

Badania nad polisacharydami w wybranych gatunkach grzybów

Janina Fiema
Zakład Fizjologii Roślin PAN
Kraków

1. Wstępna analiza zagadnienia

Rozwój nowych biotechnologii, systematycznie wprowadzanych w ostatnich latach w wielu dziedzinach gospodarki i medycyny, związany jest m.in. z wykorzystaniem specyficznej grupy polimerów jakimi są polisacharydy.

Szczególne miejsce wśród tych związków — głównie z uwagi na zakres ich zastosowań — znajdują:

- chityna (polimer N-acetyloglukozoaminy),
- chitosan (odacetylowana pochodna chityny),
- związki glukanowe (zwłaszcza β -glukany).

Wymienione polisacharydy mogą być jednymi z ważniejszych „nośników postępu technicznego” w wielu dziedzinach biotechnologii, ponieważ ugruntowały już swoje znaczące miejsce w takich zastosowaniach jak:

- środki grzybobójcze w rolnictwie (1,2,3),
- w technologii postaci leku jako nośniki substancji biologicznie czynnych o kontrolowanym działaniu (4,5),
- preparaty cytotoksyczne i immunotropowe (6,7,8).

Aktualnie, materiałem wyjściowym do pozyskiwania chityny i chitosanu są surowce organiczne, zwierzęce (głównie pancerze kryla antarktycznego — *Euphasia superba* (25)). Glukany otrzymywane są szczególnie z jęczmienia i drożdży (27).

Niektóre gatunki mikroflory są także zdolne do syntetyzowania chityny (28). Zauważyć jednak należy, że w tym przypadku głównym jej źródłem są grzyby. Przy czym w zależności od przynależności systematycznej poszczególnych gatunków, ilość chityny występującej w ich ścianach komórkowych jest różna. Może ona być głównym składnikiem ścian (jak u niektórych grzybów pasożytniczych) (29) lub tylko stanowić rusztowanie dla innych substancji towarzyszących takich jak glukany, mannany — i wówczas jest jej mniej (30).

Na podstawie przeprowadzonych własnych badań dotyczących struktury chemicznej ścian komórkowych u *Aspergillus giganteus* mut. *alba* (11), a także aktualnie prowadzonych analiz i poszukiwań materiału grzybowego stwierdzono, że źródłem wszystkich wymienionych biopolimerów mogą być wybrane gatunki grzybów:

- 1) *Aspergillus niger* (grzybnia pozostała po produkcji kwasu cytrynowego);
- 2) *Aspergillus giganteus mut. alba*;
- 3) *Phycomyces blakesleeanus*.

Na poziom opłacalności, ewentualnego pozyskiwania polimerów z tych niekonwencjonalnych „źródeł”, może wpływać nie tylko korzystna ilościowa ich zawartość w grzybni wskazanych gatunków, ale także łatwość pozyskiwania surowców do hodowli tych organizmów (pkt. 2 i 3) w postaci określonych odpadów poprodukcyjnych, fermentacyjnych (młóto) i farmaceutycznych (ługi glukozowe). Wydaje się, że właśnie wykorzystanie tych odpadów może przesądzić o rozpowszechnieniu proponowanych technologii. Pozyskuje się bowiem nie tylko tanie (darmowe) źródło surowcowe, ale jednocześnie utylizuje się odpady uciążliwe dla środowiska.

Przedstawione obecnie wyniki, mając charakter informacyjny mogą jednocześnie inspirować do dalszego, technologicznego wykorzystania chityny i chitosanu pozyskiwanych z grzybów. Szczególniejszy bowiem rozwój produkcji tych związków może nastąpić po znalezieniu takich zastosowań, w których wykorzystane zostaną specyficzne ich właściwości wynikające z odmiennego źródła surowcowego.

2. Materiał i metody

Obiektem badań były trzy gatunki grzybów: *Aspergillus niger*, *Phycomyces blakesleeanus*, *Aspergillus giganteus mut. alba*.

2.1. Metody ich otrzymywania

Aspergillus niger otrzymano z Zakładów Farmaceutycznych POLFA w Krakowie w postaci gotowej grzybni, tzw. grzybni pofermentacyjnej pozostającej przy produkcji kwasu cytrynowego. Grzybnię wstępnie czyszczono przez wymywanie ziemi okrzemkowej bieżącą wodą, liofilizowano, mielono i odważone próbki przeznaczono do oznaczeń chityny i glukanu. **Chitynę** oznaczono ilością glukozoaminy (9) wg metody Elsona-Morgana (10). Grzybnię przygotowano do badań wg metody użytej uprzednio (11). **Glukan** rozpuszczalny w KOH tzw. S-glukan ekstrahowano wg zmodyfikowanej metody Uno i Ishikawa (12) oraz podanej w publikacji (13).

2.2. Hodowla na pożywkach syntetycznych

Phycomyces blakesleeanus hodowano w 200 ml kolbkach Erlenmeyera na pożywkach płynnych syntetycznych, zmodyfikowanych przez zastosowanie wyciągu drożdżowego firmy Difco. Skład pożywki standardowej: 12,5 mM NH_4NO_3 , 5,7 mM K_2HPO_4 , 4,0 mM $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 10,0 μM $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 34,8 μM $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 280 mM (5%) glukozy, 1% Difco. Drugi rodzaj pożywki o takim składzie był wzbogacony 1g asparaginy. Pożywki nalewano do kolbek

w ilości 25 ml, sterylizowano w autoklawie przy 120°C przez 30 minut, po czym szczepiono zawiesiną zarodników. Hodowlę prowadzono w termostacie świetlnym o intensywności światła $3W \cdot m^{-2}$ i ciemnym, o temperaturze 25°C. Suchą masę grzybni i zawartość chityny oznaczano w 5. i 12. dniu wzrostu. Doświadczenia powtarzano trzykrotnie, obliczano średnią. Na pożywce z 1g asparaginy wykonano dynamikę wzrostu i zawartości chityny, wykonując pomiary codziennie, począwszy od 2. do 12. dnia na świetle i w ciemności. W tym celu 10 grzybni przeznaczono na suchą masę, 5 grzybni liofilizowano i oznaczano w nich chitynę. W 8. dniu oznaczono zawartość S-glukanu.

Aspergillus giganteus mut. *alba* hodowano również w 200 ml kolbach Erlenmeyera na pożywce o składzie takim jak podano dla *Phycomyces* (pożywka bez asparaginy) w termostacie świetlnym o intensywności światła $3W \cdot m^{-2}$. Grzybnie zbierano w 7. dniu i oznaczano w nich chitynę.

2.3. Hodowla na pożywkach naturalnych

Aspergillus giganteus mut. *alba* i *Phycomyces blakesleeanus* hodowano w 200 ml kolbkach Erlenmeyera na pożywkach płynnych, naturalnych, zawierających: a) odpady browarniane — młóto mokre — o składzie: bezazotowe składniki wyciągowe 7,4 — 10,3%, białko 5,0 — 7,0%, błonnik 3,1 — 4,4%, tłuszcz 1,4 — 2,1%, składniki mineralne 0,9 — 1,3%, b) odpady farmaceutyczne — ługi glukozowe — zawierające 70% glukozy i 5% metanolu. Pozostają one przy czyszczeniu krystalicznej glukozy. Do hodowli zastosowano dwa warianty tych pożywek. Pierwszy (tab. 3/A) zawierał wyłącznie ekstrakt otrzymany przez 2-godziną wodną hydrolizę odpadów browarnianych w łaźni wodnej przy 100°C, podawany w ilości 50 ml/kolbkę. Drugi — pożywka B (tab. 3/B) zawierał odpady browarniane włożone do kolbek w ilości 30 g; przy czym do pożywki B1 dodawano 50 ml H₂O, do B2 — 50 ml wodnego roztworu ługów glukozowych zawierającego 2,8% glukozy, a do pożywki B3 — 50 ml tego roztworu, lecz zawierającego 5,6% glukozy. Pożywki sterylizowano w autoklawie pod ciśnieniem 1 atmosfery i 120°C, i szczepiono zawiesiną zarodników.

Hodowlę prowadzono tak jak dla pożywek syntetycznych. W 12. dniu grzybnie zbierano, płukano; 10 przeznaczano na suchą masę, 5 grzybni liofilizowano i oznaczano w nich chitynę.

Odpady browarniane otrzymano z browaru Okocim, ługi glukozowe z Zakładów Farmaceutycznych Polfa w Krakowie.

3. Wyniki i dyskusja

3.1. Zawartość chityny i glukanu w grzybni pofermentacyjnej *Aspergillus niger*

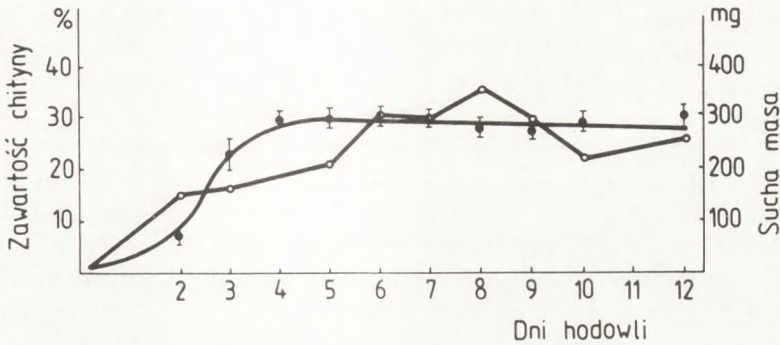
W tab. 1 zestawiono ilości chityny i glukanu w grzybni pofermentacyjnej *Aspergillus niger*. Stwierdzono, że zawartość chityny (oznaczonej jako glukozamina) w procentach suchej masy grzybni wynosi 11,5%, a glukanu 4%. W podobnej grzybni *A. niger* ilość chitosanu (odacetylowanej chityny) wynosi 14%, przy czym ilość zanieczyszczeń glukanem sięga 7% (14). Również Johnson (15) w składzie chemicznym ścian tego gatunku określił zawartość glukozaminy na 9 – 13%. Jeśli przyjmujemy, że ściany komórkowe stanowią średnio 50% całości grzybni (11,16), to wówczas ilość chityny w tej grzybni wynosiłaby 5 – 7%. Zatem dane dotyczące zawartości chityny u badanego gatunku, a pochodzące z różnych źródeł byłyby porównywalne i świadczą, że ilości te nie są zbyt wysokie. Również ilość glukanu rozpuszczalnego w KOH (S-glukanu) nie jest duża i niższa od zawartości chityny. W związku z tym, analizowane relacje sprawdzono również u innych gatunków grzybów (pkt. 3.2); może one będą wydajniejsze przy użytkowaniu wymienionych biopolimerów.

3.2. Zawartość chityny i glukanu w grzybni *Phycomyces blakesleeanus* i *Aspergillus giganteus* mut. *alba*

Badania ukierunkowano na dwa gatunki grzybów: 1) *Phycomyces blakesleeanus* (17), u którego chityna jest podstawowym składnikiem ścian komórkowych sporangioforów, a w grzybni osiąga 45% oraz 2) *Aspergillus giganteus* mut. *alba*, którego ściany zawierają 18% chityny, jeśli organizm ten rośnie w świetle (11).

Dane dotyczące tych wyników przedstawiono w tab. 1. W grzybni obu gatunków hodowanych wstępnie na pożywce syntetycznej (standardowej) na wyciągu drożdżowym oznaczono zawartość chityny, która wynosi u *Phycomyces* 16,8%, a u *Aspergillus* 9,3%. Również ilość glukanu u *Phycomyces* jest dość duża i wynosi 10%. Ilościowe dane glukanu u *Aspergillus* uzyskano uprzednio (13); są one znaczne i stanowią 23% suchej masy grzybni. Ilości chityny u *Phycomyces* oraz chityny i glukanu u *Aspergillus* predestynują, jak się wydaje, gatunki te do dalszych szczegółowszych badań w celu produkcji omawianych polimerów. Sondażowo oznaczono suchą masę i zawartość chityny w grzybni *Phycomyces* w 5. i 12. dniu hodowli prowadzonej w świetle i w ciemności na pożywkach syntetycznych oraz z dodatkiem 1 g asparaginy. Na obu pożywkach organizm ten rośnie dobrze z tym, że na pożywce z asparaginą osiąga większą suchą masę, identyczną w 5. i 12. dniu hodowli (tab. 2). Również zawartość chityny w tych grzybniach jest podobna i wynosi odpowiednio: w świetle 10,8% (5 dzień) i 13% (12 dzień). Dla grzybni rosnących w ciemności wartości te są nieznacznie niższe. Dlatego określono czas hodowli, w którym gatunek *Phycomyces* uzyskuje maksymalny przyrost masy

i chityny. Dynamika wzrostu i zawartości chityny wykonana od 1. do 12. dnia hodowli wykazuje, że przez cały okres rozwoju sucha masa jest porównywalna w świetle i w ciemności; dlatego uzyskane wyniki przedstawiono tylko z hodowli świetlnych (rys. 1). Gatunek ten rośnie szybko tak, że w 4., 5. dniu osiąga maksimum suchej masy, która utrzymuje się na takim poziomie do końca okresu wzrostu.



Rys. 1. Sucha masa grzybnicy i zawartość chityny u *Phycomyces blakesleeanus* (światło);
○ — sucha masa, ● — chityna.

Ilość chityny w grzybnicy jest najwyższa dopiero w 8. dniu (17,5%) po czym nieznacznie się obniża do 13% w 12. dniu (rys. 1). W ciemności zawartość chityny uклада się podobnie, lecz przez cały okres wzrostu osiąga niższy poziom z maksimum (15%) również w 8. dniu. Dla ekstrakcji chityny najkorzystniejsza jest zatem grzybnica z 8. dnia hodowli.

Doświadczenie to jest jednym z nielicznych dowodów, że światło jest czynnikiem odpowiedzialnym za zwiększenie zawartości chityny w grzybnicy. Podobnie wykazano (11), że w ścianach komórkowych *Aspergillus giganteus* mut. *alba* rosnącego w świetle jest 100% więcej chityny (18%) niż w ciemności (9,6%); a badając przebieg syntezy tego polimeru (od 2. do 14. dnia wzrostu) u tego organizmu stwierdzono, że dysproporcja ta utrzymuje się szczególnie w starszych kulturach (16).

Herrera-Estrella i Ruiz-Herrera (18) także stwierdzili, że światło wzmacnia syntezę chityny przez podnoszenie aktywności syntazy chitynowej u *Phycomyces* w warunkach *in vitro* i *in vivo*. Jan (19) w pracy nad syntazą chitynową zaobserwował u tego gatunku, że silne światło podnosi syntezę chityny o 30%. Uzyskana obecnie ilość chityny u *Phycomyces* w 8. dniu (17,5%) byłaby porównywalna z wynikami Kregera (cyt. Bergman (20)), który stwierdził 25% zawartości chityny i obecność chitosanu w ścianach komórkowych tego gatunku.

Z przeprowadzonych innych, bieżących doświadczeń wynika, że czynnikami zewnętrznymi (różną intensywnością światła i stężeniem glukozy w pożywce (można podnieść zawartość glukanów w grzybnicy *Aspergillus giganteus* mut. *alba* (21) zidentyfikowanych jako $\beta(1\rightarrow3)$ (1 \rightarrow 6) glukan (13).

3.3. Hodowla *Aspergillus giganteus* mut. *alba* i *Phycomyces blakesleeanus* na pożywkach naturalnych

U badanych gatunków ilości oznaczanych polisacharydów są dość znaczne, dlatego (także ze względów ekonomicznych) poczyniono próby hodowli tych organizmów na pożywkach naturalnych. Wykorzystano do nich odpady pochodzące z innych procesów technologicznych przemysłu fermentacyjnego i farmaceutycznego. Wyniki z hodowli, której kryterium była uzyskana biomasa mierzona ilością suchej masy grzybni wraz z zawartością w niej chityny przedstawiono w tab. 3. Z przedstawionych danych wynika, że badane organizmy najlepiej rosną na pożywce w skład której wchodzi odpady browarniane włożone do kolbek i wzbogacone glukozą (w formie odpadów glukozowych), szczególnie jeśli jest ona podana w zwiększonej ilości (5,6%). Sucha masa grzybni *Phycomyces* wynosi wówczas 785,5 mg, co stanowi o 200% większą masę od otrzymanej na pożywce syntetycznej (wzbogaconej 1 g asparaginy). Może to być wynikiem działania tiaminy zawartej w odpadach browarnianych, która ma decydujący wpływ na rozwój tego gatunku (22). Jednak zwiększeniu suchej masy nie odpowiada powiększona ilość chityny w grzybni, bowiem utrzymuje się ona na poziomie 12%, czyli niższym niż w grzybni otrzymanej na pożywce syntetycznej (17,5% — rys. 1). Natomiast wzrost *Aspergillus giganteus* mut. *alba* jest zwiększony o 60%; sucha masa stanowi 604,9 mg; a na pożywce syntetycznej, najbardziej odpowiedniej dla tego gatunku 400 mg (23). W takiej grzybni zawartość chityny wynosi 8–9%, czyli byłaby porównywalna z zawartością jej w grzybni na pożywce syntetycznej (9,3% — tab. 1).

Jeśli jednak badane organizmy rosły na ekstrakcie pochodzącym z odpadów browarnianych, wówczas sucha masa była najniższa i wynosiła: 112 mg u *Aspergillus*; 120 mg u *Phycomyces*. Dlatego w tym przypadku nie oznaczano zawartości chityny.

Poziom chityny pozyskiwanej z grzybni obu gatunków — hodowanych na podłożu naturalnym, jak się wydaje, stanowi wystarczającą przesłankę do ewentualnego rozszerzenia skali procesu pozyskiwania chityny przy jednoczesnym zapewnieniu jego opłacalności. Opłacalność ta wiąże się bowiem z otrzymaniem znacznie większej (60–200%) ilości masy grzybni badanych gatunków w porównaniu z masą grzybni z pożywek syntetycznych. Postrzeżenie wydajności — dla praktyki przemysłowej — będzie wyraźniejsze po dokonaniu transformacji przedstawionych optymalnych danych (tab. 3 poz. 3B) dotyczących mas grzybni na litr pożywki. Otrzymamy wówczas: dla *Aspergillus* — 12 100 mg/L; dla *Phycomyces* — 15 700 mg/L. Efekty ekonomiczne są podnoszone dodatkowo przez to, że składniki pożywki naturalnej — stanowiąc bezużyteczne i szkodliwe dla środowiska odpady — są w tym przypadku „darmowym” surowcem wyjściowym do hodowli.

Należy zaznaczyć, że identyfikację chityny (pod względem czystości) u gatunku *Aspergillus giganteus* mut. *alba* opracowano wcześniej (11). Otrzymane wyniki były zgodne z danymi dla monokryształów, a równocześnie wykonane kontrolne spektrum dla chityny handlowej (POCH) było inne i świadczyło

o niewielkim uporządkowaniu cząsteczek (11). Także z innych źródeł wiadomo, że chityna z grzybów jest czystsza niż z kryła antarktycznego — *Euphasia superba* — (4,5, oraz informacja ustna (4)); z którego jako produkt uboczny jest pozyskiwana. O jej otrzymaniu z tego źródła decyduje duża masa możliwego do odłowienia surowca, pomimo niewielkiej zawartości tego polimeru w organizmie; (stanowi ona tylko 0,8% całościowej masy świeżego kryła (25).

Fakt, że chityna z grzybów ma wyższy stopień czystości od pozyskiwanej z kryła, stwarza całkiem nowe oryginalne możliwości i zakresy jej zastosowań szczególnie w medycynie. Dlatego też wydaje się, że powinien być on sygnałem do dalszej kontynuacji zagadnienia niezależnie od połowów dalekomorskich kryła antarktycznego — zwłaszcza, że istnieje możliwość całorocznej hodowli mikroorganizmów grzybowych.

Przypuszczać można, że obecnie przedstawione składniki podłoża naturalnego będą mogły mieć także zastosowanie do hodowli innych grzybów, np. kapeluszowych jadalnych; ponieważ znane jest wykorzystanie do ich hodowli substancji odpadowych z przemysłu spożywczego z pozytywnym wynikiem, a także poparte licznymi patentami (24,26).

Sposób pozyskiwania grzybni zawierających chitynę (chitosan), zwłaszcza dwóch gatunków — *Phycomyces blakesleeanus* i *Aspergillus giganteus mut. alba* — z hodowli na odpadach fermentacyjnych i farmaceutycznych (młóto i ługi glukozowe) przedstawiono do postępowania patentowego w Urzędzie Patentowym 31 maja 1993 r.

TABELA 1
PROCENTOWA ZAWARTOŚĆ CHITYNY I GLUKANU W SUCHEJ MASIE GRZYBNI

Badane gatunki	Chityna (%) suchej masy grzybni	Glukan (%) suchej masy grzybni
<i>Aspergillus niger</i>	11,5	4,0
<i>Aspergillus giganteus mut. alba</i>	9,3	23,5
<i>Phycomyces blakesleeanus</i>	16,8	10,0

TABELA 2
SUCHA MASA GRZYBNI *PHYCOMYCES BLAKESLEEANUS* I ZAWARTOŚĆ CHITYNY
UZYSKANE NA POŻYWKACH SYNTETYCZNYCH Z WYCIĄGIEM DROŹDZOWYM

Dni hodowli	Pożywka standardowa		Pożywka standardowa + 1g asparaginy			
	sucha masa (mg)		sucha masa (mg)		chityna (%)	
	światło	ciemność	światło	ciemność	światło	ciemność
5	250,6 ± 7,1	353,7 ± 2,9	291,8 ± 4,2	308,5 ± 4,2	10,8	9,4
12	263,8 ± 3,3	360,4 ± 2,7	290,5 ± 6,0	275,8 ± 1,7	13,0	11,0

TABELA 3

WZROST *ASPERGILLUS GIGANTEUS* MUT. *ALBA* I *PHYCOMYCES BLAKESLEEANUS* ORAZ ZAWARTOŚĆ CHITYNY

Badany gatunek	Zawartość suchej masy i chityny	Ekstrakt browarniany	Odpady browarniane		
			+ woda destylowana	+ ługi glukozowe	
		(A)	(B1)	2,8% (B2)	5,6% (B3)
<i>Aspergillus giganteus</i> mut. <i>alba</i>	sucha masa (mg)	112,0 ± 3,20	377,9 ± 12,92	543,8 ± 20,66	604,9 ± 26,1
	chityna (%)	-	6,5	9,0	8,0
<i>Phycomyces blakesleeanus</i>	sucha masa (mg)	120,0 ± 5,0	355,2 ± 12,85	697,3 ± 15,81	785,5 ± 22,0
	chityna (%)	-	10,0	12,0	12,2

Literatura

1. Pospieszny H., Chirkov S., Atabekov J., (1991), *Plant Sc.*, 79, 63 – 68.
2. Pospieszny H., Atabekov J., (1989), *Plant Sc.*, 62, 29 – 31.
3. Allan C. R., Hadwiger L. A., (1979), *Exp. Mycology*, 3, 285 – 287.
4. Knapczyk J., (1991), *Farm. Pol.*, 47, 235 – 238.
5. Knapczyk J., Krówczyński L., Marchut E., *Chitin and chitosan*, (1989), *Els. Appied Sc.*, London, New York., 42.
6. Knapczyk J., Macura A. B., Pawlik B., (1992), *Inter. J. Pharmaceutics*, 80, 33 – 38.
7. Marcinkiewicz J., Polewska A., Knapczyk J., (1991), *Archivum Immunologiae et Terapiae Exp.*, 39, 127 – 132.
8. Bruneteau M., Fabre I., Perret J., Michel G., (1988), *Carboh. Recherche*, 175, 137 – 143.
9. Michalenko G. O., Hohl H. R., Rast D., (1976), *J. Gen. Microbiol.*, 92, 251 – 262.
10. Rondle C. J., Morgan W. T., (1955), *Biochem. J.*, 61, 586 – 589.
11. Fiema J., (1983), *Acta Phys. Plant.*, 5, 113 – 121.
12. Uno J., Ishikava T., (1976), *Biochim. Biophys. Acta*, 496, 112 – 120.
13. Fiema J., Zurzycka A., Bruneteau M., (1991), *J. Basic Microbiol.*, 31, 37 – 42.
14. Frederick D., (1985), *US Appl., Chem. Abstracts*, (1987), 107, 143.
15. Johnson I., (1965), *Biochem. J.*, 96, 651 – 658.
16. Fiema J., Gołębiewska T., (1981), *Acta Biol. Cracov.*, 23, 1 – 6.
17. Laere A. J., Carlier A. R., van Asche J. A., (1977), *Arch. Microbiol.*, 112, 303 – 306.
18. Herrera-Estrella L., Ruiz-Herrera J., (1983), *Exp. Myc.*, 7, 362 – 369.
19. Jan Yuh Nung., (1974), *J. Biol. Chem.*, 249, 1973 – 1979.
20. Bergman T., (1969), *Bacteriol. Rev.*, 33, 99 – 157.
21. Fiema J., (1993), *J. Basic Microbiol.*, 33(1), 3–8.
22. Lilly V. G., Barnett H. L., (1959), *Fizjologia grzybów*, PWN, Warszawa.
23. Zurzycka A., (1991), *Mycol. Res.*, 95(10), 1197 – 1200.
24. Malarczyk E., Kochmańska-Rdest J., Kapusta K., Leonowicz A., (1992), *Biotechnologia*, 1(16), 47 – 53.
25. Brzeski M., Wojtasz-Pajak A., (1988), *Nośniki polimerowe substancji biologicznie czynnych — II Konferencja Krajowa*, Politechnika Łódzka, 93 – 94.
26. Leonowicz A., Paszczyński A., Trojanowski J., (1984), Patent MCS nr 124417. Cyt. Malarczyk E., (1992), *Biotechnologia* 1(16), 47 – 53.

27. Biochemical Organic Compounds, (1992).
28. Jeuniaux Ch., Voss-Foucart M-F., Poulicek M., Bussers J., (1988), *Chitin and Chitosan* — 4th International Conference, Trondheim, Norway, Plen 1.
29. Blank F., (1953), *Biochim. Biophys. Acta*, 22, 110 – 113.
30. Smith J. E., Berry D. R., (1975), *Filamentous Fungi*, 1, 1 – 15.

Study on polysaccharides in selected species of fungi

Summary

The contents of chitin (expressed as glucosamine) and glucan soluble in KOH in the mycelium of two species of *Aspergillus* (*niger* left at the production of citric acid) and *giganteus* *mut. alba* and in *Phycomyces blakesleeanus* were analysed.

These organisms can be cultivated on the natural substrate using the brewery waste of the fermentation industry and glucose liquor left at the production of crystalline glucose. The obtained biomass measured in the amount of dry weight is by 60 – 200% greater than that obtained on synthetic nutrient media while the chitin content in such mycelia is the same (in *Aspergillus*) or slightly lower (in *Phycomyces*) in comparison with synthetic nutrient solutions.

Key words:

Aspergillus, *Phycomyces*, chitin, glucan.

Adres dla korespondencji:

Janina Fiema, Zakład Fizjologii Roślin PAN, ul. Sławkowska 17,
31-016 Kraków.