	-0,22	-0,28	-0,07	-0,10	-0,06	-0,07	-0,22
23	-0,25	-0,16	0,03	-0,54	-0,50	-0,44	-0,54	-0,25	-0,28	-0,20	-0,21	-0,24
24	-0,22	-0,25	-0,13	-0,30	-0,41	-0,28	-0,41	-0,33	-0,14	-0,26	-0,14	-0,29
25	-0,22	-0,23	-0,14	-0,26	-0,31	-0,30	-0,31	-0,30	-0,21	-0,26	-0,11	-0,20
26	-0,10	-0,11	0,10	-0,13	-0,18	-0,11	-0,23	-0,06	-0,03	0,02	-0,01	-0,18
27	0,16	-0,23	-0,15	0,54	-0,05	0,24	0,11	0,04	0,01	-0,20	-0,18	-0,14
28	0,03	0,27	0,20	-0,30	0,00	-0,05	-0,30	0,25	0,02	0,18	-0,12	0,25
29	0,37	-0,09	-0,14	0,09	0,02	-0,03	-0,31	0,18	0,01	-0,10	0,50	0,05
30	-0,06	0,15	0,17	-0,35	-0,10	-0,13	-0,29	0,18	-0,18	0,11	-0,11	0,13
31	-0,13	0,14	0,28	-0,33	-0,26	-0,25	-0,02	0,21	-0,16	0,09	-0,26	0,14
32	-0,21	-0,01	-0,12	-0,12	-0,32	-0,20	-0,33	-0,03	-0,23	0,01	-0,31	-0,06
33	0,48	0,03	-0,08	0,17	0,19	0,08	-0,15	0,29	0,12	0,00	0,63	0,12
34	-0,19	-0,16	-0,03	-0,19	-0,12	-0,04	-0,25	-0,24	-0,13	-0,02	-0,10	-0,30
35	-0,11	-0,11	0,11	-0,13	-0,22	-0,16	-0,22	-0,03	-0,03	0,00	-0,02	-0,16
36	-0,10	-0,11	0,12	-0,13	-0,22	-0,15	-0,22	-0,03	-0,02	0,00	-0,02	-0,16
37	-0,07	-0,22	-0,10	0,07	0,02	0,15	-0,06	-0,22	-0,07	-0,10	-0,15	-0,30
38	-0,10	-0,11	0,12	-0,13	-0,21	-0,15	-0,23	-0,03	-0,03	0,00	-0,02	-0,16

* nazwy badanych związków fenolowych p. tab. 2
for names of phenolic compounds see Table 2

** nazwy badanych grzybów p. tab. 1
for names of fungi see Table 1

bold istotna korelacja ujemna
valid negative correlation

bold istotna korelacja dodatnia
valid positive correlation

korelacja nieistotna
non-significant correlation

Ogółem stwierdzono również obecność 15 substancji mogących być naturalnymi katalizatorami wzrostu grzybów. Są to:

1. Aldehyd 2-furanokarboksy-5-(hydroksymetylo)
2. 2-Metoksy-6-winylofenol
3. 2-Metoksy-4-(2-propenyl) fenol (Eugenol)
4. Metoksybenzenodiol
5. Gwajacylo aceton
6. Kwas wanilinowy
7. Kwas 3,4-dimetoksybenzoesowy

8. 4-Hydroksy-3,5-dimetoksy benzaldehyd (Syringe aldehyde)
9. 1-(2,4,6-trihydroksyfenilo)-2-pentanon
10. Kwas heksadekanowy (kwas palmitynowy)
11. 2-Hydroksy-3-(3-metylo-1-butenylo)-1,4-naftalenodion (Isolapachol)
12. 10-H-phenoxasilin-10,10-dimethyl
13. alfa Lapachone
14. Kwas 4-hydroksy-3-metoksy acetylobzoesowy
15. Koniferol.

Stwierdzone zależności korelacyjne pomiędzy zawartością w drewnie substancji o charakterze fenolowym a tempem jego rozkładu przez grzyby mogą wskazywać na obecność w drewnie naturalnych inhibitorów tego procesu względem 6 gatunków grzybów: *Fomitopsis pinicola*, *Heterobasidion annosum*, *Laetiporus sulphureus*, *Phellinus pini*, *Serpula lacrymans* oraz *Trametes versicolor*, a także naturalnych katalizatorów wzrostu grzybni względem 9 gatunków grzybów: *Daedalea quercina*, *Fomitopsis officinalis*, *Fomitopsis pinicola*, *Laetiporus sulphureus*, *Piptoporus betulinus*, *Serpula lacrymans*, *Schizophyllum commune*, *Stereum hirsutum* i *Trametes versicolor*.

4. Podsumowanie

Po zbadaniu zależności korelacyjnych pomiędzy zawartością w drewnie zidentyfikowanych w nim substancji o charakterze fenolowym a tempem jego rozkładu przez poszczególne gatunki grzybów stwierdzono występowanie powiązań mogących wskazywać na obecność wśród tych związków zarówno substancji działających jako inhibitory, jak i substancji działających jako katalizatory tempa rozkładu drewna. Co znamienne, żadna z wytypowanych substancji nie jest jednocześnie potencjalnym inhibitorem i katalizatorem wzrostu grzybów, wykazując działanie tylko w jednym z tych dwóch kierunków. Istnienie w drewnie związków o potencjalnych zdolnościach przyspieszających rozwój grzybni stwierdzono w odniesieniu do 8 gatunków grzybów. Z kolei obecność substancji o potencjalnym działaniu spowalniającym rozwój grzybni stwierdzono wobec 6 gatunków grzybów. W odniesieniu do jednego z 12 badanych grzybów – *Fomes fomentarius* – nie wytypowano żadnej substancji, która mogłaby być inhibitorem bądź katalizatorem wzrostu jego grzybni.

Na podstawie uzyskanych wyników można wysnuć hipotezę, że we wstępnej fazie zasiedlenia i rozkładu drewna przez grzyby dużą rolę pomocniczą odgrywają naturalne substancje obecne w drewnie, będące katalizatorami wzrostu grzybni poszczególnych gatunków grzybów (stwierdzono obecność aż 13 potencjalnych takich substancji). Wraz z postępującym rozkładem drewna znaczenie potencjalnych katalizatorów wzrostu grzybni wydaje się maleć – po 60 dniach ekspozycji próbek drewna na grzybni zależności takie stwierdzono już tylko w przypadku 5 substancji, przy czym powtórzyły się tylko trzy zależności widoczne w fazie zasiedlenia i wstępnego rozkładu drewna, a mianowicie 2-Metoksy-4-(2-propenyl) fenol (Eugenol) względem *Serpula lacrymans*, gwajacylo aceton również względem *Serpula lacrymans* oraz 4-Hydroksy-3,5-dimetoksy benzaldehyd (Syringe aldehyde) względem

Trametes versicolor. Pod względem statystycznym zależności te były jednak słabsze niż w pierwszej fazie rozkładu. Również w zaawansowanym stadium rozkładu drewna (po 90 dniach ekspozycji próbek na grzybni) zależności korelacyjne świadczące o potencjalnych zdolnościach do przyspieszania wzrostu grzybni stwierdzono dla 5 substancji. W dwóch przypadkach powtórzyły się kombinacje z pierwszych dwóch wariantów doświadczenia, a mianowicie 2-Metoksy-4-(2-propenyl) fenol (Eugenol) oraz gwajacylo aceton – obydwie względem *Serpula lacrymans*. Może to świadczyć o dużym znaczeniu tych substancji dla wzrostu i rozwoju grzybni tego gatunku, będącego z punktu widzenia gospodarczego jednym z najgroźniejszych szkodników drewna użytkowego w Polsce.

W przypadku, gdy zależności korelacyjne pomiędzy zawartością w drewnie zidentyfikowanych w nim substancji o charakterze fenolowym a tempem jego rozkładu były ujemne, można przypuszczać, że mamy do czynienia z inhibitorami wzrostu grzybni gatunków grzybów rozkładających ten surowiec. We wstępnej fazie zasiedlenia i rozkładu drewna (po 30 dniach ekspozycji próbek na grzybni) stwierdzono istnienie związków korelacyjnych mogących wskazywać na właściwości inhibujące trzech związków chemicznych, a w drugiej i trzeciej fazie doświadczenia po 9 związków chemicznych. Stwierdzenie trwałego związku korelacyjnego, widocznego we wszystkich fazach rozkładu drewna, wykryto w przypadku dwóch związków fenolowych: 3',5'-Dimetoksyacetofenonu względem *Fomitopsis pinicola* oraz 2-Metoksy-4-propenilo fenolu (Izoegenol) względem *Trametes versicolor*. Na podstawie uzyskanych wyników z substancjami tymi można wiązać największe nadzieje, jako z potencjalnymi inhibitorami wzrostu grzybni grzybów rozkładających drewno. Stwierdzono bowiem istotne ujemne zależności korelacyjne pomiędzy ich zawartością w drewnie poszczególnych gatunków drzew a tempem jego rozkładu we wszystkich trzech wariantach czasowych trwania doświadczenia, wobec trzech (3',5'-Dimetoksyacetofenon) i czterech (2-Metoksy-4-propenilo fenol) gatunków grzybów. Inne substancje mogące stanowić potencjalne cenne środki powstrzymujące rozwój grzybów w drewnie to: 2-Cyklopenten-1-on-2-hydroksy-3-metylo; furanon (2-furanon); 1,4-butano-diamina-2,3-dimetoksy N,N,N',N' tetrametyl; rezorcynol (rezorcyna, 1,3-dihydroxybenzen); 1,6-Anhydro-beta-D-glucopyranose (Levoglukosan); kwas acetylo-benzoowy-2,5-dimetoksy; 2,5-Furanodion-3-metylo oraz 2,6-Dimetoksy fenol (Syringol).

W literaturze naukowej znaleźć można niewiele prac na temat wpływu substancji o charakterze fenolowym naturalnie występujących w drewnie na tempo jego dekompozycji przez określone gatunki grzybów. Co

prawda wiele źródeł wspomina o istnieniu takich zależności lub stawia hipotezę na temat ich istnienia (Charlwood & Rhodes 1990, Davin et al. 1992, Kermasha et al. 1995, Obst 1998, Theander & Lundgren 1989, Wallace & Fry 1994), jednak tylko w kilku przypadkach przeprowadzono badania laboratoryjne mające na celu potwierdzenie tych założeń. Rättö i in. (2004) udowodnili, że wanilina oraz tanina powodują obniżenie tempa wzrostu grzybni *Coniophora puteana* (Schumach.) P. Karst. i *Trametes versicolor* i tym samym ograniczają ubytek masy rozkładanego przez nie drewna o 5–25%. Z kolei Goodell i in. (1997) przeprowadzili studia nad rozkładem drewna przez *Gleophyllum trabeum* (Pers.) Murill i stwierdzili obecność związków fenolowych mających istotny wpływ na jego wzrost. Niemniej prace te dotyczą tylko nielicznych gatunków grzybów i obejmują jedynie podstawowe substancje o charakterze fenolowym. Dlatego wyniki analizy statystycznej prezentowane w niniejszej pracy będące rezultatem wcześniej przeprowadzonych doświadczeń można uznać za pionierskie i wiązać nadzieje na potwierdzenie i udowodnienie obrazowanych przez nie zależności.

Należy wyraźnie podkreślić, że prezentowane w niniejszej pracy wyniki są wyłącznie rezultatem statystycznych porównań zależności pomiędzy stopniem rozkładu drewna a zawartością w nim określonych związków fenolowych. Same w sobie nie stanowią zatem jednoznacznego dowodu na bezpośrednie oddziaływanie ww. substancji chemicznych występujących w drewnie jako inhibitorów czy też katalizatorów wzrostu badanych grzybów. Mogą jednak stanowić podstawę do dalszych badań, mających na celu ocenę rzeczywistych zdolności biochemicznych tych związków do hamowania lub też przyspieszania wzrostu grzybni wybranych gatunków grzybów saprotroficznych i pasożytniczych. Badania w tym zakresie są przesłanką do opracowania nowych środków i metod ochrony drewna przed niszczyielską działalnością wielu grzybów, co pozwoliłoby na ograniczenie strat gospodarczych powodowanych przez tę grupę organizmów w leśnictwie, drzewnictwie i innych gałęziach gospodarki.

5. Wnioski

1. Istnieją liczne zależności korelacyjne pomiędzy zawartością w drewnie poszczególnych związków o charakterze fenolowym a tempem jego rozkładu przez wybrane gatunki grzybów saprotroficznych i pasożytniczych, mogące świadczyć o obecności w drewnie naturalnych substancji będących inhibitorami bądź katalizatorami wzrostu grzybni.

2. Na etapie zasiedlania drewna przez grzyby i wstępnej jego dekompozycji większe znaczenie wydają się mieć substancje o potencjalnym działaniu przyspieszającym wzrost grzybni poszczególnych gatunków grzybów, natomiast w późniejszych etapach rozkładu uwidacznia się działanie substancji o potencjalnych zdolnościach do inhibicji wzrostu grzybni.

3. Potencjalnymi inhibitorami wzrostu grzybni w drewnie mogą być: 3',5'-Dimetoksyacetofenon oraz 2-Metoksy-4-propenilo fenol (Izoeugenol), a także: 2-Cyklopenten-1-on-2-hydroksy-3-metylo; furanon (2-furanon); 1,4-butanodiamina-2,3-dimetoksy N,N,N',N'-tetrametyl; rezorcynol (rezorcyna, 1,3-dihydroxybenzen); 1,6-Anhydro-beta-D-glucopyranose (Levoglukosan); kwas acetylobenzoowy-2,5-dimetoksy; 2,5-Furanodion-3-metylo oraz 2,6-Dimetoksy fenol (Syringol).

4. Potencjalnymi katalizatorami wzrostu grzybni w drewnie mogą być 2-Metoksy-4-(2-propenyl) fenol (Eugenol) oraz gwajacylo aceton, a także: aldehyd 2 furanokarboksy-5-(hydroksymetylo); 2-Metoksy-6-winylofenol; metoksybenzenodiol; kwas wanilinowy; kwas 3,4-dimetoksybenzoowy; 4-Hydroksy-3,5-dimetoksy benzaldehyd (Syringe aldehyde); 1-(2,4,6-trihydroksyfenilo)-2-pentanon; kwas heksadekanowy (kwas palmitynowy); 2-Hydroksy-3-(3-metylo-1-butenylo)-1,4-naftalenodion (Isolapachol); 10-H-phenoxasilin-10,10-dimetyl; alfa Lapachone; kwas 4-hydroksy-3-metoksy acetylobenzoowy; 1-(2,4,6-trihydroksyfenilo)-2-pentanon i koniferol.

5. Określenie rzeczywistego przebiegu procesu rozkładu drewna przez badane grzyby i roli w nim związków fenolowych wymaga dalszych badań o charakterze biochemicznym.

Literatura

- Charlwood B. V., Rhodes M. J. C. 1990. Secondary products from plant tissue culture. Oxford. Clarendon Press.
- Davin L. B., Lewis N. G., Umezawa T. 1992. Phenylpropanoid metabolism: biosynthesis of monolignols, lignans and neolignans, lignins and suberins. In: Stafford A. A. and Ibrahim R. K., eds, Recent Advances in Phytochemistry, Vol. 27. New York. Plenum Press, pp. 325–376.
- Evensen P. C., Solheim H., Hřiland K., Stenersen J. 2000. Induced resistance of Norway spruce, variation of phenolic compounds and their effects of fungal pathogens. *Forest Pathology*, 30: 97–109.
- Goodell B., Jellison J., Liu J., Daniel G., Paszczynski A., Fekete F., Krishnamurthy S., Jun L., Xu G. 1997. Low molecular weight chelators and phenolic compounds isolated from wood decay fungi and their role in the fungal biodegradation of wood. *Journal of Biotechnology*, 53: 133–162.

- Grzywacz A. 1997. Gatunkowa różnorodność biologiczna grzybów rozkładających drewno. Materiały IV Sympozjum „Ochrona obiektów budowlanych przed korozją biologiczną i ogniem”. Szklarska Poręba, 69–77.
- Kermasha S., Goetghebeur M., Dumont J. 1995. Determination of phenolic compound pronles in maple products by high-performance liquid chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43: 708–716.
- Obst J. R. 1998. Special (secondary) metabolites from wood. [w:] Bruce A., Palfreyman J. W. eds. *Forest products biotechnology*. London, Great Britain. Taylor & Francis: 151–165.
- Rayner A. D. M., Boddy L. 1988. Fungal decomposition of wood – its biology and ecology. John Wiley and Sons. Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore, 1–428.
- Rättö M., Ritschkoff A.-C., Viikari L. 2004. Enzymatically polymerized phenolic compounds as wood preservatives. *Holzforschung*, 58: 440–445.
- Theander O., Lundgren L. N. 1989. Monoaryl natural products. [w:] Rowe J. W. (ed.) *Natural Products of Woody Plants I*. Berlin: Springer Verlag, pp. 369–399.
- Wallace G., Fry S. C. 1994. Phenolic components of the plant cell wall. *International Review of Cytology*, 151: 229–267.
- Zarzyński P. 2007. Zakres preferencji troficznych drewna izolatu gmatwka dębowego (*Daedalea quercina* (L.): Fr.) badany in vitro. *Acta Scientiarum Polonorum Silvarum Colendarum Ratio et Industria Lignaria*, 6(2): 113–118.
- Zarzyński P. 2009a. Identyfikacja i analiza ilościowa substancji o charakterze fenolowym naturalnie występujących w drewnie wybranych gatunków drzew europejskich i egzotycznych. *Leśne Prace Badawcze*, 70 (1): 27–39.
- Zarzyński P. 2009b (w druku). Ocena zakresu zdolności do dekompozycji drewna wybranych gatunków grzybów – sprawców rozkładu typu brunatnego w warunkach ex situ. *Sylvan*.
- Zarzyński P. 2009c (w druku). The wood resistance of chosen three species against white rot decay researched in in vitro model. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*.
- Zarzyński P. 2009d (w druku). The range of trophic abilities of *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) and *Phellinus pini* (Brot.: Fr.) A. Ames) searched in in vitro model. *Baltic Forestry*.
- Zarzyński P. 2009e (w druku). Zakres zdolności i preferencji troficznych drewna izolatu pniarka modrzewiowego (*Fomitopsis officinalis* (Vill.) Bondartsev et Signer) pochodzącego z obszaru chronionego "Chełmowa Góra" badany w warunkach in vitro. Parki Narodowe i Rezerwaty Przyrody.

Praca naukowa finansowana ze środków Komitetu Badań Naukowych w latach 2004–2006 jako projekt badawczy nr 2 P06L 044 27.

Praca została złożona 8.09.2008 r. i po recenzjach przyjęta 16.10.2008 r.
© 2009, Instytut Badawczy Leśnictwa