



## Wpływ dodatku węgla brunatnego i torfu na bioutylizację odpadów tłuszczowych – wstępne badania laboratoryjne

Sławomir Wierzba, Adam Latała, Beata Latała

Katedra Biologii Stosowanej i Eksperymentalnej  
Uniwersytet Opolski, Opole

### The influence of brown coal and peat on the fatty waste bioutilisation – initial laboratory examination

#### Summary

The aim of the paper is to determine whether the addition of brown coal and peat influences the rate of the aliphatic substance biodegradation in oily bleaching soil (OBS) by properly selected bacterial strains. OBS was taken from the NZPT (a fat-processing factory); its characteristics were acidity (pH 4.8) and a 14% aliphatic substance content.

Laboratory examination showed that a 35% addition of brown coal and peat provided best conditions for the aliphatic substance degradation process. After 44 days of the experiment, the organic substance reduction was 47.1%, and the fat content was reduced to 0.9%. The application of the composite considerably reduced the period of the OBS biodegradation. In order that low-pH fatty waste could be utilised with the aid of bacterial strains, it needs to be neutralised beforehand.

#### Key words:

biodegradation, oily bleaching soil, aliphatic substances, fat, bacterial strains.

### 1. Wstęp

Zaolejona ziemia bieląca (ZZB) jest produktem odpadowym w procesie rafinacji olejów roślinnych. W zależności od technologii filtracji zawiera 10–35% substancji tłuszczowych, w tym głów-

#### Adres do korespondencji

Adam Latała,  
Katedra Biologii  
Stosowanej  
i Eksperymentalnej,  
Uniwersytet Opolski,  
ul. Kardynała Kominka 4,  
45-035 Opole.

nie nienasycone kwasy tłuszczowe. Ponadto ZZB zawiera bentonity, makro- i mikroelementy oraz barwniki roślinne (2,11). W Polsce główne zakłady przemysłu tłuszczowego produkują rocznie łącznie niemal 40 000 ton ZZB, przy czym jak wynika z prognoz, ilość ta może w najbliższych latach wzrosnąć. Szacuje się, że około 60% wytwarzanych odpadów porafinacyjnych jest deponowanych na składowiskach komunalnych lub w postaci pulpy w osadnikach ziemnych (7). Procesy rozkładu ZZB na składowiskach ze względu na jej zlewną, mazistą postać, duże obciążenie substancjami nierozpuszczalnymi w wodzie oraz utrudniony dostęp wody i powietrza, są zahamowane lub zachodzą bardzo powoli (11).

Dotychczasowe próby utylizacji i wykorzystania ZZB do produkcji m.in. sorbentów technicznych, materiałów budowlanych, brykietów węglowych nie zdały egzaminu, ze względu na wysokie koszty, trudności transportowe i technologiczne oraz brak rynku zbytu na wytworzone produkty (1,7). Niekorzystne właściwości fizyczne (mazista postać) wynikające z dużej zawartości substancji tłuszczowych powodują, że odpad ten nie nadaje się również do bezpośredniego rolniczego wykorzystania. W tym przypadku konieczna jest utylizacja zawartych w ZZB zanieczyszczeń organicznych (również substancji tłuszczowych), których zawartość już powyżej 3% masy gleby wpływa ujemnie na jej właściwości fizyczne i chemiczne, a tym samym na wzrost i rozwój roślin (11). Jedną z metod unieszkodliwiania odpadów jest ich utylizacja z wykorzystaniem mikroorganizmów. W prowadzonych w ostatnich latach badaniach wykazuje się dużą przydatność tej metody do utylizacji odpadów tłuszczowych, m.in. zaolejonej ziemi bielącej, osadów tłuszczowych czy pofiltracyjnych kwasów tłuszczowych (3,4,8,11,13-15). Jednak warunkiem wysokiej skuteczności procesu jest poprawa właściwości fizycznych odpadów w stopniu umożliwiającym rozkład substancji tłuszczowych przez mikroorganizmy. W dotychczas prowadzonych badaniach najczęściej wykorzystywane do tego celu były trociny i słoma (5,6,10-12,16).

W pracy przedstawiono wyniki biodegradacji substancji tłuszczowych zawartych w ZZB z dodatkiem węgla brunatnego i torfu.

## 2. Materiał i metody badań

Szczegółowy opis obiektu badań, zastosowanego kompozytu bakteryjnego oraz wykorzystywanych metod badawczych podano we wcześniejszej pracy zespołu autorskiego (8).

W uzupełnieniu należy dodać, że uśrednioną próbę ZZB mieszano ze zmielonym węglem brunatnym (WB) pochodzącym ze złóż KWB w Jaroszowie oraz torfem (T) w trzech wariantach:

- ZZB+WB+T, zmieszane w stosunku 5:1,5:1,5, zawierające 7% substancji tłuszczowych,
- ZZB+WB, zmieszane w stosunku 5:1,5, zawierające 9% substancji tłuszczowych,

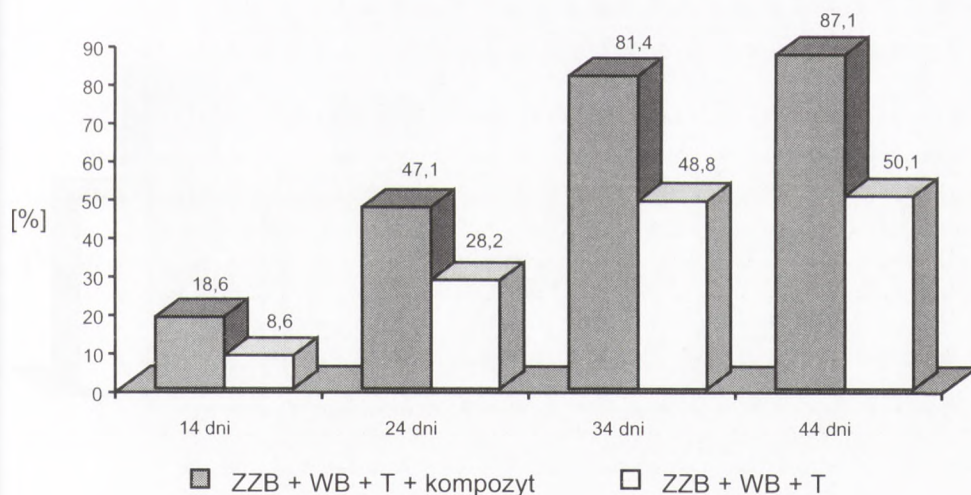
– ZZB+T, zmieszane w stosunku 5:1,5, zawierające 9% substancji tłuszczowych.

Użyty kompozyt bakteryjny był mieszaniną szczepów z kolekcji kultur oraz izolowanych z uśrednionych prób ZZB. We wszystkich układach badawczych ustalono pH na poziomie około 8, używając  $\text{CaCO}_3$ . Efekt utylizacyjnego działania drobno-ustrojów oceniano mikrobiologicznie oraz chemicznie w 14, 24, 34 i 44 dniu trwania doświadczenia, tylko pomiaru pH dokonywano w odstępach 4-dniowych.

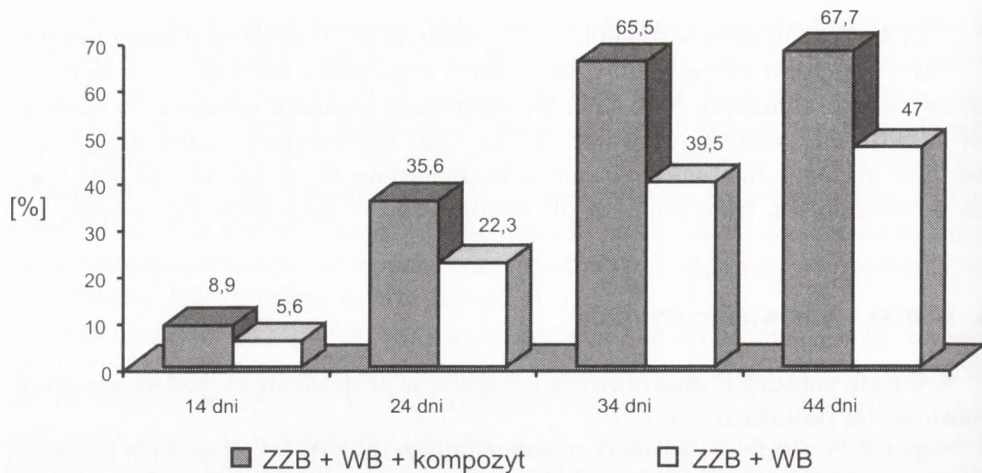
### 3. Wyniki i omówienie wyników

Redukcję substancji tłuszczowych uzyskaną w prowadzonych badaniach przedstawiono na rysunkach 1-3.

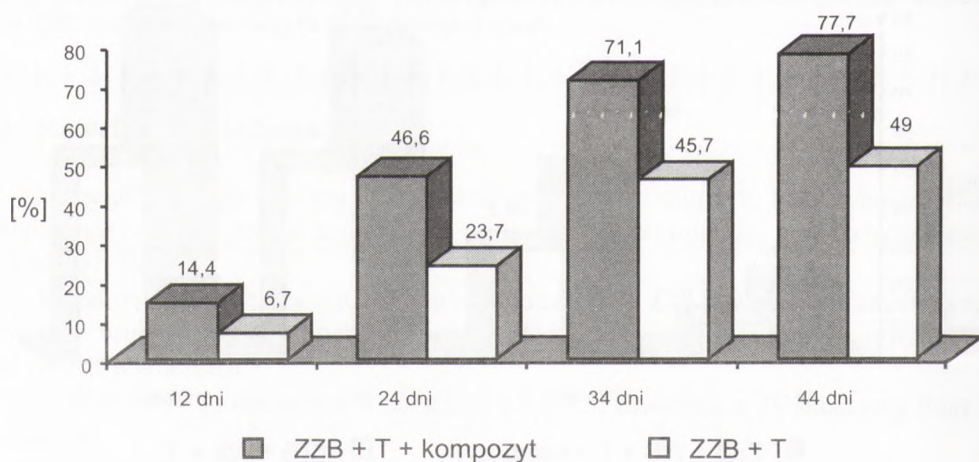
Największy spadek zawartości substancji tłuszczowych we wszystkich badanych układach obserwowano podczas pierwszych 34 dni doświadczenia. W kolejnych dziesięciu dniach tempo rozkładu wyraźnie osłabło. Po 44 dniach biodegradacji największą redukcję stwierdzono w układzie ZZB+WB+T – 87,1%, najmniejszą w ZZB+WB – 67,7%. W rezultacie w produktach końcowych biodegradacji zawartość substancji tłuszczowych wahała się od 2,9, (w mieszaninie odpadu z węglem brunatnym) do 0,9% (w mieszaninie z węglem brunatnym i torfem). Jednocześnie w układach kontrolnych redukcja wahała się od 50,1 dla układu ZZB+WB+T do 47% dla układu ZZB+WB, (co odpowiada 3,5 i 4,8% zawartości substancji tłuszczowych w produkcie końcowym).



Rys. 1. Redukcja substancji tłuszczowej w ZZB+WB+T w kolejnych dniach biodegradacji.

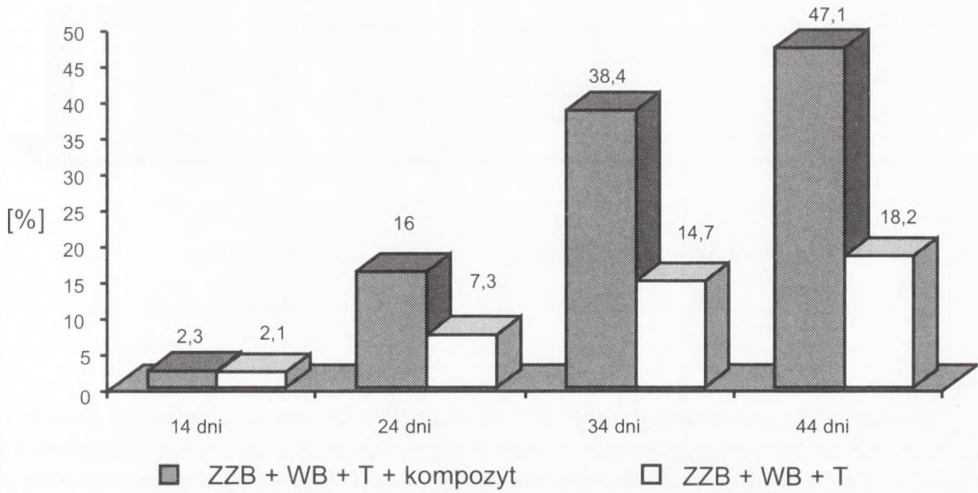


Rys. 2. Redukcja substancji tłuszczowej w ZZB+WB w kolejnych dniach biodegradacji.

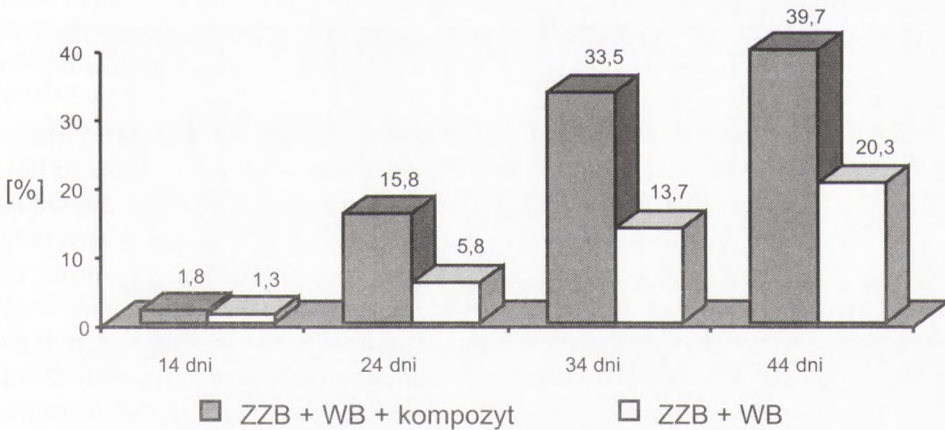


Rys. 3. Redukcja substancji tłuszczowej w ZZB+T w kolejnych dniach biodegradacji.

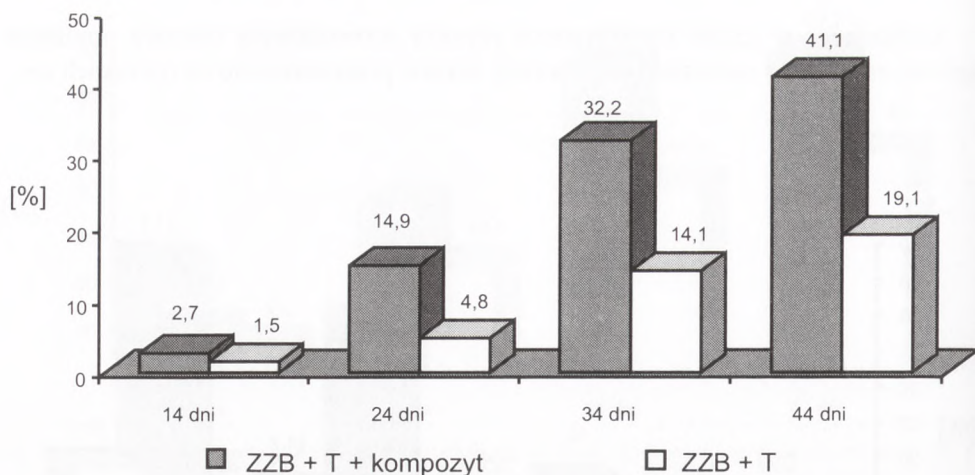
Zachodzące w czasie biodegradacji procesy spowodowały również obniżenie ogólnej zawartości substancji organicznej. Wyniki przedstawiono na rysunkach 4-6.



Rys. 4. Redukcja substancji organicznych w ZZB+WB+T w kolejnych dniach doświadczenia.



Rys. 5. Redukcja substancji organicznych w ZZB+WB w kolejnych dniach doświadczenia.

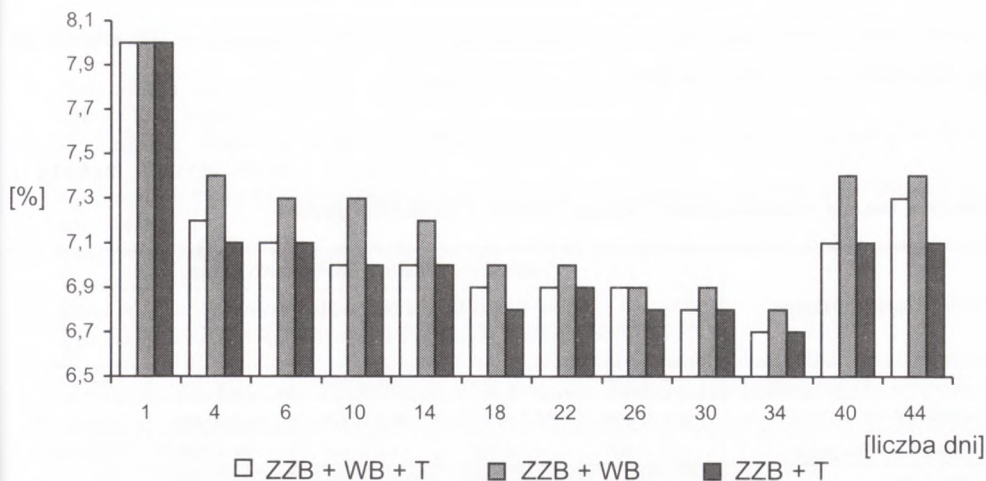


Rys. 6. Redukcja substancji organicznych w ZZB+T w kolejnych dniach doświadczenia.

Podobnie jak w przypadku substancji tłuszczowych znaczny spadek jej zawartości nastąpił w trakcie pierwszych pięciu tygodni trwania doświadczenia. Największą redukcję po 44 dniach biodegradacji stwierdzono w układzie ZZB+WB+T – 47,1%. Dla układów ZZB+WB i ZZB+T spadek zawartości substancji organicznej był mniejszy i wynosił odpowiednio 39,7 i 41,1%. W przypadku układów kontrolnych redukcja kształtowała się na poziomie około 19%.

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że dodatek kompozytu bakteryjnego pozwolił na znaczne skrócenie czasu biodegradacji ZZB. Już w 24 dniu doświadczenia poziom redukcji zarówno substancji tłuszczowych jak i organicznych, we wszystkich próbach z kompozytem, osiągnął wartości zbliżone do uzyskanych w 44 dniu biodegradacji analogicznych prób kontrolnych. Potwierdza to obserwacje wielu autorów (3,4,11,14,15) o wysokiej skuteczności użycia do utylizacji odpadów tłuszczowych odpowiednio dobranych i zaadaptowanych szczepów drobnoustrojów.

Dodatek do ZZB komponentów organicznych (węgla brunatnego i torfu) wpłynął bardzo korzystnie nie tylko na intensywność procesów mineralizacji odpadu tłuszczowego, ale również na poprawę jego struktury fizycznej. Uzyskana mieszanina wykazywała polepszony zapach, sypką strukturę, bez tendencji do plastycznego zbrylania się oraz łatwość mieszania. Spośród porównywanych komponentów, najkorzystniejszy, jak się okazało, był około 35% dodatek do ZZB mieszaniny węgla brunatnego i torfu. Do podobnych wniosków doszli w swoich badaniach Mazur i Patorczyk-Pytlik (11,13), według których dodatek związków organicznych do osadów tłuszczowych w stosunku 1:3 stwarza najlepsze warunki dla właściwego przebiegu procesu biodegradacji substancji tłuszczowych. Ponadto, jak stwierdza w swoich badaniach Patorczyk-Pytlik (13), to właśnie torf i węgiel brunatny mają naj-



Rys. 7. pH w trakcie trwania biodegradacji.

korzystniejszy wpływ na intensywność rozkładu tłuszczu oraz mineralizację połączeń węgla i azotu. Wszystkie te wnioski mają szczególne znaczenie w perspektywie utylizacji dużych ilości ZZB na przymach kompostowych i rolniczego wykorzystania otrzymanego kompostu.

W czasie biodegradacji zachodziły również zmiany pH analizowanych układów badawczych (rys. 7).

We wszystkich układach pH stopniowo malało aż do 34 dnia doświadczenia (6,7-6,8), by następnie nieznacznie wzrosnąć. Najmniejszy spadek pH odnotowano w układzie ZZB+WB, co wynika z alkalicznych właściwości węgla brunatnego (9). Zaobserwowane zmiany pH były wynikiem hydrolizy olejów roślinnych do kwasów tłuszczowych, które powodowały wzrost kwasowości środowiska. Proces ten był dominujący zwłaszcza w pierwszych pięciu tygodniach biodegradacji, czego potwierdzeniem są wyniki redukcji substancji tłuszczowych (rys. 1-3).

Analizując uzyskane wyniki badań mikrobiologicznych (tab. 1) należy stwierdzić, że liczebność drobnoustrojów lipolitycznych w 44 dniu doświadczenia, w układach z dodatkiem kompozytu była od 800 do około 1300% wyższa niż w analogicznych układach kontrolnych, co potwierdza trafność doboru i wysoką aktywność zastosowanych szczepów bakteryjnych. Po początkowym spadku liczebności drobnoustrojów, od czternastego dnia nastąpił ich systematyczny wzrost we wszystkich układach badawczych. Największe przyrosty liczby komórek odnotowywano w układach z dodatkiem kompozytu bakteryjnego. Rodzaj zastosowanego komponentu organicznego miał niewielki wpływ na liczebność drobnoustrojów rozkładających substancje tłuszczowe. Różnica w przypadku zastosowania węgla brunatnego lub torfu w 44 dniu biodegradacji wynosiła około 13%. W tym czasie najwięcej drobnoustro-

jów lipolitycznych stwierdzono w mieszaninie ZZB+WB+T średnio o 30% więcej niż w układach ZZB+WB i ZZB+T.

Tabela 1

**Ilościowe badanie mikrobiologiczne w kolejnych dniach trwania biodegradacji**

Układ badawczy	Ogólna liczba bakterii lipolitycznych jtk/cm <sup>3</sup>				
	Czas trwania biodegradacji w dniach				
	1	14	24	34	44
ZZB+WB+T+kompozyt	$5,7 \times 10^6$	$4 \times 10^6$	$20 \times 10^6$	$31 \times 10^6$	$77 \times 10^6$
ZZB+WB+T	$0,1 \times 10^6$	$0,2 \times 10^6$	$0,2 \times 10^6$	$0,4 \times 10^6$	$0,6 \times 10^6$
ZZB+WB+kompozyt	$5,7 \times 10^6$	$1 \times 10^6$	$14 \times 10^6$	$20 \times 10^6$	$57 \times 10^6$
ZZB+WB	$0,1 \times 10^6$	$0,4 \times 10^6$	$0,6 \times 10^6$	$0,6 \times 10^6$	$0,7 \times 10^6$
ZZB+T+kompozyt	$5,7 \times 10^6$	$1 \times 10^6$	$20 \times 10^6$	$27 \times 10^6$	$50 \times 10^6$
ZZB+T	$0,1 \times 10^6$	$0,2 \times 10^6$	$0,5 \times 10^6$	$0,5 \times 10^6$	$0,6 \times 10^6$

Porównując uzyskane wyniki badań mikrobiologicznych z badaniami własnymi (8) oraz z doniesieniami innych autorów (3,4,6,16,17) należy stwierdzić, że na wzrost liczebności i aktywności drobnoustrojów rozkładających substancje tłuszczowe istotny wpływ miał dodatek do ZZB węgla brunatnego i torfu oraz pH w trakcie trwania procesu utrzymujące się na poziomie korzystnym dla rozwoju bakterii (6,5-7,5).

#### 4. Wnioski

1. Dodatek do odpadów tłuszczowych komponentów organicznych w ilości od 25 do 35% poprawił ich właściwości fizyczne w stopniu umożliwiającym efektywną biodegradację tych odpadów.

2. Spośród porównywanych komponentów organicznych najkorzystniejszy wpływ na intensywność bakteryjnego rozkładu tłuszczu miał 35% dodatek węgla brunatnego i torfu, zmieszanych w stosunku 1:1.

3. Zastosowanie kompozytu bakteryjnego zawierającego wyselekcjonowane i zaadaptowane w kierunku rozkładu substancji tłuszczowych szczepy bakteryjne, pozwala skrócić czas biodegradacji ZZB nawet o 50%.

4. Zastosowanie szczepów bakteryjnych do utylizacji odpadów tłuszczowych o niskim pH wymaga ich wcześniejszej neutralizacji.



## Literatura

1. Dobrzański Z., Grzelak A., Patorczyk-Pytlik B., Malarz W., (1999), *Fol. Univ. Agric. Stetin. 200 Agricultura* (77), 63-68.
2. Dobrzański Z., Kołacz R., Tronina S., (1996), *International Conference on Analysis and Utilization of Oily Wastes, AUZO'96*, 70-75.
3. Farbiszewska T., Farbiszewska-Bajer J., Sudol T., (1995), *Fizykochemiczne Problemy Mineralurgii*, 29, 151-156.
4. Farbiszewska-Bajer J., Farbiszewska T., Cwalina B., (1995), *Fizykochemiczne Problemy Mineralurgii*, 29, 145-149.
5. Furczak J., Gostkowska K., Szwed A., (1997), *Drobnoustroje w środowisku – występowanie, aktywność i znaczenie*, Wydział Rolniczy AR w Krakowie, Kraków, 159-167.
6. Gostkowska K., Szwed A., Furczak J., Iglík H., (1997), *Drobnoustroje w środowisku – występowanie, aktywność i znaczenie*, Wydział Rolniczy AR w Krakowie, Kraków, 181-194.
7. Grabas K., Steininger M., (1996), *International Conference on Analysis and Utilization of Oily Wastes, AUZO'96*, 83-88.
8. Latała A., Wierzbka S., Latała B., (2000), *Biotechnologia*, 1 (48) 24-34.
9. Kalembsa S., Wysokiński A., (1999), *Fol. Univ. Agric. Stetin. 200 Agricultura* (77), 145-150.
10. Krzywy E., Wołoszyk Cz., Iżewska A., (1999), *Fol. Univ. Agric. Stetin. 200 Agricultura* (77), 185-188.
11. Mazur T., Malicki M., (1993), *Zeszyty Problemowe Postępu Nauk Rolniczych*, 409, 77-82.
12. Michalcewicz W., Maślach B., (1997), *Drobnoustroje w środowisku – występowanie, aktywność i znaczenie*, Wydział Rolniczy AR w Krakowie, Kraków, 477-483.
13. Patorczyk-Pytlik B., Spiak Z., Gediga K., (1999), *Fol. Univ. Agric. Stetin. 200 Agricultura* (77), 311-316.
14. Rymowicz W., Kinal S., Wojtatowicz M., Musiał I., Bodarski R., (1997), *Biotechnologia*, 3 (38), 70-77.
15. Rymowicz W., Rafałowicz D., Wojtatowicz M., Musiał I., (1997), *Biotechnologia*, 3 (38), 62-69.
16. Szwed A., Gostkowska K., (1997), *Drobnoustroje w środowisku – występowanie, aktywność i znaczenie*, Wydział Rolniczy AR w Krakowie, Kraków, 647-653.
17. Wyczółkowski A. I., Baranowska M., Dąbek-Szreniawska M., Baran S., (1997), *Drobnoustroje w środowisku – występowanie, aktywność i znaczenie*, Wydział Rolniczy AR w Krakowie, Kraków, 655-661.