

WPLYW WTÓRNYCH METABOLITÓW POROSTU *XANTORIA PARIETINA* (L.) TH. FR. NA ROZWÓJ GRZYBÓW PLEŚNIOWYCH Z PODŁOŻY ORGANICZNYCH OSAKRYLU AP 40 I KAUCZUKU

Małgorzata Anna Józwiak, Przemysław Rybiński, Marek Józwiak

Józwiak M.A., Rybiński P., Józwiak M., 2016: Wpływ wtórnych metabolitów porostu *Xantoria parietina* (L.) Th. Fr. na rozwój grzybów pleśniowych z podłoża organicznych osakrylu AP 40 i kauczuku (*Influence of xantoria parietina secondary metabolites on the development of fungi from organic ground: natural rubber and acrylic dispersion (osacryl AP40)*), *Monitoring Środowiska Przyrodniczego*, Vol. 18(2), s. 43-51.

Zarys treści: Badania nad właściwościami przeciwdrobnoustrojowymi wtórnych metabolitów porostowych potwierdzono w licznych testach laboratoryjnych. Dotyczyły one pochodnych antracenu (erytroglaucyna, fision, czyli parietyna, ksantoryna, emodyna, fallacynal i teloschistyna, czyli fallacynol) (Manojlović 2000 i in.; Manojlović 2002 i in.). Badania prowadzono również testując właściwości przeciwgrzybicze kwasu usninowego, stosując go wobec grzybów z rodzaju *Alternaria*, *Aspergillus*, *Candida*, *Eurotium repens*, *Fusarium*, *Mycotypha*, *Trichoderma*, *Ustilago* (Tay i in. 2004; Natić i in. 2004; Yilmaz i in. 2004; Kang 2000). W niniejszej pracy podjęto problem wpływu kwasu parietinowego ekstrahowanego z plech *Xantoria parietina* (L.) Th. Fr. na rozwój grzybnicy *Mucor mucedo* Fresen, grzyba pleśniowego rozwijającego się na podłożach organicznych.

Słowa kluczowe: porosty, substancje porostowe, wtórne metabolity, znaczenie ekologiczne

Key words: Lichens, lichen substances, secondary metabolites, ecological role

Małgorzata Anna Józwiak, Stacja Bazowa Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego, małgorzata.jozwiak@vp.pl

Przemysław Rybiński, Marek Józwiak, Katedra Ochrony i Kształtowania Środowiska, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach

1. Wprowadzenie

Porosty spotkać można we wszystkich strefach klimatycznych i w bardzo różnych siedliskach (Kłos 2007). Ich cechą taksonomiczną jest między innymi różnorodność zabarwienia plechy. Zróżnicowanie kolorystyczne, od bieli, szarości, poprzez żółć (kwas usninowy), pomarańcz (kwas wulpinowy), krwisto-czerwień (kwas rhodokladoniowy), brąz, zieleń i błękit aż do czerni. Wynika to ze zdolności do produkcji specyficznych substancji zwanych powszechnie „kwasami porostowymi”, będącymi wtórnymi metabolitami. Jest to specyficzna i zróżnicowana chemicznie oraz funkcjo-

nalnie grupa związków organicznych. Ich powstawanie jest wynikiem symbiozy, jaka zachodzi między glonem a grzybem w plechach porostów. Komórki fotobionta w wyniku fotosyntezy produkują węglowodany (cyjanobakterie – glukozę, zielenice – erytrytol, ribitol lub sorbitol), które transportowane są do strzępek grzyba. Tam w wielu szlakach metabolicznych są przekształcane we wtórne metabolity (Nash 2002) (ryc. 2). Klasyfikacja kwasów porostowych Asahina i Shibata (1954) dzieli je na dwie grupy: alifatyczne i acykliczne związki bezbarwne oraz aromatyczne substancje porostowe. Są nimi pochodne kwasu fulwinowego, depsydy, depsydony, chinony, pochodne ksantonu, dwubenzofura-

zy. Związki te wykazują dużą aktywność chemiczną. Wśród wtórnych metabolitów porostowych najbardziej aktywne są: kwas usninowy, pochodne kwasu fulwinowego, depsydy i depsydony grupy orcynowej oraz kwasy alifatyczne. Aktywność chemiczna skutkuje dużą wrażliwością na obecność wielu gatunków organizmów jedno- i wielokomórkowych. Wtórne metabolity porostowe mogą oddziaływać na inne organizmy w dwojaki sposób – hamujący i stymulujący. Organizmy, na które mają wpływ te związki, stanowią zróżnicowaną grupę. Są to przede wszystkim bakterie i wirusy, ale także mszaki, grzyby, rośliny naczyniowe, a także same porosty (Opanowicz 2002).

Najliczniejszą grupą organizmów, na którą mają wpływ wtórne metabolity porostowe są bakterie. Kwasy porostowe występujące w plechach posiadają właściwości bakteriostatyczne i antybiotyczne, dzięki którym chronią porost przed wieloma patogenami (Studzińska-Sroka, Bylka 2010) Wtórne metabolity porostowe mają również działanie antywirusowe (Matwiejuk 2008). Porostowe depsydy i depsydony mogą hamować aktywność jednego z głównych enzymów wirusa HIV, a kwas usninowy – rozwój wirusów zwierzęcych PV i HSV. Do najczęściej spotykanych kwasów porostowych należą:

- kwas usninowy – występuje w plechach brodaczek (*Usnea*), odnożyc (*Ramalina*), mąkli (*Evernia*) i innych przedstawicieli Usneaceae,

- kwas rodokladoniowy – spotykany w chrobotkach o czerwonych owocnikach z sekcji *Cocciferae*,

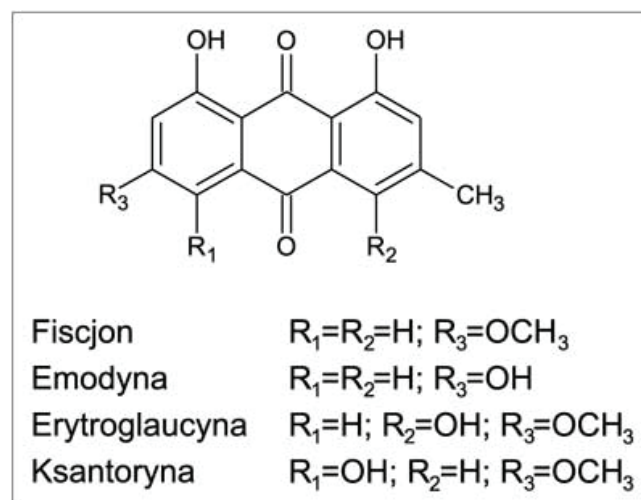
- atranoryna – obecna w chrobotku reniferowym (*Cladonia rangiferina*), mąkli tarniowej (*Evernia prunastri*), obrostach (*Physcia* sp.).

Poznano chemizm połowy gatunków porostów i odkryto w nich prawie 1000 różnych związków chemicznych (Opanowicz 2002). Wtórne metabolity porostowe produkowane są w strzępkach grzyba, gdzie z dużym udziałem glonu zachodzą główne etapy ich biosyntezy. Z chwilą nawiązania kontaktu żywieniowego między grzybem a autotroficznym fotobiontem rozpoczyna się proces produkcji tych związków odkładanych zwykle w górnej warstwie plechy (Fałtynowicz 2005).

Substancje te odkładane są w formie mikrokryształków na zewnętrznych powierzchniach strzępek i w przestrzeniach międzykomórkowych warstwy glonowej. Kształt mikrokryształków jest charakterystyczny dla każdego ze związków, co jest jedną z podstaw ich szybkiej identyfikacji (Studzińska i in. 2008). Ustalono, że kwasy porostowe tworzone są z wykorzystaniem trzech dróg metabolicznych (ryc. 2). Jest to szlak kwasu szikimowego, kwasu mewalonowego i szlak acetylopolimalonianu (Boustie, Grube 2005; Nash, Elix 1996). Ich rola nie do końca jeszcze została wyjaśniona, ale na pewno

są niezbędne do zachodzenia mutualizmu porostowego (Opanowicz 2003).

Wyizolowane z trzech gatunków porostów rodzaju *Xanthoria* sp. pochodne antracenu (erytroglaucyna, fiscjon, czyli parietyna, ksantoryna, emodyna, fallacynal i teloschistyna czyli fallacynol) mają właściwości przeciwbakteryjne i przeciwgrzybicze (ryc. 1).



Ryc. 1. Wzory wybranych antrachinonów
Fig. 1. Designs chosen anthraquinones

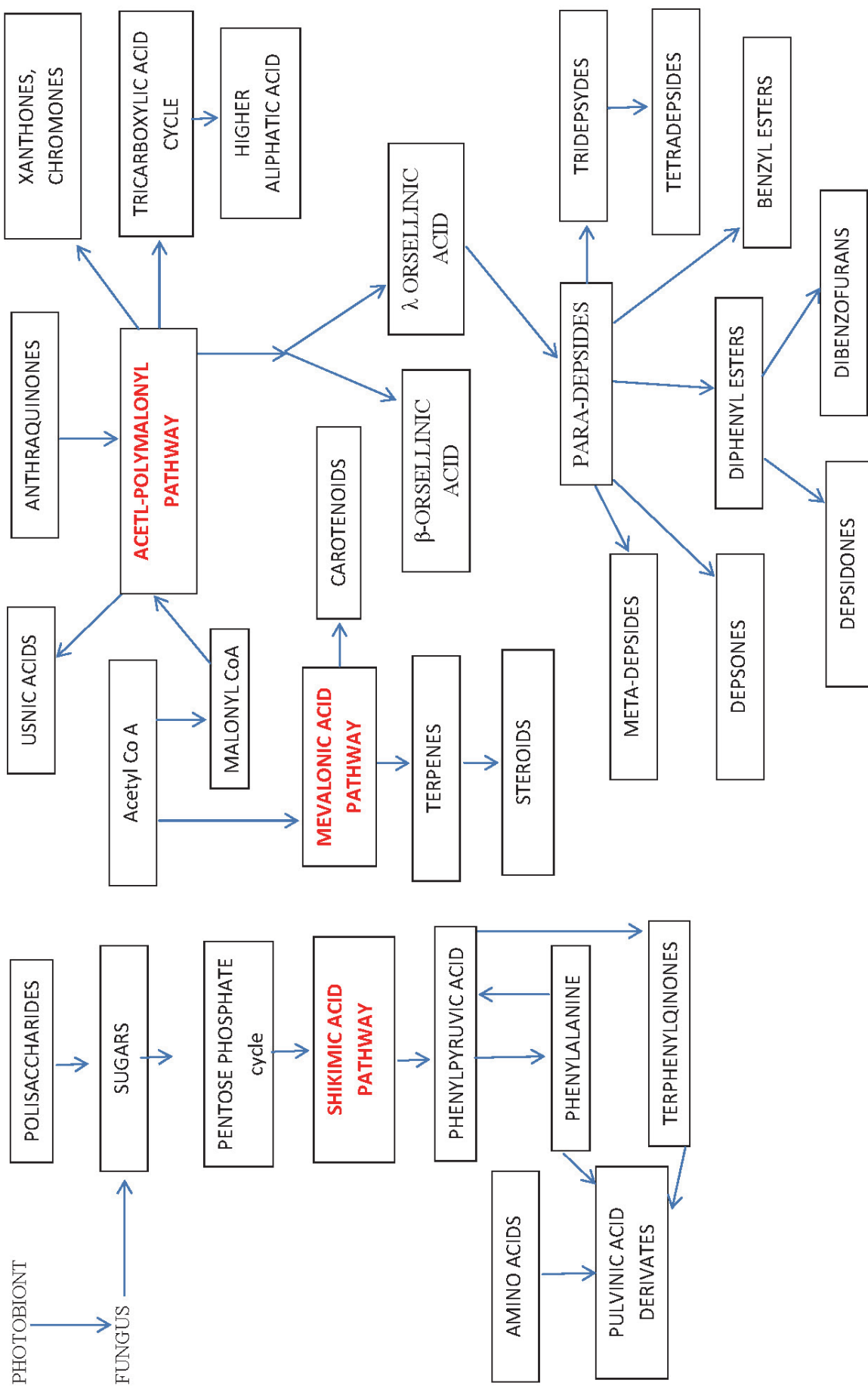
Źródło/Source: E. Studzińska-Sroka, W. Bylka, Aktywność przeciwdrobnoustrojowa metabolitów wtórnych porostów, Postępy Fitoterapii 1/2010.

W zależności od testowanej substancji stwierdzono różnice w działaniu na różne szczepy bakterii (*P. fluorescens*, *P. glicinea*, *P. phaseolicola*, *B. mycoides*) i nie-lichenizujących grzybów (*A. niger*, *Doratomyces stemonidis*, *Trichoderma viride*, *Penicillium verrucosum*). Wszystkie związki były aktywne wobec użytych w eksperymencie grzybów, natomiast słabiej zaznaczały się ich właściwości przeciwbakteryjne (Stocker-Worgotter 2001).

Celem niniejszej pracy jest wykazanie wpływu kwasu parietinowego, wytwarzanego przez plechę *Xanthoria parietina*, na rozwój strzępek grzyba pleśniowego *Mucor mucedo*, rozwijającego się na podłożach organicznych osakrylu AP 40 i kauczuku.

2. Materiał biologiczny

Porostem zastosowanym do wyekstrahowania wtórnych metabolitów był złotorost ścienny *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. (fot. 1). Rośnie najczęściej na korze drzew, skałach, i wielu podłożach sztucznych w mikroklimacie wilgotnym. Plecha wykazuje reakcje barwne (powierzchnia górna K+ fioletowy, C-, KC-, P-) (Fałtynowicz 2005). Wytwarzane przez plechę metabolity



Ryc. 2. Szlaki metaboliczne kwasów porostowych
 Źródło: Mod. Nash, 2002, zmienione
 Fig. 2. Metabolic routs of lichen AIDS
 Source: Mod. Nash, 2002, changed

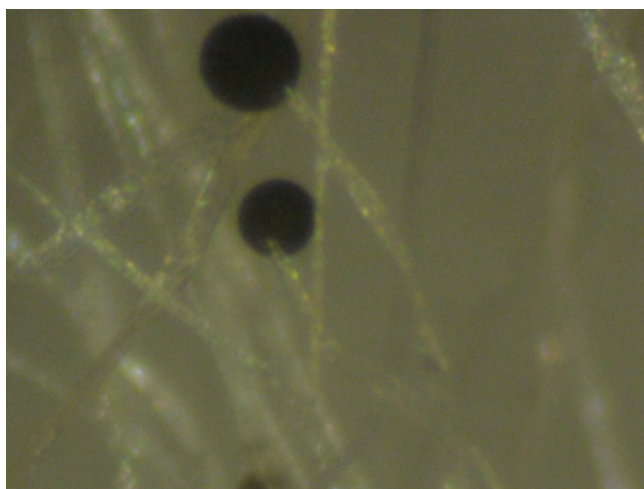
wtórne to głównie parietin, fallacinal, emodiny, teloschistin i kwas parietiniowy (Gajkowski 2012).

Badany grzyb jest komórczakiem (Kryczyński, Weber 2010). Strzępki są wielojądrowe, wytwarzające sporangiofory z kulistymi sporangiami (fot. 2). Grzybnia tego gatunku jest zróżnicowana płciowo na dwa typy (+) i (-), jest więc heterotaliczna (Malinowski 1966).



Fot. 1. Złotorost ścienny *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. (fot. M.A. Józwiak)

Photo 1. *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. (Photo M.A. Józwiak)



Fot. 2. Pleśniak biały (*Mucor mucedo* Fresen), sporangiofory ze sporangiami (fot. M.A. Józwiak)

Photo 2. *Mucor mucedo* Fresen. Sporangiofores with spangiums (Photo M.A. Józwiak)

3. Metodyka pracy

Do badań wykorzystano porost *Xantoria parietina*. Kwasy porostowe ekstrahowano w łaźni wodnej w temperaturze 50–60°C w obecności acetonu przez 120 minut. Mieszaninę reakcyjną wystudzono i przesączono do zlewek. Odparowano aceton. Wtórne metabolity porostowe wykrystalizowały, przyjmując postać igieł.

W celu oglądu mikroskopowego skryształizowane metabolity porostowe naniesiono na taśmę węglową umieszczoną na stolikach mikroskopu elektronowego. Prowadzone obserwacje obrazu w mikroskopie elektronowym scanningowym Quanta 250 z mikroanalizatorem EDS (fluorescencyjny spektrofotometr rentgenowski z dyspersją energii) EDAX GENESIS XM4i umożliwiły dokładną analizę ilościową i jakościową pierwiastków zawartych w próbce. Dodatkowo materiał oglądano w mikroskopie stereoskopowym NIKON AZ100. Kształt kryształów i ich kolor były cechami wspomagającymi identyfikacji wykrywanych związków.

Wtórne metabolity porostowe zidentyfikowano z zastosowaniem metody chromatografii cieczowej (Paulsen i in. 2002). W przeprowadzonych analizach LC (ang. *Liquid Chromatography*) zastosowanym eluentem była mieszanina rozpuszczalników (toluen + aceton). Wtórne metabolity rozdzielono na żelu krzemionkowym. Jako substancje wzorcowe zastosowano atranorynę i kwas usninowy. Uzyskane kryształy metabolitów porostowych posłużyły do zadawania pleśni rozwijającej się na kauczuku i osakrylu AP 40. Sprowokowanie rozwoju grzybni na stosowanych podłożach eksperymentalnych odbyło się po przeniesieniu wykształconych strzępek pleśniaka białego (*Mucor mucedo* Fresen), rozwijających się na podłożu organicznym bogatym w węglowodany. Obserwowano czas i intensywność rozwoju grzybni w obydwu próbkach.

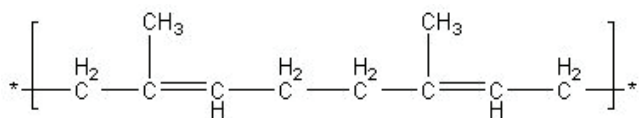
4. Charakterystyka podłoża organicznych

4.1. Kauczuk

O wyborze podłoża organicznego, na którym zaszczipiano grzybnie pleśniowe, zdecydowało ich użytkowanie gospodarcze i potrzeba zabezpieczenia tych materiałów przed wpływem czynników biologicznych (pleśń, bakterie). Obydwa stosowane do eksperymentu podłoża znajdują zastosowanie w budownictwie jako komponenty farb emulsyjnych, środki wiążące, masy tynkarskie, preparaty gruntujące i impregnaty. Kauczuk stosuje się także w medycynie jako środek ochronny konieczny do zachowania sterylności sprzętu medycznego.

Kauczuk naturalny cis-1,4-poliizopren należy do politerpenów (ryc. 3). Składa się z węglowodanów i w 97% z 1,4-poliizoprenu. W cząsteczkach występują wiązania podwójne w konfiguracji cis. Powstaje z kwasu mewalonicznego i piroforforanu izopentyli. Cząsteczki polimerów wchodzące w jego skład mogą się przemieszczać, tworząc luźną spletaną sieć (Mooibroek, Cornish 2000; Kang i in. 2000; Włodarczyk 2005).

Otrzymywany jest z lateksu, który jest koloidalnym roztworem kauczuku naturalnego (34–37%), wody (52–



Ryc. 3. Wzór strukturalny kauczuku (za Szymańską 2013)
 Fig. 3. Structure rubber (for Szymańska 2013)

60%), białek, żywic, cukrów i soli mineralnych. Stabilizacja lateksu substancjami alkalicznymi i jego koagulacja nadaje mu właściwości charakterystyczne dla miękkiego i elastycznego kauczuku (McMurry 2016; Pauling, Pauling 1998; Moobroek, Cornish 2000).

4.2. Osakryl AP 40

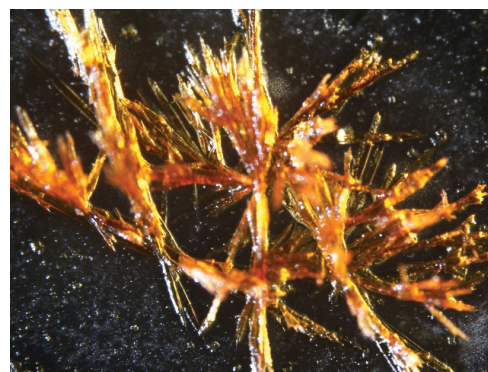
Osakryl AP 40 jest nazwą handlową dyspersyjnych wodnych kopolimerów akrylowych, styrenowo-akrylowych i winylowo-akrylowych. Otrzymywany jest w obecności jonowych i niejonowych środków powierzchniowo czynnych. Jest najczęściej dwuskładnikowy (polimetakrylan etylu i nadtlenek dwubenzoilu). Wykazuje pH obojętne lub lekko zasadowe (7–8). Po

odparowaniu wody przedstawia się jako lekko mętna, opalizująca, płynna substancja. Charakteryzuje się dużą adhezynościami, co wpływa na jego zastosowanie w zabezpieczaniu różnych typów podłogi. Zastosowany do eksperymentu Osakryl AP 40 był zabezpieczony przed skażeniem mikrobiologicznym.

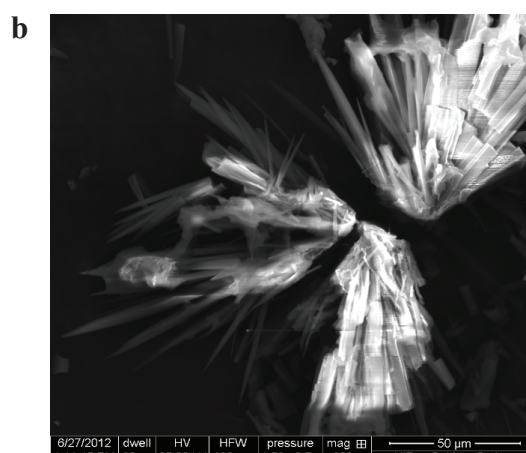
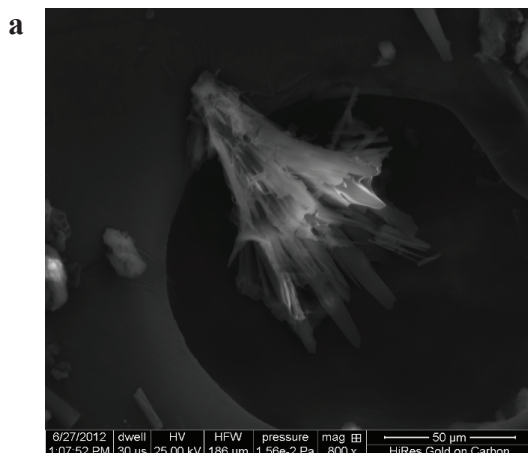
Obydwa podłoża hodowlane zawierają w swoim składzie związki organiczne, co powinno w istotny sposób wpłynąć na rozwój grzybni pleśniowych, dla których związki organiczne są źródłem podstawowych pierwiastków strukturalnych.

5. Wyniki badań

Kwas parietinowy jest wyekstrahowanym kwasem porostowym z plechy porostu *Xanthoria parietina*. Jest pochodną kwasów tłuszczowych i fenoli. Kryształy kwasu parietinowego mają kształt wydłużonych cienutkich igieł skupionych radialnie (fot. 4b) bądź ułożonych stożkowo (fot. 4a). Charakteryzuje je intensywne zabarwienie od jasnożółtego do złotego, a nawet pomarańczowe (fot. 3). Igieł są ostre, tworzą wyraźne skupiska, często



Fot. 3. Wydłużone igły kwasu parietinowego (fot. M.A. Józwiak)
 Photo 3. Extended needles of pharatic acid (Photo M.A. Józwiak)



Fot. 4a i b. Kryształy kwasu parietinowego (800X) – zdjęcie z mikroskopu elektronowego (fot. M. Joźwiak)
 Photo 4a and b. Pharatic acid crystals (800X). photos from electron microscope (Photo M. Joźwiak)

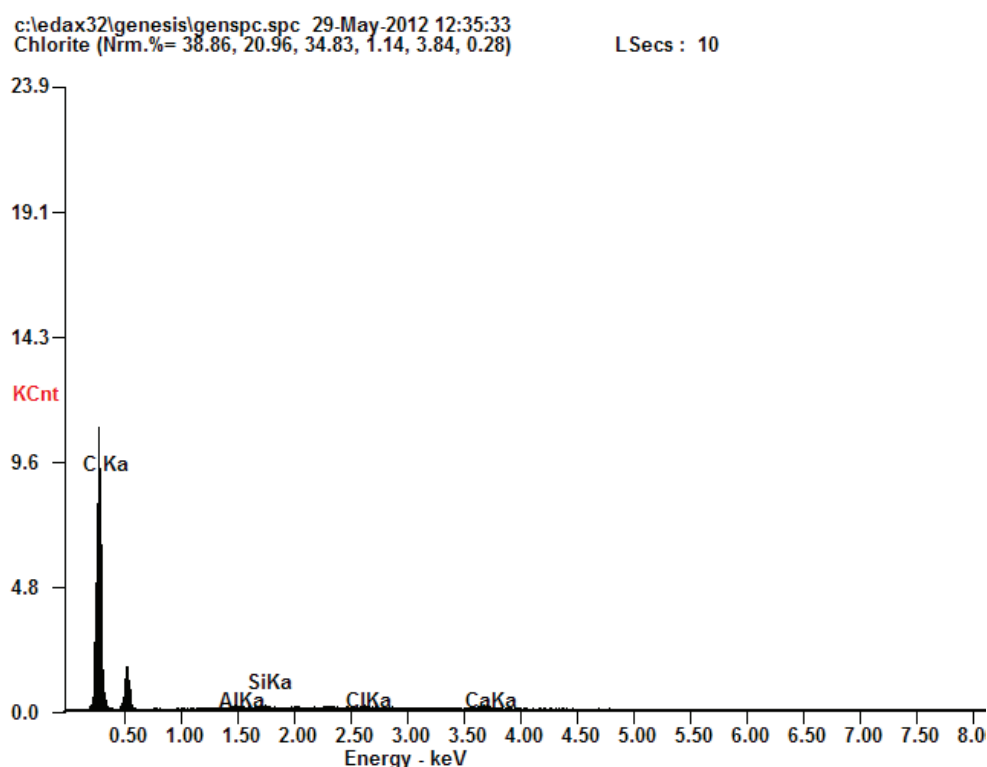
występujące na całym obszarze pola widzenia próbki badawczej. W składzie pierwiastkowym kwasu, otrzymanym w wyniku analizy EDS, stwierdzono obecność glinu, krzemu oraz wapnia (tab. 1). Wymienione pierwiastki są kationitami, należy przypuszczać, że związane zostały przez kwas parietinowy i utworzyły chelaty.

Płat kauczukowy zadany grzybnią pleśniaka wyhodowanego na podłożu węglowodanowym w ciągu 6 dni w 2/3 powierzchni został zajęty przez strzępki (fot. 5). Po upływie 4 kolejnych dni obserwacji stwierdzono powstawanie trzonek sporangialnych z zarodnikami.

W wyniku wprowadzenia na rozwijającą się grzybnię wykrywanego z plech *Xanthoria parietina* kwasu parietinowego stwierdzono czernienie grzybni, a następnie jej nekrozę. Proces rozpoczął się w dru-

giej dobie działania kwasu parietinowego i postępował szybko. W czwartej dobie trwania doświadczenia grzybnia w całości hodowli wykazywała trwałe cechy nekrotyczne (fot. 6).

Rozwój grzybni na podłożu z osakrylu AP 40 nie dał rezultatów. W pierwszej dobie zastosowania tego podłoża dla grzybni przeniesionej z hodowli węglowodanowej zaobserwowano zmiany morfologiczne plechy grzyba. Grzybnia pokryła się śluzem, zmieniła barwę. Po upływie 48 godzin stwierdzono całkowitą nekrozę (fot. 8). Przyczyną takiej reakcji grzyba najprawdopodobniej był fakt zastosowania do eksperymentu osakrylu AP 40 zabezpieczonego przed skażeniem mikrobiologicznym.



Ryc. 4. Skład pierwiastkowy kwasów otrzymanych z plechy *Xanthoria parietina*

Fig. 4. Elemental composition of fatty acids obtained from the tallus *Xanthoria parietina*

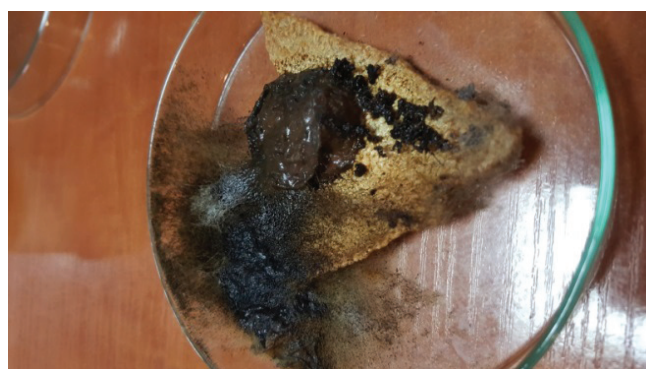
Tabela 1. Udział pierwiastków chemicznych w budowie kwasu parietinowego wyrażony w procencie wagowym i atomowym
Table 1. The share of chemical elements in the construction of parietinowego expressed in weight percent and let loose

| Element | Wt % | At % |
|---------|-------|-------|
| C K | 27,19 | 33,25 |
| AlK | 00,07 | 00,04 |
| SiK | 00,04 | 00,02 |
| ClK | 00,04 | 00,02 |
| CaK | 00,06 | 00,02 |
| Oxygen | 72,59 | 6,65 |

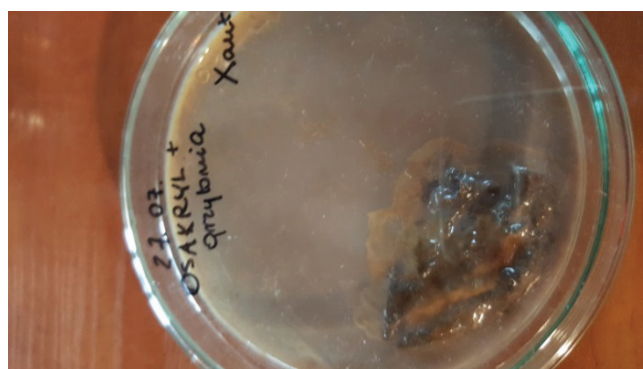


Strzępki pleśni rozwijające się na płacie kauczukowym

Fot. 5. Rozwój grzybni na podłożu z kauczuku (fot. M.A. Joźwiak)
 Photo 5. Growth of mycelium on the rubber ground (Photo M.A. Joźwiak)



Fot. 6. Rozwój grzybni na podłożu z kauczuku po zastosowaniu krystalicznego kwasu parietinowego (fot. M.A. Joźwiak)
 Photo 6. Growth of mycelium on the rubber ground after application of the crystalline pharatic acid (Photo M.A. Joźwiak)



Fot. 8. Rozwój grzybni na podłożu z osakrylu AP 40 (fot. M.A. Józwiak)
 Photo 8. Growth of mycelium on the Osacryl AP 40 ground (Photo M.A. Józwiak)

4. Podsumowanie

Możliwość wykorzystania wtórnych metabolitów porostowych jako komponentów preparatów zabezpieczających podłoża organiczne wykorzystywanych w gospodarce wydaje się zasadna.

Przeprowadzone doświadczenia dowiodły wrażliwości grzybni pleśniowych na kwas parietinowy izolowany z plechy porostu *Xantoria parietina*. Otrzymane wyniki wskazują na możliwości zastosowania tego związku wobec grzybni pleśniowych rozwijających się na podłożach organicznych. Rozwój grzybni *Mucor mucedo* na płacie kauczukowym został zahamowany po potraktowaniu kwasem parietinowym.

Ze względu na potrzebę przechowywania i magazynowania kauczuku należy podjąć działania zabezpieczające ten surowiec przed wpływem pleśni, które mogłyby rozwijać się na tym typie podłoża.

Liczne doniesienia i wyniki badań wskazują na skuteczność działania i dużą aktywność przeciwgrzybiczą kwasu usninowego wobec szeregu szczepów, będących

zarówno patogenami ludzkimi, jak i roślinnymi, a także wobec gatunków niepatogennych (De Carvalho 2005). Nie prowadzono badań dotyczących grzybów pleśniowych (nieznane są doniesienia badawcze na ten temat). Wydaje się zatem, że zaproponowane w niniejszej pracy badania mają charakter nowatorski z możliwością przełożenia ich wyników na zastosowanie w praktyce.

5. Literatura

- Asahina Y., Shibata S., 1954:** Chemistry of lichen substances. Jap. Soc. for the Promotion of Science. Tokyo.
- Boustie J., Grube M., 2005:** Lichens – a promising source of bioactive secondary metabolites. *Plant Genetic Resources*. 3: 273–278.
- Czarnota P., 2009:** Symbiozy porostowe w świetle interakcji pomiędzy grzybami i fotobiontami, *Kosmos*. Tom 58, 1–2(282–283): 229–224.
- De Carvalho E.A.B., Andrade P.P., Silva N.H. i in., 2005:** Effect of usnic acid from the lichen *Cladonia*

- substellata on *Trypanosoma cruzi* in vitro: an ultra-structural study. *Micron*; 36: 155–161.
- Fałtynowicz W., 2005:** Ochrona porostów. W: Gwiazdowicz D.J. (red.), Ochrona przyrody w lasach. II. Ochrona roślin. Wyd. Ornatus, Poznań.
- Fałtynowicz W., 2003:** The Lichenes, Lichenicolous and allied Fungi of Poland. Krytyczna lista porostów i grzybów naporostowych Polski. Kraków: Instytut Botaniki im. W. Szafera PAN, ISBN 83-89648-06-7.
- Gajkowski G., 2012:** Świat porostów – podstawy teoretyczne i atlas wybranych gatunków.
- Kang H., Kang M.Y., Han K.H., 2000:** Identification of natural rubber and characterization of rubber biosynthetic activity in fig tree. „*Plant Physiol*”. 12(3): 1133–1142, Jul. PMID: 10889262.
- Kłos A., 2007:** Porosty – biowskaźniki i biomonitoring zanieczyszczeń środowiska. *Ecological chemistry engineering; chemia, dydaktyka, ekologia, meteorologia* 2007, R. 12, nr 1–2.
- Kryczyński, Selim, Weber Z. (red.) 2010:** Fitopatologia. Tom 1. Podstawy fitopatologii. Poznań: PWRiL, ISBN 978-83-09-01-063-0.
- Malinowski E., 1966:** Anatomia roślin. Warszawa: PWN.
- Manojlović N., Solujić S., Sukdolak S., 2002:** Antimicrobial activity of an extract and anraquinones from *Caloplaca schaereri*. *Lichenologist*, 34(1): 83–5.
- Manojlović N., Solujić S., Sukdolak S. i in., 2000:** Isolation and antimicrobial activity of antraquinones from some species of the lichen genus *Xanthoria*. *J Serb. Chem Soc*; 65(8): 555–560.
- McMurry J., 2016:** Chemia organiczna, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Matwiejuk A., 2008:** Porosty i ich właściwości lecznicze. *Kosmos* 57: 278–279.
- Mooibroek H., Cornish K., 2000:** Alternative sources of natural rubber. *Appl Microbiol Biotechnol*. 53(4): 355–365, PMID: 10803889.
- Natić M., Tešić Z., Anđelković K. i in., 2004:** Synthesis and biological activity of Pd(II) and Cu(II) complexes with acylhydrazones of usnic acid. *Syn React Inorg Met*; 34: 101–113.
- Nash III T.H., 2002:** Lichen biology. Cambridge University Press, Cambridge.
- Nash T., Elix A.J., 1996:** Lichen Biology. Biochemistry and secondary metabolites. Cambridge.
- Opanowicz M., 2003:** Ekologiczna rola wtórnych metabolitów porostowych. *Wiad. Bot.* 46.1–2: 35–44.
- Paulsen B.S., Olafsdottir E.S., Ingolfssdottir K., 2002:** Chromatography and electrophoresis in separation and characterization of polysaccharides from lichens, *J Chromatogr* 2002; 967: 163–171.
- Pauling L., Pauling P., 1998:** Chemia. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, s. 359–360. ISBN 83-01-12267-6.
- Stocker-Worgotter E., 2001:** Experimental lichenology and microbiology of lichens: culture experiments, secondary chemistry of cultured mycobionts, resynthesis, and thallus morphogenesis. *Bryologist* 104: 576–581.
- Studzińska E., Witkowska-Banaszczak E., Bylka W., 2008:** Związki biologicznie aktywne porostów. *Herba Pol.*
- Studzińska-Sroka E., Bylka W., 2010:** Aktywność przeciwdrobnoustrojowa metabolitów wtórnych porostów. *Czytelnia Medyczna „Postępy Fitoterapii”* 1/2010.
- Szymańska I., 2013:** Kauczuk – surowiec, który zmienił świat, surowce-naturalne.pl, www.surowce-naturalne.pl/strona/kauczuk-%E2%80%93-surowiec-ktory-zmienil-swiat.
- Tay T., Türk A.Ö., Yilmaz M. i in., 2004:** Evaluation of the antimicrobial activity of the acetone extract of the lichen *Ramalina farinacea* and its (+)-usnic acid, norstictic acid and protocetraric acid constituents. *Z Naturforsch*; 59c: 384–8.
- Włodarczyk M., 2005:** Fitochemia – struktury substancji pochodzenia naturalnego. Wyd. I (beta). Katedra i Zakład Farmakognozji, Wrocław.
- Wójciak H., 2010:** Porosty, mszaki, paprotniki. Warszawa: Multico Oficyna Wydawnicza, ISBN 978-83-7073-552-4.
- Yilmaz M., Türk A.Ö., Tay T. i in., 2004:** The antimicrobial activity of extracts of the lichen *Cladonia foliacea* and its (–)-usnic acid, atranorin and fumarprotocetraric acid constituents. *Z Naturforsch*; 59c: 249–54.

INFLUENCE OF *XANTORIA PARIETINA*
SECONDARY METABOLITES ON THE
DEVELOPMENT OF FUNGI FROM ORGANIC
GROUND: NATURAL RUBBER AND
ACRYLIC DISPERSION (OSCARYL AP 40)

Summary

Anatomic dualism of lichens and mutual metabolic interaction between mycelium and lichen cells leads to synthesis specific substances which are generally named lichen acids. Lichen acids are the secondary metabolites produced during metabolic reactions. During the photosynthesis process carbohydrates are produced by the photobiont cells and transferred to the mycelium. With the use of metabolic transformation of shikimic and mevalonic acids and acetylpolymalonate the carbohydrates are transformed to the secondary metabolites.

Lichen acids are chemically and functionally diversified group of organic compounds. The classification divides them onto two groups: aliphatic and acyclic colourless compounds and aromatic lichen substances. Phulvinic acids derivatives, depsides, depsidones, chinones, xanthone derivates and dibenzo are them. These compounds demonstrate a great chemical activity. Chemical activity of these compounds causes significantly reactivity and activation of many species but in many cases their inhibitory properties are found.

These compounds influence on the following organism: bacteria, viruses, bryophytes, fungi, vascular plants, and lichens. Among the secondary lichen metabolites, the most activity are: usin acid, derivatives of phulvinic acid, depsides, depsidones of orcin group, and aliphatic acids. Their role is not explained fully but certainly they take part in the inter-species interaction determined as a lichen mutualism. The aim of the study was to present the inhibited properties of pharatic acid extracted from *Xantoria parietina* thallus on the mycelium of *Mucor mucedo*. It has been shown that the pharatic acid extracted from *Xantoria parietina* thallus influence on the sensitivity of mycelium of *Mucor mucedo*.

Obtaining results indicate on the possibility of the using the pharatic acids towards mycelium which are evolved on the organic ground.