

Związki organiczne

W związkach organicznych podstawowym pierwiastkiem jest węgiel.

Roczna produkcja związków organicznych? Około kilkuset milionów ton? (np. SPC ok. 3 mln ton, tworzywa sztuczne 300 mln. ton,)

Znaczna część całkowitej ich produkcji przechodzi do środowiska.

Czerwiec 2023 – ponad 204 miliony organicznych i nieorganicznych substancji
Czerwiec 2022 – ponad 193; Maj 2021 – ponad 182 mln. (Czerwiec 2020 – 161 mln.)
Zarejestrowanych w bazie CAS, na dzień 30.05.2017:

1 3 0 . 1 1 3 . 4 0 2
ORGANIC AND INORGANIC
SUBSTANCES
TO DATE
(09.06.2015: 98 951 937)
(25.10.2012: 69 125 327)



Chemical Abstracts Service – największa na świecie chemiczna baza danych, będąca własnością American Chemical Society. CAS to także nazwa instytucji zajmującej się tworzeniem tej bazy danych.

<https://www.cas.org/about-us/contact>

1

1

Substancje organiczne, wymieniane w aktach prawnych 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 tenek, Fenol, Ftalan dibutyłu, Formaldehyd, Ksylene, PCB (polichlorowane bifenyle), 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, ślimicydy, 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 aldrinu/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).

2

2

Źródła substancji organicznych środowisku

- Substancje i procesy naturalne
- Ścieki przemysłowe i miejskie
- Spływy powierzchniowe
- Opady atmosferyczne
- Związki organiczne powstające przy uzdatnianiu wody i oczyszczaniu ścieków
- Związki organiczne powstające w zbiornikach wodnych
- Emisje do powietrza (spaliny, zakłady syntezy organicznej)



3

3

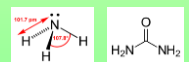
Związki organiczne



Związki chemiczne, w skład których wchodzi głównie węgiel. Mogą zawierać także wszystkie pozostałe pierwiastki, ale najczęściej zawierają również wodór, tlen, azot a także siarkę, fosfor oraz fluorowce.

Pierwotnie zaliczano do nich te związki, które występowały tylko w organizmach żywych, jednak wraz z rozwojem chemii organicznej okazało się, że można je otrzymać wychodząc z nieorganicznych substratów

Synteza Wöhlera (rok 1828) – konwersja amoniaku do mocznika



4

4

NAZWA KLASY	WZOR OGÓLNY
Układy macierzyste:	
Węglowodory alifatyczne	R-H
Węglowodory aromatyczne	Ar-H
Związki heterocykliczne	Het-H
Pochodne:	
Bromki	R-Br
Jodki	R-J
Chlorki	R-Cl
Fluorki	R-F
Alkohole	R-OH
Fenole	Ar-OH
Etery	R ¹ -O-R ²
Aldehydy	R-CHO
Ketony	R ¹ -CO-R ²
Kwasy karboksylowe	R-COOH
Estry kwasów karboksylowych	R ¹ COOR ²

Halogeny:



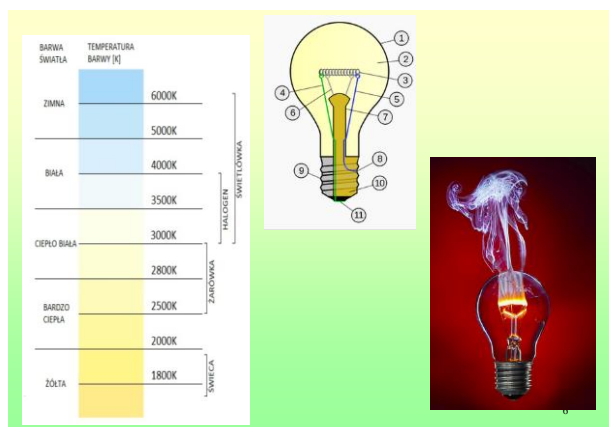
Fluorowce - Fluor, Chlor, Brom, Jod (Astat, Ununseptium)

Międzynarodowa Unia Chemii Czystej i Stosowanej (IUPAC) niedawno potwierdziła nazwę Tennesse dla pierwiastka 117. Odkryto go w 2010 r., ale oficjalnie potwierdzono jego istnienie dopiero 5 lat później. Nowy pierwiastek chemiczny ma skrót Ts.

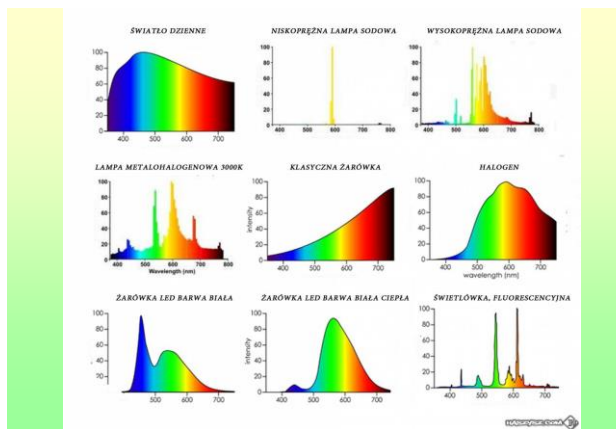
Tennessee swoją nazwę odziedziczył po amerykańskim stanie Tennessee, w którym znajduje się Oak Ridge National Laboratory (ORNL), gdzie dokonano jego odkrycia. Tennesse jest syntetycznym pierwiastkiem chemicznym, transuranowcem o liczbie atomowej 117. Do tej pory stosowano nazwę systematyczną pierwiastka - ununseptium.

5

5



6



7

Halogeny

ZARÓWKĄ **ZARÓWKĄ HALOGENOWĄ**

Wewnątrz szklanej bańki znajduje się wolframowa spiralna, która po włączeniu światła rozgrzewa się do temperatury 2500 °C.

Halogeny tworzą z żarzącą się spiralą z wolframu związek, który po wyłączeniu światła rozpręża się i osadza na wewnętrznej powierzchni bańki.

Zarzynki halogenowe świecą dłużej, gdyż opóźnia czas obrotowego powrotu się do nich niewielkie ilości halogeny (głównie jodu).

The Halogen Regenerative Cycle

Tungsten Atom ● Halogen Atom ● Oxygen Atom ●

Tungsten Filament Vaporization (a) Formation of Tungsten Oxide (b) Tungsten Deposited on Filament (c)

Figure 1

8

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{Br})\text{CH}_3$ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{Cl})\text{CH}(\text{Br})\text{CH}_3$
 2-bromobutan 3-bromo-1-chloropentan

$\text{CH}_3\text{CH}(\text{Br})\text{CH}(\text{Br})\text{CH}_3$ $\text{CH}_3\text{C}(\text{I})\text{C}(\text{I})\text{CH}_2\text{CH}_3$
 2,3-dibromobutan 1,2-dijodobutan

$\text{Cl}-\text{C}-\text{H}$
 |
 Cl
 chloroform

Freony – chloro-fluoro-węglowodory

CFC – chlorofluorocarbon
 HFC – hydrofluorocarbon
 HCFC – hydrochlorofluorocarbon

9

Oznaczenia	Nazwa angielska	Nazwa polska
R-11	CFC-11	trichlorofluoromethane / trichlorofluorometan
R-12	CFC-12	dichlorodifluoromethane / dichlorodifluorometan
R-13	CFC-13	chlorotrifluoromethane / chlorotrifluorometan
R-22	HCFC-22	chlorodifluoromethane / chlorodifluorometan
R-23	HFC-23	trifluoromethane / trifluorometan
R-113	CFC-113	trichlorotrifluoroethane / trichlorotrifluoroetan
R-114	CFC-114	1,2-Dichloro-1,1,2,2-tetrafluoroethane / 1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoroetan
R-115	CFC-115	1-Chloro-1,1,2,2,2-pentafluoroethane / 1-chloro-1,1,2,2,2-pentafluoroetan
R-116	CFC-116	hexafluoroethane / heksafluoroetan
R-134a	HFC-134a	1,1,1,2-tetrafluoroethane / 1,1,1,2-tetrafluoroetan
R-227ea	HFC-227ea	1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropane / heptafluoropropan

Ze względu na praktycznych freony oznacza się kodem liczbowym. Pierwsza cyfra oznacza liczbę atomów węgla w cząsteczce, pomniejszona o jeden, natomiast druga cyfra oznacza liczbę atomów wodoru powiększoną o jeden. Trzecia cyfra odpowiada liczbie atomów fluoru. Jeżeli freon zawiera jeden atom węgla, to pierwsza cyfra w oznaczeniu jest pomijana (1-1=0).

CCl_4 symbol: R10
 CClF_3 symbol: R13
 CHCl_2F symbol: R21

(liczba po R+90 = C-H-F)

10

Wzory szkieletowe

heks-4-en-1-yn

7(1,1 difluoroetylo)-4,4-dietylodekane

11

Wzory konstytucyjne

$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$: etanol lub eter dimetylowy;
 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$: kwas octowy, mrówczan metylu, 2-hydroksyetalol

Wzory strukturalne

kwas octowy mrówczan metylu 2-hydroksyetalol

Wzory strukturalne grupowe

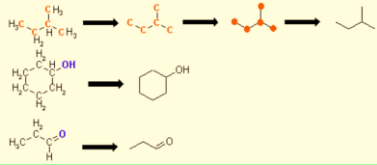
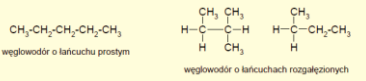
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$

12

Substancje organiczne – podział i nazewnictwo:

•Węglowodory

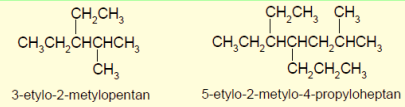
–alifatyczne węglowodory nasycone i nienasycone,



13

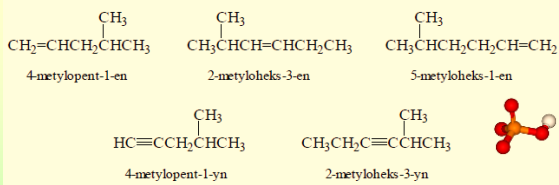
13

Liczba atomów C	Nazwa alkanu	Liczba atomów C	Nazwa alkanu
1	metan	11	undekan
2	etan	12	dodekan
3	propan	13	tridekan
4	butan	14	tetradekan
5	pentan	15	pentadekan
6	heksan	16	heksadekan
7	heptan	17	heptadekan
8	oktan	18	oktadekan
9	nonan	19	nonadekan
10	dekan	20	ejkozan



14

14

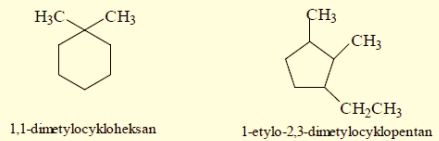
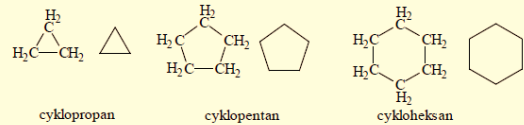


Liczba	Mnożnik	Liczba	Mnożnik
1	mono, hen (w złożeniach)	7	hepta
2	di, do (w złożeniach)	8	okta
3	tri	9	nona
4	tetra	10	deka
5	penta	11	undeka
6	heksa	20	ikoza

15

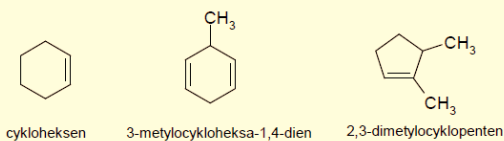
15

Węglowodory cykliczne



16

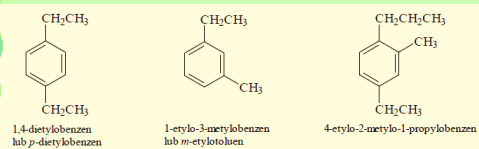
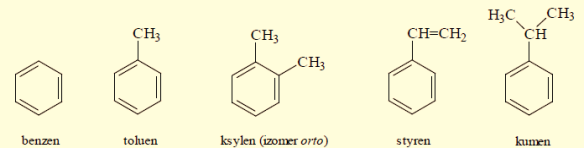
16



17

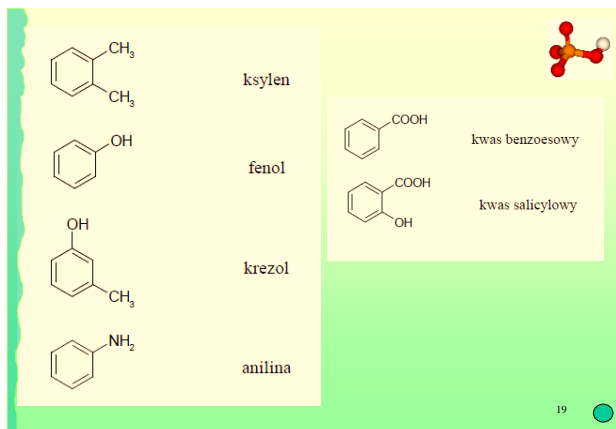
17

Węglowodory aromatyczne (Areny)

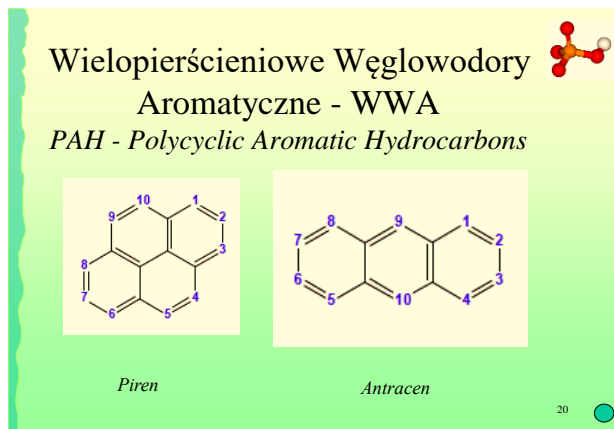


18

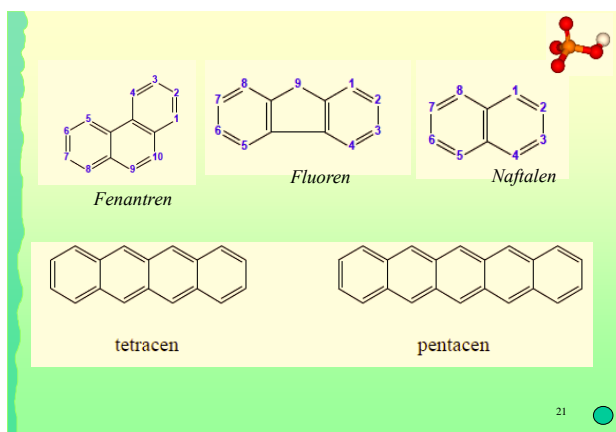
18



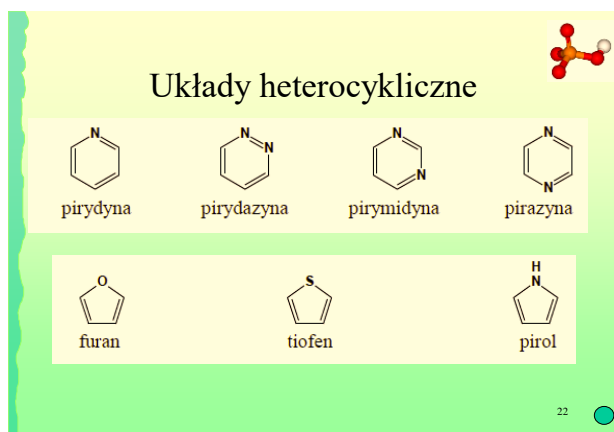
19



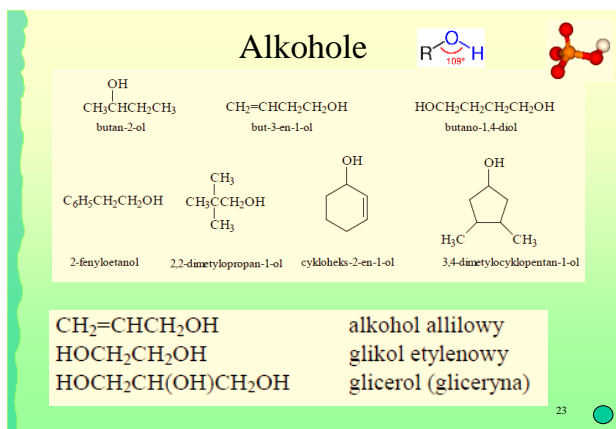
20



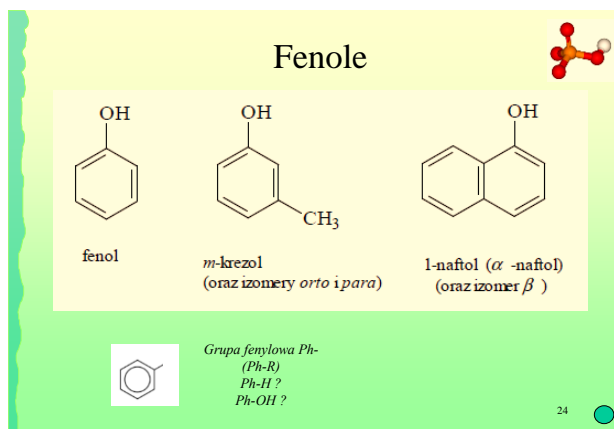
21



22




23




24

Etery


$\text{R}-\text{O}-\text{R}'$



$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$	eter dietylowy
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3$	eter metylopropiowy
$\text{C}_6\text{H}_5\text{OCH}_2\text{CH}_3$	eter etylofenylowy
$\text{C}_6\text{H}_5\text{OC}_6\text{H}_5$	eter difenylowy



furan




1,4-dioksan

Chlorowane dibenzooksyny i dibenzofurany

25

Aldehydy

$\text{R}-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$




$\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$ metanal	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$ etanal	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$ butanal
$\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$ pent-4-enal	$\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$ pentanodial	

26

25

26

HCHO	a) aldehyd mrówkowy b) formaldehyd
CH_3CHO	a) aldehyd octowy b) acetaldehyd
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$	a) aldehyd propionowy b) propionaldehyd
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$	a) aldehyd masłowy b) butyraldehyd
$(\text{CH}_3)_2\text{CHCHO}$	a) aldehyd izomasłowy b) izobutyraldehyd
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$	a) aldehyd benzoesowy b) benzaldehyd
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CHCHO}$	a) aldehyd cynamonowy




27

27

Ketony

$\text{R}_1-\text{C}(=\text{O})-\text{R}_2$




$\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$ butan-2-on	$\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2\text{CH}_3$ pantan-3-on										
$\text{CH}_2=\text{CHCH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$ pent-4-en-2-on	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">CH_3COCH_3</td> <td style="padding: 5px;">aceton</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">$\text{C}_6\text{H}_5\text{COCH}_3$</td> <td style="padding: 5px;">acetofenon</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">$\text{C}_6\text{H}_5\text{COC}_6\text{H}_5$</td> <td style="padding: 5px;">benzofenon</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">$\text{C}_6\text{H}_5\text{COCH}_2\text{CH}_3$</td> <td style="padding: 5px;">propiofenon</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CHCOC}_6\text{H}_5$</td> <td style="padding: 5px;">chalkon</td> </tr> </table>	CH_3COCH_3	aceton	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COCH}_3$	acetofenon	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COC}_6\text{H}_5$	benzofenon	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COCH}_2\text{CH}_3$	propiofenon	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CHCOC}_6\text{H}_5$	chalkon
CH_3COCH_3	aceton										
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COCH}_3$	acetofenon										
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COC}_6\text{H}_5$	benzofenon										
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COCH}_2\text{CH}_3$	propiofenon										
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CHCOC}_6\text{H}_5$	chalkon										

28

28

Kwasy karboksylowe

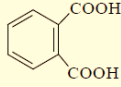
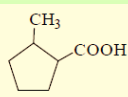
$\text{R}-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$



HCOOH	kwas mrówkowy
CH_3COOH	kwas octowy
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$	kwas propionowy
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	kwas masłowy
$(\text{CH}_3)_2\text{CHCOOH}$	kwas izomasłowy
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	kwas benzoesowy
$\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$	kwas akrylowy
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CHCOOH}$	kwas cynamonowy
$\text{HOOC}-\text{COOH}$	kwas szczawiowy
$\text{HOOCCH}_2\text{COOH}$	kwas malonowy
$\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	kwas bursztynowy

29

29


 kwas ftalowy	$\text{HOOC}-\text{C}(\text{H})=\text{C}(\text{H})-\text{COOH}$ kwas maleinowy	$\text{H}-\text{C}(\text{H})=\text{C}(\text{H})-\text{COOH}$ kwas fumarowy
$\text{CH}_3\text{CH}(\text{COOH})\text{CH}_2\text{CH}(\text{COOH})\text{CH}_3$ kwas heksano-2,3,5-trikarboksylowy	 kwas 2-metylocyklopentanokarboksylowy	

30

30

Estry

$$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OR}'$$



<p>HCOOC₂H₅ CH₃COOCH₃ CH₃CH₂COOC₂H₅ CH₃CH₂CH₂COOCH(CH₃)₂ CH₃CH₂CH₂CH₂COOCH₂CH₂CH₃ C₆H₅COOC₆H₅ CH₂(COOC₂H₅)₂</p>	<p>mrówczan etylu (metanian etylu) octan metylu (etanian metylu) propionian etylu (propanian etylu) maślan izopropylu (butanian 1-metyloetylu) walerianian propylu (pentanian propylu) benzoesan fenylu malonian dietylu</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Kwas malonowy (kwas propanodiowy), HOOC-CH₂-COOH

31

Węglowodany

Monosacharydy cukry proste
Aldehydy lub ketony wielowodorotlenowe

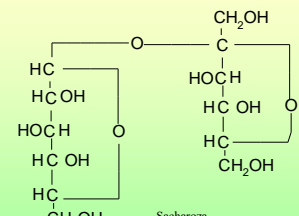
Ksyloza

$$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{HC OH} \\ | \\ \text{HOCH} \\ | \\ \text{HC OH} \\ | \\ \text{HC OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$$

Heksyzo

$$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{HC OH} \\ | \\ \text{HOCH} \\ | \\ \text{HC OH} \\ | \\ \text{HC OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$$

Disacharydy - dwucukry



Sacharoza

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

32

31

32

Węglowodany występują w ściekach wielu przemysłów, np. drzewnego, papierniczego, celulozowego, tekstylnego i spożywczego, stanowią 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.

33


33

Aminy

$$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{R}-\text{N}-\text{H} \\ | \\ \text{R} \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \text{R} \\ | \\ \text{R}-\text{N}-\text{H} \\ | \\ \text{R} \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \text{R} \\ | \\ \text{R}-\text{N}-\text{R} \\ | \\ \text{R} \end{array}$$

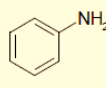


Aminy pierwszorzędowe	R-NH ₂
Aminy drugorzędowe	R ¹ NHR ²
Aminy trzeciorzędowe	R ¹ R ² R ³ N
Amidy pierwszorzędowe kwasów karboksylowych	RCONH ₂
Nitryle (cyjanki)	RCN
Związki nitrowe (nitrozwiązki)	RNO ₂

34


34

Aminy




Anilina
(fenyloamina, aminobenzen)


CH₃CH₂NH₂
etyloamina




Aminy pierwszorzędowe	R-NH ₂
Aminy drugorzędowe	R ¹ NHR ²
Aminy trzeciorzędowe	R ¹ R ² R ³ N




anilina



m-toluidyna
(oraz izomerzy orto i para)



o-metazydyna
(oraz izomerzy meta i para)

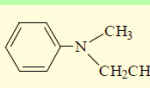


35

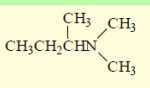
35

Drugo- i trzeciorzędowe:

<p>(CH₃)₂NH (CH₃CH₂CH₂)₂NH</p>	<p>dimetyloamina dipropyloamina</p>
<p>(CH₃CH₂)₃N (C₆H₅CH₂)₂NH</p>	<p>trietyloamina dibenzylamina</p>



N-etylo-N-metyloanilina

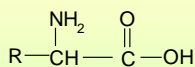


N,N-dimetylo-(1-metyloetylo)amina

36

36

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.

37

Aminokwasy



wzór	nazwa	kod	wzór	nazwa	kod
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	glycyna	Gly	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{SH} \end{array}$	cysteina	Cys
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	alanina	Ala		prolina	Pro
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	kwas glutaminowy	Glu	$\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH}$ NH_2	tyrozyna	Tyr
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	lizyna	Lys		fenylalanina	Phe
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{S} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	metionina	Met			

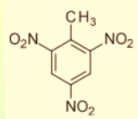
38

37

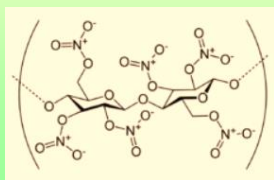
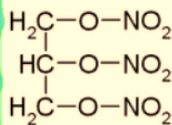
38

Azotany

TNT – trójnitrotoluen



Nitrogliceryna (*triazotan glicerolu*):



Nitroceluloza

(*azotan celulozy*):

39

Źródła:



Uniwersytet Jagielloński, Collegium Medicum, Katedra Chemii Organicznej



Nomenklatura systematyczna związków organicznych
Rekomendacje IUPAC 2004
wyciąg

POLITECHNIKA KRAKOWSKA
im. Tadeusza Kościuszki
WYDZIAŁ INŻYNIERII I TECHNOLOGII CHEMICZNEJ
INSTYTUT CHEMII I TECHNOLOGII ORGANICZNEJ
mgr inż. Maria Mikułska

NAZEWNICTWO WYBRANYCH KLAS ZWIĄZKÓW
ORGANICZNYCH

40

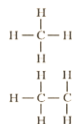
39

40

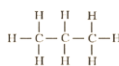
Pochodne ropy naftowej

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

Alkany – proste parafiny $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$



CH_4 – metan (gaz)



C_3H_8 – propan (gaz)



C_2H_6 – etan (gaz)

Nafteny – cykloparafiny C_nH_{2n}



C_3H_6 – cyklopropan (gaz)



C_5H_{10} – cyklopentan

41

Związki zawierające siarkę



$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{S}$ – tiocykloheksan



$\text{C}_6\text{H}_6\text{S}$ – tiofen

Związki aromatyczne



C_6H_6 – benzen




C_7H_8 – toluen

43

41

43



Związki zawierające tlen

$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{16} - \text{C} \begin{matrix} \text{=O} \\ \text{OH} \end{matrix}$ kwas stearynowy

$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ - fenol


Związki zawierające azot

$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ - pirydyna

$\text{C}_4\text{H}_5\text{N}$ - pirol

44

44



Działanie:

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


45

45



46

46



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.

Pestycydy można podzielić na:
Insektycydy, herbicydy, fungicydy, defolianty, konserwanty drewna, bakteriocydy i inne

48

48




Pestycydy:

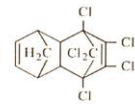
- herbicydy - chwasty
- fungicydy - grzyby
- insektycydy - owady
- rodentycydy - gryznie
- algicydy - glony
- bakteriocydy- bakterie
- nematocydy - nicienie
- akarycydy - roztocza
- slimycydy - bakterie śluzowate

49

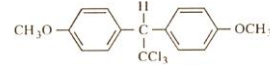
49



Aldryna (zawiera 95% HHDN), przy czym HHDN = 1,2,3,4,10,10 heksachloro-1,4,4a,5,8,8a heksahydrogęzo-1,4-endo 5,8 dimetylonaftalen ($\text{C}_{12}\text{H}_4\text{Cl}_6$).



Metoksychlor (DMDT), 1,1,1-trichloro-2,2-bis(p-metoksyfenylo)-etan ($\text{C}_{16}\text{H}_{15}\text{O}_2\text{Cl}_3$).



50

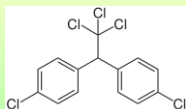
50

Wśród pestycydów organicznych można wydzielić następujące najważniejsze ich grupy:

Związki chloroorganiczne, związki fosforoorganiczne, karbaminiany, pochodne kwasu fenoksyoctowego, pestycydy mocznikowe itp.

Działanie:

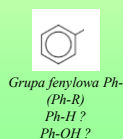
-odporność na biodegradację (DDT – DichloroDifenyloTrichloroetan)



-Biokumulacja (biokoncentracja)

-Toksyczność związku

i jego metabolitów



51

51

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.

52

52

Typ	Związek	Wzór
Sulfonowe węglowodory aromatyczne	ABS	$C_{12}H_{25} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{SO}_3\text{Na}^+$
Sulfonowe węglowodory alifatyczne	II rzędowy alkanosulfonian sodowy	$C_{13}H_{27}\text{SO}_3\text{Na}^+$
Sulfonowane α -olefina	α -olefinosulfonian sodowy	$C_{16}H_{33}\text{SO}_3\text{Na}^+$
Sulfonowane alkohole wielowodorotlenkowe	laurylosiarczan sodowy	$C_{12}H_{25}\text{OSO}_3\text{Na}^+$
Sulfonowane kwasy tłuszczowe	Sulfonowany olej palmowy	$C_{16}H_{31}\text{CH}(\text{COOCH}_3)\text{SO}_3\text{Na}^+$
Sulfonowany ester malcinowy	hursztynian laurylo-sulfonowy	$\text{ROOC} - \text{CH}(\text{SO}_3\text{Na}^+) - \text{CH}_2 - \text{COOR}$

53

53

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)

54

54

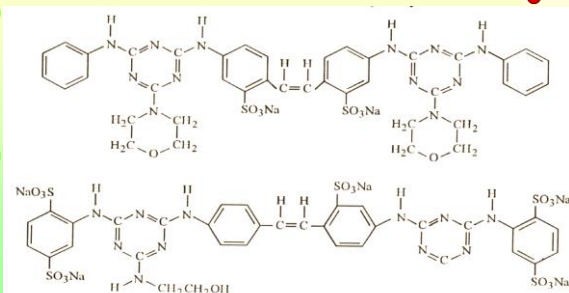
Rozjaśniacze fluorescencyjne

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)

55

55



56

56

Działanie:

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



57

57

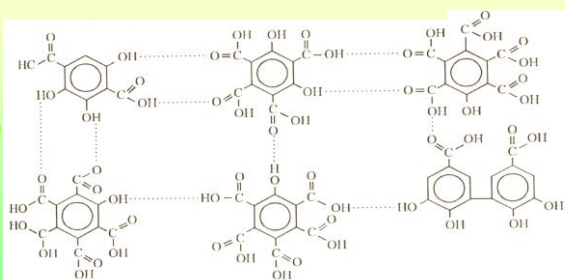
Substancje humusowe

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



58

58



59

59

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



60

60

Lignino-sulfoniany i taniny

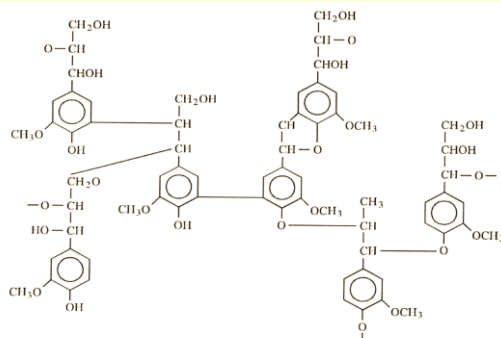
Ligniny są istotnym składnikiem tkanki roślin (w drewnie 20-30%). Produkcja celulozy polega na oddzieleniu celulozy od lignin. Sulfo-ligniny stanowią główny składnik ścieków z przemysłu celulozowo-papierniczego.

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



61

61



62

62

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).

63

63

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	$\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_4$	166	86	–	121	150

64

64

Działanie:

- Trudno rozkładalne
- Silnie toksyczne
- Rakotwórcze
- Lotne

65

65

Chlorowane związki aromatyczne

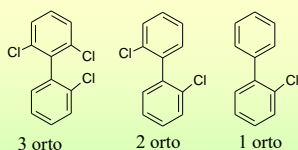


Spśród bardzo dużej liczby chlorowanych związków organicznych najdokładniej zostały zbadane polichlorowane bi- i terfenyle.

Polichlorowane bifenyly (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.

66

66



Działanie:

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

67

67

Dioksyny



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

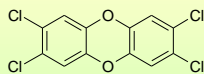
Dioksyny dostają się do wód powierzchniowych ze ściekami z przemysłu: przerobu drewna, środków ochrony roślin, celulozowego, garbarskiego, chemicznego.

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

68

68

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

69

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.

70

69

70

Związek ¹⁾	Skrót	Masa cząsteczkowa	Struktura	Względna rakotwórczość ²⁾
Benzo(a)piren	B(a)P	252		+++
Benzo(b)fluoranten	B(b)F	252		+++
Benzo(j)fluoranten	B(j)F	252		++
Benzo(a)antracen	B(a)A	228		+
Benzo(e)piren	B(e)P	252		+
Chryzen	Ch	228		+

71

Działanie:

- Są szkodliwe dla organizmów żywych
- Mają działanie rakotwórcze

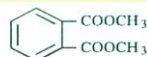
72

71

72

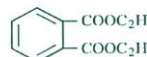
Ftalany

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

73

Działanie:


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

74


73


74

Fenole




Fenol







2-krezol




3-krezol




butylofenol



pirokatechina



rezorcyna



hydrochinon


75

75

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 wrodzie i mięsu ryb nieprzyjemny zapach i smak
- Łatwo przechodzą w chlorofenole o 100-1000 razy intensywniejszym niż fenol zapachu



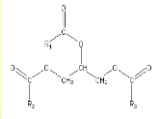
76

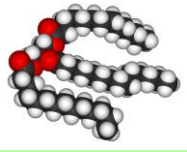
76

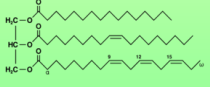
Tłuszcze

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.



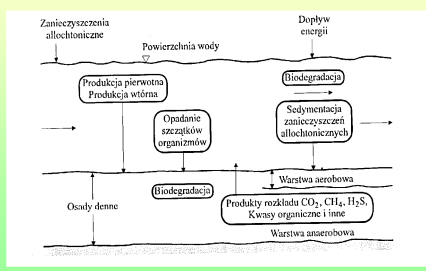




77

77

Rozkład związków organicznych w rzece




78

78

Wskaźniki zanieczyszczeń organicznych


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



79

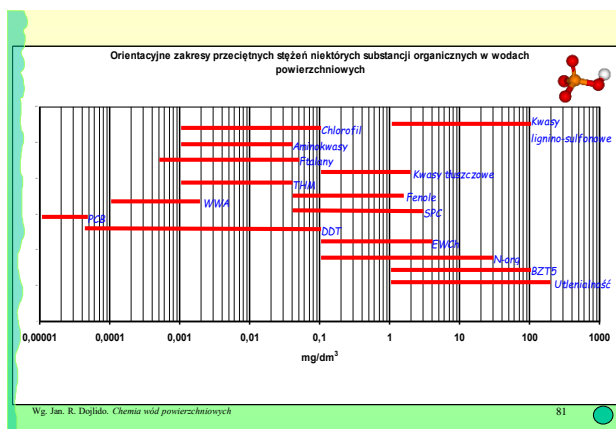
79

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



80

80



81

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.

82

Sucha pozostałość	=	Pozostałość po prażeniu	+	Straty przy prażeniu
=	=	=	=	=
Zawiesina ogólna	=	Zawiesina mineralna	+	Zawiesina lotna
+	+	+	+	+
Substancje rozpuszczone	=	Substancje rozpuszczone mineralne	+	Substancje rozpuszczone lotne

83

Suszenie 105 °C	↓	Prażenie 550 °C	
Sucha pozostałość 1	=	Pozostałość po prażeniu 2	+ Straty przy prażeniu 3
=	=	=	=
Zawiesina ogólna 4	=	Zawiesina mineralna 5	+ Zawiesina lotna 6
+	+	+	+
Substancje rozpuszczone 7	=	Substancje rozpuszczone mineralne 8	+ Substancje rozpuszczone lotne 9

- 1- suma zanieczyszczeń Organicznych i nieorganicznych
- 2- suma zanieczyszczeń nieorganicznych
- 3- suma zanieczyszczeń organicznych
- 4- suma nierozpuszczalnych Zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych
- 5- nierozpuszczalne zanieczyszczenia nieorganiczne
- 6- nierozpuszczalne zanieczyszczenia organiczne
- 7- suma rozpuszczalnych zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych
- 8- rozpuszczone zanieczyszczenia nieorganiczne
- 9- rozpuszczone zanieczyszczenia organiczne

84

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.

85

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.

86

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.

87

87

	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

88

88

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.

89

89

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

90

90

Pomiar absorpcji w ultrafiolecie



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

91

91

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 cieczowa (HPLC), spektrometria masowa (MS) i metody spektrofotometryczne.

92

92