

Włodzimierz Bednarski  
Jadwiga Kowalewska-Piontas  
Zofia Zegarska  
Marek Adamczak

Instytut Biotechnologii Żywności  
Akademia Rolniczo-Techniczna  
Olsztyn

# Wpływ warunków hodowli oraz składu pożywki na wydajność biosyntezy lipidów wewnątrzkomórkowych grzybów pleśniowych

## 1. Wprowadzenie

Wśród mikroorganizmów znane są szczepy bakterii, drożdży, grzybów pleśniowych oraz mikroalg predysponowanych do biosyntezy tłuszczów (1-7).

Niektóre drobnoustroje stosuje się w biosyntezie tłuszczów o specyficznym składzie lub do otrzymywania niekonwencjonalnych kwasów tłuszczowych, np.  $\gamma$ -linolenowego lub eikozapentaenowy, bardzo pożądaných w żywieniu (1,7,8).

Postęp w ulepszaniu cech drobnoustrojów oraz optymalizacja warunków ich hodowli doprowadziły do opracowania technologii mikrobiologicznej biosyntezy tłuszczu o składzie kwasów tłuszczowych podobnym do masła kakaowego (5,7).

Wydajność biosyntezy, skład i cechy tłuszczu mikrobiologicznego zależą przede wszystkim od składu pożywki, właściwości drobnoustrojów oraz warunków ich hodowli (5,7).

Z badań Gada i wsp. (5) wynika, że namnażając *Aspergillus nidulans* lub *Penicillium sophii* na pożywkę z melasy buraczanej można otrzymać biomasę zawierającą około 50% tłuszczu w suchej masie. W procentowym składzie kwasów tłuszczowych występujących w tym tłuszczu stwierdzono obecność kwasów: oleinowego – 40%, palmitynowego – 21%, linolenowego – 17% i stearynowego – 15%.

Podobną wydajność biosyntezy lipidów uzyskał Damm w hodowli grzybów *Fusarium bulbigenum* (5).

Z dostępnych informacji literaturowych wynika, że lipidy uzyskane z biomasy grzybów pleśniowych charakteryzują się wyższą zawartością kwasów tłuszczowych nienasyconych niż lipidy syntetyzowane przez drożdże (5). Niektóre grzyby pleśniowe namnażane w pożywkę z dodatkiem tłuszczów prowadzą ich hydrolizę do kwasów tłuszczowych, część z nich wykorzystując do biosyntezy lipidów wewnątrzkomórkowych (4-7). Można w ten sposób otrzymać tłuszcze o zmienionym składzie i właściwościach w porównaniu do substratu (4-7).

Celem badań było:

- sprawdzenie możliwości wykorzystania łożu wołowego oraz tłuszczu drobiowego jako składnika pożywki w hodowli grzybów pleśniowych,
- określenie wpływu warunków hodowli grzybów na wydajność biosyntezy lipidów wewnątrzkomórkowych oraz ich skład i właściwości.

## 2. Materiał i metodyka

### Tłuszcze

Stosowano świeży łój wołowy lub tłuszcz drobiowy. Tłuszcze pasteryzowano w 63°C (30 min) i po ochłodzeniu do 45°C dodawano je do pożywki.



## Szczepy grzybów

Stosowano następujące szczepy grzybów: *Aspergillus niger* – 3, *Geotrichum candidum* – 15 oraz *Mucor miehei*. Otrzymano je z kolekcji Instytutu Biotechnologii Żywności Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie. Szczepy hodowano na skośnych podłożach brzeczka-agar.

## Skład pożywki oraz warunki hodowli grzybów

W hodowli grzybów stosowano pożywkę o składzie: tłuszcz – 3% v/v, glukoza 1% w/v,  $\text{NaNO}_3$  – 0,2% w/v, KCl – 0,05% w/v,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 0,1% w/v,  $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$  – 0,05% w/v,  $\text{FeSO}_4$  – 0,002% w/v.

Kwasowość pożywki doprowadzano do pH 4,5 stosując w tym celu 1N roztwór HCl.

Hodowlę grzybów prowadzono metodą stacjonarną (powierzchniową) w 200 cm pożywki w butelkach „Roux” lub metodą wglębną wstrząsaną w 200 cm<sup>3</sup> pożywki w kolbach stożkowych umieszczonych na wstrząsarce firmy Unipan typ 357 (150 suwów/min) lub metodą wglębną w 10 dm<sup>3</sup> pożywki w fermentorze New Brunswick, stosując ciągle mieszanie (200 rpm); napowietrzanie (8000 cm<sup>3</sup>/min) oraz automatyczną regulację kwasowości do poziomu pH 4,5.

Podłoże zaszczipiano inokulum grzybów przygotowanym metodą opisaną w poprzedniej pracy (9).

Hodowlę grzybów prowadzono w 28°C przez 120 godzin. Grzybnię oddzielano od pożywki metodą filtracji na sączku Schotta (porowatość 1,7G). W grzybni (po jej przemyciu eterem naftowym) oznaczano zawartość suchej masy, tłuszczu i azotu ogółem (6).

Tłuszcz wewnątrzkomórkowy ekstrahowano z grzybni trzykrotnie, po jej mechanicznej dezintegracji, stosując w tym celu rozpuszczalnik o składzie chloroform:metanol (2:1).

W tłuszczu wewnątrzkomórkowym oznaczano procentowy udział kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej (11) oraz liczbę kwasową (10), liczbę jodową (10) i współczynnik refrakcji (10). Oznaczano również skład kwasów tłuszczowych frakcji wolnych kwasów tłuszczowych (12,13).

## 3. Wyniki i dyskusja

W pracy oceniano przyrosty biomasy grzybów pleśniowych namnażanych w pożywce z udziałem loju wołowego lub tłuszczu drobiowego.

Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że na pożywce z dodatkiem loju wołowego uzyskano niższe przyrosty biomasy w porównaniu z wydajnością biomasy odpowiednich grzybów namnażanych na pożywce z tłuszczem drobiowym (tab. 1).

Spośród trzech wybranych szczepów grzybów pleśniowych, najkorzystniejszy przyrost biomasy otrzymano po hodowli *Geotrichum candidum* (metodą powierzchniową) na pożywce z dodatkiem tłuszczu drobiowego – 9,49 g s.m./dm<sup>3</sup>, a najniższy po hodowli *Mucor miehei* (metodą wstrząsaną) na pożywce z lojem wołowym – 1,35 g s.m./dm<sup>3</sup>.

Skład pożywki, rodzaj grzybów oraz metoda ich hodowli decydowały również o wydajności biosyntezy białka i tłuszczu (tab. 1). Z analizy uzyskanych wyników widać, że dodatek tłuszczu (szczególnie drobiowego) do pożywki intensyfikuje biosyntezę tłuszczu (tab. 1). Jej wydajność przy wzroście grzybów w pożywce bez tłuszczów mieściła się w granicach od 0,39 g do 0,69 g/dm<sup>3</sup>; na pożywce z dodatkiem loju wołowego wynosiła od 0,58 g/dm<sup>3</sup> do 1,65 g/dm<sup>3</sup>, a na pożywce z dodatkiem tłuszczu drobiowego od 0,57 g do 2,98 g/dm<sup>3</sup>. O wydajności biosyntezy lipidów decydował również rodzaj grzybów. Najkorzystniejsze efekty uzyskano po hodowli *Geotrichum candidum* (tab. 1).

Przedmiotem badań było również określenie stopnia wykorzystania tłuszczu przez grzyby.

Stopień wykorzystania loju wołowego wynosił od 5,1% po powierzchniowej hodowli *Mucor miehei* do 51,2% po hodowli *Geotrichum candidum* prowadzonej w tych samych warunkach.



Tabela 1

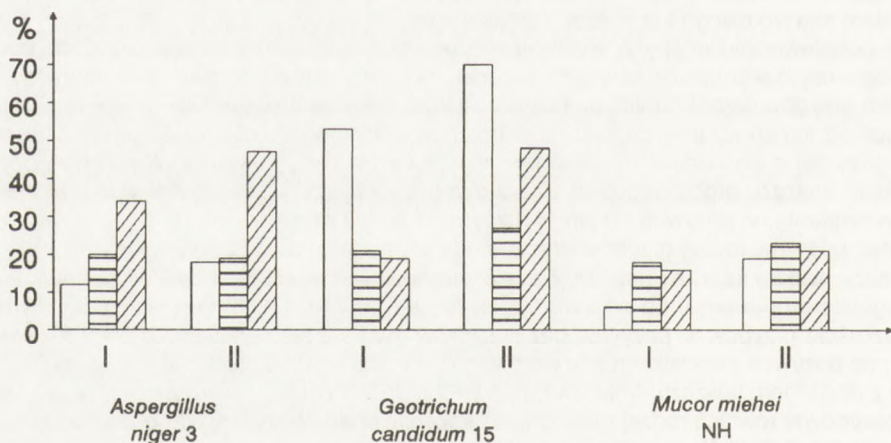
**Wydajność biosyntezy składników suchej masy grzybów pleśniowych w zależności od warunków ich hodowli**

Rodzaj grzybów	Metoda hodowli grzybów	Wydajność biosyntezy w g/dm <sup>3</sup>								
		sucha masa			białko ogółem			tłuszcz ogółem		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C
<i>Aspergillus niger</i>	P	2,47	2,85	4,97	0,42	0,47	0,83	0,51	1,05	1,15
<i>Geotrichum candidum</i>		2,13	4,19	9,49	0,50	0,70	1,96	0,52	1,65	2,98
<i>Mucor miehei</i>		1,49	1,43	1,75	0,34	0,22	0,25	0,40	0,65	0,85
<i>Aspergillus niger</i>	W <sub>w</sub>	4,34	2,75	4,88	0,58	0,30	0,81	0,62	0,86	1,31
<i>Geotrichum candidum</i>		6,94	3,95	9,14	0,91	0,55	1,48	0,69	0,92	1,86
<i>Mucor miehei</i>		2,02	1,75	3,08	0,24	0,27	0,42	0,54	0,64	0,70
<i>Aspergillus niger</i>	W <sub>f</sub>	3,12	1,58	2,85	0,55	0,56	0,68	0,49	0,92	1,65
<i>Geotrichum candidum</i>		1,65	1,39	4,27	0,75	0,53	0,92	0,39	0,85	2,19
<i>Mucor miehei</i>		2,12	1,35	1,85	0,44	0,46	0,44	0,44	0,58	0,57

Warunki hodowli: kwasowość pożywki pH 4,5, temp. 28°C, czas hodowli 120 godz; A – pożywka bez dodatku tłuszczu, B – pożywka z 3% v/v dodatkiem łaju wołowego, C – pożywka z 3% v/v dodatkiem tłuszczu drobiowego, P – hodowla stacjonarna w butelkach „Roux”, W<sub>w</sub> – hodowla wykonana na wstrząsarce, W<sub>f</sub> – hodowla w fermentorze.

Oceniając stopień wykorzystania tłuszczu drobiowego stwierdzono, że mieścił się on w granicach od 18,1% po powierzchniowej hodowli *A. niger* do 69,6% po powierzchniowej hodowli *Geotrichum candidum* (rys. 1).

Znając stopień wykorzystania tłuszczów przez grzyby pleśniowe oraz wydajność biosyntezy lipidów obliczono, że do syntezy 1 g lipidów wewnątrzkomórkowych grzyby zużywały od 2,3 g do 11,5 g tłuszczów obecnych w pożywce. Stwierdzono, że o efektach biologicznego



Rys. 1. Stopień wykorzystania tłuszczu w zależności od rodzaju grzybów oraz metody ich hodowli.

□ – metoda powierzchniowa    ▨ – metoda wstrząsana    ▩ – metoda wstępna; I – pożywka z łajem; II – pożywka z tłuszczem drobiowym.



przetwarzania tłuszczów pożywki do lipidów wewnątrzkomórkowych grzybów decyduje przede wszystkim ich rodzaj oraz metoda hodowli.

*A. niger* i *M. miehei* do syntezy 1 g lipidów wewnątrzkomórkowych zużywały więcej tłuszczów pożywki w hodowli metodą wgłębną wstrząsaną lub wgłębną w fermentorze niż w hodowli prowadzonej w butelkach „Roux”.

Prawdopodobnie o efektywności biokonwersji tłuszczów pożywki w lipidy wewnątrzkomórkowe grzybów decyduje stopień napowietrzania podczas ich hodowli. Im wyższy stopień napowietrzania (hodowla w kolbach na wstrząsarce i hodowla w fermentorze) tym pełniejsza biodegradacja tłuszczów z pominięciem ich włączenia w skład grzybni.

Zależności tej nie stwierdzono w ocenie efektów biokonwersji tłuszczów pożywki po hodowli *Geotrichum candidum*.

Analiza składu kwasów tłuszczowych lipidów wewnątrzkomórkowych grzybów wykazała, że zależy on zarówno od rodzaju tłuszczu dodanego do pożywki, jak również od rodzaju grzybów i metody ich hodowli (tab. 2–5).

Porównując procentowe udziały poszczególnych kwasów tłuszczowych w lipidach wewnątrzkomórkowych grzybów namnażanych na pożywce z dodatkiem łaju wołowego (tab. 2) i na pożywce z tłuszczem drobiowym (tab. 3) znaczące różnice stwierdzono w procentowym udziale takich kwasów jak: mirystynowy (C<sub>14:0</sub>), tetradecenowy (C<sub>14:1</sub>), pentadekanowy (C<sub>15:0</sub>), palmitynowy (C<sub>16:0</sub>), palmitoleinowy (C<sub>16:1</sub>), heptadekanowy (C<sub>17:0</sub>), heptadecenowy (C<sub>17:1</sub>), stearynowy (C<sub>18:0</sub>), oleinowy (C<sub>18:1</sub>) oraz kwas linolowy (C<sub>18:2</sub>).

Tabela 2

Wpływ metody hodowli na skład kwasów tłuszczowych tłuszczu wewnątrzkomórkowego grzybów namnażanych na pożywce z udzialem łaju wołowego. (Wyniki średnie z trzech hodowli)

Lp.	Rodzaj kwasu tłuszczowego	% udział w tłuszczu wewnątrzkomórkowym								
		<i>Aspergillus niger</i> 3			<i>Geotrichum candidum</i> 15			<i>Mucor miehei</i> NH		
		P	W <sub>w</sub>	W <sub>f</sub>	P	W <sub>w</sub>	W <sub>f</sub>	P	W <sub>w</sub>	W <sub>f</sub>
1	14:0	2,7	2,0	1,3	2,4	1,8	1,2	2,5	1,6	1,0
2	14:1	1,2	0,8	0,4	0,7	0,7	0,4	0,9	0,5	0,5
3	15:0 i zo	0,9	śl.	śl.	0,7	śl.	śl.	0,7	śl.	śl.
4	15:0	0,5	0,6	0,5	0,3	0,6	0,6	0,4	0,6	0,7
5	16:0	28,2	27,8	25,6	26,7	21,8	31,4	26,5	25,3	35,2
6	16:1	3,5	4,2	3,2	3,4	4,5	3,6	3,8	3,5	3,5
7	17:0	1,8	0,6	1,4	1,7	1,4	1,7	1,6	1,6	1,8
8	17:1	0,8	0,2	0,7	0,7	1,0	0,5	0,8	0,8	0,5
9	18:0	28,1	22,6	24,8	30,0	17,6	30,4	24,4	22,2	26,9
10	18:1	26,7	34,8	35,0	28,6	44,5	22,6	32,6	36,6	24,9
11	18:2	3,8	5,7	5,9	3,6	5,2	6,5	4,3	6,5	3,2
12	18:3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,7	0,6	0,3	0,3
13	20:0	0,6	–	0,3	0,4	śl.	śl.	0,4	śl.	śl.
14	20:1	0,8	0,3	0,5	0,4	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6

Oznaczenia skrótów:

P – hodowla grzybów w butelkach „Roux”,

W<sub>w</sub> – hodowla grzybów w kolbach na wstrząsarce,

W<sub>f</sub> – hodowla grzybów w fermentorze.



Tabela 3

**Wpływ metody hodowli na skład kwasów tłuszczowych tłuszczu wewnątrzkomórkowego grzybów namnażanych na pożywce z udziałem tłuszczu drobiowego. Wyniki średnie z trzech powtórzeń**

Lp.	Rodzaj kwasu tłuszczowego	Tłuszcz wewnątrzkomórkowy grzybów								
		<i>Aspergillus niger</i> 3			<i>Geotrichum candidum</i> 15			<i>Mucor miehei</i> NH		
		P	W <sub>w</sub>	W <sub>f</sub>	P	W <sub>w</sub>	W <sub>f</sub>	P	W <sub>w</sub>	W <sub>f</sub>
1	14:0	0,8	0,7	0,7	0,3	0,4	0,9	1,1	0,6	0,8
2	14:1	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,5	0,2	1,0
3	15:0	0,3	0,2	0,3	0,1	0,1	0,3	0,4	0,2	0,1
4	16:0	30,1	28,0	27,2	24,2	29,1	37,5	30,4	27,2	28,6
5	16:1	7,8	8,5	8,4	7,2	7,1	6,5	9,0	12,2	8,2
6	17:0	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3
7	17:1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3
8	18:0	6,4	5,1	5,7	6,4	7,8	8,3	6,0	6,1	6,2
9	18:1	44,9	48,6	46,1	50,4	44,8	37,0	43,9	38,8	44,6
10	18:2	7,7	7,0	9,6	9,4	9,1	7,4	6,8	13,0	8,2
11	18:3	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5	0,7	0,6	0,7	0,9
12	20:1	0,6	0,7	0,7	0,8	0,6	0,5	0,7	0,4	0,8

Oznaczenia skrótów jak w tab.2.

Oceniając procentowy skład kwasów tłuszczowych we frakcjach wolnych kwasów tłuszczowych wydzielonych z grzybni: *A. niger*, *G. candidum* i *M. miehei* uzyskanych na pożywce z udziałem loju wołowego (tab. 4) lub tłuszczu drobiowego (tab. 5), znaczące różnice stwierdzono w udziale takich kwasów jak: palmitynowy, stearynowy, oleinowy i linolowy. O procentowym składzie kwasów tłuszczowych we frakcji wolnych kwasów tłuszczowych wydzielonych z lipidów wewnątrzkomórkowych porównywanych grzybni decyduje również: rodzaj tłuszczu w pożywce, rodzaj grzybów oraz metoda ich hodowli (tab. 4 i 5).

Różnice w składzie kwasów tłuszczowych porównywanych próbek lipidów wewnątrzkomórkowych grzybów potwierdzono oznaczając liczby: kwasowe i jodowe oraz współczynniki refrakcji. Wartości liczby kwasowej mieściły się w granicach od 14,6 dla lipidów z grzybni *M. miehei* namnażanej metodą powierzchniową na pożywce z tłuszczem drobiowym do 182,5 dla lipidów tego samego grzyba namnażanego metodą wgłębną na pożywce z lojem wołowym.

W ocenie lipidów wewnątrzkomórkowych porównywanych grzybów zauważono, że lipidy otrzymane z grzybni namnażanej metodą wgłębną wstrząsaną lub wgłębną w fermentorze charakteryzowały się wyższą liczbą kwasową niż te z grzybni otrzymywanych metodą powierzchniową. O wartości liczby jodowej lipidów grzybów pleśniowych decyduje przede wszystkim rodzaj tłuszczu w pożywce. Wartość liczby jodowej mieściła się w granicach 37,3–42,5 dla lipidów z grzybni namnażanej na pożywce z dodatkiem loju wołowego oraz 54,5 do 71,1 dla lipidów z grzybni otrzymanych na pożywce z dodatkiem tłuszczu drobiowego. Wartości współczynników refrakcji dla próbek lipidów wewnątrzkomórkowych grzybów namnażanych na pożywce z lojem wołowym mieszczą się w granicach od 1,4501 do 1,4730 oraz od 1,4520 do 1,4609 dla lipidów z grzybni otrzymanych na pożywce z tłuszczem drobiowym.



Tabela 4

Skład wolnych kwasów tłuszczowych tłuszczu wewnątrzkomórkowego grzybów namnażanych na pożywkę z dodatkiem loju wołowego. Wyniki średnie z trzech hodowli

Lp.	Rodzaj kwasu tłuszczowego	% udział w tłuszczu wewnątrzkomórkowym								
		<i>Aspergillus niger</i> 3			<i>Geotrichum candidum</i> 15			<i>Mucor miehei</i> NH		
		P	W <sub>w</sub>	W <sub>f</sub>	P	W <sub>w</sub>	W <sub>f</sub>	P	W <sub>w</sub>	W <sub>f</sub>
1	14:0	1,3	1,8	2,0	1,4	2,1	1,5	1,2	1,5	1,9
2	14:1	0,5	0,7	0,6	0,6	1,1	0,3	0,4	0,6	0,4
3	15:0izo	0,3	śl.	śl.	0,4	śl.	śl.	0,4	śl.	śl.
4	15:0	0,2	0,5	0,8	0,2	0,6	0,5	0,2	0,2	0,6
5	16:0	31,8	26,0	28,6	46,4	26,8	34,0	34,0	19,0	38,0
6	16:1	2,1	4,0	3,0	1,6	4,4	2,7	1,7	4,0	3,4
7	17:0	0,6	1,1	1,7	1,0	1,3	1,6	0,9	0,8	1,9
8	17:1	0,4	0,5	0,5	0,3	0,7	0,3	0,3	0,7	0,2
9	18:0	19,4	21,6	27,8	27,3	22,4	32,5	24,1	18,4	26,7
10	18:1	41,0	36,0	28,8	18,5	33,7	20,2	34,2	49,1	23,4
11	18:2	1,5	6,8	3,7	0,4	2,6	4,8	1,4	8,8	2,4
12	18:3	0,2	0,3	0,7	0,6	1,3	0,3	0,3	0,3	0,1
13	20:0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,2	0,4	0,2	0,2	śl.
14	20:1	0,6	0,5	1,5	0,9	2,8	0,9	0,7	1,4	1,0

Oznaczenia skrótów jak w tab. 2.

Tabela 5

Skład wolnych kwasów tłuszczowych tłuszczu wewnątrzkomórkowego grzybów po ich hodowli na pożywkę z dodatkiem tłuszczu drobiowego. Wyniki średnie z trzech hodowli

Lp.	Rodzaj kwasu tłuszczowego	Rodzaj kwasu tłuszczowego								
		<i>Aspergillus niger</i> 3			<i>Geotrichum candidum</i> 15			<i>Mucor miehei</i> NH		
		P	W <sub>w</sub>	W <sub>f</sub>	P	W <sub>w</sub>	W <sub>f</sub>	P	W <sub>w</sub>	W <sub>f</sub>
1	14:0	1,3	0,6	2,2	1,2	0,4	1,6	0,8	1,6	–
2	14:1	0,3	0,3	0,6	0,3	0,1	0,5	0,6	0,3	–
3	15:0	0,2	0,2	0,5	0,2	0,1	0,6	0,1	0,2	–
4	16:0	31,9	28,7	44,0	28,6	25,0	47,7	31,1	33,6	–
5	16:1	6,8	7,6	5,1	5,2	5,9	4,6	6,6	8,6	–
6	17:0	0,1	0,1	0,4	0,1	0,2	0,3	0,2	0,4	–
7	17:1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	–
8	18:0	4,1	5,8	8,4	4,9	5,8	9,0	5,2	7,3	–
9	18:1	48,6	49,3	29,5	51,7	53,5	30,1	47,6	38,4	–
10	18:2	5,1	6,2	3,7	5,3	7,6	3,3	5,0	6,5	–
11	18:3	0,5	0,3	1,6	0,8	0,3	0,5	1,0	0,8	–
12	20:1	1,0	0,8	3,7	1,6	1,0	1,6	1,7	2,1	–

Oznaczenia skrótów jak w tab.2.



## 4. Podsumowanie

Uzyskane w pracy wyniki potwierdziły założenia i hipotezy badań. Stwierdzono, że wybrane szczepy grzybów pleśniowych, wykazujące aktywność lipolityczną, wykorzystują tłuszcze dodane do pożywki jako źródło energii w biosyntezie składników grzybni. Rodzaj tłuszczu w pożywce oraz rodzaj grzybów i metoda ich hodowli decydują zarówno o wydajności biosyntezy lipidów wewnątrzkomórkowych, jak również stanowią o ich składzie i właściwościach.

Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że istnieją technologiczne możliwości przetwarzania tłuszczu w składniki biomasy, w tym w tłuszcze charakteryzujące się ulepszonym składem kwasów tłuszczowych. Istnieją zatem realne możliwości mikrobiologicznej konwersji nieatrakcyjnych tłuszczów (14) lub tłuszczów odpadowych, np. w ściekach, w wartościowe tłuszcze przydatne w przemyśle spożywczym, kosmetycznym lub jako komponenty paliw płynnych.

## Literatura

1. Bajpai P., Bajpai P. K., Ward O. P., (1991), J. Am. Oil Chem. Soc., 68, 10, 775–780.
2. Bednarski W., (1971), Wykorzystanie serwatki do biosyntezy białka przez pleśnie. Praca dyplomowa, ART, Olsztyn.
3. Bednarski W., (1990), Przem. Spoż., 44, 7, 164–167.
4. Koritala S., Hesseltine C. W., Pryde E. H., Mounts T. L., (1987), J. Am. Oil Chem. Soc., 64, 4, 509–513.
5. Leman J., Bednarski W., (1987), Postępy Mikrobiologii, XXVI, 277–289.
6. Neidleman S. L., Geigert J., (1984), J. Am. Oil Chem. Soc., 61, 2, 290–297.
7. Retlidge C., (1987), J. Am. Oil Chem. Soc., 64, 12, 1647–1662.
8. Shimizu S., Kawashima H., Akimoto K., Shnmen Y., Yamada H., (1989), J. Am. Oil Chem. Soc., 66, 3, 342–347.
9. Bednarski W., Jakubowski J., Poznański S., Surazyński A., (1973), Zesz. nauk. ART w Olsztynie, 2, 3–18.
10. Budzłowski J., Drabent Z., (1972), Metody analizy żywności, WNT, Warszawa.
11. Żegarska Z., Jaworski J., Borejszo Z., (1992), Acta Acad. Agricult. Techn. Ols. Techn. Aliment., 24, 25–33.
12. AOAC Official Methods of Analysis, (1990), Polar Components in Frying Fatt., 982, 27.
13. Kuźdzal W., Kuźdzal-Savoie S., (1966), XVII International Dairy Congress, D, 2, 335.
14. Niewiadomski H., Szczepańska H., (1989), Produkty uboczne i odpady tłuszczowe, PWN, Warszawa.

## The influence of growth conditions and medium composition on yield biosynthesis of fungal intracellular lipids

### Summary

The cultivation of *Aspergillus niger*, *Geotrichum candidum* and *Mucor miehei* was carried out on a medium with addition of beef tallow or poultry fat. The fungi synthesized from 0,34 to 2,98 of lipids/dm<sup>3</sup>. The degree of the utilization of the fats by the fungi amounted to from 5,1% up to 69,6%. The type of fat in medium, species of fungi and the methods of their cultivation influenced the composition of fatty acids and the properties of intracellular lipids.

### Adres dla korespondencji:

Włodzimierz Bednarski, Instytut Biotechnologii Żywności, Akademia Rolniczo-Techniczna, Plac Cieszyński 1, 10–957 Olsztyn-Kortowo.