

Leonard Kopiński

Wydział Technologii  
i Inżynierii Chemicznej  
Akademii Techniczno-Rolniczej  
Bydgoszcz

## Agregowane surowce lignocelulozowe jako podłoże do wglębnej hodowli grzybni

### 1. Wprowadzenie

Lignocelulozowy materiał roślinny jest odnawialnym surowcem do produkcji białka w procesie biokonwersji (1,3). Surowiec ten jest stosunkowo odporny na działanie mikroorganizmów i jego biokonwersja przebiega dwukierunkowo (4,5). Pierwszy z nich to hydroliza surowca (chemiczna, termiczna lub enzymatyczna) prowadząca do otrzymywania cukrów prostych przetwarzanych dalej na białko, głównie przez drożdże. Drugim kierunkiem jest hodowla mikroorganizmów bezpośrednio na powierzchni cząstek surowca lignocelulozowego z wykorzystaniem bakterii celulolitycznych lub najczęściej grzybów (5,7).

Bezpośrednia hodowla grzybni na cząstkach surowca lignocelulozowego odbywa się w podłożach stałym lub płynnym. Podczas hodowli w stałym podłożu SSF (*solid state fermentation*) grzybnia rośnie na powierzchni wilgotnych cząstek surowca, w warunkach zbliżonych do naturalnych (8–12). W wglębnej hodowli grzybnia rozwija się na powierzchni mocno rozdrobionych cząstek surowca tworzących z cieczą zawiesinę, która jest płynnym podłożem (13–17). Stałe cząstki surowca lignocelulozowego są dla grzybni źródłem węgla, a wszystkie inne składniki odżywcze, mikroelementy, witaminy oraz tlen czerpie ona z fazy ciekłej, w której są rozpuszczone w odpowiednich ilościach. Właściwy dobór składników w ciekłej części podłoża pozwala wpływać na metabolizm grzybni oraz jej działalność enzymatyczną (18–20).

Rozkład surowca lignocelulozowego odbywa się za pomocą kompleksu enzymatycznego wytwarzanego przez rosnącą grzybnię. W skład tego kompleksu wchodzi enzymy wewnątrz- i pozakomórkowe (13). Enzymy wewnątrzkomórkowe są transportowane przez ścianę komórkową grzybni i gromadzą się na jej powierzchni. Natomiast enzymy pozakomórkowe są wydzielane do płynnego podłoża i charakteryzują się znaczną trwałością oraz aktywnością poza komórką grzybni, nawet w okresie zahamowania jej wzrostu. Prawidłowe działanie wspomnianego kompleksu enzymatycznego wymaga bezpośredniego kontaktu grzybni ze stałymi cząstkami surowca. Zjawisku łączenia się strzępek grzybni z cząstkami surowca przeciwdziała mieszanie podłoża, konieczne do zintensyfikowania przenoszenia pędu, ciepła i masy w środowisku hodowlanym. Ruch podłoża, powodowany jego mieszaniem, wywołuje wzajemne tarcie cząstek surowca, a grzybnia znajdująca się na ich powierzchni jest mechanicznie ścierana, odrywana i niszczone, tracąc zdolność do dalszego wzrostu (21,22). Dlatego też wydajność i efektywność procesu hodowli grzybni w płynnych podłożach, będących zawiesiną drobnych cząstek surowca lignocelulozowego, nie są dotychczas zadowalające. Prowadzone są intensywne badania nad usprawnieniem tego procesu. Były one również celem niniejszej pracy.

### 2. Nowa koncepcja wglębnej hodowli grzybni w podłożu zawierającym surowiec lignocelulozowy

Prezentowana tutaj nowa koncepcja wglębnej hodowli grzybni w płynnym podłożu, zawierającym surowiec lignocelulozowy bazuje na pewnych początkowych założeniach:

- wstępna obróbka surowca sprowadza się tylko do jego mechanicznego rozdrabniania,

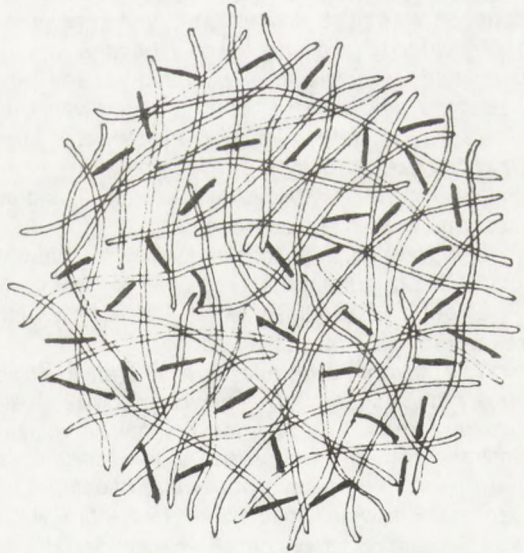


- inoculum jest wodną zawiesiną strzępek grzybni,
- wyjalawianie podłoża hodowlanego odbywa się za pomocą sterylizacji termicznej,
- warunki hodowli grzybni zapewniają odpowiednie stężenie i stałą aktywność kompleksu enzymatycznego w podłożu,
- warunki mieszania nie powodują gwałtownego zwiększenia naprężeń ścinających w podłożu hodowlanym.

W myśl tej koncepcji grzybnia powinna rosnąć we wnętrzu odpowiednio skonstruowanych oraz niezbyt dużych agregatów, utworzonych z cząstek rozdrobnionego surowca i umieszczonych w cieczy. Występuje tu pewne podobieństwo do unieruchomionych mikroorganizmów z tą istotną różnicą, że źródłem węgla dla rosnącej grzybni jest surowiec lignocelulozowy tworzący szkielet agregatów. Skonstruowane agregaty muszą posiadać odpowiednią sztywność, dużą porowatość i wytrzymałość mechaniczną oraz tworzyć jednorodną zawiesinę z ciekłą częścią podłoża hodowlanego. Ciekła część podłoża, zawierająca rozpuszczalne związki azotowe, substancje nieorganiczne i buforujące, witaminy oraz mikroelementy, musi swobodnie przepływać przez wnętrza agregatów. Wielkość szczelin między poszczególnymi cząstkami surowca w agregacie powinna być tak dobrana, aby mogły do nich wnikać rozdrobnione strzępki grzybni z inoculum, które po odpowiednim umiejscowieniu się rozpoczną wzrost. W początkowej fazie wzrostu grzybnia będzie metabolizowała rozpuszczalne niskocząsteczkowe produkty termicznej hydrolizy surowca, tworzące się podczas wyjalawiania podłoża hodowlanego. W tej fazie wzrostu produkty te stanowią jedyne źródło węgla dla grzybni. Mechanizm wzrostu grzybni wewnątrz agregatu utworzonego z rozdrobnionego surowca lignocelulozowego ilustruje rys. 1.

Rosnąca grzybnia będzie stopniowo oplatała poszczególne cząstki surowca w agregatach, powodując powolne zmniejszanie ich porowatości. Zjawisko to odgrywa zarówno pozytywną jak i negatywną rolę. Grzybnia wypełniając wolne przestrzenie agregatów zwiększy swój kontakt z cząstkami surowca oraz zmniejszy przepływ ciekłej części podłoża, co spowoduje wzrost stężenia i aktywności kompleksu enzymatycznego. Negatywny wpływ zmniejszenia porowatości agregatów dotyczy wzrostu oporów dyfuzji wewnętrznej. Opory te mogą spowodować braki składników odżywczych i tlenu, dostarczanych do powierzchni strzępek grzybni przez ciekłą część podłoża oraz wzrost stężenia metabolitów i produktów enzymatycznego rozkładu surowca lignocelulozowego. Proces ten może w ostateczności doprowadzić do zahamowania wzrostu grzybni, a nawet do jej autolizy. Przeciwdziałać temu można przez intensywniejsze mieszanie mechaniczne podłoża hodowlanego. Pojawiające się w związku z tym znaczne naprężenia ścinające i związane z nimi stres mechaniczny (22) nie są tak niebezpieczne dla grzybni, rosnącej wewnątrz agregatów, jak to ma miejsce w dotychczas stosowanej metodzie wgłębnej hodowli (13–17).

Przy konstruowaniu agregatów można wykorzystać naturalne zdolności flokulacyjne niektórych długich włókien surowców lignocelulozowych (np. włókna bawełny, lnu itp.). Ciekła zawiesina takich włókien poddana odpowiedniemu ruchowi obrotowemu utworzy



Rys. 1. Budowa agregatu utworzonego z rozdrobnionego surowca lignocelulozowego w początkowej fazie wzrostu grzybni (strzępki grzybni zaczerpniono).



kuliste agregaty o dużej porowatości i wytrzymałości mechanicznej (21,23). Wielkość agregatów zależy od wymiarów użytych włókien, stopnia fibrylacji ich powierzchni, spęczenia i elastyczności, stężenia zawiesiny oraz warunków agregacji. Łatwo flokulujące włókna można wykorzystać do konstruowania agregatów z cząstek surowców lignocelulozowych nie posiadających tej właściwości (np. rozdrobnione cząstki kory, drewna, słomy itp.). W czasie odpowiedniego ruchu obrotowego ciekłej zawiesiny tych składników, włókna flokulujące utworzą przestrzenną strukturę siatkową unieruchamiającą wewnątrz powstałego agregatu cząstki surowca, które nie ulegają flokulacji. Właściwości mechaniczne i budowa takich agregatów zależą głównie od ilości użytych włókien flokulujących i warunków agregacji.

### 3. Doświadczalna weryfikacja nowej koncepcji wgłębnej hodowli grzybni w podłożu zawierającym surowiec lignocelulozowy

Doświadczalna weryfikacja proponowanej metody wgłębnej hodowli grzybni, w podłożu zawierającym stały surowiec lignocelulozowy, została przeprowadzona przy użyciu grzybni boczniaka ostrygowatego *Pleurotus ostreatus* i twardziaka pospolitego *Lentinus edodes* (*Shii-take*). Grzybnię obu grzybów otrzymano ze Specjalistycznego Gospodarstwa Uprawy Grzybni „Nad Brdą” w Bydgoszczy. Surowcem lignocelulozowym były powszechnie występujące odpady, takie jak: trociny drewna bukowego i sosnowego, kora bukowa oraz słomy: pszenna i rzepakowa. Pochodziły one z Zakładów Celulozy i Papieru w Świeciu nad Wisłą oraz z podbydgoskich pól ze zbiorów 1986 r. Do agregacji stosowanych surowców używano włókien szarej tektury makulaturowej, wykazujących duże właściwości flokulacyjne (21). Tekturę makulaturową rozwłókniano na sucho w młynie udarowym, otrzymując włókna o średnicy 0,05–0,1 mm oraz długości 1,0–10,0 mm i powierzchni pokrytej dużą ilością fibryli.

Wstępne przygotowanie surowca lignocelulozowego polegało na suszeniu do wilgotności 6–7% i rozdrobnieniu w młynie udarowym oraz przesianiu przez sita o wymiarach oczek 0,12 mm i 0,385 mm. Obserwacje mikroskopowe przesianych cząstek surowca dowiodły, że budowa ich przypominała połamane igły o gładkiej powierzchni i ostrych krawędziach. Wyjątek stanowiły cząstki słomy rzepakowej i kory bukowej, których powierzchnia była stosunkowo porowata.

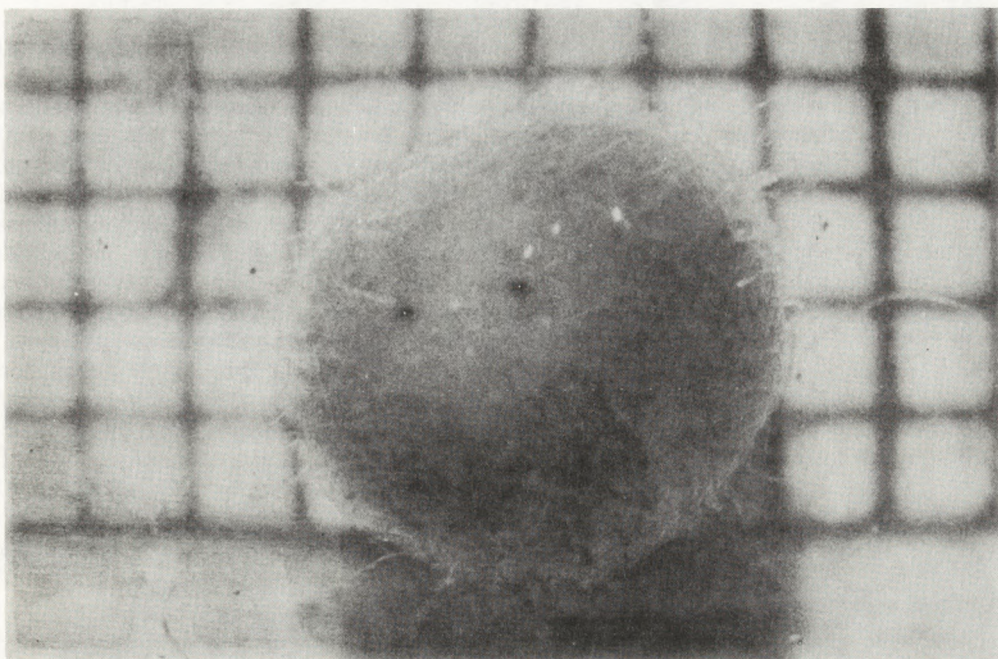
Badania agregacji stosowanych surowców lignocelulozowych prowadzono w płaskodennych szklanych kolbach kulistych o pojemności 0,5 dm<sup>3</sup>. W każdej kolbie znajdowało się 150 g wodnej zawiesiny cząstek badanego surowca i włókien tektury. Stężenie tej zawiesiny było stałe i wynosiło 4%. Tworząc mieszaninę cząstek surowca i włókien tektury zmieniano ich wzajemne proporcje i sposób przygotowania. Stosowano następujące ilości włókien tektury: 10%, 20%, 30%, 40%, i 50%. Przygotowanie mieszaniny cząstek surowca i włókien tektury prowadzono trzema różnymi sposobami:

- a) odpowiednie ilości składników mieszano mechanicznie na sucho, a pozostałą mieszaninę mocznono w wodzie przez jedną dobę,
- b) odpowiednie ilości składników mieszano mechanicznie w wodzie, a następnie mocznono je dalej przez jedną dobę,
- c) odpowiednie ilości składników wsypywano do wody w sposób przypadkowy i bez mieszania mocznono przez jedną dobę.

Tak przygotowane mieszaniny obrabiano cieplnie (cały cykl sterylizacji metodą Kocha (24), gdyż w badaniach hodowli grzybni podłoże musi być jałowe) i po ochłodzeniu poddawano procesowi agregacji. Proces ten polegał na wstrząsaniu zawartości kolb we wstrząsarkach typu Shaker przez jedną dobę z częstotliwością 2 obr/s i amplitudą 1 cm.

Powstałe agregaty poddawano badaniom mikroskopowym w celu określenia ich budowy. Oznaczano również ilość składników, które nie uległy agregacji wykorzystując metodę wagową (25). Badano także wytrzymałość mechaniczną agregatów. Badania te polegały na intensywnym





Rys. 2. Fotografia agregatu powstałego z włókien tektury makulaturowej i cząstek słomy pszennej (w tle widoczna jest siatka milimetrowa).

mieszaniu 50 przypadkowo wybranych agregatów i umieszczonych w  $0,5 \text{ dm}^3$  wody destylowanej. Zawiesinę tych agregatów mieszano za pomocą turbinowego mieszadła Rushtona o średnicy 40 mm, obracającego się z prędkością 480 obr/min. Szybkość rozpraszania energii na obwodzie mieszadła wynosiła w tych warunkach  $0,7 \text{ W/kg}$ . Wielkość i kształt mieszalnika były zawsze takie same, a mieszanie trwało 0,5 godziny. Rezultatem tych badań było procentowe określenie ilości nie zniszczonych agregatów.

Wszystkie otrzymane agregaty, bez względu na rodzaj użytego surowca lignocelulozowego, miały postać większych lub mniejszych kuleczek o dużej porowatości. Przykładowo na rys. 2 przedstawiono fotografię agregatu powstałego z włókien tektury i cząstek słomy pszennej. Wytrzymałość mechaniczna agregatów zależała od zawartości włókien tektury. Obecność 40% tych włókien zapewniała już odpowiednio dużą wytrzymałość oraz powodowała (w badanych warunkach) praktycznie całkowitą agregację używanego surowca. Sposób przygotowania mieszanki włókien tektury i cząstek surowca miał również dość istotny wpływ na agregację. Najkorzystniejszy był sposób (b) polegający na wstępnym wymieszaniu składników w wodzie. Dlatego też do hodowli grzybni bocznika i twardziaka zastosowano agregaty sporządzone według tego sposobu. Używane agregaty zawierały 30% włókien tektury i 70% cząstek surowca, a ich ilość w podłożu hodowlanym wynosiła 4% (w odniesieniu do suchej substancji). Przeprowadzono dwie serie doświadczalnych hodowli, różniących się składem ciekłej części podłoża. W pierwszej serii (I) ciekłą część stanowiła 4% wodna zawiesina gęstwy drożdży piwnych (w odniesieniu do suchej substancji), której skład był następujący: sucha substancja – 22,24%, białko – 14,50%, substancje redukujące – 5,62%, celuloza – 1,15%. W drugiej serii (II) ciekła część



podłoża zawierała 0,5%  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , 0,05%  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  i 0,02%  $\text{MgSO}_4$  w wodzie destylowanej. Odczyn podłoża ustalano zawsze na poziomie  $\text{pH} = 6,5-6,9$ .

Hodowlę grzybni prowadzono w kolbach wstrząsanych (24), używając szklanych kolb kulistych o pojemności  $0,5 \text{ dm}^3$  i zawierających 150 g badanego podłoża hodowlanego. Kolby z podłożem były sterylizowane metodą Kocha (24). Inoculum stanowiła wodna zawiesina homogenizowanych strzępek grzybni, którą wcześniej wyhodowano w płynnym podłożu zawierającym 4% zawiesinę mięksiszu chleba w wodzie (21). Homogenizację prowadzono w homogenizatorze typu 302, (12 000 obr/min przez 1 minutę) uzyskując strzępki o średniej długości 0,035 mm i średnicy 0,002–0,008 mm. Każdą kolbę zaszczepiano 5g inoculum i wstrząsano we wstrząsarkach typu Shaker (częstotliwość 2 obr/s i amplituda 1 cm) przez 20 dób w temperaturze  $25^\circ\text{C}$ . Równocześnie prowadzono hodowlę grzybni w podłożu będącym 4% zawiesiną rozdrobnionych cząstek badanych surowców lignocelulozowych bez włókien tekstury. Warunki i metodyka tej hodowli były identyczne jak w przypadku zawiesiny zagregowanych surowców.

Budowa produktu pohodowlanego uniemożliwiała oddzielenie grzybni od pozostałości cząstek surowca lignocelulozowego. Dlatego też stężenie wyhodowanej grzybni w tym produkcie określano metodą pośrednią, polegającą na oznaczaniu azotu organicznego metodą Kjeldahla (25). Wyniki przeprowadzonych hodowli grzybni bocznika i twardziaka przedstawiono w tabeli 1, odliczając ilość azotu zawartą w badanym surowcu lignocelulozowym od całkowitej.

Tabela 1

**Wyniki hodowli grzybni bocznika i twardziaka w płynnych podłożach zawierających surowiec lignocelulozowy**

Stosowany surowiec lignocelulozowy	Stężenie azotu organicznego w suchym produkcie pohodowlanym (%)							
	Grzybni bocznika				Grzybni twardziaka			
	Seria I		Seria II		Seria I		Seria II	
	SL	SL + WT	SL	SL + WT	SL	SL + WT	SL	SL + WT
drewno bukowe	1,81	4,49	1,55	3,80	1,48	4,08	1,30	3,34
drewno sosnowe	1,47	3,97	1,30	3,11	1,86	4,45	1,58	3,71
kora bukowa	1,12	3,46	0,86	2,76	0,96	2,78	0,83	2,41
słoma pszenna	1,52	3,82	1,05	3,13	1,33	3,62	1,21	2,97
słoma rzepakowa	2,76	5,27	2,59	4,75	2,60	5,20	2,41	4,73

SL – surowiec lignocelulozowy; SL + WT – surowiec lignocelulozowy + włókna tekstury (agregaty).

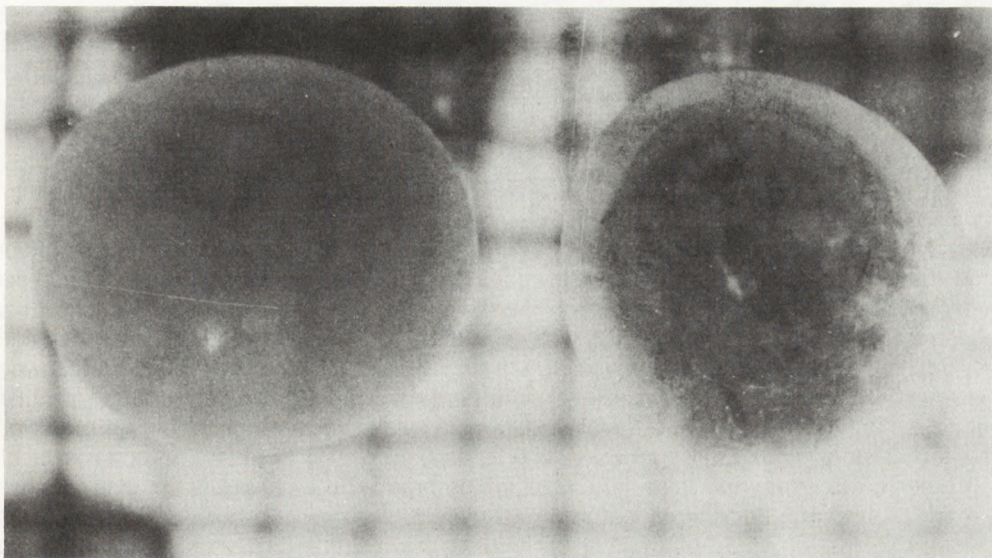
Okazało się, że agregacja cząstek surowca w istotny sposób poprawiała warunki wzrostu obu grzybni, powodując nawet 2–3-krotne zwiększenie stężenia azotu w stosunku do cząstek nie zagregowanych. Można więc przyjąć, że stężenie grzybni zmieniało się w tych samych proporcjach. Agregaty surowca były całkowicie pokryte warstwą grzybni przenikającej do ich wnętrza, co przykładowo ilustruje rys. 3 przedstawiający fotografię agregatu cząstek drewna bukowego przerośniętego grzybnią bocznika.

Kolejny, rys. 4 pozwala prześledzić typowe zmiany budowy i rozmiarów agregatów cząstek przed i po hodowli w nich grzybni. W tym przypadku chodzi o agregaty cząstek drewna bukowego i grzybnią bocznika.

#### 4. Podsumowanie

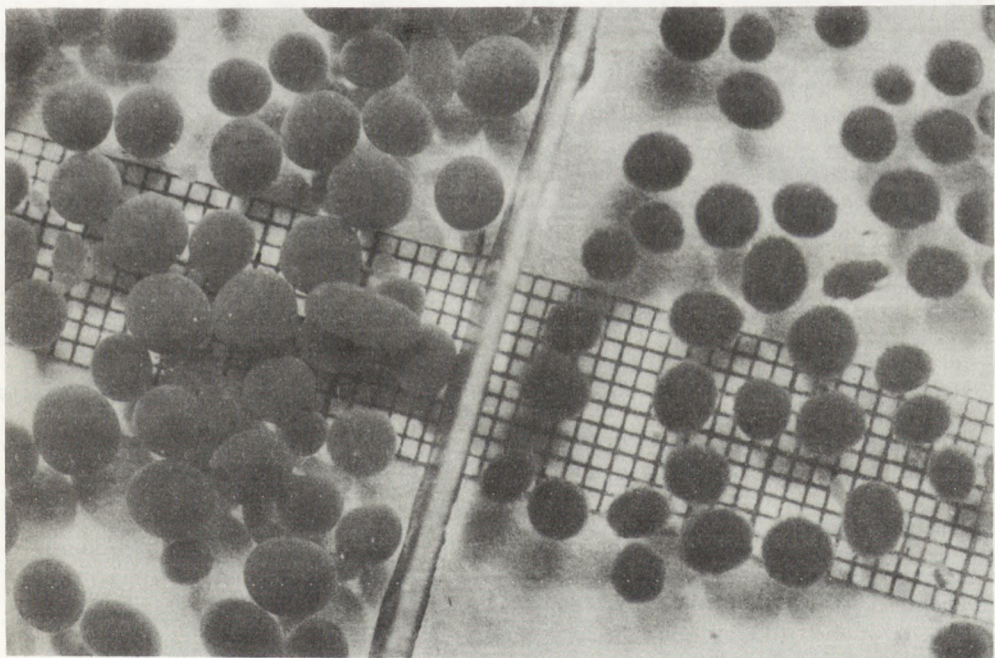
Proponowana w tej pracy nowa koncepcja wglębnej hodowli grzybni w podłożu zawierającym surowiec lignocelulozowy jest słuszna i może znaleźć praktyczne zastosowanie. Tezę tę





Rys. 3. Fotografia agregatu drewna bukowego przerośniętego grzybnią bocznika. Z lewej strony widok powierzchni agregatu, z prawej jego poprzeczny przekrój ( w tle widoczna jest siatka milimetrowa).

Rys. 4. Fotografia agregatów drewna bukowego przed (lewa strona) i po hodowli w nich grzybni bocznika (prawa strona) (w tle widoczna jest siatka milimetrowa).





potwierdzają przeprowadzone badania hodowli grzybni bocznika i twardziaka w płynnym podłożu będącym wodną zawiesiną agregatów surowca z dodatkiem gęstwy drożdży piwnych lub substancji nieorganicznych ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ). Stężenie grzybni rosnącej w agregatach jest 2–3 razy wyższe niż w przypadku użycia nie zagregowanych cząstek surowca w takich samych warunkach hodowli. Grzybnia znalazła wewnątrz agregatów sprzyjające warunki wzrostu, eliminujące niekorzystny wpływ czynników zewnętrznych (naprężenia ścinające, wzajemne tarcie cząstek surowca itp.) i usprawniające pracę kompleksu enzymatycznego. Ze wzrostem grzybni wewnątrz agregatów surowca lignocelulozowego wiążą się problemy natury inżynierskiej, takie jak: konstrukcja agregatów, mieszanie i napowietrzanie ich zawiesiny oraz opory dyfuzyjne (składników odżywczych i tlenu do wnętrza agregatów oraz produktów metabolizmu i degradacji na zewnątrz). Zaprezentowany tutaj sposób agregacji surowca jest procesem bardzo niedoskonałym, znajdującym zastosowanie jedynie w skali laboratoryjnej. Zachodzi zatem konieczność jego usprawnienia. Dotychczasowe badania autora wskazują, że proces agregacji zachodzi również podczas klasycznego mieszania zawiesiny surowca lignocelulozowego i włókien flokulujących w mieszalniku oraz przy zastosowaniu znanych metod granulacji (bębnowej i talerzowej) materiałów sypkich (26). Obecnie już wiadomo, że istnieje możliwość prowadzenia agregacji cząstek surowca w skali technicznej przy stosunkowo niskich kosztach.

Agregaty surowca z rosnącą w nich grzybnią po przemyciu i wysuszeniu można stosować jako wysokobiałkowy komponent do pasz zwierzęcych. Stosunkowo duża szybkość wzrostu grzybni w agregatach oraz możliwość łatwej regulacji prowadzonej przez nią selektywnej degradacji poszczególnych składników surowca lignocelulozowego, może stanowić metodę usuwania odpadów.

### Summary

Submerged culture of fungus *Pleurotus ostreatus* and *Letinus edodes* on lignocellulosic materials was investigated. It was determined that fungus grow on aggregated particles from 2 to 3 times faster than on non-aggregated materials.

### Literatura

1. Vetter J., Rimoczi I., (1980), *Gryptogam. Mycol.*, 2, 107–118.
2. Yang H. H., Efland M. J., Kirk T. K., (1980), *Biotechnol. Bioeng.*, 20, 22–24.
3. Rondle P. E., (1986), *Scientia Horticulturae*, 28, 37–45.
4. Fan L. T., Gharpuray M. M., Lee Y. H., (1987), in *Cellulose Hydrolysis*, Eds. Springer-Verlag, Berlin, chap. 2.
5. Czajkowska D., (1985), *Grzyby*, 9, 9–12.
6. Czajkowska D., (1985), *Grzyby*, 11, 6–16.
7. Kopiński L., (1989), *Zeszyty Naukowe Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy*, 166, *Chemia i Technologia Chemiczna*, 9, 13–21.
8. Atev A. P., Panayotov Ch. A., Bojbarewa L. G., Damyanova L. D., Nicolova U. D., (1987), *Acta Biotechnol.*, 7, 9–16.
9. Zeltina M. O., Leite M. P., Vanags J. J., Apine A. J., Viesturs U. E., (1987), *Acta Biotechnol.*, 7, 157–166.
10. Szczebiotko K., Grajek W., Piaseckij M., Kubzdela Z., (1975), *Przem. Ferment. i Rolny*, 1, 4–8.
11. Galas E., Buczek S., (1985), *Przem. Ferment. i Owocowo-Warzywny*, 6, 15–18.
12. Senez J. C., (1984), *Acta Biotechnol.*, 4, 83–86.
13. Humphrey A. E., Moreira A., Armigier W., Zabriskie D., (1977), *Biotechnol. Bioeng. Symp.*, 7, 45–64.
14. Dallgulis A. J., Bone D. H., (1978), *Biotechnol. Bioeng.*, 20, 1639–1649.
15. Peitersen N., (1977), *Biotechnol. Bioeng.*, 19, 337–348.
16. Eriksson K. E., Larsson K., (1975), *Biotechnol. Bioeng.*, 17, 327–348.
17. Peitersen N., (1975), *Biotechnol. Bioeng.*, 17, 361–374.



18. Jamroz J., Kalbarczyk J., (1989), *Przem. Spoż.*, 6, 151–153.
19. Freer S. N., Detroy R. W., (1982), *Mycologia*, 74, 943–951.
20. Leatham G. F., Kirk T. K., (1983), *FEMS Microbiol. Letters*, 16, 65–67.
21. Kopiński L., Wójcik M., (1987), Praca nie publikowana, wykonana w ramach CPBP 04.11, Doskonalenie procesu hodowli grzybni grzybów wyższych metodą wgłębną – Etap II, ATR Bydgoszcz.
22. Kopiński L., (1985), praca doktorska, Politechnika Łódzka.
23. Szwarcsztajn E., (1968), *Technologia papieru*, WPLiS, Warszawa.
24. Kocwowa E., (1977), *Ćwiczenia z mikrobiologii ogólnej*, PWN, Warszawa.
25. Hermanowicz W., Drożnińska W., Dojlido J., Koziorowski B., (1976), *Fizyko–chemiczne badanie wody i ścieków*, Warszawa.
26. Willesow N. G., Skripko W. J., Łomazow W. L., Tanczenko I. M., (1976), *Procesy granulowania w przemyśle*, Technika, Kijów.

*Adres dla korespondencji:*

Leonard Kopiński, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Akademia Techniczno–Rolnicza, ul. Seminaryjna 3, 85–326 Bydgoszcz.

## NOWOŚCI!

### Biologiczna ochrona roślin

W Stanach Zjednoczonych stosuje się obecnie ok. 24 tys. pestycydów mających w składzie ok. 600 związków pochodzących z syntezy chemicznej, a tylko 11 wytwarzanych ze źródeł biologicznych. Tylko 1% szkodników niszczy się metodami biologicznymi. Większość biopestycydów to wydzielone substancje z 4 tys. szczepów *Bacillus thuringensis*; toksyny skutecznie zwalczające owady w różnych stadiach rozwojowych. Niestety toksyny te w warunkach naturalnych są nietrwałe i wolno działają. Stwierdzono jednak, że preparaty toksyn *B. thuringensis* zamknięte w osłonkach, składających się ze skrobi i cukru, są trwalsze i 4–krotnie skuteczniejsze.

Biotechnologiczne firmy amerykańskie zajmujące się produkcją biopestycydów wybierają jedną z dwu strategii: konstruują zrekombinowane bakterie nadprodukujące toksyny i zabijają je w taki sposób, aby zachować integralność powłok zewnętrznych. Powstaje coś w rodzaju biologicznej kapsułki zawierającej duże ilości pestycydu. Tymi preparatami opryskuje się rośliny. Drugi sposób postępowania wiąże się z rekombinacją genów toksyn w endofitach – bakteriach żyjących w roślinach; poprzez zakażenie takimi bakteriami nasion roślin zamierza się chronić je przed szkodnikami. W znanej firmie Monsanto od lat prowadzi się również próby konstrukcji roślin transgenicznych, niosących w genomie gen kodujący toksyny. Wyniki takich prób są bardzo obiecujące.

M.F.

Opracowano na podstawie: (9 July 1990), *The Scientist*.