31973L0405

L 347/53 *DZIENNIK URZĘDOWY WSPÓLNOT EUROPEJSKICH* 17.12.1973

DYREKTYWA RADY
z dnia 22 listopada 1973 r.
w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich odnoszących się do metod testowania biodegradacji anionowych substancji powierzchniowo czynnych

(73/405/EWG)

RADA WSPÓLNOT EUROPEJSKICH,

uwzględniając Traktat ustanawiający Europejską Wspólnotę Gospodarczą, w szczególności jego art. 100;

uwzględniając dyrektywę Rady nr 73/404/EWG z dnia 22 listopada 1973 r. w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich odnoszących się do detergentów (1), w szczególności jej art. 4,

uwzględniając wniosek Komisji,

uwzględniając opinię Parlamentu Europejskiego (2),

uwzględniając opinię Komitetu Ekonomiczno-Społecznego (3),

a także mając na uwadze, co następuje:

w celu umożliwienia Państwom Członkowskim określenia stopnia biodegradacji anionowych substancji powierzchniowo czynnych zaleca się zastosowanie metod testowania będących w użytku w niektórych Państwach Członkowskich; jednakże w wypadku sporu biodegradacja musi być testowana za pomocą wspólnej metody;

w kwestii zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich dotyczących detergentów należy określić odpowiednie zakresy tolerancji pomiaru biodegradacji, podobnie jak w art. 4 dyrektywy Rady z dnia 22 listopada 1973 r., w celu uwzględnienia zawodności metod testowania, co może spowodować decyzje o odrzuceniu, mające istotne konsekwencje gospodarcze, podczas gdy decyzja o odrzuceniu może być podjęta tylko jeżeli analizy wskazują na poziom biodegradacji mniejszy niż 80 %,

PRZYJMUJE NINIEJSZĄ DYREKTYWĘ:

Artykuł 1

Niniejsza dyrektywa dotyczy metod testowania biodegradacji anionowych substancji powierzchniowo czynnych.

Artykuł 2

Zgodnie z przepisami art. 4 dyrektywy Rady z dnia 22 listopada 1973 r. Państwa Członkowskie, uwzględniając zawodność metod testowania, zabronią wprowadzania na rynek i używania na ich terytorium detergentu, jeżeli poziom biodegradacji, oceniany na podstawie pojedynczej analizy, według jednej z poniższych metod, jest mniejszy niż 80 %:

— metody stosowanej we Francji, zatwierdzonej dekretem z dnia 11 grudnia 1970 r., opublikowanej w „Journal Officiel de la République française" nr 3 z dnia 5 stycznia 1971 r., oraz zgodnej z doświadczalnym standardem T 73-260 z lutego 1971 r., opublikowanym przez „Association française de normalisation" (AFNOR);

— metody stosowanej w Republice Federalnej Niemiec, zatwierdzonej przez „Verordnung ber die Abbaubarkeit von Detergentien in Wash- und Reinigungsmitteln" z dnia 1 grudnia 1962 r., opublikowanej w „Bundesgesetzblatt", część I, str. 698;

— metody OECD, opublikowanej w sprawozdaniu technicznym OECD z dnia 29 grudnia 1970 r., dotyczącym „oceny biodegradacji anionowych czynników aktywnych powierzchni syntetycznych".

Artykuł 3

Zgodnie z procedurą ustanowioną w art. 5 ust. 2 dyrektywy Rady z dnia 22 listopada 1973 r. opinia laboratorium dotycząca anionowych substancji powierzchniowo czynnych będzie oparta na

(1) Dz.U. L 347 z 17.12.1973, str. 51.
(2) Dz.U. C 10 z 5.2.1972, str. 29.
(3) Dz.U. C 89 z 23.8.1972, str. 13.

„procedurze testu potwierdzającego" w metodzie OECD, opisanej w Załączniku do niniejszej dyrektywy.

Artykuł 4

1. Państwa Członkowskie wprowadzą w życie środki prawne, statutowe i administracyjne niezbędne do wykonania niniejszej dyrektywy w terminie 18 miesięcy od jej ogłoszenia i niezwłocznie powiadomią o tym Komisję.

2. Państwa Członkowskie przekażą Komisji teksty podstawowych przepisów prawa krajowego, które zostaną przyjęte w dziedzinie objętej niniejszą dyrektywą.

Artykuł 5

Niniejsza dyrektywa skierowana jest do Państw Członkowskich.

Sporządzono w Brukseli, 22 listopada 1973 r.

W imieniu Rady

J. KAMPMANN

Przewodniczący

ZAŁĄCZNIK

OCENA BIODEGRADACJI ANIONOWYCH SUBSTANCJI POWIERZCHNIOWO CZYNNYCH

METODA PORÓWNAWCZA

ROZDZIAŁ I

1.1. **Aparatura niezbędna do pomiarów**

Metoda pomiaru wykorzystuje małe urządzenie na osady czynne pokazane na rysunku 1, a bardziej szczegółowo na rysunku 2.

Urządzenie składa się ze zbiornika A, przeznaczonego na ścieki syntetyczne, pompy dawkującej B, zbiornika napowietrzającego C, osadnika D, powietrznego podnośnika cieczy E do recyklingu osadów czynnych oraz ze zbiornika gromadzącego oczyszczone ścieki F.

Zbiorniki A i F muszą być wykonane ze szkła lub odpowiedniego przeźroczystego tworzywa sztucznego i mieć pojemność co najmniej 24 litrów. Pompa B musi zapewniać stały przepływ ścieków syntetycznych do zbiornika napowietrzającego; zbiornik ten podczas normalnej operacji zawiera 3 litry mieszanki płynów. Spiekana kostka napowietrzania G jest zawieszana w zbiorniku C w wierzchołku stożka. Ilość powietrza wdmuchiwanego przez napowietrzacz musi być mierzona przy użyciu przepływomierza.

1.2. **Ścieki syntetyczne**

Do celów testu stosuje się ścieki syntetyczne przez przygotowanie 24 litrów (dziennie) roztworu zawierającego w każdym litrze wody wodociągowej następujące substancje:

160 mg peptonu,

110 mg wyciągu z mięsa,

30 mg mocznika,

7 mg chlorku sodu,

4 mg chlorku wapnia, $2H_2O$,

2 mg siarczanu magnezu, $7H_2O$ oraz

20 +/- 2 mg aktywnych substancji błękitu metylenowego (MBAS).

MBAS jest uzyskiwany z testowanego produktu z wykorzystaniem metody podanej w rozdziale 2 (2.1.2.). Ścieki syntetyczne są codziennie świeżo przygotowywane.

1.3. **Przygotowywanie próbek**

1.3.1. Produkty podstawowe zawierające tylko MBAS mogą być badane w postaci oryginalnej. Zawartość MBAS musi być ustalona w celu umożliwienia przygotowania roztworów testowych (M).

1.3.2. Produkty przetworzone są analizowane pod kątem zawartości MBAS i mydła. Należy przygotować ich wyciągi alkoholowe zgodnie z następującymi warunkami:

1.3.2.1. Wyciąg izopropanolowy, jeżeli próbka zawiera mniej mydła niż MBAS (patrz rozdział 2).

1.3.2.2. Wyciąg izopropanolowy i usunięcie mydeł, jeżeli próbka zawiera więcej mydła niż MBAS (zobacz rozdział 2).

W celu przygotowania roztworów testowych (M) musi być znana zawartość MBAS w obydwu ekstraktach.

1.4. **Działanie urządzenia**

Na wstępie należy napełnić zbiornik napowietrzający C i osadnik D ściekami syntetycznymi. Wysokość zbiornika D powinna być taka, aby objętość zawarta w zbiorniku napowietrzającym C wynosiła 3 litry. Następnie należy uruchomić napowietrzacz, powietrzny podnośnik cieczy E oraz urządzenie dawkujące B. Ścieki syntetyczne muszą przepływać przez zbiornik napowietrzający C z szybkością jednego litra na godzinę; zapewnia to średni czas retencji równy 3 godziny.

Szybkość napowietrzania powinna być taka, by zawartość zbiornika C utrzymywana była stale w zawiesinie, przy zawartości rozpuszczonego tlenu równej co najmniej 2 mg/litr. Należy użyć właściwych metod zabezpieczających przed wytwarzaniem się piany. Substancje hamujące pienienie, które unieczynniają osad aktywny lub zawierają MBAS nie powinny być używane. Pompa powietrznego podnośnika E musi być tak ustawiona, aby osad czynny z osadnika przepływał w sposób nieprzerwany

i regularny do zbiornika napowietrzającego C. Osad, który nagromadził się wokół szczytu zbiornika napowietrzającego C, na dnie osadnika D lub w obwodzie łączącym, musi być ponownie wprowadzony do obiegu przynajmniej raz dziennie, przez wyczyszczenie szczotką lub inne odpowiednie metody. Kiedy osadu nie udaje się oddzielić, jego gęstość można zwiększyć przez dodanie porcji 2 ml 5 % roztworu chlorku żelaza, powtarzane w razie potrzeby.

Ścieki z osadnika D trzymane są w zbiorniku F przez 24 godziny, po czym po dokładnym wymieszaniu pobierana jest próbka.

Zbiornik F musi być dokładnie czyszczony.

1.5. **Kontrola urządzeń pomiarowych**

Zawartość MBAS (w mg/l) w ściekach syntetycznych jest określana bezpośrednio przed użyciem.

Zawartość MBAS (w mg/l) w ściekach zebranych przez 24 godziny w zbiorniku F powinna być ustalona analitycznie według tej samej metody, jak najszybciej po zakończeniu zbiórki. Stężenie musi być określone z dokładnością do 0,1 mg MBAS/l.

W celu sprawdzenia wydajności procesu COD przefiltrowanych ścieków syntetycznych w zbiorniku A jest mierzony co najmniej dwa razy w tygodniu, jak również COD przefiltrowanych ścieków zgromadzonych w zbiorniku F. Redukcja COD jest wyrażana w procentach.

Redukcja COD powinno spadać w sytuacji, kiedy uzyska się w miarę regularną dzienną degradację MBAS, tj. pod koniec okresu „docierania" przedstawionego na rysunku 3.

Strata związana z zapłonem suchej substancji w osadzie czynnym znajdującym się w zbiorniku napowietrzającym (wyrażona w g/l) powinna być określana dwa razy w tygodniu. Jeżeli przewyższa ona 2,5 g/l, nadmiar osadu czynnego musi zostać odrzucony.

Test wykonywany jest w temperaturze pokojowej; powinna ona być stała i nie powinna nigdy spadać poniżej 18 °C ani przekraczać 30 °C.

1.6. **Obliczenie biodegradacji**

Procentowa degradacja MBAS musi być obliczana codziennie na podstawie zawartości MBAS (mg/l) w ściekach syntetycznych i odpowiadających im ściekach nagromadzonych w zbiorniku F.

Uzyskane w ten sposób liczby winny zostać przedstawione w postaci graficznej, jak na rysunku 3 (por. 1.7.2).

Degradację MBAS należy obliczyć jako średnią arytmetyczną wyników otrzymanych w ciągu 21 dni od zakończenia okresu rozruchu, w czasie których degradacja była regularna, a urządzenie działało bezawaryjnie. Okres adaptacyjny nie powinien nigdy przekraczać sześciu tygodni.

1.7. **Uwagi**

1.7.1. Niektóre ustalenia prawne przy określaniu stopnia biodegradacji uwzględniają zawartość mydła.

1.7.2. W niektórych przypadkach może być dozwolone zmniejszenie częstotliwości pobierania próbek do na przykład jednej próbki co dwa do trzech dni, ale co najmniej 14 wyników zebranych w ciągu 21 dni, określonych w ust. 1.6, powinno zostać użytych do obliczenia średniej.

ROZDZIAŁ II

WSTĘPNA OBRÓBKA PRODUKTÓW PRZED TESTOWANIEM

2.1. Ekstrakt alkoholowy

Celem ekstrakcji jest wyeliminowanie nierozpuszczalnych i nieorganicznych składników produktu, które w pewnych okolicznościach mogą zafałszować test degradacji.

Nie jest konieczna ilościowa eliminacja tych składników ani też ilościowa ekstrakcja składników czynnych. Jednakże co najmniej 90 % składników MBAS testowanego produktu powinno znajdować się w ekstrakcie.

Do robienia wyciągów alkoholowych właściwe są dwie metody: jedna z użyciem etanolu i druga z użyciem izopropanolu. Metoda z użyciem izopropanolu jest szczególnie właściwa, kiedy bardzo duże ilości materiału poddawane są testowi sprawdzającemu, co jest wymagane dla testu potwierdzającego.

2.1.1. *Ekstrakt etanolowy*

2.1.1.1. Przygotowanie próbki

i) Proszki

Przygotuj próbkę wielkości około 250 g, albo przez posiekanie, albo według zaleceń ISO (Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna) nr 607.

Sproszkuj tę próbkę za pomocą obrotowego młynka domowego, aż proszek nie będzie zawierał drobin większych od 200 mikronów.

Zmieszaj proszek dokładnie i przesyp go do odpowiedniego pojemnika.

ii) Płyny

Odważ, z dokładnością do 0,1 g, około 40 g jednorodnej substancji i umieść w kolbie o okrągłym dnie, opisanej w punkcie 2.1.1.2 iii) poniżej.

Dodaj 50 ml etanolu (2.1.1.2 ii)) i odparuj do sucha przy użyciu łaźni wodnej, odciągając ssakiem składniki lotne, aż do momentu kiedy dwa kolejne ważenia różnią się więcej niż o 0,1 g. Można użyć dowolnej wagi mierzącej z dokładnością do 0,01 g.

2.1.1.2. Przygotowanie roztworu etanolowego

i) Reguła:

Wyciąg etanolu w ilości wystarczającej, aby określić zawartość mydła lub innych anionów i do próby biologicznej.

ii) Odczynnik:

95 %-96 % etanol.

iii) Aparatura:

Zwykły sprzęt laboratoryjny, zawierający szczególnie:

litrową kolbę o okrągłym dnie i z krótką szyjką, z 29-32 zewnętrznym złączem szlifowanym;

400-milimetrowy pionowy skraplacz z 29-32 wewnętrznym złączem szlifowanym;

10–20-mikronowy szklany filtr, litrowa kolba z podziałką.

2.1.1.3. Procedura

Umieść znaną ilość E (tj. 40 g ± 1g) substancji (2.1.1.1 i)) w litrowej kolbie lub użyj kolby zawierającą wysuszony ekstrakt, przygotowany jak w pkt 2.1.1.1 ii).

Dodaj 500 ml etanolu (2.1.1.1 ii)), połącz skraplacz i odpływ na 15 minut. Następnie zlej warstwę płynu i przefiltruj przez szklany spiekany filtr z ssaniem. Powtórz operację dwa razy z pozostałą w kolbie substancją, używając za każdym razem 200 ml etanolu. Zbierz ekstrakt i przefiltruj popłuczyny ilościowo w kolbie z podziałką, uzupełnij do 1 litra etanolem i dokładnie wymieszaj.

2.1.2. *Ekstrakt izopropanolowy*

Ilość substancji zapewniająca zawartość ok. 50 g MBAS w ekstrakcie wyliczana jest z zawartości MBAS w produkcie handlowym. Ta ilość wystarcza na przeprowadzanie dwóch testów sprawdzających.

2.1.2.1. Aparatura

Zgodnie ze skalą operacji:

Zbiorniki: pojemność 3-25 l, np. kolba o długiej szyjce lub naczynie emaliowane.

Mieszadła: szybkoobrotowe mieszadła typu koszykowego lub kulkowego.

Filtry ssące (Buechner): o średnicy do 30 cm.

Kolby próżniowe: o pojemności do 20 litrów.

Rozdzielacze: o pojemności do 20 litrów.

Kolby destylacyjne: o pojemności do 10 litrów.

Odbiorniki: o pojemności do 10 litrów.

Porcelanowe podstawki: o średnicy około 20 cm.

Kolumny destylacyjne, odwadniacze, łaźnie wodne.

2.1.2.2. Odczynniki

Woda destylowana lub demineralizowana.

Czysty izopropanol.

Chemicznie czysty węglan potasu (K_2CO_3).

Soda kaustyczna (KOH), roztwór 10 %.

Czysty siarczan sodu (Na_2SO_3), bezwodnik.

2.1.2.3. Procedura

i) Obróbka wstępna

Produkty handlowe o stanie skupienia stałym zmieszaj z wodą destylowaną (2.1.2.4. i)) do uzyskania rzadkiej papki (mieszać przez 10 minut). Na każde 100 g użytej wody dodaj 60 g węglanu potasu i nadal mieszaj (przez 10 minut) do rozpuszczenia.

Produkty handlowe płynne lub półpłynne: postępowanie zasadniczo identyczne jak w przypadku produktów stałych. Część płynną utraconą w procesie suszenia w łaźni wodnej, w teście wstępnym, określoną na około 10 g masy, należy potraktować jako zawartość wodną, nawet jeżeli są jeszcze obecne lotne rozpuszczalniki organiczne. Ilość dodanego węglanu potasu będzie zależeć od określonej powyżej zawartości wody.

Zawiesiny i roztwory kwasowe: przed dodaniem węglanu potasu zneutralizuj 10-procentowym roztworem sody kaustycznej.

Produkty handlowe zawierające chlorki: zredukować przez dodanie siarczynu sodu do wodnego roztworu lub zawiesiny przed neutralizacją. Nadmiar siarczynu sodu nie jest szkodliwy.

ii) Wyciąg

Dodaj izopropanol, mieszaj roztwór przez 30 minut i filtruj przy użyciu filtra ssącego małe ilości izopropanolu. Kilkakrotnie przemywaj zgromadzone na filtrze ssącym resztki małymi ilościami izopropanolu. Filtrat, który zawsze musi być podzielony na dwie warstwy w kolbie próżniowej, musi być przepłukany izopropanolem do rozdzielacza. Odciągnij niższą wodną warstwę i odrzuć ją; przefiltruj górną warstwę izopropanolową przez sączek do kolby destylacyjnej, a następnie destyluj ją nad łaźnią wodną możliwie jak najdokładniej (2.1.2.4 iii)). Przenieś ilościowo pozostałości po destylacji na porcelanowe podstawki przez przemywanie izopropanolem, a następnie zagęść zawartość nad łaźnią wodną poprzez częste mieszanie. Kontynuuj proces zagęszczania aż dwa kolejne pomiary dokonane w odstępie jednej godziny będą się różnić o mniej niż 10 g. Rozpuść ekstrakt w wodzie nad łaźnią wodną i określ zawartość MBAS w tym roztworze.

Następnie:

$$\frac{\text{g MBAS w ekstrakcie roztworu}}{\text{g MBAS w wytworzonym ekstrakcie}} \times 100 = \text{\% MBAS w produkcie handlowym}$$

2.1.2.4. Uwagi

Przy sporządzaniu wyciągu należy pamiętać iż:

i) różnorodność preparatów handlowych uniemożliwia ustalenie optymalnych względnych proporcji wody i izopropanolu, stosowanych w testowaniu danego produktu, ponieważ za każdym razem będzie on inny. Jednakże z doświadczenia wynika, że potrzebne ilości zawierają się w następujących proporcjach:

Produkt handlowy (części wagowo)	:	Woda (porcji)	:	Izopropranol (porcji)
1		0,5—2		1—2,5

W zasadzie nie istnieje górna granica zawartości wody i izopropanolu.

Im większa występuje skłonność substancji do agregacji w zawiesinie, tym więcej potrzeba wody; wodę należy dolewać aż do momentu zaniknięcia osadu na dnie w czasie mieszania.

Objętość użytego izopropanolu powinna być w praktyce nie mniejsza niż następująca:

produkt handlowy: izopropanol = 1:1

Większa objętość izopropanolu jest niezbędna, kiedy zawartość MBAS w produkcie handlowym znacznie przekracza 10 % produktu lub kiedy w trakcie mieszania występuje gwałtowne rozdzielenie fazy izopropanolowej i wodnej.

ii) Faza wodna powinna być nasycona węglanem potasu; niewielki nadmiar nie jest szkodliwy. Jeżeli stężenie węglanu potasu jest zbyt niskie, wówczas albo nie występuje oddzielenie warstw, albo faza izopropanolu zawiera zbyt wiele wody, co w jednym i drugim przypadku negatywnie wpływa na proces ekstrakcji.

iii) Produkt destylacji izopropanolu zawiera wodę i powinien być nasycony węglanem potasu; dolna warstwa po oddzieleniu się musi być usunięta. Resztki izopropanolu mogą zostać wykorzystane do nowej ekstrakcji. Produkty destylacji uzyskane w czasie testowania płynnych produktów handlowych powinny zostać odrzucone, ponieważ mogą zawierać inne rozpuszczalniki.

2.2. **Oddzielenie mydła z ekstraktu izopropanolowego**

Testowanie biodegradacji MBAS zawartych w produkcie handlowym może zostać zafałszowane nawet w przypadku użycia ekstraktu izopropanolu (IPA). Niekiedy krzywe degradacji MBAS o wewnętrznej wysokiej zdolności do degradacji wydają się być podobne do krzywych MBAS o słabej degradacji. Jest zatem niezbędne, by przed sprawdzeniem degradacji MBAS wydzielić z ekstraktu alkoholowego zniekształcające jego wynik mydło.

Niniejsza specyfikacja ma na celu wstępne usunięcie całkiem dużych ilości mydła z ekstraktu IPA. Otrzymany ekstrakt używany jest jedynie do testowania degradacji MBAS i nie wolno go wykorzystywać do dalszych oznaczeń analitycznych i oddzielania.

2.2.1. *Zasada oddzielania mydła*

Ekstrakt IPA wystarczający do wytworzenia co najmniej 25 g MBAS jest rozpuszczony w metanolu. Roztwór jest zakwaszony kwasem solnym w celu uwolnienia kwasów tłuszczowych. Po dodaniu wody w proporcji 80:20 metanol/woda kwasy tłuszczowe są ekstrahowane przez eter naftowy i ekstrakt jest usuwany. Faza wodno-metanolowa jest ponownie alkalizowana i odparowywana do sucha.

Sucha pozostałość jest bezpośrednio wykorzystywana w teście degradacji, po określeniu w niej zawartości MBAS.

2.2.2. *Procedura*

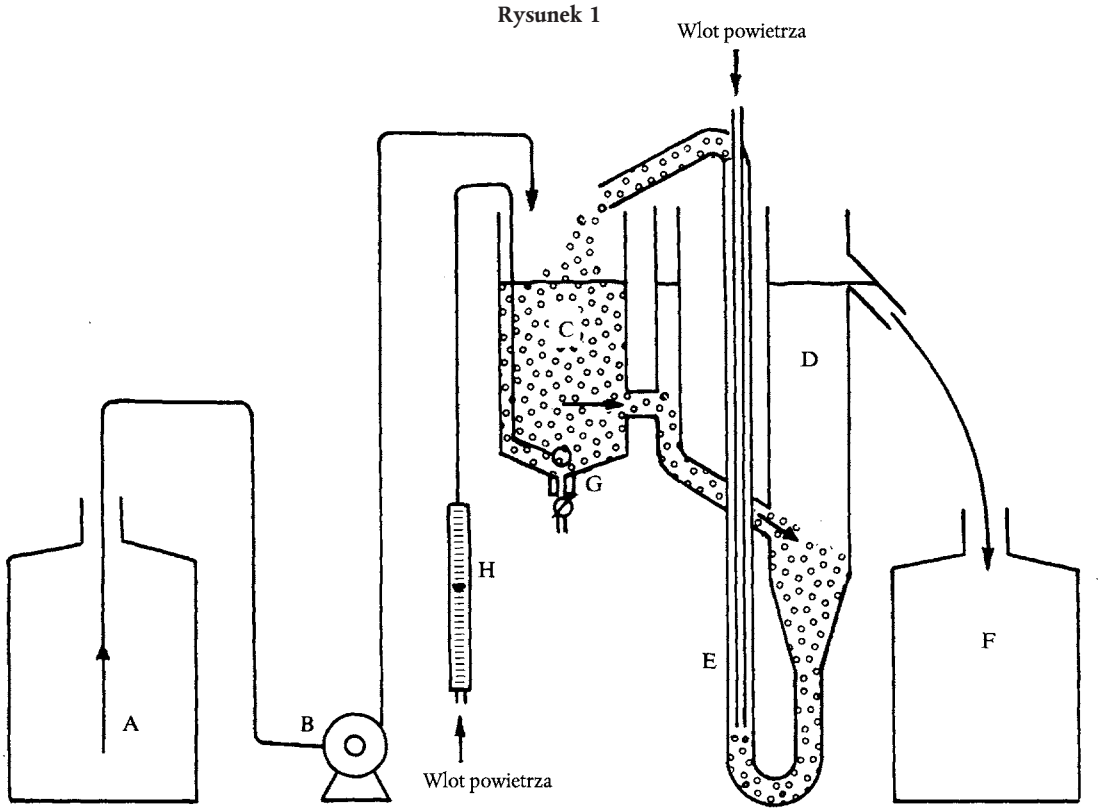
W dwulitrowej kolbie Erlenmeyera rozpuść ekstrakt IPA w ilości zawierającej co najmniej 30 g MBAS w około 100 ml metanolu, lekko podgrzewając. Po dodaniu 800 ml metanolu, dodaj następnie 5-10 kropli roztworu błękitu bromofenolowego (0,04 %) i wymiareczkuj do pH = 3 (kolor żółty) z 2N kwasem solnym. Uwzględniając objętość dodanego kwasu solnego, uzupełnij wodą destylowaną do objętości 1 litra. Roztwór błękitu bromofenolowego: 0,4 g błękitu bromofenolowego rozpuścić w 200 ml 96-procentowego alkoholu etylowego i uzupełnić wodą destylowaną do jednego litra.

W celu ekstrakcji kwasów tłuszczowych wstrząśnij roztwór raz z 300 ml i dwa razy z 200 ml n-heksanu w rozdzielaczu o odpowiednich wymiarach. Jeżeli to konieczne, ekstrakcji można dokonać w kilku małych rozdzielaczach. Jeżeli w środku pojawią się pośrednie warstwy zmętnień, dodaje się je do niższej warstwy w pierwszych dwóch ekstrakcjach i do wyższej — w ostatniej ekstrakcji. Jeżeli średnia objętość roztworu nie jest wystarczająca do rozpuszczenia i ekstrakcji w przypadku bardzo wysokiej zawartości mydła, można użyć odpowiedniej jego wielokrotności.

Zbierz frakcje n-heksanu i przepłucz 200 ml roztworu wodno-metanolowego (20:80). Pośrednie warstwy zmętnień są utrzymane w fazie n-heksanu, która jest usuwana.

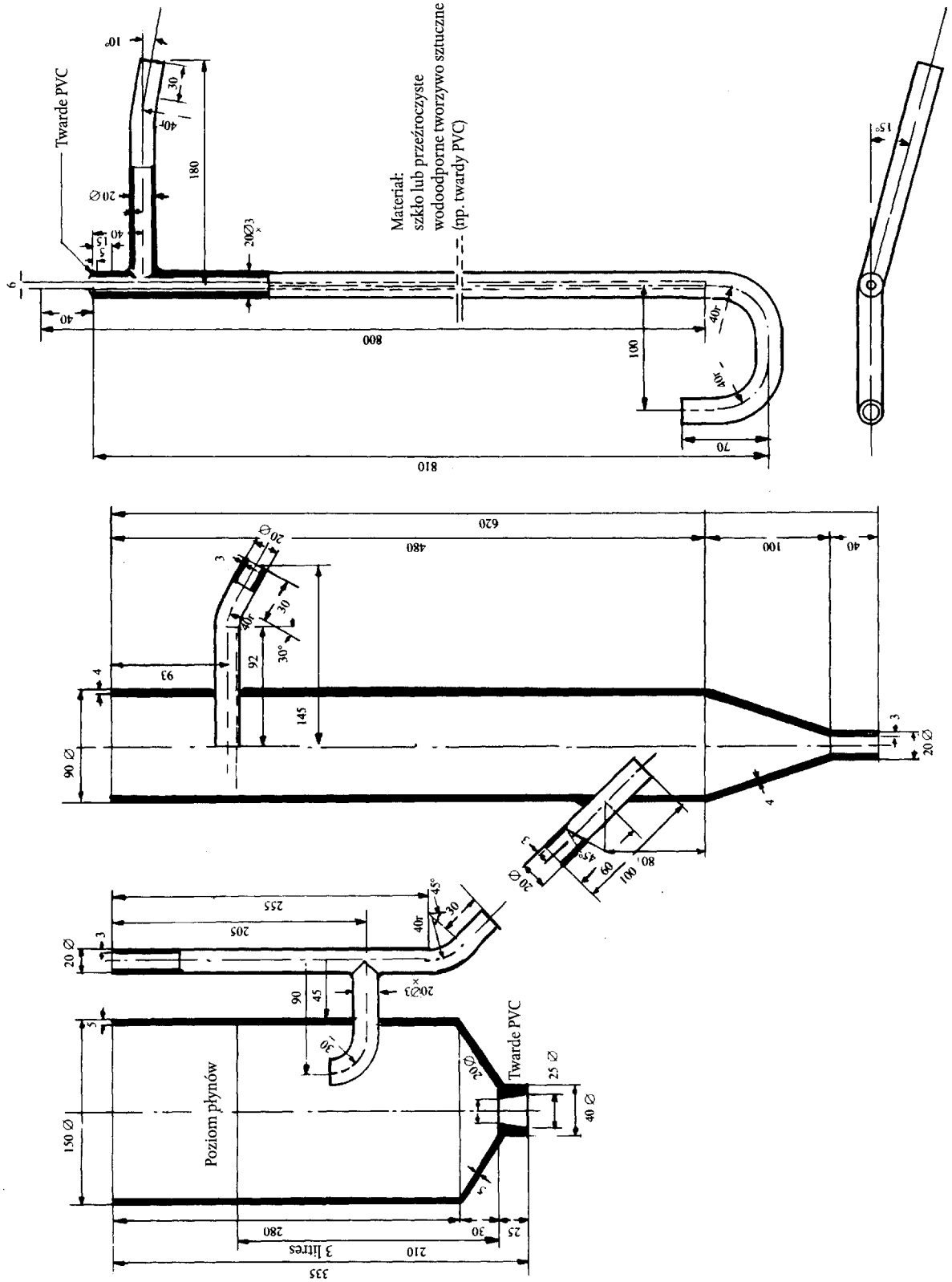
Zbierz frakcje wodno-metnanolowe i wymiareczkuj do pH = 9 za pomocą 1 N wodorotlenku sodu w obecności fenoloftaleiny. Zagęść roztwór w łaźni wodnej aż do odparowania metanolu i ponownie rozpuść ekstrakt w wodzie w łaźni wodnej. Zawartość MBAS w tym roztworze jest ustalona przy pomocy metody opisanej powyżej.

Rysunek 1



A. Zbiornik na ścieki syntetyczne
B. Urządzenie dawkujące
C. Zbiornik napowietrzający
D. Osadnik
E. Powietrzny podnośnik cieczy
F. Zbiornik gromadzący oczyszczone ścieki
G. Napowietrzacz
H. Miernik przepływu powietrza

Rysunek 2


Twarde PVC
Materiał:
szkło lub przeźroczyste
wodoodporne tworzywo sztuczne
(np. twardy PVC)
Poziom płynów
3 litres
Twarde PVC

Rysunek 3

Konfiguracja biodegradacji

Test potwierdzający

