

BIODEGRADACJA TŁUSZCZÓW W ŚCIEKACH, ODPADACH I GRUNCIE

Wprowadzenie

Tłuszcze odprowadzane do kanalizacji dopłyną do oczyszczalni ścieków lub w przypadku braku systemu oczyszczającego bezpośrednio do odbiornika np. rzeki. Nie każda oczyszczalnia ścieków jest przygotowana na przyjęcie dowolnej ich ilości. Nadmiar tłuszczu może całkowicie zakłócić biologiczne oczyszczanie ścieków powodując tworzenie się kożucha w komorach napowietrzanych lub wypływanie osadu. W osadzie czynnym jego nadmiar zmniejsza zdolność pobierania tlenu przez bakterie co zmniejsza efektywność systemu oczyszczania. Problem ten można rozwiązać na kilka sposobów:

1. Dobudowanie systemu zbierającego tłuszcze na początku oczyszczalni (np. flotator, odtłuszczowniki).
2. Dozowanie specjalnie selekcyjonowanych szczepów bakterii do komór osadu czynnego intensywnie rozkładających tłuszcze.
3. Wybudowanie zbiornika uśredniającego napowietrzanego z dozowaniem szczepów do rozkładu tłuszczów.

W pierwszym przypadku tłuszcze zostaną skutecznie wydzielone ze ścieków co gwarantuje, że biologiczne oczyszczanie nie będzie stanowiło już problemu. Nie mniej jednak powstaje problem zagospodarowania osadów poflotacyjnych zawierających duże ilości tłuszczu. Bardzo częstym przypadkiem z jakim się spotykałem jest gromadzenie odpadów w lagunach (miejsca po wyrobiskach żwiru, piasku lub wykopane doły do tymczasowego gromadzenia odpadów). W systemie biodegradacji zatłuszczonych ścieków główne ogniwo stanowi zbiornik.

Biodegradacja odpadów tłuszczu jest najlepszym sposobem ich unieszkodliwienia. System do realizacji napowietrzania i intensywnego mieszania.. Do zbiornika dozuje się cyklicznie uwodnione tłuszcze, szczepy bakterii oraz pożywki. W procesie napowietrzania następuje rozkład tłuszczów do postaci dwutlenku węgla i wody oraz niewielkich ilości kwasów tłuszczowych. Badania pozwalają stwierdzić, że wymagane czasy retencji w warunkach tlenowych to kilka dni, a możliwa redukcja tłuszczów wyniosła ponad 90% (mierzona jako E.E.)

Drugie rozwiązanie to codzienne dozowanie do osadu czynnego w komorach napowietrzanych szczepów bakterii selekcyjonowanych i przeznaczonych do rozkładu tłuszczów. Osad czynny już po dwóch tygodniach zmienia swoją strukturę i skład zwiększając wydajność systemu. W efekcie zaszczepienia kultur bakteryjnych zaobserwowano:

- likwidację kożucha powstającego na powierzchni komór napowietrzania,
- rozkład tłuszczu w ściekach i osadach,
- poprawę sedymentacji,
- zmniejszenie ilości osadu,
- poprawę efektów odwadniania osadów,
- większą odporność oczyszczalni na czasowe wysokie ładunki zanieczyszczeń.

Wadą powyższego rozwiązania w stosunku do pierwszego są ograniczone możliwości przyjęcia przez oczyszczalnię ścieków wysokich ładunków mierzonych jako ekstrakt eterowy.

Trzecie rozwiązanie ma zalety drugiego ze zwiększonymi możliwościami redukcji nierównomiernie dopływających wysokich ładunków zanieczyszczeń. W zbiornikach uśredniających uzyskuje się redukcje 60-70% ładunku (E.E.). Istotnymi zaletami obu rozwiązań (z dozowaniem szczepów bakterii) jest nie wytwarzanie odpadów zawierających tłuszcze.

Zastosowanie szczepów bakterii do podczyszczania ścieków i rozkładu tłuszczów

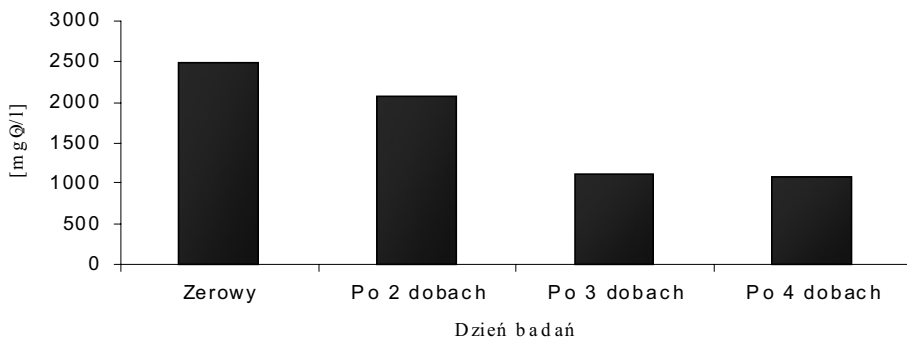
Wyniki badań na ściekach pochodzących z produkcji kleju kostnego, prowadzone w zbiorniku o pojemności 8 m³ z niewielkim napowietrzaniem i dozowaniem kultur bakteryjnych Bio-Treat GF przeznaczonych do rozkładu tłuszczów.

Tabela 1. Rozkład substancji organicznej w ściekach z produkcji kleju kostnego przy zastosowaniu szczepów bakterii rozkładających tłuszcze

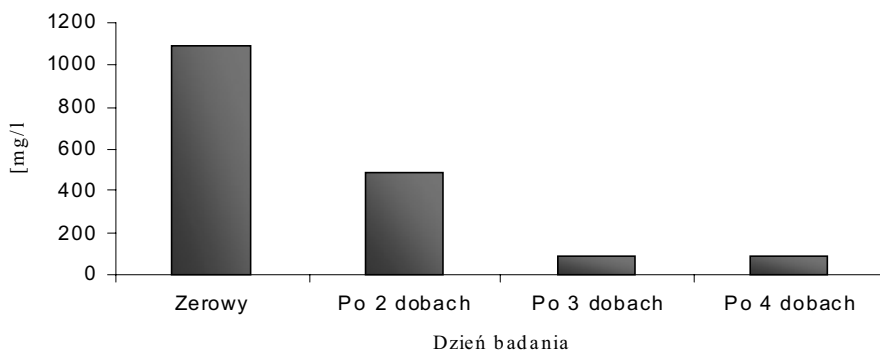
Dzień badań	Ilość bakterii JTK/ml	pH	O ₂ [mgO ₂ /dm ³]	ChZT [mgO ₂ /dm ³]	Ekstr. eter. [mg/dm ³]	Zawartość ogólna [mg/dm ³]	Sucha pozostałość [mg/dm ³]	Substancje mineralne [mg/dm ³]	Substancje organiczne [mg/dm ³]
Zerowy		7,82	Nw	2481	1096	3190	5252	2876	2376
Po 2 dobach	106	7,25	Nw	2077	484	2499	4780	2948	1832
Po 3 dobach	106	7,52	Nw	1114	92	809	3548	2384	1164
Po 4 dobach	105	7,74	Nw	1085	89	nb	3180	2408	772
Stopień redukcji				56%	92%	75%	40%		68%

Na podstawie danych w tabeli można zaprojektować zbiornik uśredniający napowietrzany o objętości zapewniającej retencję ścieków 2 - 3 doby. Uzyska się wówczas redukcję tłuszczów odpowiednio dla retencji 2 doby = 56% i dla retencji 3 doby = 91%.

W przypadku ścieków przemysłowych zalecane jest projektowanie zbiorników uśredniających (T_R = 12 - 24 godziny) ze względu na wahania pH oraz wahania ładunku zanieczyszczeń. Zwiększenie pojemności i zastosowanie szczepów bakterii poszerzy funkcje powyższego zbiornika i zapewni stabilną pracę części biologicznej oczyszczania ścieków.



Rys. 1. Redukcja ChZT w ściekach z produkcji kleju kostnego przy zastosowaniu szczepów bakterii do rozkładu tłuszczu



Rys. 2. Redukcja E.E. w ściekach z produkcji kleju kostnego przy zastosowaniu szczepów bakterii do rozkładu tłuszczów

Zastosowanie szczepów bakterii do biodegradacji odpadów tłuszczowych

Badania modelowe wykonane w laboratorium oczyszczalni ścieków „Sitkówka” w Kielcach. Do badań wykorzystano tłuszcze zbierane (naturalnie flotujące) w pierwszej fazie oczyszczania ścieków. Ze względu na bardzo wysoki ładunek tłuszczu badania prowadzono w warunkach tlenowych. Przeprowadzono je w trzech niezależnych komorach badawczych. W każdej z nich zastosowano inną mieszankę szczepów bakterii.

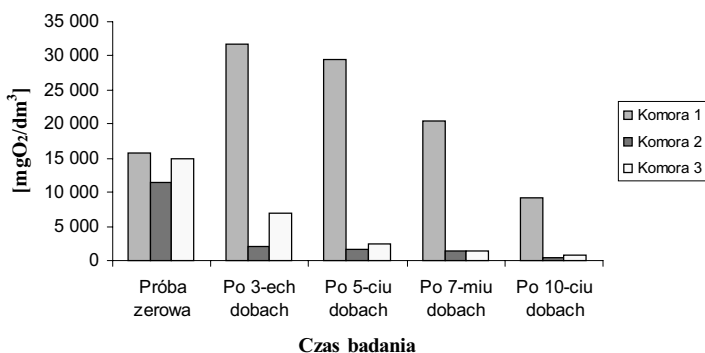
- Zawartość tłuszczu w próbce ze zbiornika 72.164 mg/dm³
- Zawartość wody: 64,8 %
- Część mineralna: 4,0 %
- Część organiczna: 96,0 %

Bioreaktor do rozkładu odpadów tłuszczowych. Zakładając czas retencji dla wodnitych odpadów (70%) 10 dni i znając ilość odpadów wylicza się objętość zbiornika-bioreaktora. W oparciu o ChZT można wyliczyć zapotrzebowanie tlenu do procesu rozkładu

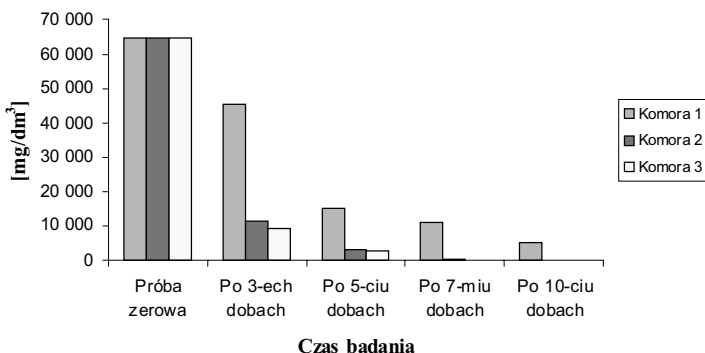
Tabela 2. Rozkład tłuszczów pochodzących ze ścieków miejskiej oczyszczalni w Kielcach

Czas badania	Komora 1 Bakterie GF		Komora 2 Bakterie AB		Komora 3 Bakterie GF+AB	
	ChZT mgO ₂ /dm ³	EE mg/dm ³	ChZT mgO ₂ /dm ³	EE mg/dm ³	ChZT mgO ₂ /dm ³	EE mg/dm ³
Próba zerowa	15 700	64 640	11 500	64 640	15 000	64 640
Po 3 - ech dobach	31 800	45 662	2 100	11 214	7000	9 220
Po 5 - ciu dobach	29 400	14 992	1 600	3 394	2 500	2 914
Po 7- miu dobach	20 400	11 042	1 400	337	1 500	155
Po 10-ciu dobach	9 300	5 430	400	42	740	87
Finalny % redukcji	40,8 %	91,6 %	96,5 %	99,9 %	95,1 %	99,8 %

zakładając, że w roztworze należy utrzymywać min. 1,5 mgO₂/dm³ (dla powyżej zastosowanych szczepów). W oparciu o doświadczenia i wyniki badań w warunkach technicznych powinniśmy uzyskać redukcję tłuszczów 80–90%. Bioreaktor może pracować w cyklach np. 12 - 14 dniowych uwzględniających jego napełnienie, napowietrzanie – rozkład tłuszczów oraz opróżnianie części uwodnionej do ścieków. Technologia ta dopuszcza również doprowadzanie odpadów tłuszczowych w trakcie napowietrzania.



Rys. 3. Redukcja ChZt podczas rozkładu tłuszczów w miejskiej oczyszczalni ścieków „Sitkówka w Kielcach



Rys. 4. Redukcja E.E. w miejskiej oczyszczalni ścieków „Sitkówka w Kielcach

Przed zaprojektowaniem bioreaktora należy każdorazowo wykonać badania modelowe rozkładu tłuszczów stosując szczepy bakterii, które zostaną użyte w warunkach technicznych. Producent szczepów powinien określić zapotrzebowanie tlenu oraz graniczny ładunek zanieczyszczeń.

Zastosowanie szczepów bakterii do rozkładu tłuszczów w lagunach i w gruncie

Jednym ze zrealizowanych zadań była rekultywacja terenu laguny, w której deponowano płynne odpady tłuszczowe, odwodnione osady ściekowe i poużytkową ziemię okrzemkową. Odpady pochodziły z Zakładów Tłuszczowych „Kruszwica” S.A. [Garus D., Kiepuski J., Siuta J. 1998*].

Wylewisko znajdowało się wśród gruntów rolnych około 1800m na wschód od Jeziora Gopło. Powierzchnia czynna wylewiska wynosiła około 1 ha, a średnia głębokość ok. 2m.

Zgodnie z decyzją władz ochrony środowiska podjęto działania zmierzające do:

- zaprzestania składowania odpadów na wylewisku,
- zlikwidowania nagromadzonego tłuszczu i powstałych składników organicznych,
- technicznej i biologicznej rekultywacji gruntu.

Szacunkowa objętość zdeponowanych odpadów tłuszczowych (płynnych i mazistych) w 1994 r. wynosiła około 20.000 m³. “Koncepcję programową na wykonanie rekultywacji wylewiska” opracowano w 1993 r., a na jej podstawie w 1994 r. opracowano “Projekt techniczny rekultywacji wylewiska”, który zyskał akceptację Wydziału Ochrony Środowiska Urzędu Wojewódzkiego w Bydgoszczy.

Rozwiązania problemu należało więc szukać w:

- tlenowej biodegradacji łatwo rozkładalnych składników organicznych znajdujących się w zdeponowanych odpadach tłuszczowych w gruncie czaszy wylewiska i jego otoczeniu,
- naturalnym odwodnieniu wylewiska,
- zastosowaniu mikrobiologicznych szczepów bakteryjnych wraz z pożywkami do degradacji substancji organicznych, zwłaszcza do odzyskania i mineralizacji tłuszczu nie dającego się wydzielić,
- mechanicznym usunięciu ciekłej postaci tłuszczu, wydzielonego w procesie mikrobiologicznej degradacji substancji organicznych,
- ukształtowaniu budowy gruntu i rzeźby terenu z wykorzystaniem zdeponowanych odpadów.

Stworzenie warunków do intensywnego rozwoju mikrobiologicznych procesów tlenowych w całej masie zdeponowanych odpadów tłuszczowych miało zasadnicze znaczenie w całym procesie rekultywacyjnego postępowania.

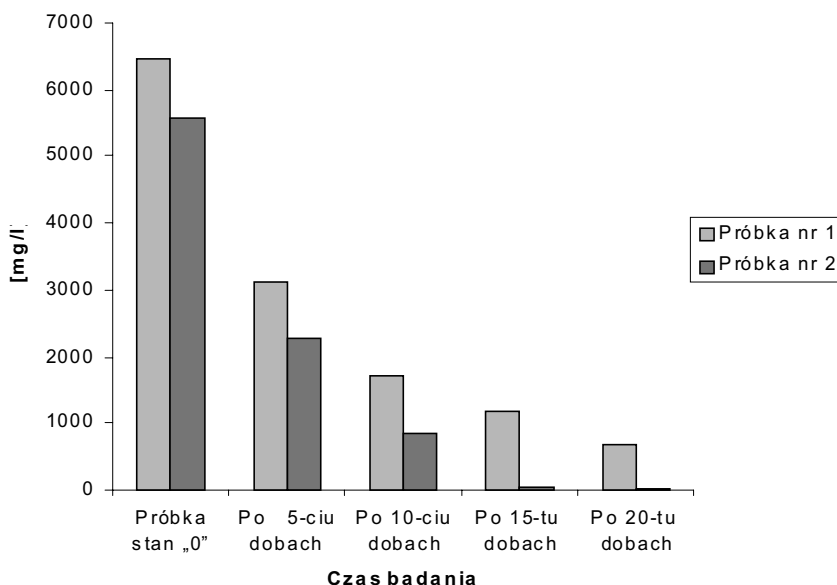
* Odtłuszczenie i rekultywacja wylewiskowego gruntu w Brześciu nad Gopłem. Technologie odtłuszczenia ścieków, odpadów, gruntów. PTIE. Kruszwica 1998: 15–21.

Tabela 3. Badania modelowe rozkładu tłuszczów w próbce nr 1 pobranej z wylewiska odpadów Z.T. „Kruszwica” S.A.

Czas badania	pH	Temp. °C	Ekstr. Eter. mg/dm ³	Stopień redukcji %
Próbka stan „0”	7,1	20,1	6440	
Po 5-ciu dobach	7,2	20,1	3120	51,6
Po 10-ciu dobach	7,2	20,2	1710	73,4
Po 15-tu dobach	7,3	20,3	1160	82,0
Po 20-tu dobach	7,4	20,3	690	89,3

Tabela 4. Badania modelowe rozkładu tłuszczów w próbce nr 2 pobranej z wylewiska odpadów Z.T. „Kruszwica” S.A.

Czas badania	pH	Temp. °C	Ekstr. Eter. mg/ dm ³	Stopień redukcji %
Próbka stan „0”	7,1	20,1	5590	
Po 5-ciu dobach	7,2	20,1	2260	59,6
Po 10-ciu dobach	7,2	20,2	850	84,8
Po 15-tu dobach	7,3	20,3	48	99,1
Po 20-tu dobach	7,4	20,3	26	99,5



Rys. 5. Wyniki badań modelowych rozkładu tłuszczów w próbkach pobranych z wylewiska odpadów Z.T. „Kruszwica”

Ożywienie biologiczne masy zdeponowanych odpadów tłuszczowych wymagało następujących działań:

- opracowania odpowiedniego składu mikrobiologicznych szczepów bakteryjnych i pożywki, dostosowanych do właściwości odpadów,
- sukcesywnego wprowadzania szczepów i pożywki na wylewisko,
- sukcesywnego napowietrzania zawartości wylewiska,
- ukształtowania i utrzymania optymalnego odczynu do intensywnego rozwoju mikroorganizmów tlenowych.

W oparciu o badania chemicznych i biologicznych właściwości zdeponowanych odpadów tłuszczowych opracowano :

- zestaw szczepów bakterii,
- określono warunki techniczne prowadzenia procesu biodegradacji,
- wykonano badania modelowe rozkładu odpadów tłuszczowych.

Wysoka efektywność rozkładu tłuszczów w próbkach odpadów znalazła odzwierciedlenie w warunkach technicznych. Aktualnie wylewisko zostało w pełni zrehabilitowane.

Wnioski

Przedstawione wyniki badań potwierdzają wysoką efektywność rozkładu tłuszczów w ściekach, odpadach i gruncie przy zastosowaniu szczepów bakterii.

Technologia z zastosowaniem szczepów bakterii jest skuteczna i ekonomicznie uzasadniona. Niewątpliwą zaletą stosowania bakterii jest nie wytwarzanie odpadów, a ich biologiczny rozkład.

Stosując technikę wspomagania biologicznego przy oczyszczaniu ścieków zaobserwowano szereg pozytywnych efektów prowadzących do zwiększenia wydajności oczyszczalni.

Streszczenie

Opracowanie dotyczy biodegradacji tłuszczów w oczyszczaniu ścieków, ziemi i uzdatniania odpadów.

Wyniki badań laboratoryjnych i technologicznych wykazały ponad 90 % redukcji tłuszczu [E.E.]. Było to możliwe dzięki zastosowaniu dobranych szczepów bakterii. Badania modelowe stanowią podstawę do projektowania oraz wdrożenia technologii. Produktami biologicznej mineralizacji tłuszczów są dwutlenek węgla i woda.

Mgr inż. Jacek Kiepurki
BIO-ECOLOGY SERVICES sp. z o.o.
02-678 Warszawa, ul. Narocz 3
tel. 647 06 84, 647 39 45, fax. 647 06 85