

Owocniki *Lentinus edodes* oraz rozłożone podłoża hodowlane źródłem białka i związków organicznych

ŁUKASZ BRODZIAK, JERZY WAŻNY

Instytut Ochrony Lasu i Drewna SGGW-AR w Warszawie

Brodziak Ł., Ważny J.: Institute of Forest and Wood Protection, Rakowiecka 26/30, 02-528 Warszawa, Poland). *Fructifications of Lentinus and decomposed culture substrate — a source of protein and organic compounds. Acta Mycol.* 21 (1): 13 - 22, 1985.

The amino and total nitrogen and sugar content of fructification and substrates (sawdust, straw, bark) was analyzed. Fungi were found to have a high nutritive value.

WSTĘP

Pogłębiający się deficyt żywności w świecie stawia człowieka przed koniecznością poszukiwania nowych rozwiązań w dziedzinie produkcji białka, stale zaś rosnące ilości odpadów przemysłu drzewnego i papierniczego (trociny, wióry, kora itp.) stwarzają poważne problemy natury gospodarczej, ekonomicznej oraz ochrony środowiska. Istnieją pewne możliwości rozwiązania tych problemów przez „zbiałczanie” niektórych surowców odpadowych na drodze rozkładu ich przez grzyby.

Predyspozycja grzybów do utylizacji produktów odpadowych i biosyntezy białka wynika z ich szerokiego spektrum enzymatycznego oraz właściwości heterotroficznych w stosunku do źródeł węgla i azotu. Uzyskana w efekcie hodowli grzybnia, owocniki oraz rozłożone podłoża mogą stanowić źródła białka spożywczego i paszowego, enzymów, witamin oraz wielu innych związków organicznych.

Przed kilkoma laty podjęto w kraju prace nad introdukcją *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. — twardziaka shiitake — z ewentualnym przeznaczeniem jako surowca dla przemysłu spożywczego i farmaceutycznego (Brodziak, Ważny 1980). Celem niniejszej pracy była próba oceny wartości odżywczej owocników *L. edodes* i rozłożonych podłoży hodowlanych

na podstawie oznaczenia ich składu aminokwasowego oraz zawartości azotu ogólnego i cukrów.

MATERIAŁY I METODY BADAŃ

Do badań z a w a r t o ś c i a m i n o k w a s ó w, użyto podłoży, na których w hodowlach wazonowych powstawało najwięcej owocników oraz kapelusze owocników uzyskanych z tych hodowli. Analizie chemicznej poddano podłoża przed inokulacją i po rocznym okresie działania grzybni.

Materiał przeznaczony do analiz wysuszono w temperaturze 80°C, rozdrobniono w mikserze elektrycznym, a następnie poddano hydrolizie tzw. utleniającej. Czynnikiem hydrolizującym była mieszanina wody utlenionej i kwasu mrówkowego (1 : 9). Analizę zawartości aminokwasów wykonano metodą S p e c k m a n' a i in. (1958) na automatycznym analizatorze aminokwasów firmy Beckman, model 121 M, w Instytucie Fizjologii Zwierząt SGGW-AR. Dokładność wykonanej analizy wynosiła $\pm 2,5\%$. Zawartość aminokwasów w podłożach hodowlanych i owocnikach przeliczono ($\%$) na ich zawartość w suchej masie badanego surowca.

Analizy na z a w a r t o ś ć a z o t u o g ó l n e g o wykonano w Instytucie Podstaw Chemii i Chemii Rolnej SGGW-AR. Owocniki oraz podłoża hodowlane przygotowano jak wyżej. Ilość azotu ogólnego w suchej masie proszku oznaczono zmodyfikowaną metodą Kjeldahla (B u d s ł a w s k i, D r a b e n t 1972), na analizatorze automatycznym (3 powtórzenia oznaczeń dla każdej partii próbek, przy użyciu naważki 1 g masy badanych substancji).

Oznaczenia z a w a r t o ś c i c u k r ó w wykonano w tym samym Instytucie. Surowce przygotowane jak w opisach poprzednich hydrolizowano metodą Clarget-Herzfelda. Oznaczenie zawartości cukrów inwertowanych wykonano metodą Bertranda (B u d s ł a w s k i, D r a b e n t 1972) (każde oznaczenie wykonano 3 razy, przy użyciu naważki 10 g suchej masy badanych substancji).

WYNIKI BADAŃ

Podłoża „niezagrzybione” badane pod kątem zmian składu organicznego substratów hodowlanych pod wpływem działania *L. edodes* (tab. 1) znacznie różnią się między sobą udziałem poszczególnych aminokwasów, a także ich zawartością sumaryczną. Najwyższy udział aminokwasów stwierdzono w podłożach zawierających trociny i słomę, zaś najniższy w mieszance trocin, słomy i kory.

Poziom zawartości azotu ogólnego i cukrów w badanych substra-

tach kształtował się nieco inaczej. Podłoża sporządzone przy wykorzystaniu trocin, słomy i kory zawierały tych substancji więcej aniżeli mieszanka trocin i słomy (tab. 2).

Wyraźne zmiany składu chemicznego podłoży nastąpiły pod wpływem rocznego działania grzybni *L. edodes*. Zawartość aminokwasów wzrosła w podłożach zawierających trociny i korę dębu o 147% i 391%, a zawierających korę sosny o 290% i 271% (tab. 1). Wskutek działania grzybni zwiększył się także procentowy udział azotu ogólnego w podłożach hodowlanych: dla dębu o 69% i 61%, a dla sosny o 54% i 46% (tab. 2).

Tabela 2 – Table 2

Zmiany zawartości azotu ogólnego i cukrów w podłożach poddanych działaniu *L. edodes*
(w % suchej masy)

Changes of content of total nitrogen and inverted sugar in substrates after inoculation *L. edodes*
(% dry mass)

Podłoże Substrate	Azot ogólny Total nitrogen			Cukry inwertowane Inverted sugars		
	podłoże niezagrzy- bione substrate without <i>L.</i> <i>edodes</i>	podłoże zagrzy- bione substrate with <i>L.</i> <i>edodes</i>	zmiana change (%)	podłoże niezagrzy- bione substrate without <i>L.</i> <i>edodes</i>	podłoże zagrzy- bione substrate with <i>L.</i> <i>edodes</i>	zmiana change (%)
Trociny dębowe i słoma Sawdust (oak), straw	0,32	0,54	69	1,81	3,68	103
Trociny sosnowe i słoma Sawdust (pine), straw	0,24	0,37	54	2,06	2,96	44
Trociny, kora dębowa i słoma Sawdust, bark (oak), straw	0,44	0,71	61	2,15	1,85	-16
Trociny, kora sosnowa i słoma Sawdust, bark (pine), straw	0,37	0,54	46	2,28	1,60	-42

Zmiany zawartości cukrów miały natomiast inny przebieg. W podłożach składających się z trocin i słomy zawartość cukrów pod wpływem *L. edodes* wzrosła dla dębu o 103% i dla sosny o 44%, zaś w podłożach zawierających wszystkie trzy komponenty udział cukrów zmniejszył się o 16% dla dębu i o 42% dla sosny.

Owocniki *L. edodes* zawierają w swym składzie aminokwasy, których udział waha się od 1 mg (cystyna) do 87 mg (kwas glutaminowy) w 1 g suchej masy (tab. 3).

Tabela 3 – Table 3

Zawartość aminokwasów w owocnikach *L. edodes* uzyskanych na różnych podłożach hodowlanych (w % suchej masy)

Amino acids content in fruit bodies obtained on different culture media (in %)

Aminokwasy Amino acids		Trociny + słoma Sawdust, straw		Trociny + kora + słoma Sawdust, bark, straw	
		Db	So	Db	So
Egzogenne	Lizyna	0,886	0,815	0,811	1,093
	Leucyna	1,303	1,267	1,272	1,611
	Walina	1,000	1,137	1,161	1,344
	Treonina	1,109	0,764	1,039	0,977
	Fenylalanina	1,603	1,598	1,460	1,837
	Izoleucyna	0,879	0,819	0,817	1,046
	Metionina	0,240	0,219	0,194	0,269
Endogenne	Kwas glutaminowy	5,448	4,667	8,746	5,662
	Kwas asparaginowy	2,469	2,107	3,086	2,214
	Alanina	0,898	1,080	1,000	0,942
	Arginina	1,037	1,023	0,992	1,200
	Glicyna	0,695	0,686	0,735	0,710
	Seryna	0,914	0,858	1,066	1,084
	Prolina	0,355	0,307	0,333	0,388
	Tyrozyna	0,454	0,466	0,497	0,590
	Histydyna	0,387	0,290	0,666	0,407
	Cystyna	0,096	0,114	0,112	0,114
Suma aminokwasów Total		19,773	18,217	23,987	21,488

Owocniki uzyskane na różnych podłożach hodowlanych znacznie różniły się zawartością poszczególnych aminokwasów i ich wartością sumaryczną. Owocniki wyhodowane na podłożach liściastych (dąb) zawierały relatywnie więcej aminokwasów aniżeli na podłożach iglastych (sosna). Różnice te wynoszą od 8 do 12%. Podobnie stwierdzono wyższy udział aminokwasów w owocnikach wyhodowanych na podłożach zawierających korę. Wzrost ten wynosił w przypadku dębu ok. 21%, zaś sosny ok. 18%. Podobne zależności stwierdzono dla zawartości azotu (tab. 4). Procentowy udział azotu w owocnikach wyhodowanych na podłożach liściastych (dąb) był nieco wyższy aniżeli na podłożach iglastych (sosna). Różnice wynosiły 3 i 24%. Na substratach zawierających korę obok innych komponentów, uzyskano owocniki o wyższej zawartości azotu ogólnego. W stosunku do podłoża bez kory różnice wynosiły: dla dębu ok. 50%, dla sosny ok. 24%.

Nieco inaczej kształtował się udział cukrów. Owocniki wyrastające na podłożach iglastych (sosna) charakteryzowały się większym udziałem cukrów aniżeli owocniki z podłoża liściastych (dąb).

Tabela 4 – Table 4

Zawartość azotu ogólnego i cukrów w owocnikach *L. edodes* uzyskanych na różnych podłożach (w % suchej masy)

Amino acid and sugar in fruit bodies obtained on different culture media (% dry mass)

Podłoże Substrate	Azot ogólny Total nitrogen	Cukry Sugars
Trociny dębowe i słoma Sawdust (oak), straw	2,95	3,29
Trociny sosnowe i słoma Sawdust (pine), straw	2,87	3,41
Trociny i kora dębowa i słoma Sawdust, bark (oak), straw	4,42	3,53
Trociny i kora sosnowa i słoma Sawdust, bark (pine), straw	3,56	14,19

Podobnie zaznaczył się wyraźnie wpływ urozmaicenia składu podłoża. Na podłożach hodowlanych zawierających obok innych składników — korę, nastąpił wzrost zawartości cukrów w owocnikach. W przypadku dębu wynosił on około 70%, zaś dla sosny około 316%.

Próba oceny wartości odżywczej owocników

Wartość odżywcza grzybów zależy w dużym stopniu od składu aminokwasowego białek. Sumaryczna zawartość aminokwasów stanowi wykładnię zawartości białka (Szymczak 1962, 1967). Z porównania sumarycznej zawartości aminokwasów w owocnikach *L. edodes* i 8 innych gatunków grzybów jadalnych wynika, że przeciętna ilość aminokwasów znajdujących się w owocnikach *L. edodes* jest wysoka. Owocniki pochodzące z niektórych podłoży (trociny db + kora db + słoma) przewyższały zawartością aminokwasów borowika (*Boletus edulis*). Ponadto owocniki *L. edodes* charakteryzowały się znacznie mniejszym udziałem azotu ogólnego w składzie chemicznym, aniżeli inne gatunki grzybów (tab. 3, 5).

DYSKUSJA

Analiza składu chemicznego podłoży hodowlanych wykazała pewne różnice dotyczące zawartości aminokwasów, azotu ogólnego i cukrów rozpuszczalnych w wodzie. Są one przede wszystkim wynikiem różnic składu chemicznego i budowy anatomicznej drewna oraz kory drzew iglastych i liściastych. Poważne zmiany zawartości analizowanych substancji w podłożach zagrzybionych wynikają z całokształtu procesów metabolicznych zachodzących w czasie trwania hodowli.

Tabela 5 – Table 5

Zawartość aminokwasów i azotu ogólnego w owocnikach grzybów jadalnych (% suchej masy)
Amino acids content and total nitrogen in fruit bodies of edible fungi (% dry mass)

Gatunek Species	Sumaryczna zawartość aminokwasów Total aminoacids	Zawartość azotu ogólnego Total nitrogen	Autor Author
<i>Suillus luteus</i> (L.: Fr.) Gray	18,86	4,60	Szymczak
<i>Xerocomus badius</i> (Fr.) Kühn.	20,43	4,36	
<i>Xerocomus subtomentosus</i> (L.: Fr.) Quél.	16,24	4,68	
<i>Tricholoma flavovirens</i> (Pers.: Fr.) Lund	12,63	4,12	
<i>Tricholoma portentosum</i> (Fr.) Quél.	14,58	4,24	
<i>Armillariella mellea</i> (Vahl.: Fr.) Karst.	17,96	4,80	
<i>Boletus edulis</i> Bull.: Fr.	21,92	—	Selkopf, Schuster
<i>Agaricus arvensis</i> Schaeff.: Fr.	25,27	—	Brodziak
<i>Lentinus edodes</i> (Berk.) Sing.	20,87	3,45	

Znaczny, bo kilkakrotny wzrost sumarycznej ilości aminokwasów w poszczególnych podłożach jest wynikiem obecnej w nich grzybni, egzogennych enzymów trawiennych *L. edodes* oraz aminokwasów uwolnionych w procesie rozkładu podłoża.

Wzrost zawartości azotu w rozłożonych podłożach wpływa przede wszystkim ze zwiększonej zawartości aminokwasów. Jednakże, wzrost zawartości azotu ogólnego był relatywnie niższy aniżeli zawartości aminokwasów.

Stwierdzono wzrost zawartości cukrów rozpuszczalnych w wodzie, zawartych w podłożach: trociny + słoma, oraz ich spadek w podłożach: trociny + kora + słoma. Wynika to prawdopodobnie stąd, że węglowodany zawarte w trocinach, a zwłaszcza w słomie, są znacznie łatwiej rozkładane na prostsze typy węglowodanów przez enzymy grzyba, aniżeli dzieje się to w korze. Dlatego w pierwszym typie podłoża zawartość cukrów rozpuszczalnych w wodzie wzrastała wraz z okresem działania grzyba, natomiast w podłożach drugiego typu zawartość ich malała (Zadrazil 1976).

Wzrost zawartości aminokwasów i azotu ogólnego w podłożach zagrybionych stwarza możliwości ich dalszego wykorzystania po zakończeniu produkcji owocników. Dzięki zwiększonej zawartości białka, a zapewne i wielu innych substancji odżywczych, rozłożone podłoża mogą być użyte jako źródło pasz.

Obserwowane różnice w zawartości aminokwasów w owocnikach wynikają z odmiennego składu chemicznego podłoża, na których wyrosły,

a co się z tym wiąże, z ich zasobności w związki przyswajalne dla grzyba. Wiadomo, że drewno i kora drzew liściastych zawierają tych substancji więcej aniżeli drzewa iglaste. Mając w podłożu dostateczną ilość substancji odżywczych grzyb biosyntetyzuje więcej białka, co jest wyrażone odpowiednio większym udziałem aminokwasów i azotu ogólnego.

Stwierdzono także pewne różnice w zawartości badanych substancji w owocnikach uzyskanych z jednego gatunku drewna, na podłożach różniących się jedynie obecnością kory. Obniżenie zawartości aminokwasów, azotu ogólnego i cukrów w owocnikach wyrastających na podłożach typu trociny + słoma może być wynikiem wytworzenia maksymalnych plonów, to znaczy, że bardzo wysoka produkcja masy owocników może wpływać na zubożenie ich składu organicznego.

Jakość i ilość aminokwasów niezbędnych dla ludzi i zwierząt, tzw. egzogennych, zawartych w białku pokarmu, decyduje o jego wartości odżywczej. Brak w pokarmie któregośkolwiek niezbędnego aminokwasu powoduje w organizmie szereg objawów niedoboru (Bęza 1961). W dostępnym piśmiennictwie mało jest danych na temat składu aminokwasowego białek u grzybów. Wyniki badań wartości odżywczej grzybów (Lintzel 1941; Karkocha, Młodecki 1962, 1964; Karkocha 1964) wskazują na znaczną zawartość azotu niebiałkowego. Powoduje to niezbyt wysoką strawność owocników mimo wysokiej strawności zawartego w nich białka. Lintzel (1941) i Majchrzak (1976) stwierdzają, że białko wielu grzybów podobne jest pod tym względem do białka mięsa. Sellkopf i Schuster (1957) przypisują grzybom wartość odżywczą pośrednią między białkiem roślinnym i zwierzęcym.

W niniejszej pracy dokonano m.in. próby oceny wartości odżywczej owocników *L. edodes* na tle innych gatunków grzybów jadalnych — na podstawie oznaczenia ich składu aminokwasowego.

Owocniki *L. edodes* zawierają pełny skład aminokwasów egzogennych. Z porównania sumarycznych zawartości aminokwasów w owocnikach *L. edodes* i innych gatunków grzybów jadalnych wynika, że owocniki twardziaka shiitake osiągają wartości zbliżone do najwyższych. Wysoka zawartość aminokwasów przy stosunkowo małym udziale azotu ogólnego oznacza, że owocniki *L. edodes* zawierają najmniej związków azotowych nie wchodzących w skład białek. Obecność tego typu substancji, np. chityny, jest niepożądana w składzie pożywienia czy karmy.

Wartość odżywcza owocników *L. edodes*, na tle innych gatunków grzybów jadalnych, wydaje się być zadowalająca.

LITERATURA

- Bęza R., 1961, Skład aminokwasowy pasz i jego oznaczanie w żywieniu zwierząt. (Maszynopis) SGGW.

- Brodziak Ł., Ważny J., 1980, Metody hodowli owocników twardziaka jadalnego (*Lentinus edodes* (Berk.) Sing.). I, II. Sylwan 9 : 9 - 16; 10 : 19 - 25.
- Budślawski J., Drabent Z., 1972, Metody analizy żywności: 214 - 220; 278 - 288.
- Karkocha I., 1964, Badania wartości odżywczej gąski zielonki (*Tricholoma equestre*) (Fr.) Quéf. i opieńki miodowej (*Armillaria mellea*) (Fr.) Kumm. Roczn. PZH 15 : 311 - 314.
- Karkocha T., Młodecki H., 1962, Badania nad wartością odżywczą niektórych grzybów krajowych. I. Piestrzenica jadalna, borowik szlachetny. Roczn. PZH 13 : 473 - 482.
- Karkocha I., Młodecki H., 1964, Badania nad wartością odżywczą niektórych grzybów krajowych. II. Badanie nad zawartością i strawnością związków azotowych w pieprzniku jadalnym, pieczarce dwuzarodnikowej. Roczn. PZH 15 : 27 - 31.
- Lintzel W., 1941, Über den Nährwert des Eiweises der Speisepilze. Biochemische Zeitschrift. 308 : 413 - 419.
- Majchrzak R., 1976, Grzybnia grzybów jadalnych jako potencjalne źródło białka spożywczego i paszowego. Praca zbiorowa: Rynek białka ze źródeł nietradycyjnych, PAN: 45 - 55.
- Sellkopf C., Schuster H., 1957, Qualitative und quantitative Aminosäurebestimmungen an einigen wichtigen Speisepilzen. Zeitschr. Lebens. Unters. Forsch.: 106, 177.
- Speckman D. H., Stein W. H., Moore S., 1958, Automatic recording apparatus for use in the chromatography of aminoacids. Analyt. Chem. 30 : 1190.
- Szymczak J., 1962, Skład aminokwasowy białek grzybów jadalnych. I. Oznaczenie jakościowe. Roczn. PZH 13 : 467 - 471.
- Szymczak J., 1967, Zawartość aminokwasów w niektórych gatunkach grzybów jadalnych. Roczn. PZH 18 : 215 - 223.