

Zanieczyszczenia organiczne wód



1

Związki organiczne

W związkach organicznych podstawowym pierwiastkiem jest węgiel. Rocznie syntezuje się dużą ilość nowych związków, z czego kilkaset wchodzi do produkcji.

Roczną produkcję związków organicznych można oszacować na poziomie rzędu miliarda ton.

Znaczna część całkowitej ich produkcji przechodzi do środowiska.

Zarejestrowanych w bazie CAS (www.cas.org):

Listopad 2024 ponad 219 milionów

Listopad 2023 ponad 203 miliony

Grudzień 2021 ponad 192 miliony

Listopad 2020 ponad 171 milionów

Listopad 2018 ponad 144 miliony (organicznych i nieorganicznych)

08.11.2017:



05.11.2016:

123 159 850 substancji

2

2

Substancje organiczne, wymieniane w źródłach określających jakość wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi

Akryloamid, Akrylonitryl, Benzen, Benzo(a)piren, Bromodichlorometan, Bromoform (tribromometan), Chlorobenzen, Chlorofenole (bez pentachlorofenolu), Chloroform (trichlorometan), Chlorooctowy kwas, Czterochlorek węgla (tetrachlorometan), Dibromochlorometan, Dichloroetan, Dichlorobenzen, Dichlorometan, Epichlorohydryna, Etylobenzen, Etylenu tlenek, Fenol, Ftalan dibutyłu, Formaldehyd, Ksyleny, PCB (polichlorowane bifenyly), Styren, Substancje powierzchniowo czynne (anionowe), Tetrachloroetan, Tetrachloroeten, Toluen, Trichlorobenzen, Trichloroeten, Trichloroetan, ΣTHM – trihalometany (Suma THM - chloroform, bromoform, bromodichlorometan, dibromochlorometan), CHZT (met. z KMnO_4), Suma wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych o właściwościach rakotwórczych: benzo(b) fluoranten; benzo(k) fluoranten; benzo(ghi) perylen; indeno(1,2,3 cd.) piren; Winyłu chlorek, Pestycydy - insektycydy, herbicydy, fungicydy, akarycydy, algicydy, nematocydy, rodentycydy, ślimycydy, pokrewne produkty (między innymi regulatory wzrostu i ich produkty metabolizmu, degradacji i reakcji. Oznaczać należy tylko te pestycydy, których występowanie jako zanieczyszczenia jest prawdopodobne. Wartość parametryczna odnosi się do każdego pestycydu indywidualnie, z wyjątkiem aldriny/dieldryny i epoksydu heptachloru, dla których wartość parametryczna wynosi $0,03 \mu\text{g}/\text{dm}^3$). Suma pestycydów (Suma wszystkich wartości parametrycznych oznaczonych pestycydów).

3

3

Źródła substancji organicznych w wodzie

•Substancje naturalne (związki organiczne powstające w zbiornikach wodnych)

•Ścieki przemysłowe i miejskie

•Splywy powierzchniowe

•Opady atmosferyczne

•Związki organiczne powstające przy uzdatnianiu wody i oczyszczaniu ścieków

4

4

W wodach powierzchniowych występują różnorodne związki organiczne. Między innymi są to węglowodany, białka, aminokwasy, estry, tłuszcze, kwasy organiczne, detergenty, mydła, aldehydy, ketony, alkohole, węglowodory, fenole, substancje humusowe oraz wiele innych.

5

5

Substancje organiczne występujące w wodach można podzielić na grupy w zależności od budowy chemicznej:

Węglowodory

- alifatyczne węglowodory nasycone i nienasycone,

- węglowodory alicykliczne

- węglowodory aromatyczne

- wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne

•Związki halogenowane

- halogenowane związki alifatyczne

- halogenowane związki aromatyczne

- halogenowane etery

- inne związki halogenowane

6

6

•Kwasy karboksylowe i estry

- kwasy $R-COOH$
- estry kwasów karboksylowych $R'COOR''$

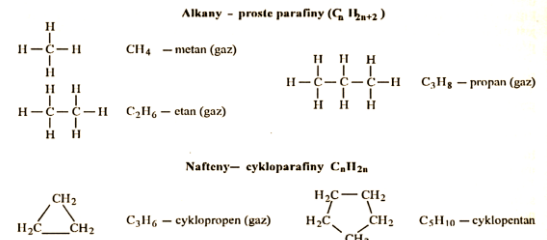
•Inne związki tlenowe

- ketony R^1-CO-R^2
- aldehydy $R-CHO$
- etery R^1-O-R^2
- Alkohole $R-OH$

7

Pochodne ropy naftowej

Ropa składa się z mieszaniny węglowodorów zawierających do 90 atomów węgla w cząsteczce.



8

Związki zawierające siarkę



Związki aromatyczne

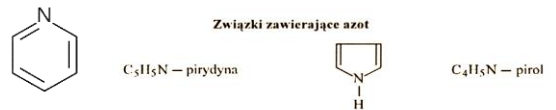


9

Związki zawierające tlen



Związki zawierające azot



10

Działanie:

- zmiany organoleptyczne wody
- wpływ na smak mięsa ryb
- ograniczenie dopływu światła
- zakłócenia wymiany gazów
- działanie toksyczne
- zalepianie ptasich piór

11

11



12

12

Pestycydy

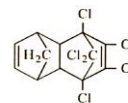
Naturalne lub syntetyczne substancje, które stosuje się do zwalczania różnego rodzaju szkodników, przede wszystkim w rolnictwie, higienie weterynaryjnej, a także w gospodarstwie domowym, higienie człowieka i ochronie zdrowia.

- herbicydy - chwasty
- fungicydy - grzyby
- insektycydy - owady
- rodentycydy - gryzonie
- algicydy - glony
- bakteriocydy - bakterie
- nematocydy - nicienie
- akarycydy - roztocza
- slimicydy –bakterie śluzowate

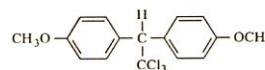
13

13

Aldryna (zawiera 95% HHDN), przy czym HHDN = 1,2,3,4,10,10 heksachloro-1,4,4a,5,8,8a heksahydroogczo-1,4-endo 5,8 dimetylnaftalen (C₁₂H₆Cl₆).



Metoksychlor (DMDT), 1,1,1-trichloro-2,2-bis(p-metoksyfenilo)-etan (C₁₆H₁₅O₂Cl₃).



14

14

Wśród pestycydów organicznych można wydzielić następujące najważniejsze ich grupy:
Związki chloroorganiczne, związki fosforoorganiczne, karbaminiany, pochodne kwasu fenoksyoctowego, pestycydy mocznikowe itp.

Działanie:

- odporność na biodegradację (DDT – DichloroDifenylotrchloroetan)
- Biokumulacja (biokoncentracja)
- Toksyczność danego związku i jego metabolitów



15

15

Substancje powierzchniowo czynne

Stosowane są jako środki piorące, emulgujące, pieniące, zwilżające, flotujące itp. Mają one właściwości gromadzenia się przy powierzchni cieczy i zmniejszają jej napięcie powierzchniowe.

SPC mogą zawierać:

- Sole sodowe lub potasowe wyższych kwasów tłuszczowych
- Tripolifosforan sodowy, pirofosforan sodowy
- Alkilobenzenosulfonian sodu (dodecylobenzenosulfonian sodu)
- Czwartorzędowe jony amonowe
- Polipeptydy
- Alkilofenole
- Itp.

16

16

Typ	Związek	Wzór
Sulfonowe węglowodory aromatyczne	ABS	C ₁₂ H ₂₅ SO ₃ ⁻ Na ⁺
Sulfonowe węglowodory alifatyczne	II rzędowy alkanosulfonian sodowy	C ₁₃ H ₂₇ SO ₃ ⁻ Na ⁺
Sulfonowana α-olefina	α-olefinosulfonian sodowy	C ₁₆ H ₃₃ SO ₃ ⁻ Na ⁺
Sulfonowane alkohole wielowodorotlenkowe	laurylosiarczan sodowy	C ₁₂ H ₂₅ O ₂ SO ₃ ⁻ Na ⁺
Sulfonowane kwasy tłuszczowe	Sulfonowany olej palmowy	C ₁₆ H ₃₃ CH ₂ COOCH ₃ SO ₃ ⁻ Na ⁺
Sulfonowany ester malcinowy	hursztynian laurylo-sulfonowy	ROOC – CH ₂ – CH ₂ – COOR SO ₃ ⁻ Na ⁺

17

17

Działanie:

- Powodują wytwarzanie piany
- Zmniejszają dyfuzję tlenu atmosferycznego
- Emulgują zanieczyszczenia olejowe
- Wzrost eutrofizacji (fosfor)
- Toksyczne w stosunku do organizmów wodnych
- Odporność na biodegradację (twarde i miękkie SPC)

18

18

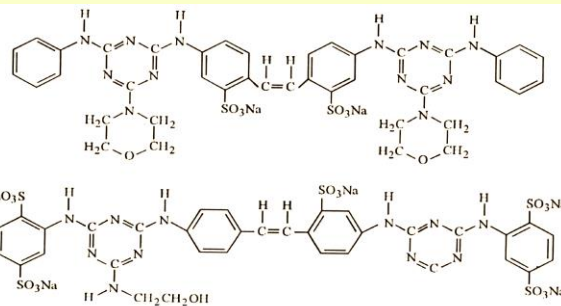
Rozjaśniacze fluorescencyjne

Są stosowane do „poprawiania” barwy tekstyliów, papieru, tworzyw sztucznych i innych materiałów. Dodaje się je do środków piorących. Ich rozjaśniający efekt polega na pochłanianiu promieniowania w nadfiolecie i emisji światła niebieskobiałego.

Istnieje ok. 200 różnych związków aromatycznych i heterocyklicznych działających jako RF – w praktyce stosowanych jest kilkanaście (produkty sprzęgania kwasu sulfo-aminostilbenowego i pochodnych chlorku cyjanuru)

19

19



20

20

Działanie:

- Nie wykazują dużej toksyczności
- Mają różne stopnie podatności na biodegradację

21

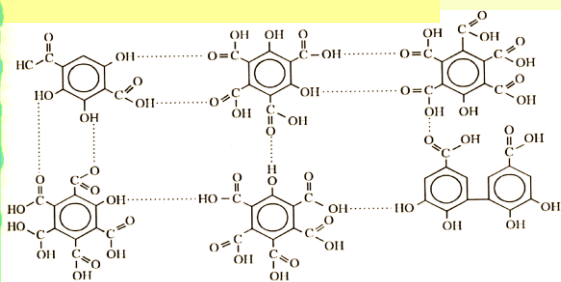
21

Substancje humusowe

Przemiany związków organicznych zawartych w szczątkach roślinnych i zwierzęcych prowadzą do powstania związków wielkocząsteczkowych o charakterze kwasów organicznych. Proces taki nazywa się humifikacją, a powstałe substancje w różnym stopniu rozkładu – humusem. Występują w dużych ilościach w osadach dennych.

22

22



23

23

Działanie:

- Zwiększają rozpuszczalność związków organicznych
- Ich sole sodowe działają jak SPC
- Bardzo trudno ulegają rozkładowi
- Są prekursorami trihalometanów
- Powodują zabarwienie wody
- Nadają wodzie niepożądany smak
- Tworzą kompleksy z metalami
- Adsorbują związki organiczne

24

24

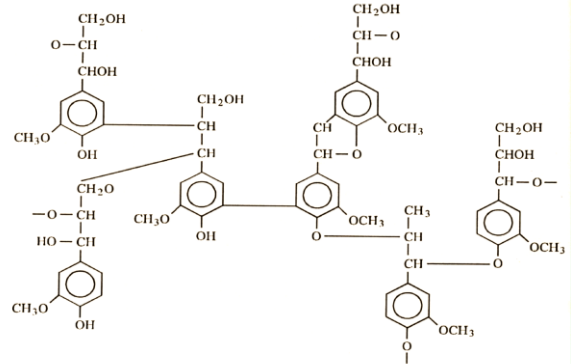
Lignino-sulfoniany i taniny

Ligniny są istotnym składnikiem tkanki roślin (w drewnie 20-30%). Produkcja celulozy polega na oddzieleniu celulozy od lignin. Sulfo-ligniny stanowią główny składnik ścieków z przemysłu celulozowo-papierniczego.

Taniny są produktem rozkładu roślin. Występują także w ściekach z przemysłu obróbki drewna i garbarskiego.

25

25



26

Halogenowane węglowodory alifatyczne

Są produktami reakcji halogenów (Cl, Br) z węglowodorami. Halogenowane węglowodory i ich pochodne są stosowane w przemyśle i ze ściekami mogą być odprowadzane do wód powierzchniowych, mogą powstawać także podczas chlorowania wody i ścieków.

Największe znaczenie mają trichalometany - THM (CHCl_3 , CHCl_2Br , CHClBr_2 , CHBr_3).

Poza trichalometanami w wodach mogą występować inne węglowodory halogenowane (rozpuszczalniki, półprodukty wielu reakcji chemicznych).

27

27

Związek	Wzór chemiczny	Masa cząsteczkowa	Chloru % wag.	Bromu % wag.	Temperatura wrzenia °C	Rozpuszczalność w wodzie w 20°C mg/dm ³
Chlorek metylu	CH_3Cl	50	70	—	-24	7 250
Chlorek metylenu	CH_2Cl_2	85	84	—	40	13 200
Chloroform	CHCl_3	119	88	—	62	8 200
Tetrachlorek węgla	CCl_4	154	92	—	77	785
Bromek metylu	CH_3Br	95	—	84	5	1 420
Chlorek winylu	CH_2CHCl	63	56	—	-14	60
Chlorek winylidenu	CH_2CCl_2	97	73	—	32	400
Dichloroetylen	CHCl-CHCl	97	73	—	60	—
Trichloroetylen	CHClCCl_2	131	81	—	87	1 100
Tetrachloroetylen	$\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_4$	166	86	—	121	150

28

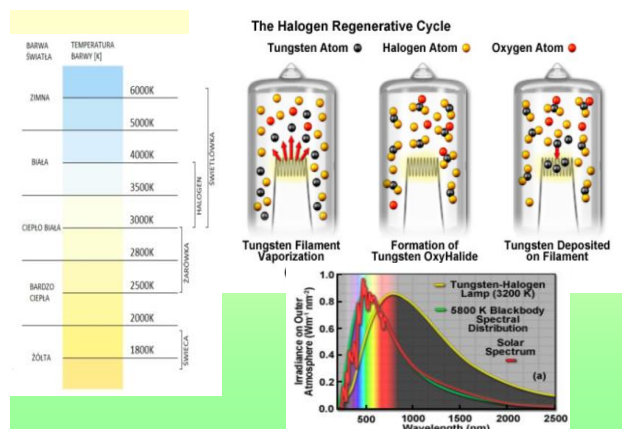
28

Działanie:

- Trudno rozkładalne
- Silnie toksyczne
- Rakotwórcze
- Lotne

29

29



30

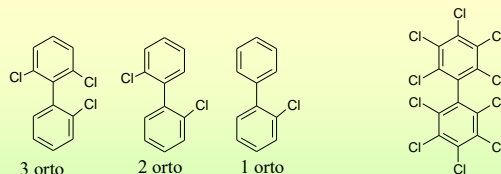
Chlorowane związki aromatyczne

Spośród bardzo dużej liczby chlorowanych związków organicznych najdokładniej zostały zbadane polichlorowane bi- i terfenyle.

Polichlorowane bifenyle (PCB) są stosowane przy produkcji transformatorów, tworzyw sztucznych, plastyfikatorów, kalki maszynowej, smarów itp. Szacuje się, że na świecie wyprodukowano ok. 1 mln ton PCB, z czego 40% odprowadzono do środowiska.

31

31



Działanie:

- Szkodliwe dla środowiska wodnego
- Duża trwałość
- Zdolność do kumulowania w łańcuchu pokarmowym
- Wykazują znaczną toksyczność chroniczną

32

32

Dioksyny

Nazwa dioksyny obejmuje 75 różnych polichlorowanych di-benzeno-o-dioksyn (PCDD).

Dioksyny dostają się do wód powierzchniowych ze ściekami z przemysłu: przerobu drewna, środków ochrony roślin, celulozowego, garbarskiego, chemicznego.

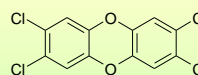
PCDD mogą przechodzić do środowiska przy spalaniu węgla, odpadów i chlorowanych pestycydów.

33

33

Najbardziej toksyczną dioksyną jest

2,3,7,8-TCDD



Działanie:

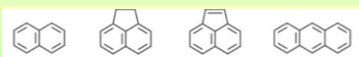
- Silnie toksyczne dla ssaków
- Wykazują toksyczność ostrą i chroniczną
- Działanie rakotwórcze (wojna wietnamska – pomarańczowa substancja)
- Wysoki (10 000) współczynnik biokumulacji

34

34

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA, PAH *polynuclear aromatic hydrocarbons*) są to związki zawierające w cząsteczce kilka pierścieni aromatycznych.

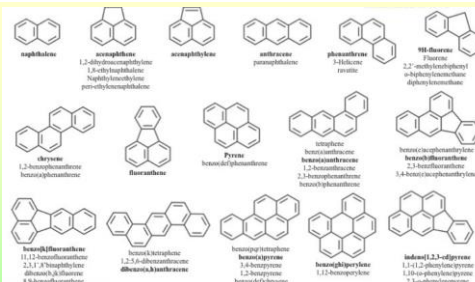


Powstają one podczas przeróbki paliw, głównie węgla i ropy naftowej.

Istotnym źródłem WWA jest spływ powierzchniowy z dróg, gdzie substancje te pochodzą ze ścierania się nawierzchni asfaltowej, opon samochodowych, a także emisji spalin.

35

35



Congener	TEF	Congener	TEF
Benzo[a]pyrene	1	Anthracene	0.01
Dibenz[a,h]anthracene	1	Naphthalene	0.001
Benzo[b]fluoranthene	0.1	Acenaphthylene	0.001
Benzo[e]fluoranthene	0.1	Acenaphthene	0.001
Benzo[k]fluoranthene	0.1	Fluorene	0.001
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	0.1	Phenanthrene	0.001
Chrysene	0.01	Fluoranthene	0.001
Benzo[ghi]perylene	0.01	Pyrene	0.001

36

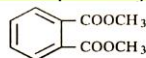
Działanie:

- Są szkodliwe dla organizmów żywych
- Mają działanie rakotwórcze

37

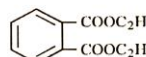
Ftalany

Ftalany są stosowane głównie jako plastyfikatory przy produkcji tworzyw sztucznych.



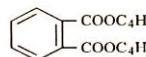
DMP (ftalan dimetylu)

temp. topnienia 0 - 2°C
temp. wrzenia 232°C
rozpuszczalność w wodzie
0,4 g/100 g w 25°C



DEP (ftalan dietylu)

temp. topnienia - 40,5°C
temp. wrzenia 290°C
rozpuszczalność w wodzie
0,15 g/100 g w 18°C



DBP (ftalan dibutyli)

temp. topnienia - 35°C
temp. wrzenia 340°C
rozpuszczalność w wodzie
0,04 g/100 g w 25°C

38

Działanie:

- Powolny rozkład w środowisku wodnym
- Biokumulują się (współczynnik biokumulacji 100 - 3500)

39

Fenole



Fenol



2-krezol



3-krezol



butylofenol



pirokatechina



rezorcyna



hydrochinon

40

Fenole należą do bardzo ważnych i często stosowanych substancji w przemyśle chemicznym.

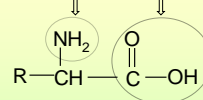
Do wód powierzchniowych odprowadzane są najczęściej fenol i krezole.

Działanie:

- Substancje toksyczne
- Bakteriobójcze
- Nadają wodzie i mięsu ryb nieprzyjemny zapach i smak
- Łatwo przechodzą w chlorofenole o 100-1000 razy intensywniejszym niż fenol zapachu

41

Aminokwasy



Są one podstawowym składnikiem białka.

Głównym źródłem aminokwasów w wodach są wydzieliny żywych organizmów, mogą też być odprowadzane do wód ze ściekami miejskimi i przemysłowymi.

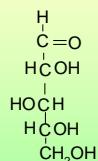
42

41

42

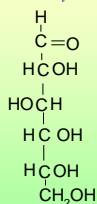
Węglowodany

Monosacharydy cukry proste
Aldehydy lub ketony wielowodorotlenowe



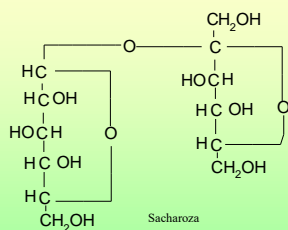
Ksyloza

Heksozy



Glukoza

Disacharydy - dwucukry



Sacharoza

Poliacharydy – wielocukry – skondensowane monosacharydy połączone przez atomy tlenu wiązaniami typu glikozydowego (skrobia, celuloza, hemiceluloza, glikogen)

43

43

Węglowodany występują w ściekach wielu przemysłów, np. drzewnego, papierniczego, celulozowego, tekstylnego i spożywczego, stanowiąc duże zagrożenie dla wód powierzchniowych.

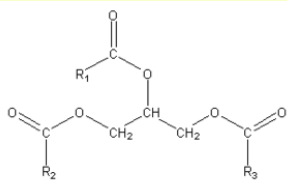
W wodach łatwo i szybko rozkładają się biochemicznie zużywając znaczne ilości tlenu, co może doprowadzić do odtlenienia wody. Takie zjawisko deficytu tlenu obserwuje się w rzekach, do których doprowadzono nie oczyszczone ścieki np. z cukrowni, krochmalni, drożdżowni.

Węglowodany są również syntezowane przez organizmy żyjące w wodach.

44

44

Tłuszcze



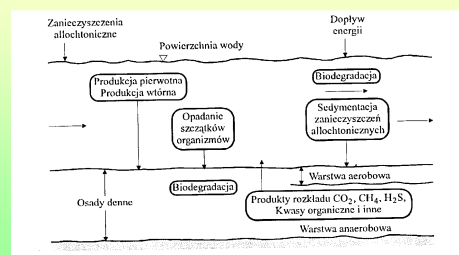
Tłuszcze są to mieszaniny estrów trójwodorotlenowych alkoholu (gliceryny) i kwasów organicznych. Tłuszcze zwierzęce są glicerydami wyższych nasyconych kwasów, głównie o cząsteczkach zawierających 16 i 18 atomów węgla. Oleje roślinne są glicerydami kwasów nienasyconych.

Tłuszcze i oleje są szkodliwe dla środowiska wodnego, ponieważ tworzą warstwę na powierzchni wody. Mogą być także absorbowane przez organizmy wodne i odkładać się w osadach dennych.

45

45

Rozkład związków organicznych w rzecze



46

46

Wskaźniki zanieczyszczeń organicznych

- AOX** - adsorbujące się organiczne halogeny
- BZT** - biochemiczne zapotrzebowanie tlenu
- ChZT** - chemiczne zapotrzebowanie tlenu
- ClZO** - chlorowane związki organiczne
- EWA** - ekstrakt węglowo-alkoholowy
- EWCh** - ekstrakt węglowo-chloroformowy
- LClZO** - lotne chlorowane związki organiczne
- LZO** - lotne związki organiczne
- OWO** - ogólny węgiel organiczny

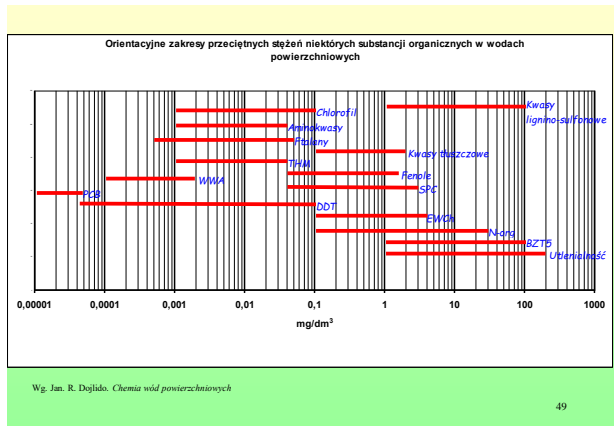
47

47

- PCB** - polichlorowane bifenyle
- SPC** - substancje powierzchniowo czynne (Anionowe, Kationowe lub Niejonowe)
- THM** - trihalometany
- WWA** - wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne
- Absorbancja w ultrafiolecie** ($\lambda=240, 254, 365 \text{ nm}$)

48

48



49

Metody oznaczania zanieczyszczeń organicznych

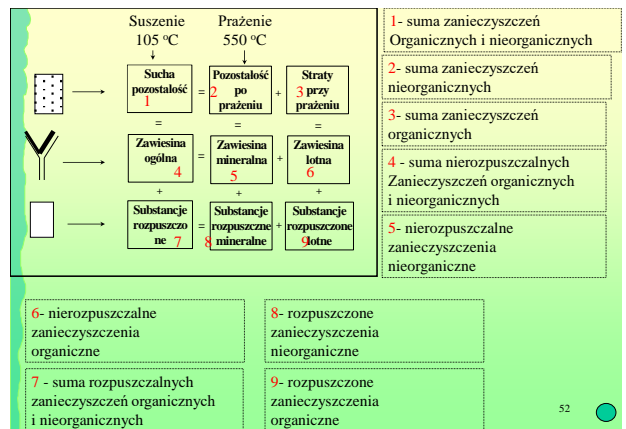
Pozostałość po prażeniu

Próbkę wody odparowuje się do sucha i następnie wypraża w temperaturze 550 °C. Związki organiczne spalają się, co powoduje ubytek masy. W czasie prażenia podlegają rozkładowi lub utleniają się także niektóre związki nieorganiczne w związku z czym jest to tylko przybliżona metoda oznaczania sumarycznej ilości związków organicznych.

50



51



52

Biochemiczne zapotrzebowanie tlenu – BZT (BOD – Biological Oxygen Demand)

Związki organiczne w warunkach tlenowych w obecności substancji pokarmowych i przy udziale mikroorganizmów rozkładają się biochemicznie. Ostatecznym produktem rozkładu są związki nieorganiczne. Miarą zawartości związków organicznych jest zużycie tlenu. Zwykle mierzy się BZT₅, tj. zużycie tlenu przez okres 5 dób w temperaturze 20 °C. Metoda pozwala określić zawartość związków łatwo rozkładalnych. Pomiar BZT₅ jest przybliżoną metodą oznaczania związków organicznych.

53

BZT₅ dla czystych wód wynosi zwykle kilka mgO₂/dm³, dla wód zanieczyszczonych – kilkadziesiąt mgO₂/dm³, a dla ścieków przyjmuje wartości rzędu kilkuset mgO₂/dm³ i więcej.

54

Chemiczne zapotrzebowanie tlenu – ChZT (Chemical Oxygen Demand - COD)

Związki organiczne utlenia się w standardowych warunkach za pomocą silnych utleniaczy np. nadmanganianu (utlenialność – ChZT_{Mn}) lub dwuchromianu potasu (ChZT_{Cr}). Wyniki podaje się w ilości zużytego tlenu. Jest to również oznaczenie przybliżone, ponieważ nie obejmuje wszystkich związków organicznych, a tylko te, które utleniają się w danych warunkach. ChZT wykazuje na ogół wyższe wartości niż BZT₅.

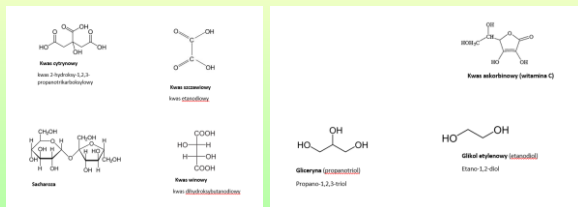
55

55

	Wody czyste	Wody zanieczyszczone	Ścieki
ChZT_{Mn} mgO_2/dm^3	kilka - kilkanaście	kilkadziesiąt	kilkaset
ChZT_{Cr} mgO_2/dm^3	kilka - kilkadziesiąt	do ~300	kilkaset – kilka tysięcy

56

56



57

57

Parametr	Substancja nr →	
	1	2
Badana substancja - nazwa		
Wzór sumaryczny badanej substancji		
Zapis reakcji pełnego spalania badanej substancji		
Obliczone teoretyczne zapotrzebowanie tlenu [mgO_2/g]		
Przyjęta wartość ChZT do ustalenia stężenia r-ni badanej substancji [mgO_2/dm^3]		
Założone stężenie roztworu badanej substancji [g/dm^3]		
Objętość kolby jednomiarowej do przygotowania roztworu [ml]		
Obliczona naważka substancji do przygotowania roztworu [g]		
Odważona naważka substancji do przygotowania roztworu [g]		

58

58

Chemia Środowiska

Chemiczne zapotrzebowanie tlenu – wykonanie oznaczeń.

Przebieg oznaczenia ChZT_{Cr} :

- odmierzyć 10 ml badanej próbki do próbki mineralizatora
- dodać 5 ml 0,04 mol/l $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ z siarczanem(VI) rtęci(II)
- wrzucić kilka kawałeczków porcelany i dobrze wymieszać
- powoli dodać 15 ml roztworu siarczanu(VI) srebra w stężonym kwasie siarkowym i natychmiast palnąć próbkę z chłodziłą wodną
- ogrzewać próbkę do wrzenia w mineralizatorze, utrzymać w stanie wrzenia dokładnie 10 minut (ze względu na czas trwania zajęć czas wrzenia skrócony zostaje ze 110 minut na 10 minut)
- próbki z mineralizatora umieścić w stojaku na ok. 10 minut
- następnie ostudzić zawartość w strumieniu wodnym
- przenieść ilościowo próbkę do kolby stożkowej za pomocą 50 ml wody destylowanej w następujący sposób: przepłukując chłodziwą dwoma porcjami ok. 10 ml wody, resztę wody w trzech porcjach wykorzystując do przepłukania próbki mineralizatora i przeniesienia całej jej zawartości do kolby stożkowej
- dodać 1-2 krople ferroiny
- miareczkować tytrantem – 0,12 mol/l soli Mohra, do zmiany zabarwienia na kolor brązowo-brzowy

Przebieg oznaczenia próbki kontrolnej:

- odmierzyć 10 ml wody destylowanej do próbki mineralizatora
- dalej postępować w taki sam sposób jak z próbka badana (różnica pomiędzy próbka badana polega na tym, że próbka kontrolna zamiast badanej roztworu zawiera tę samą ilość wody destylowanej)

Przebieg oznaczenia stężenie soli Mohra:

- odmierzyć 10 ml roztworu dichromianu(VI) potasu z siarczanem(VI) rtęci(II) do kolby Erlenmeyera
- dodać około 90 ml roztworu kwasu siarkowego (4 mol/l)
- dodać 2-3 krople ferroiny
- miareczkować roztworem soli Mohra (siarczan(VI) amoni i żelaz(II)) – 0,12 mol/l do zmiany zabarwienia na kolor brązowo-brzowy

Tabela 1. Wyniki oznaczeń ChZT_{Cr} badanych próbek.

Parametr	Substancja (nazwa) →	
	1	2
Objętość próbki [ml]		
Objętość dobowego czu dwuchromianu potasu [ml]		
Objętość dobowego czu dwuchromianu potasu [ml (ml)]		
Objętość odczyni - czu soli Mohra [ml]		

Tabela 2. Wyniki oznaczeń próbki kontrolnej i odczyni z czu soli Mohra.

Parametr	Próbka kontrolna	Odczyni odczyni roztworu soli Mohra	
		1	2
Objętość wody [ml]			
Objętość dobowego czu dwuchromianu potasu [ml]			
Objętość dobowego czu dwuchromianu potasu [ml (ml)]			
Objętość odczyni - czu soli Mohra [ml]			

59

59

60

60

Tabela 4. Wyniki obliczeń wartości ChZT.

Parametr	Substancja (nazwa) →	1.	2.
Stężenie soli Mohra [val/dm ³]			
Średnia zużyta objętość soli Mohra [ml]			
Zużycie tlenu w próbce kontrolnej [mg]			
Ilość tlenu zużyta do utleniania zanieczyszczeń zawartych w badanej próbce (zanieczyszczenia próbki + odczynników) [mg]			
Ilość tlenu zużyta do utleniania zanieczyszczeń zawartych w badanej próbce [mg]			
Zmierzona wartość ChZT _C badanych próbek [mg O ₂ /dm ³]			
Teoretyczna wartość ChZT _C badanych próbek [mg O ₂ /dm ³]			
Różnica pomiędzy teoretyczną, a zmierzoną wartością ChZT [%]			

Wnioski: zgodności/niezgodności obliczonych/szacowanych i zmierzonych wartości zapotrzebowania tlenu

61

61

Ogólny Węgiel Organiczny –WO (Total Organic Carbon - TOC)

Substancje organiczne utlenia się w temperaturze ok. 950 °C i w obecności katalizatora do dwutlenku węgla. Wydzielony CO₂ oznacza się spektrofotometrycznie w podczerwieni. Metoda pozwala na oznaczenie całkowitej zawartości węgla organicznego, a więc pośrednio na pełne oznaczenie zawartości związków organicznych. Wyniki podaje się w mgC/dm³.

62

62

W wodach powierzchniowych zawartość OWO (ogólnego węgla organicznego - TOC) może wahać się od 0,05 – ok.100 mgC/dm³.

63

63

Pomiar absorbancji w ultrafiolecie

Po usunięciu zawiesin mierzy się absorbancję próbki wody przy długości fali 254 nm. Wyniki przedstawia się jako wartość absorbancji z zaznaczeniem długości fali. Jest to metoda niespecyficzna, określająca część związków organicznych. Nadaje się do kontroli jakości wody pobieranej w określonym, stałym punkcie.

64

64

Pomiar indywidualnych związków organicznych

Istotne znaczenie w wodach powierzchniowych ma kilkaset związków organicznych, które występują w stężeniach wykrywalnych i znaczących z punktu widzenia ekologicznego i sanitarnego. Najczęściej stosowane do oznaczania indywidualnych związków organicznych są: chromatografia gazowa (GC), wysokosprawna chromatografia ciekłowa (HPLC), spektrometria masowa (MS) i metody spektrofotometryczne.

65

65