

## Związki organiczne



W związkach organicznych podstawowym pierwiastkiem jest węgiel.

Roczną produkcję związków organicznych można oszacować na poziomie kilkuset milionów ton.

Znaczna część całkowitej ich produkcji przechodzi do środowiska.

Zarejestrowanych w bazie CAS, na dzień 09.06.2015:  
98 951 937 substancji  
(25.10.2012: 69 125 327 )

<http://www.cas.org/>

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 tlenek, Fenol, Ftalan dibutyli, 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  $\text{KMnO}_4$ ), Suma wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych o właściwościach rakotwórczych: benzo(b) fluoranten; benzo(k) fluoranten; benzo(ghi) perylen; indeno(1,2,3 cd.) piren; Winyli chlorek, Pesticyny - insektycydy, herbicydy, fungicydy, akarycydy, algicydy, nematocydy, rodentycydy, slimycydy, 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

## 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

## 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

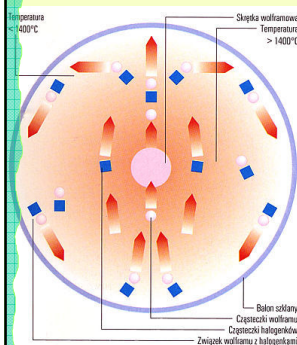
4

NAZWA KLASY	WZÓR 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 <sup>1</sup> -O-R <sup>2</sup>
Aldehydy	R-CHO
Ketony	R <sup>1</sup> -CO-R <sup>2</sup>
Kwasy karboksylowe	R-COOH
Estry kwasów karboksylowych	R <sup>1</sup> COOR <sup>2</sup>

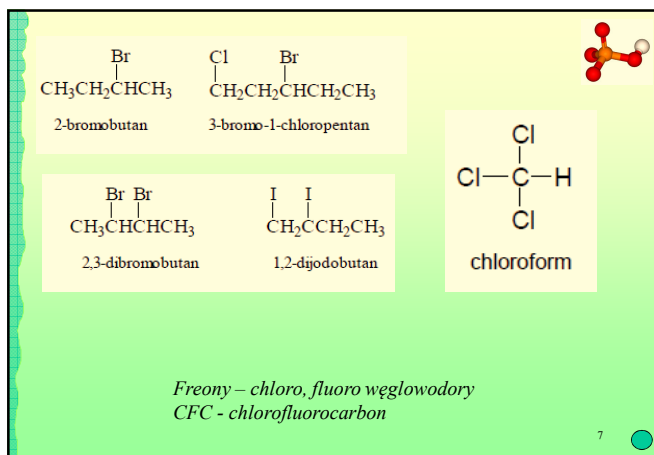


5

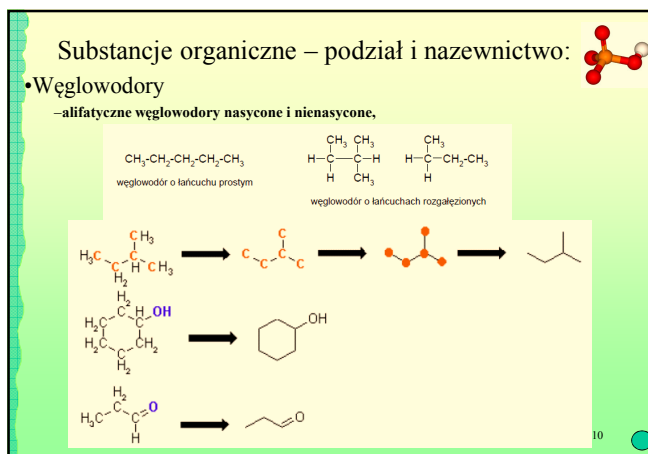
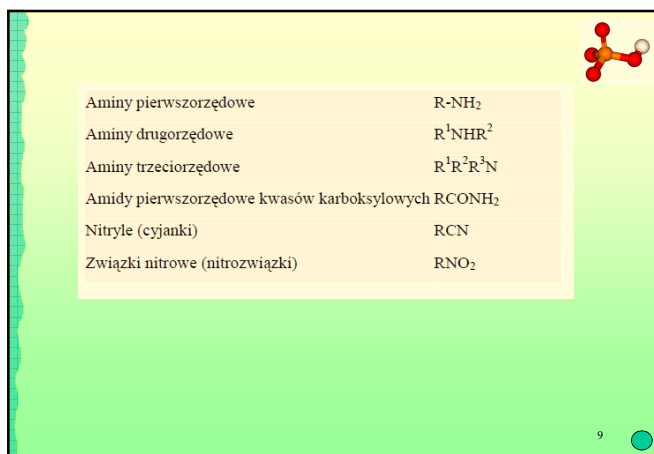
## Halogeny



6

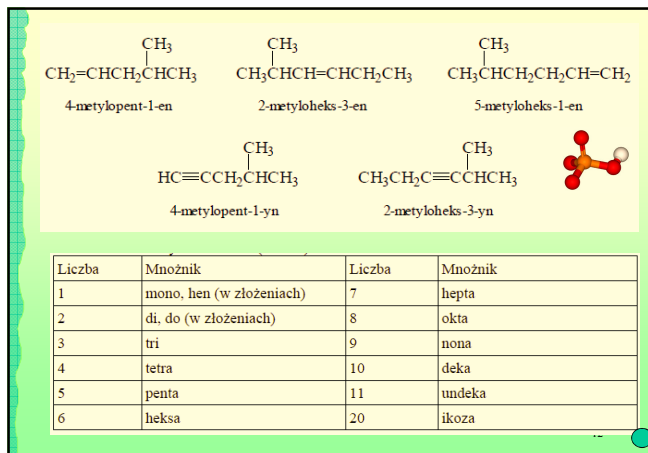


Oznaczenia	Nazwa angielska	Nazwa polska
R-11	CFC-11	trichlorofluoromethane trichlorofluorometan
R-12	CFC-12	dichlorodifluoromethane dichlorodifluorometan
R-13	CFC-13	chlorotrifluoromethane chlorotrifluorometan
R-22	HCFC-22	chlorodifluoromethane chlorodifluorometan
R-23	HFC-23	trifluoromethane trifluorometan
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 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropan

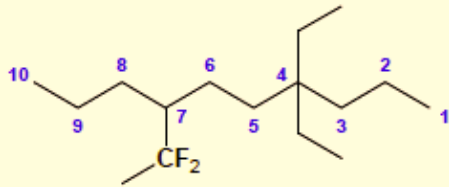
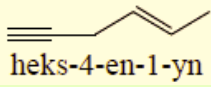


Liczba atomów C	Nazwa alkanu	Liczba atomów C	Nazwa alkanu
1	metan	11	undekan
2	etan	12	dodekan
3	propan	13	tridekan
4	butan	14	tetradekan
5	pentan	15	pentadekan
6	heksan	16	heksadekan
7	heptan	17	heptadekan
8	oktan	18	oktadekan
9	nonan	19	nonadekan
10	dekan	20	ejkozan

$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHCHCH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$       $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHCHCH}_2\text{CHCH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \end{array}$   
 3-etylo-2-metylopentan     5-etylo-2-metylo-4-propyloheptan



### Wzory szkieletowe



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

13

### Wzory konstytucyjne

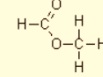
$C_2H_6O$ : etanol lub eter dimetylowy;

$C_2H_4O_2$ : kwas octowy, mrówczan metylu, 2-hydroksyetalol

### Wzory strukturalne



kwas octowy

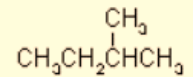


mrówczan metylu



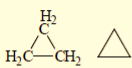
2-hydroksyetalol

### Wzory strukturalne grupowe

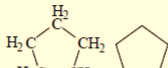


14

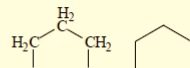
### Węglowodory cykliczne



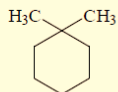
cyklopropan



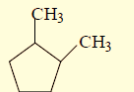
cyklopentan



cykloheksan



1,1-dimetylocykloheksan

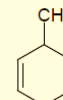


1-etylo-2,3-dimetylocyklopentan

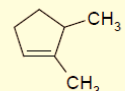
15



cykloheksen



3-metylocykloheksa-1,4-dien



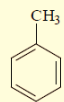
2,3-dimetylocyklopenten

16

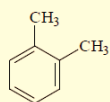
### Węglowodory aromatyczne (Areny)



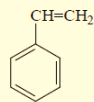
benzen



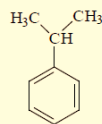
toluen



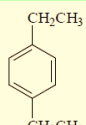
ksylen (izomer *orto*)



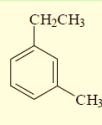
styren



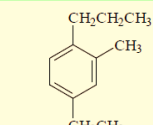
kumen



1,4-dietylobenzen  
lub *p*-dietylobenzen



1-etylo-3-metylobenzen  
lub *m*-etylotoluen



4-etylo-2-metylo-1-propylobenzen

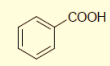
17



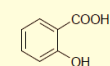
ksylen



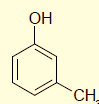
fenol



kwas benzoowy



kwas salicylowy



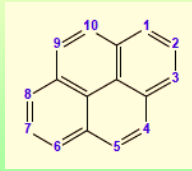
krezol



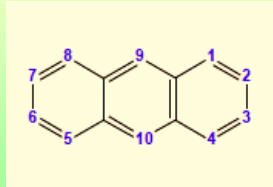
anilina

18

## Wielopierścieniowe Węglowodory Aromatyczne - WWA PAH - Polycyclic Aromatic Hydrocarbons

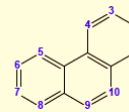


Piren

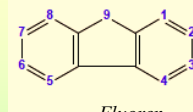


Antracen

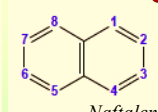
19



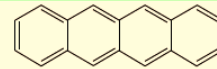
Fenantren



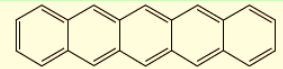
Fluoren



Naftalen



tetracen



pentacen

20

## Układy heterocykliczne



pirydyna



pirydazyna



pirymidyna



pirazyna



furan



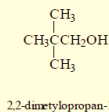
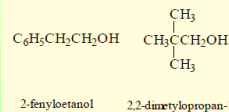
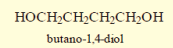
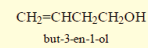
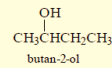
tiofen



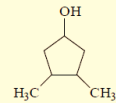
pirol

21

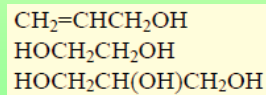
## Alkohole



cykloheks-2-en-1-ol



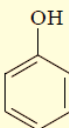
3,4-dimetylocyklopentan-1-ol



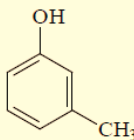
alkohol allilowy  
glikol etylenowy  
glicerol (gliceryna)

22

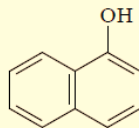
## Fenole



fenol



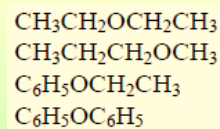
*m*-krezol  
(oraz izomery *orto* i *para*)



1-naftol ( $\alpha$ -naftol)  
(oraz izomer  $\beta$ )

23

## Etery



eter dietylowy  
eter metylowo-propylowy  
eter etylowo-fenylowy  
eter difenylowy



furan



1,4-dioksan

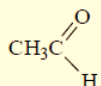
Chlorowane dibenzooksyny i dibenzofurany

24

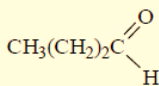
## Aldehydy



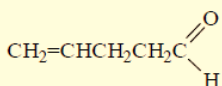
metanal



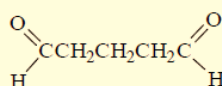
etanal



butanal



pent-4-enal



pentanodial

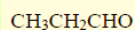
25



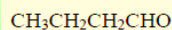
- a) aldehyd mrówkowy  
b) formaldehyd



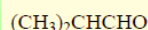
- a) aldehyd octowy  
b) acetaldehyd



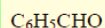
- a) aldehyd propionowy  
b) propionaldehyd



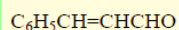
- a) aldehyd masłowy  
b) butyraldehyd



- a) aldehyd izomasłowy  
b) izobutyraldehyd



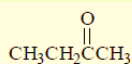
- a) aldehyd benzoesowy  
b) benzaldehyd



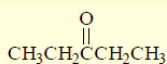
- a) aldehyd cynamonowy

26

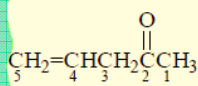
## Ketony



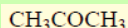
butan-2-on



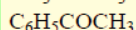
pentan-3-on



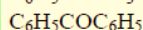
pent-4-en-2-on



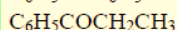
aceton



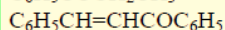
acetofenon



benzofenon



propiofenon



chalkon

27

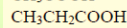
## Kwasy karboksylowe



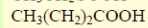
kwase mrówkowy



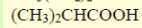
kwase octowy



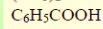
kwase propionowy



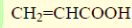
kwase masłowy



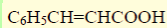
kwase izomasłowy



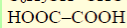
kwase benzoesowy



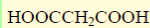
kwase akrylowy



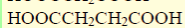
kwase cynamonowy



kwase szczawiowy

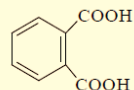


kwase malonowy

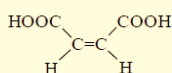


kwase bursztynowy

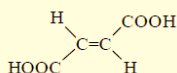
28



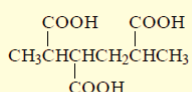
kwase ftalowy



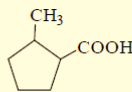
kwase maleinowy



kwase fumarowy



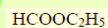
kwase heksano-2,3,5-trikarboksylowy



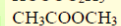
kwase 2-metylocyklopentanokarboksylowy

29

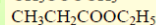
## Estry



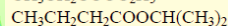
mrówczan etylu (metanian etylu)



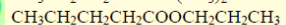
octan metylu (etanian metylu)



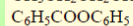
propionian etylu (propanian etylu)



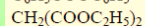
masłan izopropylu (butanian 1-metyloetylu)



walerianian propylu (pentanian propylu)



benzoesan fenylu

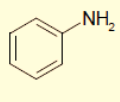


malonian dietylu

**Kwase malonowy** (kwase propanodiowy),  $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$

30

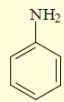
## Aminy



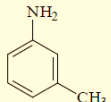
**Anilina**  
(fenyloamina, aminobenzen)

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$   
etyloamina

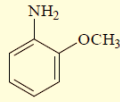
Pierwszorzędowe



anilina



*m*-toluidyna  
(oraz izomery *orto* i *para*)



*o*-anizydyna  
(oraz izomery *meta* i *para*)

31

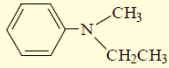
## Drugo- i trzeciorzędowe:

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

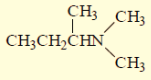
dimetyloamina  
dipropyloamina

$(\text{CH}_3\text{CH}_2)_3\text{N}$   
 $(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2)_2\text{NH}$

trietyloamina  
dibenzylamina




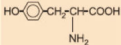
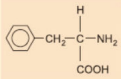
*N*-etylo-*N*-metyloanilina



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

32

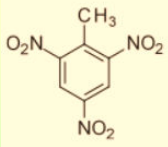
## Inne związki zawierające azot: **Aminokwasy**

wzór	nazwa	kod	wzór	nazwa	kod
$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{H})-\text{COOH}$	glycyna	Gly	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_2\text{SH})-\text{COOH}$	cysteina	Cys
$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{COOH}$	alanina	Ala		prolina	Pro
$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$	kwas glutaminowy	Glu		tyrozyna	Tyr
$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{COOH})(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$	lizyna	Lys		fenyloalanina	Phe
$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_2)_2-\text{S}(\text{CH}_3)-\text{COOH}$	metionina	Met			

33

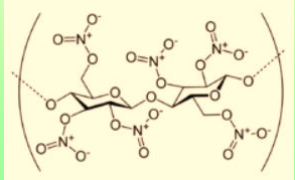
## Azotany

TNT – trójnitrotoluen



Nitrogliceryna (*triazotan glicerolu*):

$$\begin{matrix} \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{NO}_2 \\ | \\ \text{HC}-\text{O}-\text{NO}_2 \\ | \\ \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{NO}_2 \end{matrix}$$



Nitroceluloza (*azotan celulozy*):

34

## 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 Mikulska


NAZEWNICZTWO WYBRANYCH KLAS ZWIĄZKÓW  
ORGANICZNYCH

35

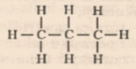
## Pochodne ropy naftowej

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

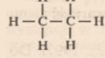
Alkany – proste parafiny ( $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ )



$\text{CH}_4$  – metan (gaz)




$\text{C}_3\text{H}_8$  – propan (gaz)

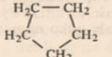


$\text{C}_2\text{H}_6$  – etan (gaz)

Nafteny – cykloparafiny  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$



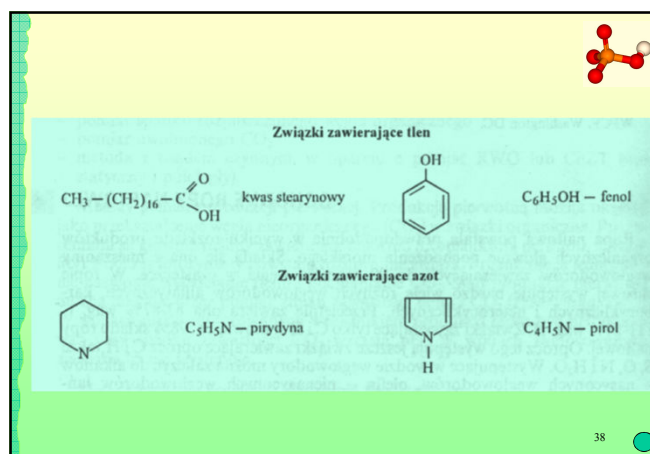
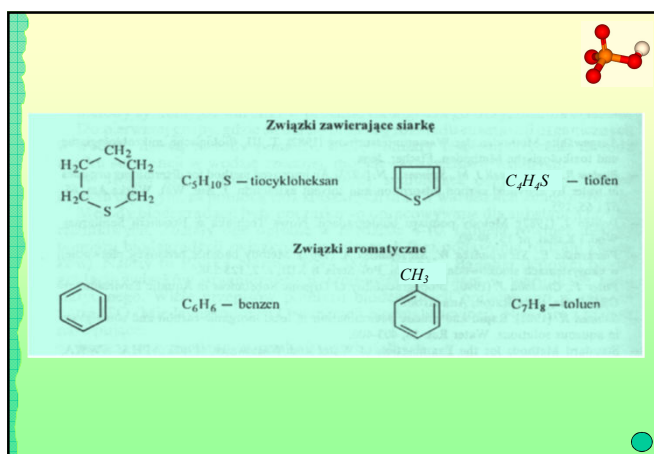
$\text{C}_3\text{H}_6$  – cyklopropan (gaz)




$\text{C}_5\text{H}_{10}$  – cyklopentan

36









**Działanie:**

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








## 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





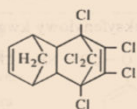
## Pestycydy:

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

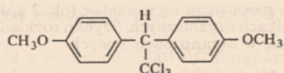




Aldryna (zawiera 95% HHDN), przy czym HHDN = 1,2,3,4,10,10 heksachloro-1,4,4a,5,8,8a heksahydroegzo-1,4-endo 5,8 dimetylnaftalen ( $C_{12}H_8Cl_6$ ).



Metoksychlor (DMDT), 1,1,1-trichloro-2,2-bis(p-metoksyfenylo)-etan ( $C_{16}H_{15}O_2Cl_3$ ).



43

44

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 danego związku i jego metabolitów

44

## 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.

45

Typ	Związek	Wzór
Sulfonowe węglowodory aromatyczne	ABS	$C_{12}H_{25}$ $SO_3^-Na^+$
Sulfonowe węglowodory alifatyczne	II rzędowy alkanosulfonian sodowy	$C_{13}H_{31}SO_3^-Na^+$
Sulfonowana $\alpha$ -olefina	$\alpha$ -olefinosulfonian sodowy	$C_{16}H_{33}SO_3^-Na^+$
Sulfonowane alkohole wielowodorotlenkowe	laurylosiarczan sodowy	$C_{12}H_{25}OSO_3^-Na^+$
Sulfonowane kwasy tłuszczowe	Sulfonowany olej palmowy	$C_{16}H_{33}CH_2COOCH_3$ $SO_3^-Na^+$
Sulfonowany ester maleinowy	burszynian laurylo-sulfonowy	$ROOC-CH=CH_2-COOR$ $SO_3^-Na^+$

46

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)

47

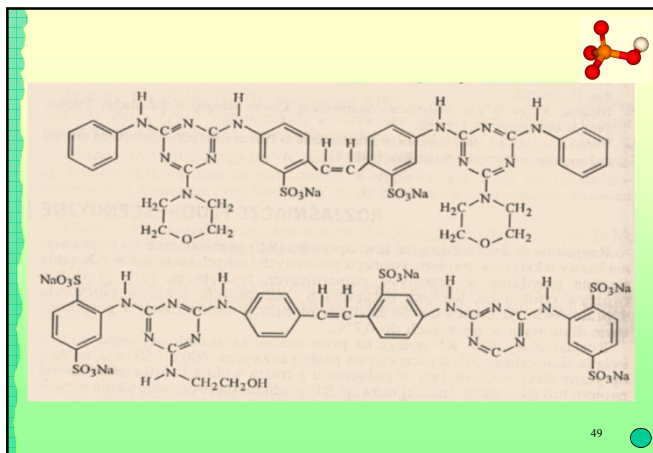
## Rozjaśniacze fluorescencyjne



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)

48





**Działanie:**

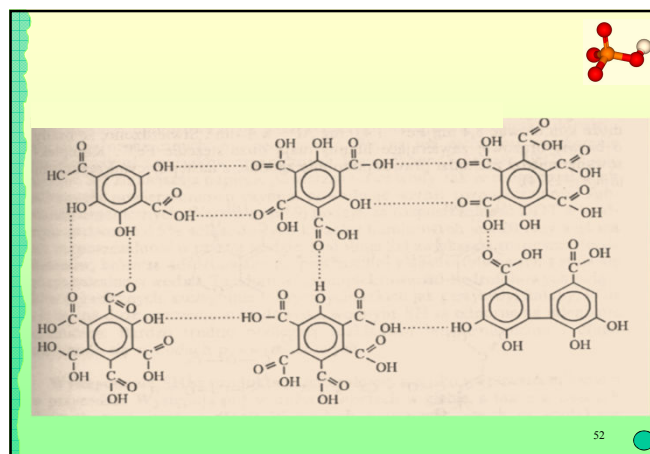
- Nie wykazują dużej toksyczności
- Mają różne stopnie podatności na biodegradację

50

**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.

51



**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

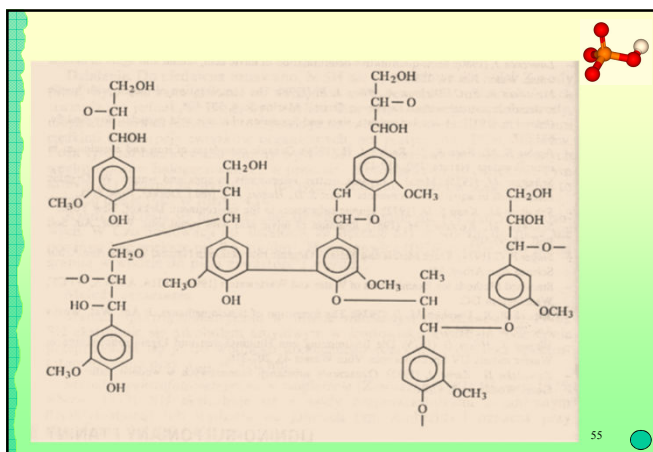
53

**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.

54



## 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 ( $\text{CHCl}_3$ ,  $\text{CHCl}_2\text{Br}$ ,  $\text{CHClBr}_2$ ,  $\text{CHBr}_3$ ). Poza trichalometanami w wodach mogą występować inne węglowodory halogenowane (rozpuszczalniki, półprodukty wielu reakcji chemicznych).

56

Związek	Wzór chemiczny	Masa cząsteczkowa	Chloru % wag.	Bromu % wag.	Temperatura wrzenia °C	Rozpuszczalność w wodzie w 20°C mg/dm <sup>3</sup>
Chlorek metylu	$\text{CH}_3\text{Cl}$	50	70	—	-24	7 250
Chlorek metylenu	$\text{CH}_2\text{Cl}_2$	85	84	—	40	13 200
Chloroform	$\text{CHCl}_3$	119	88	—	62	8 200
Tetrachlorek węgla	$\text{CCl}_4$	154	92	—	77	785
Bromek metylu	$\text{CH}_3\text{Br}$	95	—	84	5	1 420
Chlorek winylu	$\text{CH}_2\text{CHCl}$	63	56	—	-14	60
Chlorek winylidenu	$\text{CH}_2\text{CCl}_2$	97	73	—	32	400
Dichloroetylen	$\text{CHCl-CHCl}$	97	73	—	60	—
Trichloroetylen	$\text{CHClCCl}_2$	131	81	—	87	1 100
Tetrachloroetylen	$\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_4$	166	86	—	121	150

57

## Działanie:

- Trudno rozkładalne
- Silnie toksyczne
- Rakotwórcze
- Lotne

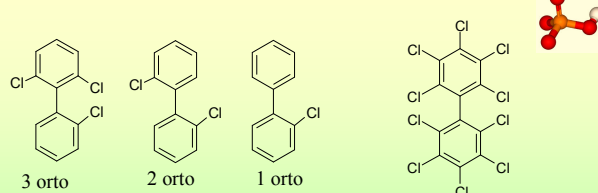
58

## Chlorowane związki aromatyczne

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

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

59



## Działanie:

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

60

## Dioksyny



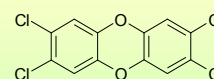
Nazwa dioksyny obejmuje 75 różnych polichlorowanych di-benzo-o-dioksyn (PCDD).

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.

61

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

62

## 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.

63

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		+

64

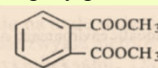
Działanie:

- Są szkodliwe dla organizmów żywych
- Mają działanie rakotwórcze

65

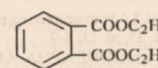
## Ftalany

Ftalany są stosowane głównie jako plastyfikatory przy produkcji tworzyw sztucznych.



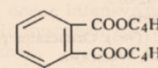
DMP (ftalan dimetylu)

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

Działanie:

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



67

## Fenole



Fenol



2-krezol



3-krezol



butylofenol



pirokatechyna



rezorcyna



hydrochinon

68

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

Do wód powierzchniowych odprowadzane są najczęściej fenol i krezole.

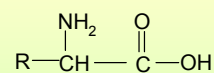
Działanie:

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



69

## Aminokwasy



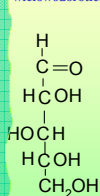
Są one podstawowym składnikiem białka. Głównym źródłem aminokwasów w wodach są wydzieliny żywych organizmów, mogą też być odprowadzane do wód ze ściekami miejskimi i przemysłowymi.



70

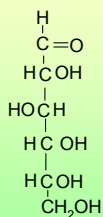
## Węglowodany

Monosacharydy cukry proste  
Aldehydy lub ketony wielowodorotlenowe



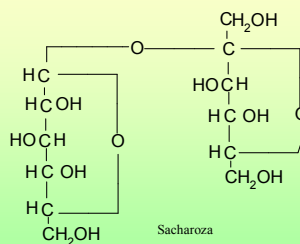
Ksyloza

Heksozy



Glukoza

Disacharydy - dwucukry



Sacharozza



71

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

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.



72

## Tłuszcze

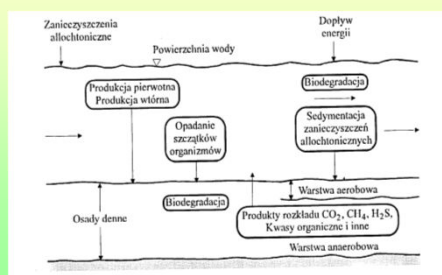


Tłuszcze są to mieszaniny estrów trójwodorotlenowych alkoholu (gliceryny) i kwasów organicznych. Tłuszcze zwierzęce są glicerydami wyższych nasyconych kwasów, głównie o cząsteczkach zawierających 16 i 18 atomów węgla. Oleje roślinne są glicerydami kwasów nienasyconych.

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.

73

## Rozkład związków organicznych w rzece



74

## 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

75

**PCB** - polichlorowane bifenyle

**SPC** - substancje powierzchniowo czynne (Anionowe, Kationowe lub Niejonowe)

**THM** - trihalometany

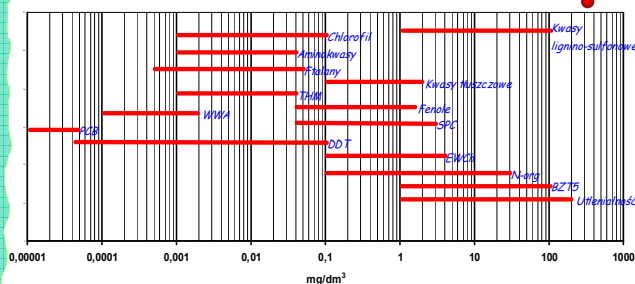
**WWA** - wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne

**Absorbancja w ultrafiolecie** ( $\lambda=240, 254, 365 \text{ nm}$ )



76

Orientacyjne zakresy przeciętnych stężeń niektórych substancji organicznych w wodach powierzchniowych



Wg. Jan. R. Dojlido. Chemia wód powierzchniowych

77

## Metody oznaczania zanieczyszczeń organicznych

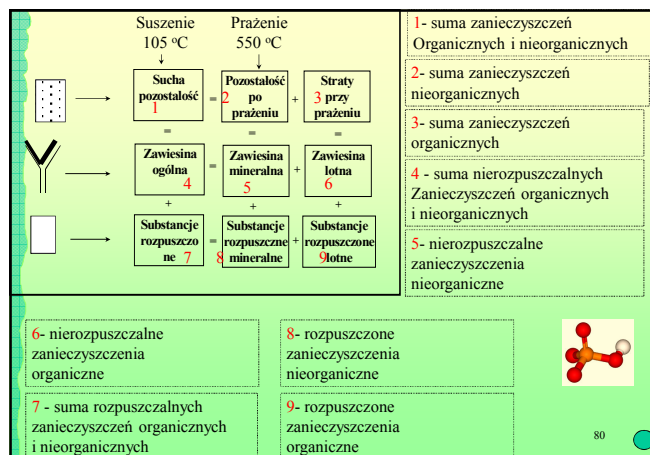
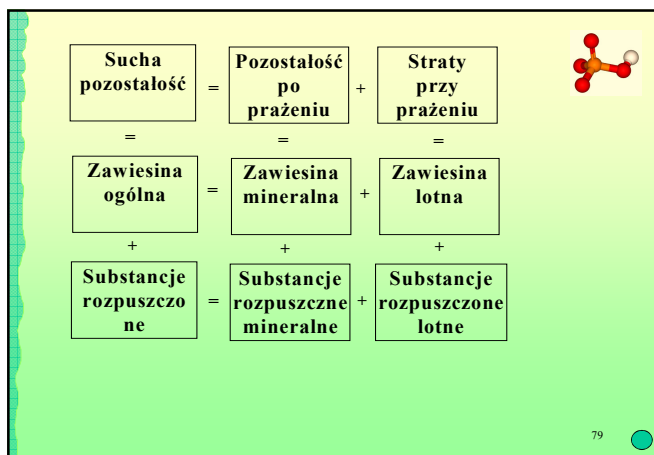


### Pozostałość po prażeniu

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.

78





### 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 BZT<sub>5</sub>, tj. zużycie tlenu przez okres 5 dób w temperaturze 20 °C. Metoda pozwala określić zawartość związków łatwo rozkładalnych. Pomiar BZT<sub>5</sub> jest przybliżoną metodą oznaczania związków organicznych.

81

BZT<sub>5</sub> dla czystych wód wynosi zwykle kilka mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>, dla wód zanieczyszczonych – kilkadziesiąt mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>, a dla ścieków przyjmuje wartości rzędu kilkuset mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> i więcej.

82

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

Związki organiczne utleniają się w standardowych warunkach za pomocą silnych utleniaczy np. nadmanganianu (utlenialność – ChZT<sub>Mn</sub>) lub dwuchromianu potasu (ChZT<sub>Cr</sub>). 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 BZT<sub>5</sub>.

83

	Wody czyste	Wody zanieczyszczone	Ścieki
ChZT <sub>Mn</sub> mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	kilka - kilkanaście	kilkadziesiąt	kilkaset
ChZT <sub>Cr</sub> mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	kilka - kilkadziesiąt	do ~300	kilkaset – kilka tysięcy

84



## 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 CO<sub>2</sub> 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/dm<sup>3</sup>.

85

W wodach powierzchniowych zawartość OWO (ogólnego węgla organicznego - TOC) może wahać się od 0,05 – ok.100 mgC/dm<sup>3</sup>.

86

## 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.

87

## 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 do oznaczania indywidualnych związków organicznych są: chromatografia gazowa (GC), wysokosprawną chromatografią cieczą (HPLC), spektrometria masowa (MS) i metody spektrofotometryczne.

88