



Универзитет "Св. Кирил и Методиј"
Природно-математички факултет
Институт за хемија
Скопје

Горан М. Стојковиќ

ХЕМИЈА ВО ПРАКТИКАТА

(интерна скрипта)

Скопје, 2015

Предмет	ХЕМИЈА ВО ПРАКТИКАТА (3 + 2 неделно)		
Код	ХИ-Л-15 (Хемија изборен – летен семестар)		
Реализатори:	вон. проф. д-р Горан Стојковиќ		
Начин на реализација:	предавања со примена на современи аудиовизуелни средства, консултации		
Предуслови:	Општа хемија, Неорганска хемија, Органска хемија		
Цели:	Запознавање со различни видови на хемиски супстанции и нивна примена во секојдневниот живот на човекот.		
Содржина на наставната програма	1. Полимерни материјали. Добивање на полимерите. Реакција на полимеризација. Реакција на поликондензација. Својства на полимерите. 2. Примена на полимерните материјали. Разградба на полимерните материјали. Рециклирање на полимерните материјали. 3. Експлозиви. Поделба. Хемиски експлозиви. 4. Бои. Природни и синтетички бои. Својства на боите и примена. 5. Хемијата и здравјето. Лекови. Видови на лекови и примена. 6. Детергенти. Видови на површинско активни супстанции и механизам на нивното дејство. 7. Производи за одржување на лична хигиена. Сапуни. Козметички производи. 8. Видови на прехранбени производи. Конзерванси и адитиви во прехранбените производи. Стандарди за квалитетот на храната.		
Распределба на времето	Контакт часови (во семестар)	Предавања	45
		Теоретски вежби	30
		Лабораториски вежби	0
	Самостојна работа	Семинарски труд	30
		Проектна задача	
		Домашна работа	30
		Подготовка на испитот	52
	Вкупно		187
Кредити	6		
Оценување:	Оценувањето ќе се врши преку следење на целокупната активност на студентот во текот на семестарот . Во текот на семестарот студентите задолжително полагаат два колоквиума. За формирање на оцена		

	потребен е минимум 1/3 од можните поени од секој колоквиум.																																	
	<table><tr><th colspan="3">Критериуми за формирање на оцена</th></tr><tr><th></th><th>Елементи за оценување</th><th>Број на максимално можни поени</th></tr><tr><td>1.</td><td>Редовност</td><td>10</td></tr><tr><td>2.</td><td>Активност</td><td>10</td></tr><tr><td>3.</td><td>Презентирана семинарска работа</td><td>20</td></tr><tr><td>4.</td><td>Колоквиуми</td><td>60</td></tr><tr><td></td><td>Вкупно</td><td>100</td></tr></table> <table><tr><th>поени</th><th>оцена</th></tr><tr><td>51 - 60</td><td>6</td></tr><tr><td>61 - 70</td><td>7</td></tr><tr><td>71 - 80</td><td>8</td></tr><tr><td>81 - 90</td><td>9</td></tr><tr><td>91 - 100</td><td>10</td></tr></table>	Критериуми за формирање на оцена				Елементи за оценување	Број на максимално можни поени	1.	Редовност	10	2.	Активност	10	3.	Презентирана семинарска работа	20	4.	Колоквиуми	60		Вкупно	100	поени	оцена	51 - 60	6	61 - 70	7	71 - 80	8	81 - 90	9	91 - 100	10
Критериуми за формирање на оцена																																		
	Елементи за оценување	Број на максимално можни поени																																
1.	Редовност	10																																
2.	Активност	10																																
3.	Презентирана семинарска работа	20																																
4.	Колоквиуми	60																																
	Вкупно	100																																
поени	оцена																																	
51 - 60	6																																	
61 - 70	7																																	
71 - 80	8																																	
81 - 90	9																																	
91 - 100	10																																	
Литература	1. Горан Стојковиќ , Хемија во практиката, Интерна скрипта, 2015. 2. Conrad. L. Stanitski, editor in chief, Chemistry in Context, Applying Chemistry to Society, Third Edition, Mc Graw Hill, 2000. 3. Klaus Hunger (Editor), Industrial Dyes, Chemistry, Properties, Applications, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2003. 4. Vladislav M. Varagić, Milenko P. Milošević, Farmakologija, XII izdanje, Elit-Medica, Beograd, 1996. 5. Nikolaos A. Botsoglou, Dimitrios J. Fletouris, Drug residues in foods, Pharmacology, Food Safety and Analysis, Marcel Dekker, Inc., New York - Basel, 2001. 6. Tharwat F. Tadros, Applied Surfactants: Principles and Applications, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2005 7. Handbook of Cosmetic Science and Technology, edited by André O. Barel, Marc Paye, Howard I. Maibach, Marcel Dekker, Inc., New York – Basel, 2001, Marcel Dekker, Inc. New York, NY, USA 8. Francisco Delgado-Vargas and Octavio Paredes-López, Natural colorants for food and nutraceutical uses, CRC Press LLC, 2003. 9. Службен весник на Република Македонија, бр.118, 2005. 10. Жаклин Акаван (превод на Ида Блажевска), Хемија на експлозиви, АД Вербум, Скопје, 2009																																	

СОДРЖИНА

1. ПОЛИМЕРНИ МАТЕРИЈАЛИ	1
1.1 Добивање на полимерите	1
1.1.1 Реакција на полимеризација	3
1.1.2 Реакција на поликондензација	4
1.1.3 Реакција на полиадиција	4
1.2 Градба на полимерите	4
1.2.1 Облик на полимерни молекули	5
1.2.2 Репрезентативни структури	6
1.3 Својства на полимерите	7
1.4 Поделба на полимерите	7
1.4.1 Пластомери	8
1.4.2 Дуропласти.....	10
1.4.3 Еластомери.....	11
1.5 Примена на полимерните материјали	13
1.6 Спроводливи пластики	13
1.7 Додатоци на полимерите	15
1.7.1 Омекнувачи	15
1.7.2 Материјали за армирање и полнење	15
1.7.3 Стабилизатори.....	16
1.7.4 Акцелератори	16
1.7.5 Бои и пигменти.....	16
1.7.6 Средства за подмачкување.....	16
1.8 Дефиниција за мономери	16
1.8.1 Дефиниција за полимери.....	17
1.9 Разградба на полимерните материјали	20
1.10 Рециклирање на полимерните материјали	20
1.10.1 Спалување	20
1.10.2 Биодеградација	21
1.10.3 Повторна употреба	21
1.10.4 Редукција – намалување на употреба.....	21
1.10.5 Рециклирање.....	21

1.11 Фулерени	25
1.11.1 Физичко-хемиски карактеристики.....	25
1.11.2 Деривати на фулерен.....	26
1.11.3 Примена на фулерени.....	27
1.11.4 Примена како антиоксиданси и биофармацевтски препарати.....	28
1.11.5 Примена како адитиви и друго.....	28
1.12 Биополимери	29
1.12.1 Полипептиди.....	29
1.12.2 Шеќери.....	31
2. ЕКСПЛОЗИВИ.....	36
2.1 Хемиски експлозии	38
2.2 Хемиски експлозиви	38
2.3 Класификација на хемиски експлозиви	40
2.3.1 Класификација на експлозивни супстанции.....	40
2.3.2 Примарни експлозиви.....	41
2.3.3 Секундарни експлозиви.....	42
2.3.4 Потисни супстанции.....	43
2.3.5 Примарни експлозиви.....	44
2.3.6 Секундарни експлозиви.....	46
3. БОИ.....	60
3.1 Бои во електромагнетниот спектар	60
3.2 Поделба на бои	64
3.3 Хромофорната група	65
3.4 Историјат, својства и примена на бои	66
3.5 Класификација на боите	68
3.5.1 Класификација према употреба.....	68
3.5.2 Хемиска класификација.....	72
3.6 Хемиски хромофори значајни кај боите	73
3.6.1 Азо хромофори.....	73
3.6.2 Антрахинонска хромофора.....	82
3.6.3 Индигоидна хромофора.....	83
3.6.4 Фталоцианинска хромофора.....	86
3.6.5 Флуоресцентни Бои.....	88

3.7 Бои за храна (Food dyes)	90
3.7.1 Општи карактеристики на прехранбените бои.....	90
3.7.2 Cochineal E120 - карминска киселина.....	93
3.7.3 Карамел бојата.....	94
3.8 Индикатори	95
3.8.1 Фенолфталеин.....	95
3.8.2 Метилцрвено	97
3.9 Пигменти	99
3.9.1 Ултрамарин	100
3.9.2 Биолошки пигменти.....	105
4. ХЕМИЈАТА И ЗДРАВЈЕТО	110
4.1 Лекови	110
4.2 Класификација на лекови	112
4.3 Видови на лекови и примена	114
4.3.1 Лековити билки - <i>Hypericum</i>	114
4.3.2 Антипиретици.....	115
4.3.3 Анестетици	118
4.3.4 Наркотици	121
4.3.5 Антибиотици.....	126
5. ПОВРШИНСКО АКТИВНИ СУПСТАНЦИ.....	132
5.1 Видови на површинско активни супстанции и механизам на нивното дејство	132
5.2 Амфофилни соединенија	135
5.2.1 Класификација на сурфактанти	136
5.2.2 Апликација	137
5.2.3 Примери на сурфактанти.....	139
5.3 Производи за одржување на лична хигиена - сапуни	149
5.4 Детергенти	151
5.4.1 Избор на детергентот	152
5.4.2 Хемиска класификација на детергенти	153
5.5 Лубриканти	155
5.5.1 Типови на лубриканти	156

6. ХРАНА	160
6.1 Адитиви во прехранбените производи	162
6.2 Означување на адитивите (Е-броеви)	164
6.3 Видови на адитиви	168
6.3.1 Антиоксиданси.....	168
6.3.2 Конзерванси	172
6.3.3 Средства за засладување	175
6.3.4 Бои како додатоци во храна	176
6.4 Испитување на ризикот на употреба на адитивите	178
6.4.1 Идентификација на опасноста (Hazard identification)	178
6.4.2 Воочување на најважните штетни ефекти (Hazard characterisation).....	179
6.4.3 Проценка на изложеноста (Exposure assessment)	180
6.4.4 Оценување на ризик (Risk characterisation).....	180
6.4.5 Завземање на став и донесување одлука за одбегнување на можниот ризик (Risk management).....	184
7. ЛИТЕРАТУРА	185

1. ПОЛИМЕРНИ МАТЕРИЈАЛИ

Името полимер потекнува од грчките зборови: *poly-polys* – многу и *meros* – дел. Под назив пластични маси се подразбираат вештачки добиени високомолекуларни соединенија, со моларна маса до **1.000.000 g/mol**.

Самото име е добиено од грчкиот збор "*plastikos*" – пластичност – што значи дека може да се обликува.

Табела 1. Поделба на полимерите

Поделба на полимерите			
По начинот на настанување		По хемиски состав	
природни	синтетички	органски	неоргански
(природен каучук)	(PVC)	(PE, PVC)	(силиконски каучук)

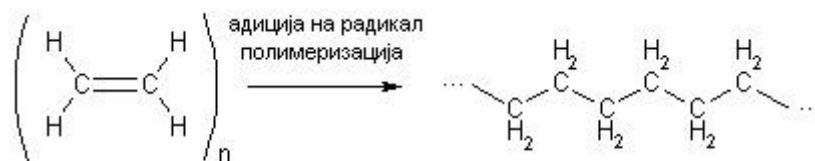
1.1 Добивање на полимерите

Поврзувањето на мономерите во полимерни ланци е возможно ако молекулите се незаситени или ги поседуваат реакциски способни функционални групи.

Добивањето на полимерните материјали се базира на синтеза на макромолекули преку следниве постапки:

- Полимеризација
- Поликондензација
- Полиадиција

Полимеризација е процес во кој доаѓа до сврзување на поголем број помали молекули (мономери), при што се образуваат големи молекули (полимери), без да се добиваат други – споредни производи.



Полимеризацијата на етен во полиетен.

Полимерот има исти хемиски состав како и молекулот од кој тој е настанат, но единствената разлика е во тоа што тој има поголема молекулска маса.

Супстанцата што стапува во реакција на полимеризација т.е. чии што молекули се сврзуваат сами меѓу себе се вика мономер (*μόνο* – еден, *μέρος* – дел), а продуктот на полимеризација се вика полимер (*πολύ* – многу). Постојат и т.н. *ко-полимери*, кои се добиваат со полимеризација на два различни мономера. Покрај тоа, при некои полимеризации, можно е од мономерите, при образувањето на полимерот, да се издвојат мали молекули. Ваквата реакција се вика *поликондензација*. Постојат различни видови полимеризации во зависност од тоа кои честички учествуваат во процесот на полимеризација. Така на пример постои катјонска, анјонска и радикалска полимеризација. Полимерите се супстанции изградени од молекули со многу големи релативни молекулски маси, во чиј состав влегуваат по неколку илјади идентични структурни единици т.н. мономерни единици, кои во структурата наизменично се повторуваат. Затоа, за полимерите се користи и терминот **макромолекули**.

Постојат природни и синтетички полимери, но бројот на синтетички полимери е многу поголем. Синтетичките полимери се добиваат при посебни услови како, на пример, висока температура, присуство на катализатор итн.

Полимерите (било природните било синтетичките) имаат сосема различни својства од мономерите од кои се добиваат. Со регулирање на условите на полимеризација

(температура, притисок и др.) може да се добијат полимери со точно определени својства.

Полимерните материјали, кои уште се викаат и *пластични маси*, можат лесно да се обликуваат од нив да се прават предмети со различна форма, во различна големина и боја. Тие се отпорни на вода, атмосферски влијанија, на корозија, на голем број хемикалии, а некој од нив издржуваат големи температури. Сепак, секој полимер има свои специфични својства, па затоа ите имаат големо техничко-технолошко значење. Во последниве неколку години се добиени дури полимери што спроведуваат електрична струја.

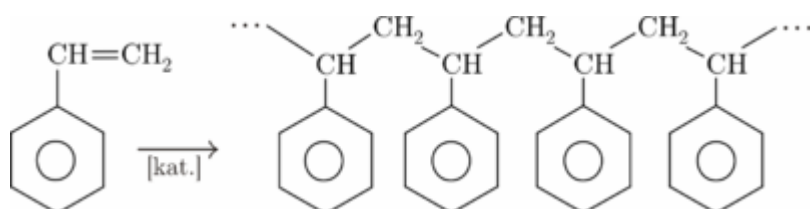
1.1.1 Реакција на полимеризација

Полимеризација е најраспространет начин за добивање на полимери. Таа претставува хемиски процес кој се состои во спојување на голем број мономерни во големи макромолекули под дејство на топлина, притисок и катализатори. Мономерите се спојуваат во големи низи – ланци, во кои атомите се ковалентно поврзани. Уделот на елементите во мономерот и полимерот е ист. При реакција на полимеризација нема нуспродукти. Кога ќе почне, реакцијата на полимеризација не може да се прекине.

полимеризација: $nA \rightarrow A - A - A - A - \dots - A - A$

пример: полиетилен

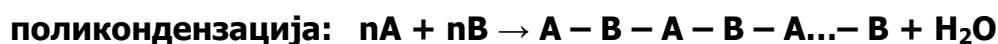
- CH₂ - CH₂ - CH₂ - CH₂ - CH₂ -



1.1.2 Реакција на поликондензација

Поликондензација е постапка на спојување на најмалку две различни молекули во полимерни ланец уз дополнително добивање на некои едноставни соединенија (вода, алкохол, амонијак). Кај поликондензација мономерите мора да поседуваат најмалку две функционални групи. Продуктот на поликондензација има различен елементарен состав од појдовни мономерите.

Обично реакцијата е бавна, се одвива степенасто, може да се прекине и продолжи. Со поликондензација се прават термопласти (полиамид) и дуропласти (аминопласти и фенолпласти).



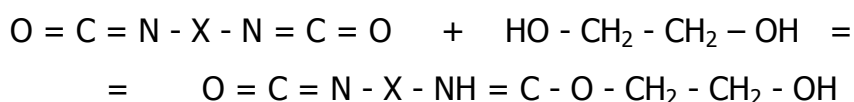
пример: фенол + формалдехид = фенолна смола + вода

1.1.3 Реакција на полиадиција

Полиадиција е хемиска реакција со која голем број на мономерите се поврзуваат во полимер без добивање на нуспродукти. Реакција е возможна само кај мономерите кои содржат двојни врски.

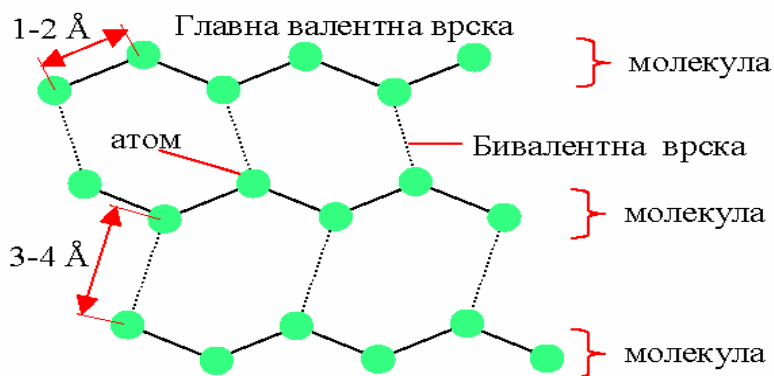


пример:



1.2 Градба на полимерите

Атомите во една молекула се поврзани со главни валентни врски (Слика 1). Тоа се силни ковалентни врски кои можат да се раскинат само под влијание на хемиска реакција.

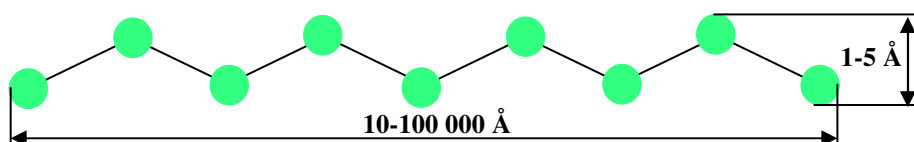


Слика 1. Врски во молекулата на полимерот:

Врските помеѓу молекулите се нарекуваат бивалентни врски. Тоа се секундарни врски настанати под електрично влијание на електрични полнежи (Van der Waals-ови врски). Поради тоа претставуваат слаби врски.

1.2.1 Облик на полимерни молекули

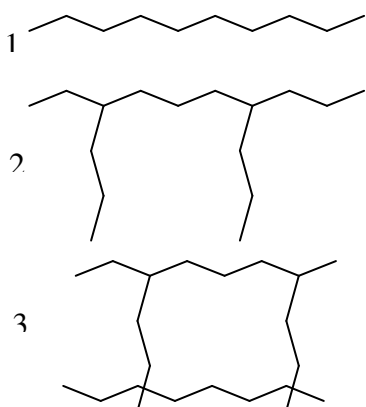
Полимерни синџири се состојат воглавно од јаглородни атоми поврзани цик-цак (Слика 2). Должина на верига е драстично поголема од нејзиниот пречник.



Слика 2. Полимерни ланец - верига

Во однос на облик пластични материјали се изградени на три различни начини:

1. пластични синџири без разгранување
2. пластични разгранати синџири
3. континуирани тродимензионални молекули

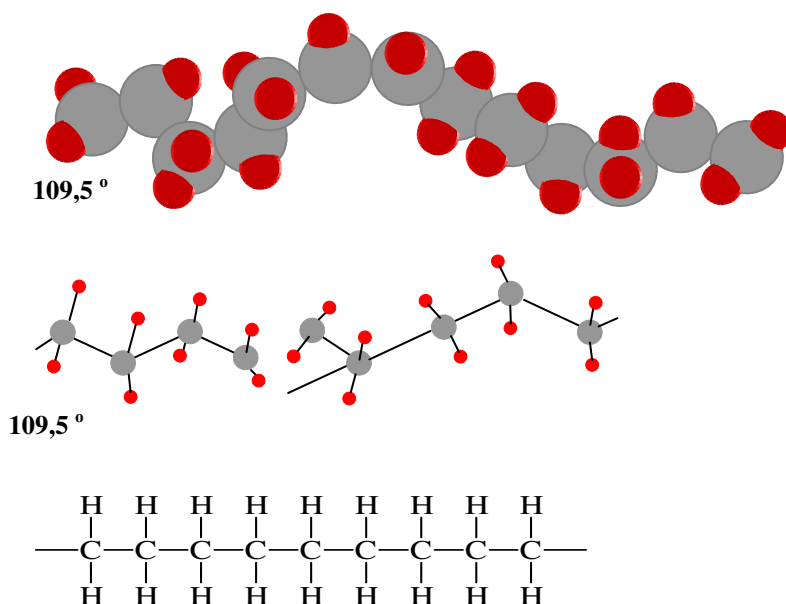


Слика 3. Верижни молекули: 1) рамни, 2) разграната – термопластика, 3) мрежаста – тврда пластика и гума

1.2.2 Репрезентативни структури

Сите полимери имаат комплексни тродимензионални структури кои поради едноставноста се претставуваат на еден од трите начина:

- Полн тродимензионален модел
- Тродимензионален просторни модел
- Едноставен дводимензионален модел



Слика 4. Три модели на молекулата на полиетилен

1.3 Својства на полимерите

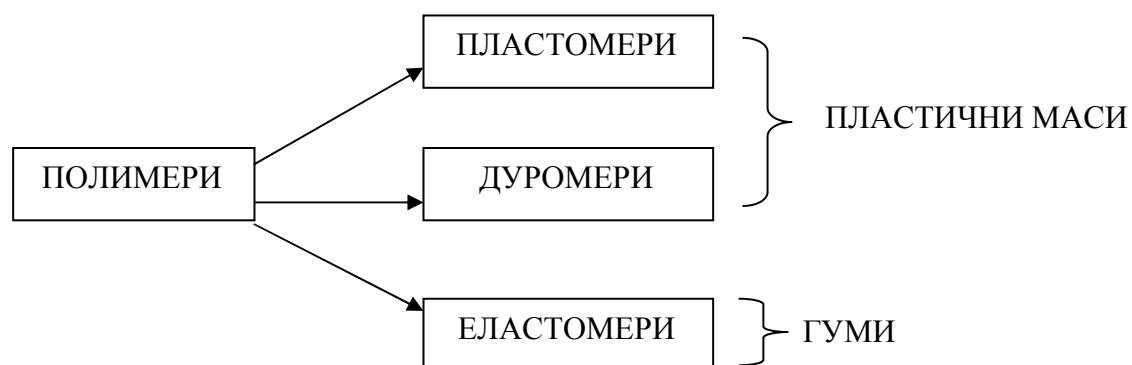
Во Табела 2 приказани се својствата на полимерните материјали во споредба со класични материјали, во прв ред со металите.

Табела 2. позитивни и негативни својства на полимерите

позитивни својства	негативни својства
- ниска густина - добра хемиска отпорност - мала електрична проводливост - изолатори - мала топлотна проводливост - добри придушувачи на вибрации - добро се фарбаат - добра обработка	- зависност на својства од надворешни влијанија – температура, вид и траење на оптеретување - слаба отпорност на високи температури - големо топлотно истегнување - ниска површинска тврдина - мала чврстина – во најголем број случаи - запаливост – во најголем број случаи

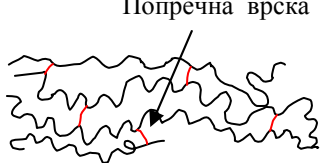
1.4 Поделба на полимерите

На Слика 5 е прикажана поделба на полимерите во однос на нивните механички и топлински својства.



Слика 5. Поделба на полимерите

Табела 3. Три главни категории на полимери

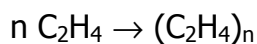
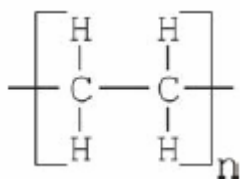
категорија	главна структура	визуелен приказ
пластомери (термопласти)	Флексибилни линеарни вериги	
дуромери (дуропласти)	Цврста тродимензионална мрежа	
еластомери	Линеарни поперечно врзани вериги	

Карактеристично за пластични маси е што се во некоја фаза од преработка деформабилни – пластични. Кај еден тип пластика деформабилноста се задржува, а продукти можат да се рециклираат – **термопласти (полистирен, полиетилен, најлон, плексиглас, тефлон)**. Кај другите, деформабилноста трајно се губи при завршна преработка – **дуропласти (бакелит, гума, силикон, епоксидни смоли)**.

1.4.1 Пластомери

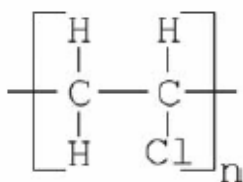
- со греење стануваат пластични
- на високи температури преминуваат во течности со висок вискозитет
- поради аморфна структура немаат точно определена Т.Т.
- лесно се рециклираат

Примери: полиетилен, полистирен, најлон, плексиглас, тефлон

Полиетилен – PE

три врсти на PE - полиетилен:

1. PE-LD полиетилен со ниска густина (цевки, шишиња, играчки, резервоари)
2. PE-HD полиетилен со висока густина, постојан во зовриена вода, постојан на UV-зрачење, гори (цевки, фолии, вреќи, играчки, садови, цистерни)
3. PE-UHMW полиетилен со екстремно висока молекулска маса, самоподмачкувачки својства, динамичка издржливост, чистота доволна за примена во прехранбена индустрија (плочи во хемиска индустрија, делови на машини во прехранбена индустрија, делови на автомобили и земјоделски машини)

Поливинил хлорид – PVC

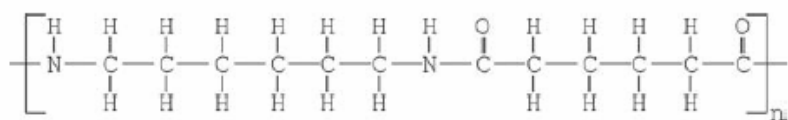
Винил хлорид – гас кој на 8 °C преминува во течност

- стабилизатори – отпорност на светлина и топлина
- бои
- мекан PVC - омекнувачи (фолии, црева за вода, изолации за кабли, ..)
- тврд PVC (водоводни и одводни цевки, електроизолациски материјали, амбалажа, ..)
-

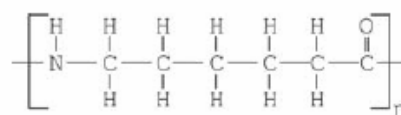
Полиамид – PA

Хемиски е возможно да се произведе преку 3000 различни врсти на полиамид. Денес воглавно се користат пет главни врсти: PA 6/6, PA 6, PA6/10, PA11 и PA 12. Обично PA се нарекува најлон.

PA6.6



PA6

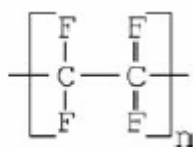


Најлон :

- отпорен на абење
- запчаници, опрема за домаќинство,

Тефлон – PTFE

PTFE



- низок коефициент на триење
- инертен
- висока Т.Т.
- PTFE е најинертна супстанца ??
- електрична отпорност $> 10^{18} \Omega\text{m}$ (метали $10^{-8} \Omega\text{m}$)
- заштитни облоги за лонци, тави,
- резервоари за опасни хемикалии

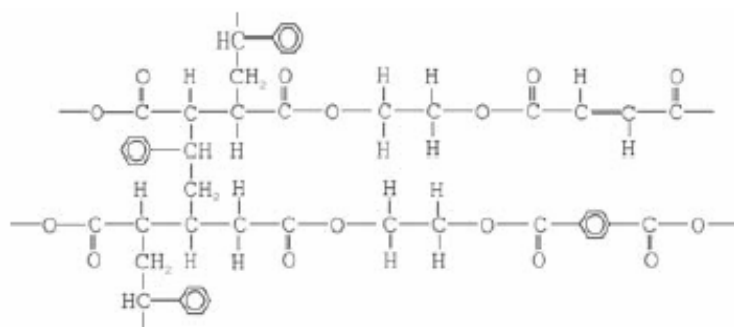


Слика 6. Тродимезионален модел на тефлон

1.4.2 Дуропласти

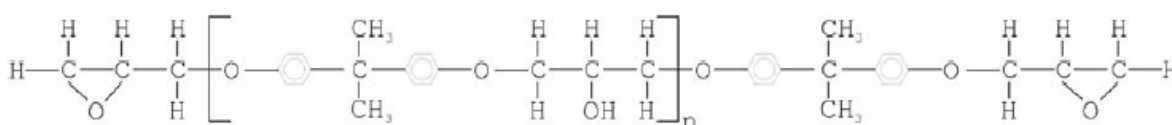
- со греење не стануваат пластични
- тешко се рециклираат

Примери: бакелит, силикон, гума, епоксидни смоли

Незаситен полиестер – UP

UP (полиестерска пластика) се произведува од незаситени алкохоли, органски киселини и полимерски бази од јагледовороди – вообичаено стирен.

- прв пат - во воена индустрија
- армиран UP – бродови, каросерии на автомобили
- неармиран UP – вештачки мермер, полиестерски бетон

Епоксид – EP

EP (епоксидни смоли) се дуромери кои содржат епоксидна група.

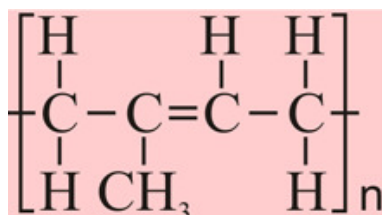
EP се користи како лепак, лак, пластичен бетон, ламинат, елементи на авиони и ракети со голема отпорност на корозија.

1.4.3 Еластомери

Еластомери имаат структура помеѓу првите два типа на полимери. Имаат способност на огромна еластична деформација без перманентно менување на облик.

Еластомери или гуми се добиваат од *природен* или *синтетички* каучук, кој има способност за хемиско умрежување. Тоа се постигнува со помош на процес наречен вулканизација (Charles Goodyear, 1884 година)

- високо еластична пластика
- пневматици, транспортни траки, спортска опрема
- природен каучук



- синтетички каучук, вештачка гума

(прв пат I. G. Farben, Германија)

Стирен-бутадиен, полибутадиен, полиизопрен, поликропен

Треба да се нагласи дека не постои јасна граница помеѓу овие три категории на полимери. Бројот на цврстина на попречни врски даваат на секоја категорија посебни својства.

Табела 4. Најчесто користени полимери

ознака	име	вид ¹	ознака	име	вид ¹
ABS	акрилнитрил/бутадиен/стирен	P, K	PIB	полиизобутилен	P
BR	бутадиенски каучук	E	PMMA	поли(метил-метакрилат) (плексиглас)	P
CA	целулозен ацетат	P	POM	поли(оксиметилен)	P
CN	целулозен нитрат (целулоид)	P	PP	полипропилен	P
CR	полхлоропропенски каучук	E	PPO	поли(фенилен оксид)	P
EP	епоксидна смола	D	PPS	поли(фенил сулфид)	P
NBR	акрилонитрил/бутадиен каучук	E, K	PS	полистирен (полистирол)	P
NR	природен каучук	E	PSU	полисулфон	P
PA	полиамид (најлон)	P	PTFE	поли(тетрафлуор етилен) (тефлон)	P
PBT	поли(бутилен терафталат)	P	PUR	полиуретан (линеарни)	EP
PC	поликарбонат	P	PVC	поли(винил хлорид)	P
PE	полиетилен	P	PVDF	поли(винилиден флуорид)	P
PEEK	поли(етер-етер-кетон)	P	SAN	поли(стирен/акрилонитрил)	P, K
PET	поли(етилен терафталат)	P	SBR	стирен-бутадиен каучук	E, K
PF	фенол-формалдехидна смола (бакелит)	D	TPUR	полиуретан (еластопластомерни)	EP
PI	полиимид	P	UP	незаситена полиестерска смола	D

*P – пластомер, D – дуромер, E – еластомер, EP – еластопластомер, K – кополимер

1.5 Примена на полимерните материјали

удел на полимерни материјали / %	
за пакување	27
градежништво	27
намештај	8
автомобилска индустрија	8
електроиндустрија	7
опрема за домување	4,5
земјоделеие	2
останато	16,5

1.6 Спроводливи пластики

Најголем број од пластичните материјали се изолатори и затоа наоѓаат примена за производство на штекери и електрично кабли т.е. за изолација на металните жици. Зборот пластика секогаш асоцира на изолатор. Меѓутоа, во последните децении се добиени полимери т.е. пластични материјали што спроведуваат електрична струја. За ова откритие тројца хемичари ја добија Нобеловата награда за хемија за 2000 год. Спроводливите пластични материјали се полимери во чија структура има наизменични единечни и двојни врски и додатоци на мали количества определени супстанции. Вакви материјали за прв пат се направени во средината на 70-тите години со што се разви ново поле во хемијата и физиката – наука за спроводливи полимери.

Ова откритие е важно од теоретска гледна точка, но уште поважна е можноста за практична примена на ваквите материјали. Тие можат да се користат за заштитни

филтри против електромагнетна радијација за компјутерските монитори. Прозорските стакла превлечени со тенок филм од вакви материјали можат да се осветлуваат или затемнуваат во зависност од јачината на светлината. Исто така, важни се за изработка на соларни ќелии, екрани за мобилни телефони и мини телевизиски и компјутерски монитори. Најголема перспектива се гледа во можноста од нив да се изработуваат делови во електрониката што ќе се состојат само од еден молекул.

1.7 Додатоци на полимерите

Полимерните материјали ретко се користат без додатоци, кои ги подобруваат нивните својства. Најчести додатоци се:

1.7.1 Омекнувачи

Омекнувачи ја смалуваат тврдина, а ја зголемуваат пластичноста на полимерите.

Во **1854** година **Cutting** за прв пат употребил омекнувач кога забележал дека на нитро-целулозата се подобрува пластичност со додавање на камфор. Омекнување може да биде *внатрешно* и *надворешно*.

Кај внатрешно омекнување настанува хемиска реакција помеѓу омекнувачот и полимерот, така што се создава една лента помеѓу ланците.

Кај надворешно омекнувач продира помеѓу молекулите на пластика и ги слаби бивалентните врски (*Van der Waals-ови сили*).

Примери: диетилфталат за целулоза, поливинилацетат за полистирен и PVC

1.7.2 Материјали за армирање и полнење

Материјали за армирање и полнење се додаваат за подобрување на механичките својства на пластичните материјали.

Вообичаени материјали за армирање:

Стаклени и синтетички влакна, кристални влакна на алуминиум оксид, силициум карбид, карбонски влакна, влакна на бор.

Материјали за полнење:

Активни (за цврстина, обработливост) и неактивни (за волуминозност – поевтина пластика)

Вообичаени материјали за полнење: саѓе, каолин, креда, силициум диоксид, цинк оксид, калциум силикат, струготина, азбестна прашина (?????).

1.7.3 Стабилизатори

Се додаваат на полимерните материјали за стабилизација. На пример, температура на преработка и на разложување на PVC се блиски, па на PVC му се додава стабилизатор за да не се распадне при преработка.

Вообичаени материјали за стабилизација: сафе.

1.7.4 Акцелератори

Се додаваат на полимерни материјали за забрзување на нивно стврднување при преработка.

1.7.5 Бои и пигменти

Се додаваат поради естетика. Се внесуваат во смеса при преработка или се нанесуваат површински. Се употребуваат органски и неоргански бои и пигменти.

1.7.6 Средства за подмачкување

Важни се за преработка на пластиката. Се додаваат на полимерните материјали за подобра проточност (полесно течење) и спречување на лепливост на површината на алатите, машините, цевките итн.

Вообичаени материјали за подмачкување: лесно машинско масло, парафин, вазелин, стеарин, ланолин.

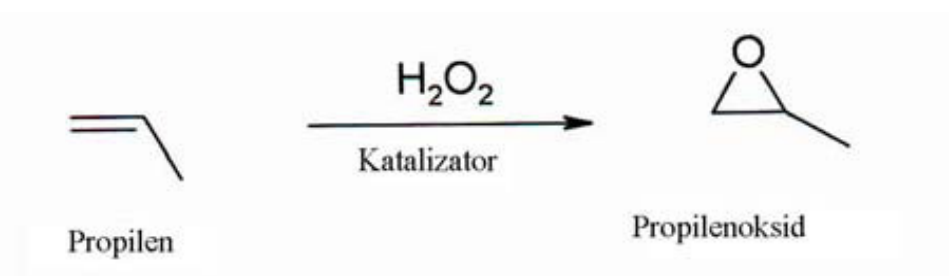
1.8 Дефиниција за мономери

- REACH (Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals)
- Регистрација, евалуација, авторизација на хемикалии
- Во согласност со REACH:
- Мономер – супстанца способна за создавање на ковалентни врски со низа на други слични или различни молекули во услови на реакција на синтеза на полимери.
- *Со други зборови – супстанца која преку реакција на полимеризација станува повторувачка единица на полимерна низа.*
- Супстанции вклучени како катализатори, или додатоци за отпочнување или завршување на реакција – НЕ се мономери

■ Пропилен е мономер



■ Пропилен HE е мономер

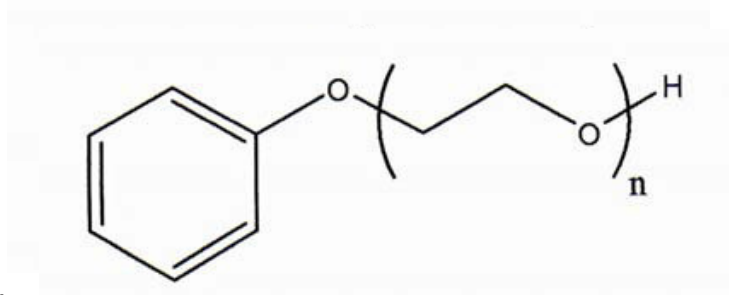


1.8.1 Дефиниција за полимери

- Полимер е супстанца составена од молекули за кои е карактеристична низа од една или повеќе врсти на мономерни единици.
- Молекулски маси на тие молекули – се во опсег во кој разлики на молекулски маси се последица на разлики во бројот на мономерни единици
- За да може да се нарекува полимер, тој треба да содржи:
 - а) повеќе од 50 % масен удел на молекули со најмалку три мономерни единици ($n \geq 3$) кои се со ковалентна врска поврзани со најмалку една друга мономерна единица или со друг реактант**
 - б) помалку од 50 % масен удел на молекули со иста М**

ПРИМЕР:

- На слика е прикажана молекула која веројатно се формирала по завршување на реакција на полимеризација – етоксилација

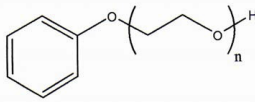


- етоксилиран фенол (каде $n \leq 1$)
- Мономер – отворен епоксид $-(CH_2-CH_2-O)-$
- Фенол – иницијатор на реакција – се смета за “друг реагенс” – не може да реагира ниту со себе ниту со отворен епоксид
- Молекула на сликата би била полимер кога $n \geq 3$.

Етоксилиран фенол се смета за полимер доколку се исполнети двата услови:

(а) повеќе од 50 % од супстанцата се состои од молекули на полимер т.е. Молекули прикажани на слика за кои $n \geq 3$)

(b) ни една од молекули на полимер кои имаат иста М не претставуваат 50 % од супстанции

	пример 1	пример 2	пример 3
n=1	0%	40%	5%
n=2	10%	20%	10%
n=3	85%	15%	20%
n=4	5%	12%	30%
n=5	0%	8%	20%
n=6	0%	5%	10%
n=7	0%	0%	5%
вкупно:	100%	100%	100%

Пример 1 НЕ исполнува дефиниција за полимер

Супстанца се состои од 10% етоксилиран фенол со $n=2$, 85% со $n=3$ и 5% со $n=4$.
содржи 85 % на иста молекула ($n=3$)

Пример 2 НЕ исполнува дефиниција за полимер

Само 40 % од супстанцата претставуваат полимер ($n \geq 3$) - а треба > 50 %
($15+12+8+5=40$)

Пример 3 Единствен од овие три ја исполнува дефиниција за полимер

$20+30+20+10+5 = 85$ % од супстанцата се полимери ($n \geq 3$)

Уделот на ниедна друга состојка НЕ е > 50 %

1.9 Разградба на полимерните материјали

разградба	
Врста	Агенс
светлосна	светло
термичка	температура
оксидациска	кислород
хемиска	хемиски агенси
механичка	механички сили
биолошка	микроорганизми

1.10 Рециклирање на полимерните материјали

Во врска со прашањето: Што со пластиката? Разработени се 5 стратегии за решавањето на проблем со зголемениот отпад, поврзан со долгиот процес на разградбата на полимерите:

1. спалување
2. биодеградација
3. повторна употреба
4. рециклирање
5. редукција – намалување на употреба

1.10.1 Спалување

Пластичен отпад може да се отстрани со спалување и при тоа да се искористи енергија што се ослободува. Проблем кој не може да се занемари е емисија на канцерогени гасови, во зависноста од врста на полимерот. Од тие причини е потребна постојана контрола на еколошките параметри.

Пример: термоцентрали како гориво да користат отпад наместо гас или мазут.

1.10.2 Биодеградација

Претставува веројатно најеколошки модел на справување со пластичниот отпад, при што се искористуваат бактерии за разградба на молекулите на полимерите. Проблем ево тоа што тие микроорганизми (кои се наоѓаат во природата) не содржат ензими кои можат да ја разградат пластиката. Решение е во изнаоѓање на нови врсти полимери кои во ги содржат потребните состојки за по одредено време да се иницира процес на раскинување на врските во полимерите.

Пример: полимер Biотax се биодеградира за околу 8 недели откако ќе се најде во природата.

1.10.3 Повторна употреба

Оваа постапка подразбира повторна употреба на пластични предмети или нивни делови со претходно чистење, миење и сл.

Пример: пластични шишиња наместо да се рециклираат или спалуваат, да се исчистат и измијат за повторно користење.

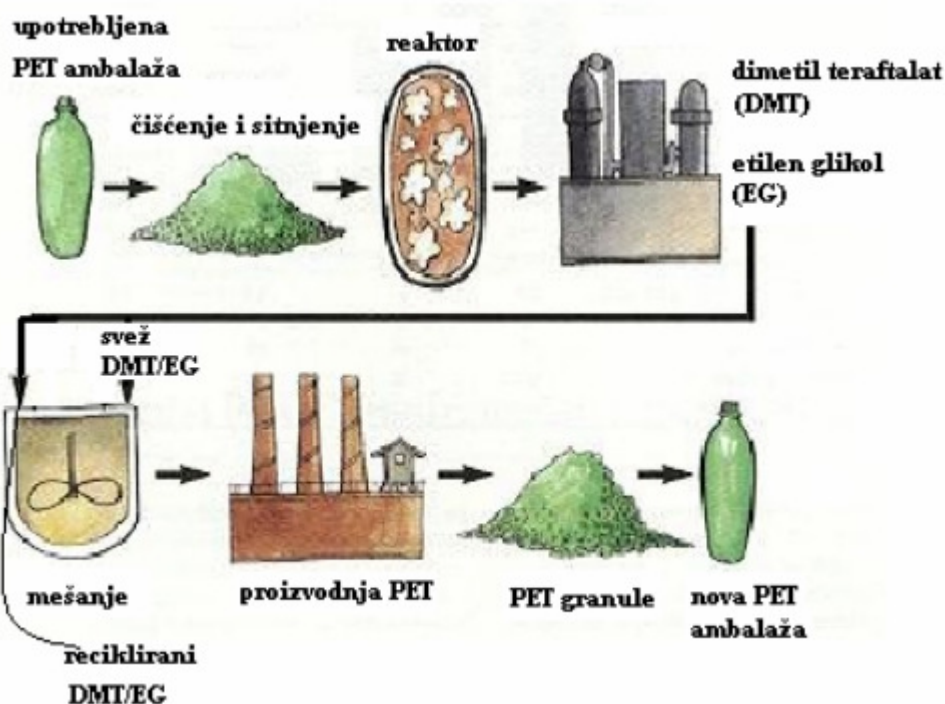
1.10.4 Редукција – намалување на употреба

Замена на производи произведени од пластика со соодветни произведени од други материјали, кои лесно се разградуваат или не ја загадуваат животната средина.

Пример: пластични шишиња и кеси се заменуваат со стаклени шишиња и хартиени кеси

1.10.5 Рециклирање

Рециклирање на пластика е процес на преработка на стара и отфрлена пластика во производ кој може повторно да се користи. Пред самото рециклирање пластика се групира според идентификациски код развиен во 1988 година од страна на *Society of the Plastics Industry*.



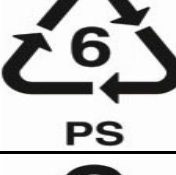
Симбол кој се користи за идентификациски код се состои од три стрелки (усмерени во смерот на движење на стрелките од часовникот) кои сочинуваат триаголник во кој се наоѓа број. Многу често под триаголникот се наоѓа и акроним кој ја означува пластиката. Кога бројот не е присутен, симбол претставува универзален симбол за рециклирање и означува материјал кој е возможно да се рециклира.

Некои проблеми при рециклирање

Поради ниска ентропија на мешање (глава причина се долги полимерни низи) само изложување на топлина не е доволно да се формира смеса погодна за понатамошна преработка. Друго ограничување е присуство на разни додатоци: бои, полнила, стабилизатори итн. Поради тоа, полимери мора да бидат практично од ист состав за да можат да се мешаат.

Пример: PET амбалажа од разни производители не се растопува во една фаза при загревање, туку се раздвојува, слично како вода и масло.

Табела 5. Символи на рециклирање на пластика

символ	кратенка	полимерот	Зошто се рециклира
	PETE или PET	Полиетилен терефталат	за полиестерни влакна, фластери, меки шишиња за пијлоци, термо-изолациони плочи.
	HDPE	Полиетилен со висока густина	За шишиња, кутии за намирници, канти за рециклирање, земјоделски цевки, шољи, опрема за играње, пластично дрво
	PVC ili V	Поливинил хлорид	Цевки, огради и шишиња кои не се користат за храна и пијалоци
	LDPE	Полиетилен со ниска густина	Пластични вреќи, контејнери, цевки, лабораториска опрема
	PP	полипропилен	Разни делови за возила и индустриски влакна
	PS	полистирен	Канцелариска опрема, играчки, видеокасети, кутии, изолациски плочи
	Ostalo	Останата пластика: акрилик, поликарбонат, најлон, фиберглас, полиактид	

Алтернативни процеси на рециклирање

Полимери се подвргнуваат на процес **деполимеризација** (инвертен на процес на полимеризација). Со тоа се добива смеса од мономери користени за добивање на тој полимер.

Недостаток: процес е многу скап и неекономичен.

Втор начин е **претворање на смеса од полимери во петролеј** со процес кој е сличен на деполимеризација, но помалку прецизен.

Една од постапки е **топлинска компресија** (Heat Compression). Со овој процес, несортирана и оцистена пластика со разни облици се меша во голем бубањ, при што топлина, добивена од меѓусебно триење на самата пластика, се користи за топење.

Примери за рециклирање

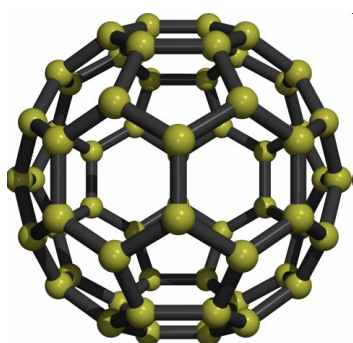
Најчесто се рециклира пластика од тип HDPE – број 2. Она се рециклира во пластично дрво, маси, столови, клупи, контејнери.

Ефекти на околината

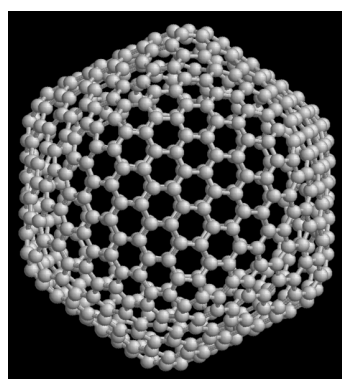
Предноста на рециклирање е во тоа што се ослободува 250 % помалку јаглерод диоксид (тука не се зема во обзир јаглерод диоксид ослободен при самото рециклирање и при транспортот на рециклирана пластика). Недостаток е што самиот транспорт е често пати поскап од придобивките на самото рециклирање.

1.11 Фулерени

- Фамилија на фулерени (C₆₀, C₇₀, C₈₂,..., C₅₄₀) се сферни молекули, који претставуваат трета алотропска модификација на јаглерод
- најстабилен представник - C₆₀.
- Фулерени - затворени, сферни јаглеводородни структури, во облик на кафез или мрежа
- Со обавезни 12 пентагони и неограничен број на хексагони
- Молекул C₆₀ - кристална форма која по својата симетричност спаѓа во највисок ранг на уреденост.
- стабилен, но неочекувано реактивен => 6500 нови соединенија на база на C₆₀
- Фулерени се втор тип на најчесто користени наночестички (по сребро)
- Наноцевки
- Примена – фармација, козметика, електроника и соларна енергија.



Фулерен C₆₀



Фулерен C₅₄₀

1.11.1 Физичко-хемиски карактеристики

Големина

Земја : 12,750 Km = $12,75 \times 10^6$ m

Фудбалска топка: 22 cm = $2,2 \times 10^{-1}$ m

C₆₀ молекула : 7 Å = $7,0 \times 10^{-10}$ m

Органолептички својства:

Изглед: фин црн прав

Фулерит / црн прав

C60: црна цврста супстанца
Мирис: без мирис

Физички својства на C60

1.65 g cm⁻³
H_f : 9.08 k cal mol⁻¹
Индекс на рефракција: 2.2 (600 nm)
Т.В. : сублимира на 800 K
резистивност: 1014 ohm s m⁻¹
Густина на пареи : N/A

Растворливост

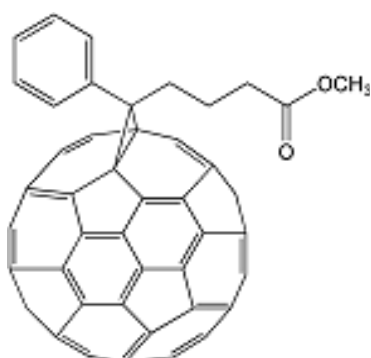
Утврдено е дека се растворливи во растворувачи како што е бензенот, толуен или хлороформ.
При мешање на некои фулерени со толуенот и филтрирање на смесата, се добиваат црвен филтрат.
По испарување на растворувач, остануваат кристали на чист јаглерод
HPLC покажува траги од фулерен во јаглеродно саѓе.

1.11.2 Деривати на фулерен

Хемија на фулерени е богата и разновидна и овозможува својствата на основните фулерени да биде прилагодена на одредена апликација.

Можни се деривати на сите основни фулерени C60, C70 и C84.

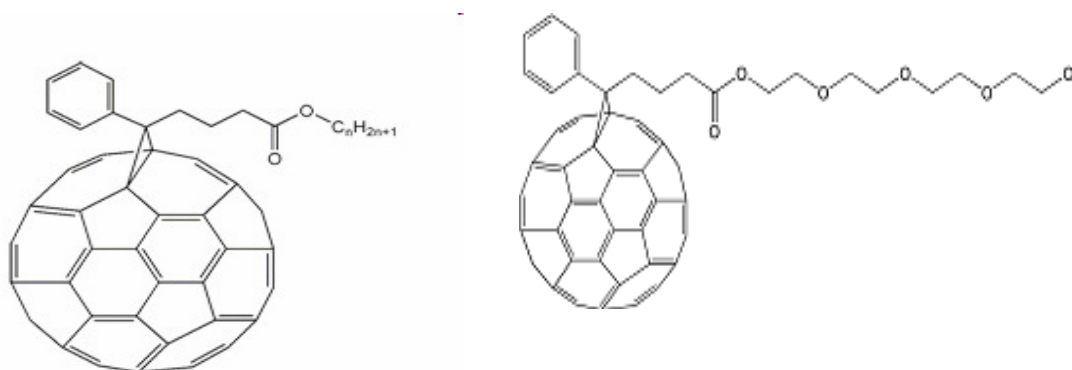
Деривати можат да се направат да бидат повеќе липофилни од основните фулерени, како и растворливи во вода и амфифилни растворувачи.



PCBM (Phenyl C₆₁ Butyric Acid Methyl Ester)

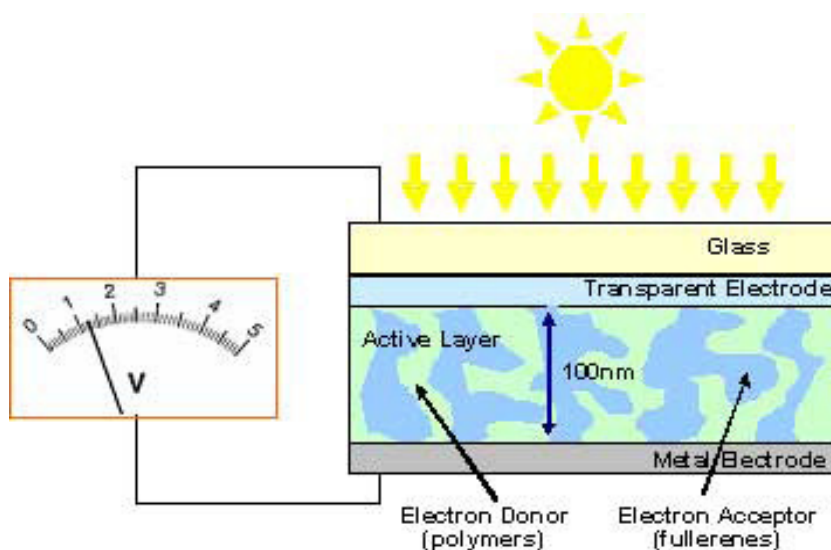
Други деривати

- Хидроксилна, карбоксилна група за подобрена растворливост во водата. PCB-EO₄
- За подобра растворливост во липиди, синтетизирани се PCB-C₁₂ (за производи за нега на кожа и за исхрана) и PCB-C₁₈.



1.11.3 Примена на фулерени

Органски фотоволтаични ќелии - *Organic Photovoltaics (OPV)*



- Фулерени **n-тип на полупроводник** (електрон акцептор)
- Се користат во коњугација со p-тип (политиофен) на полупроводник (електрон донор)
- **Ефикасноста на конверзија** на соларна ќелија расте во низа
- C60 → C70 (25 %)
- C60 PCBM → C60 PCBB (зголемување од 40%)

Source :

Janssen, et al, MRS Bulletin 1/2005

B.C. Yadav and Ritesh Kumar Structure, Properties and applications of fullerenes, *International Journal of Nanotechnology and Applications*, ISSN 0973-631X Volume 2, Number 1 (2008), pp. 15–24

1.11.4 Примена како антиоксиданси и биофармацевтски препарати

- Фулерени се силни антиоксиданси
- ефикасноста - 100 пати поефикасни од актуелните водечки антиоксиданси како што е нпр. витамин Е
- брзо реагираат со слободни радикали
- се однесуваат како "сунѓер за радикали « (една молекула на фулерен може да неутрализира 20 или повеќе слободни радикали)
- Фулерен е растворлив во бадемово масло
- скрининг тест за токсичност применет на очно ткиво укажува дека фулерен нема негативни ефекти.

1.11.5 Примена како адитиви и друго

- Адитиви на полимери
- Фулерени се хемиски реактивни и можат а се додаваат во структура на полимери со цел за добивање на нови кополимери со специфични физички и механички својства или модификација на постоечки.
- Исто така, можат да се искористат за добивање на композити.

Композити – смеси на два или повеќе материјали со различен состав (метали, керамика, полимери,...) и/или облик (влакна, зрна, ..) формирани со цел за постигнување на барани/потребни невообичаени комбинации на својства (чврстина, густина, крутост, тврдина, топлотна и електрична проводливост, ...)

- Катализатори (во реакција на хидрогенација, хидродеалкилација – пр. 1,2,4-триметил бензен → ксилен; конверзија на метан → повисоки јаглеводороди)
- Пречистување на вода
- Мембрани (размена на протони) – за гориви ќелии
- Кај возила – помала потрошувалка на гориво со користење на композити и полимери на база фулерен-гума
- Медицина – MRI (Magnetic resonance imaging) контраст агенс.

1.12 Биополимери

Биополимерите се полимери што се добиени од живиот свет (целулозата , скробот, протеините, пептидите, DNA, RNA - биополимери во кои мономерни единици се шеќерите, аминокиселините и нуклеотидите) или пак лабораториски синтезирани полимери кои можат да вршат функции на поддржување на животот во живите организми.

Биополимерите нашле примена во медицината и фармацијата како материјали, носители на лекарства, со цел да се постигне продолжено дејство на лекот (забавена и рамномерна апсорпција).

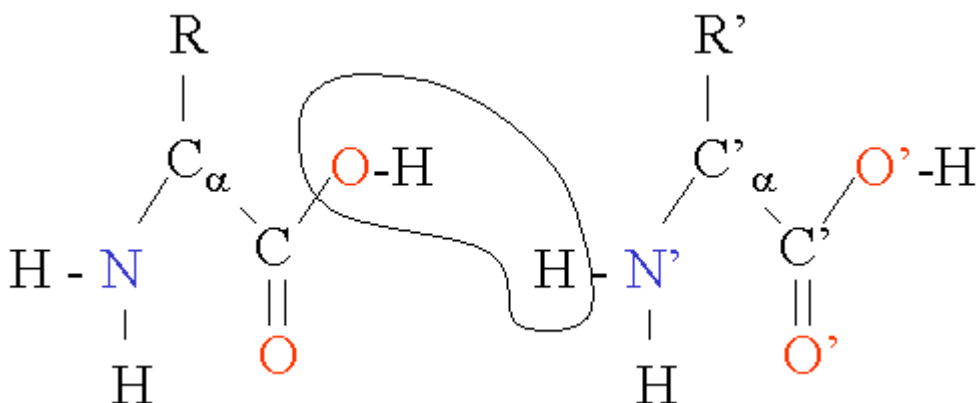
Биополимерите се користат за правење биолошки мембрани и вештачки органи (залистоци за срце, стентови, вештачки коски, вештачка кожа и др.)

Биополимерите во иднина треба да добијат широка еколошка поддршка, бидејќи тие треба да ги заменат досегашните пластични материјали за амбалажа, заради нетоксичната и брзата деградација во природата.

1.12.1 Полипептиди

Аминокиселините се молекули на протеините поврзани со амидна (пептидна) врска, со одреден редослед кој се нарекува аминокиселинска секвенца. Под примарна структура на протеините се подразбира бројот на полипептидните низи од кои се состои молекулата на протеинот, како и бројот и положбата на дисулфидните мостови во нив.

α -аминокиселините може да градат амидна врска помеѓу α -амино-група од едната аминокиселина и α -карбоксилна група од другата аминокиселина со елиминација на молекула на вода, дадено на **Формирање на пептидна врска**.



Формирање на пептидна врска

Нуклеински киселини

Нуклеинските киселини се големи и сложени органски молекули, значајни за клетката и одговорни за најзначајните процеси, како што се наследувањето и синтезата на протеини во клетката.

Постојат два типа на нуклеински киселини:

- Дезоксирибонуклеинска киселина (ДНК)
- Рибонуклеинска киселина (РНК)

ДНК е носител на наследните информации во клетката, додека РНК учествува во пренесувањето на тие информации и нивно преведување во протеините.

Нуклеинските киселини се макромолекули, чии единици претставуваат нуклеотидите. Тие се образувани од еден пентозен шеќер за кој е врзана фосфатна група и една азотна, пуринска или пиримидинска база. Нуклеотидите меѓусебно се поврзуваат на тој начин што се воспоставува врска помеѓу фосфатите и шеќерите, формирајќи ланци.

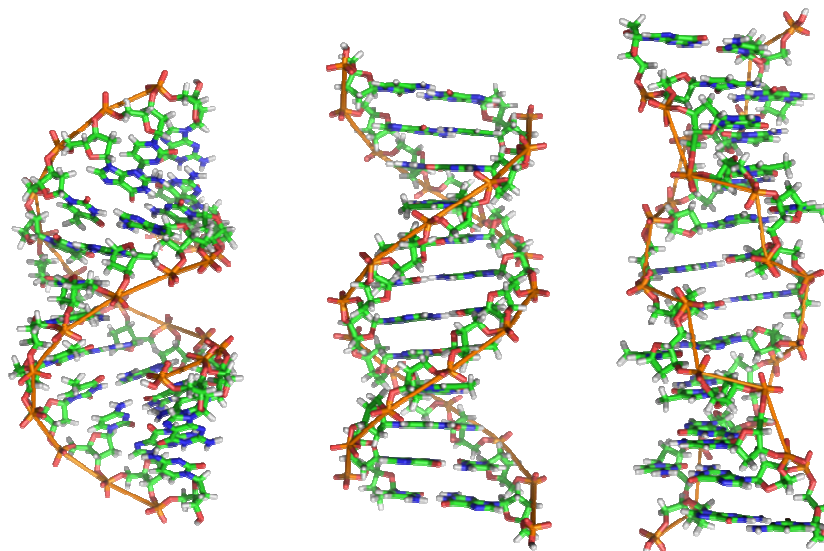
Во градењето на нуклеотидите, кои формираат ДНК учествуваат :

- Пентозен шеќер деоксирибоза

- Пурински(derivati на пурин , изградени од еден петочлен прстен) бази аденин и гванин или пиримидински(derivati на пиримидин, изградени од еден петочлен и еден шесточлен прстен) бази цитозин и тимин
- Киселински остаток од фосфорна киселина

Во градењето на нуклеотидите, кои формираат РНК учествуваат:

- Пентозен шеќер рибоза
- Пурински(derivati на пурин , изградени од еден петочлен прстен) бази аденин и гванин или пиримидински(derivati на пиримидин, изградени од еден петочлен и еден шесточлен прстен) бази урацил и тимин
- Киселински остаток од фосфорна киселина



структура на ДНК

1.12.2 Шеќери

Шеќерите се нараспространети соединенија во живиот свет. Според степенот на сложеност се делат на :

- моносахариди
- дисахариди
- олигосахариди
- полисахариди

Моносахаридите (прости шеќери) со хидролиза не можат да се разложат на прости соединенија. По хемискиот состав тие се полихидроксилни алдехиди или кетони.

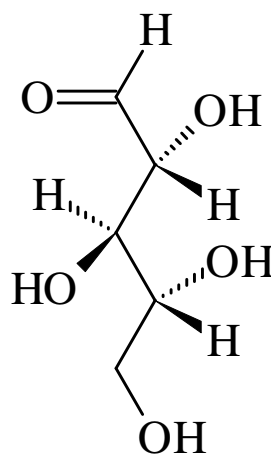
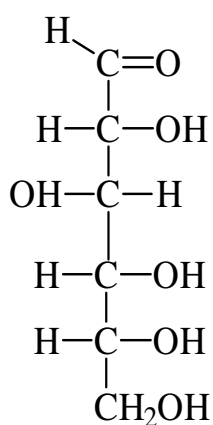
Според бројот на јаглеродни атоми се делат на:

- триози
- тетрози
- пентози
- хексози
- хептози

Според тоа дали содржат алдехидна или кето група се делат на:

- алдози
- кетози

Во пентозите (со 5 јаглеродни атоми) спаѓаат : рибоза и деоксирибоза, а во хексозите (со 6 јаглеродни атоми) спаѓаат : глюкоза, фруктоза и галактоза.

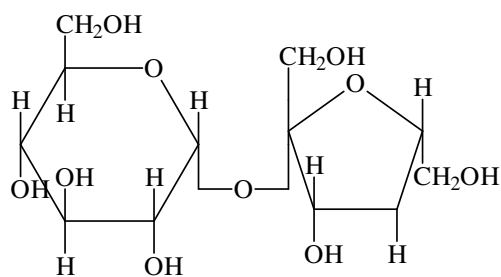


Структурна формула на глюкоза и рибоза

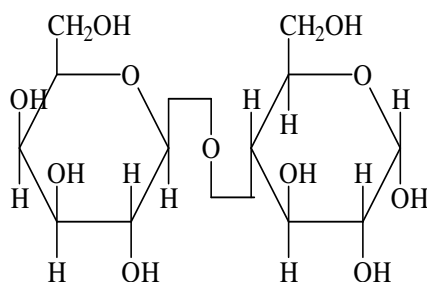
Олигосахариди

Олигосахаридите (грч. oligos = малкубројни, сиромашни) се изградени од 2-15 моносахариди. Најзначајни се:

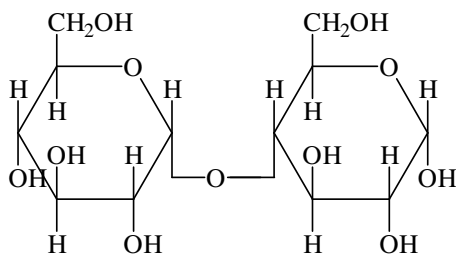
- дисахариди (од два моносахариди) во кои спаѓаат:
 - малтоза
 - лактоза
 - сахароза



сахароза



лактоза



малтоза

Полисахариди

Полисахаридите се макромолекули добиени со поврзување на голем број на моносахариди во долги ланци (можат да содржат стотици или илјадници моносахариди).

Според биолошката функција тие се делат на:

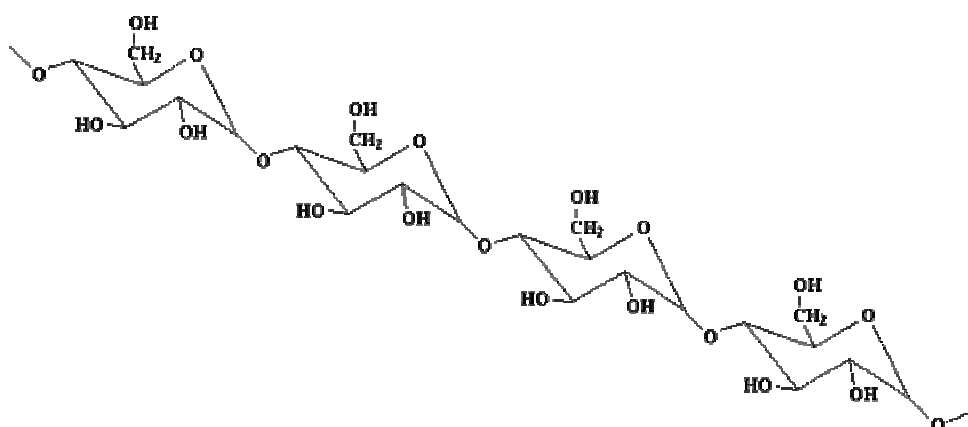
- резервни
- структурни

Резервните полисахариди претставуваат молекули во кои се чува хемиската енергија. Најраспространети резервни полисахариди се:

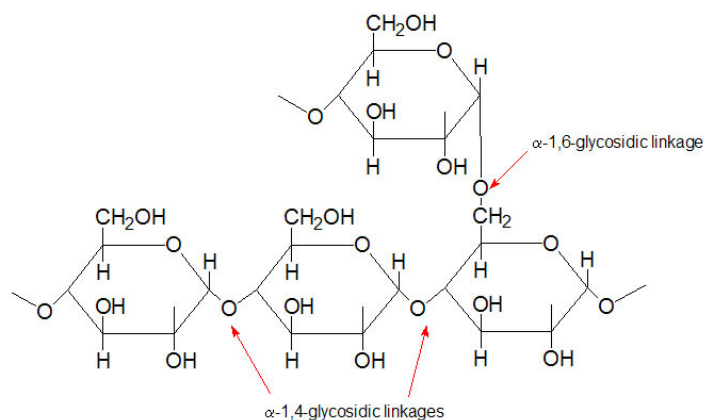
- скроб - кај растенијата
- гликоген – кај животните

Структурните полисахариди учествуваат во изградбата на клеточните делови. Меѓу нив најраспространети се:

- целулоза – која е главна состојка во изградбата на клеточниот сид на растенијата
- агар – кој го има во алгите

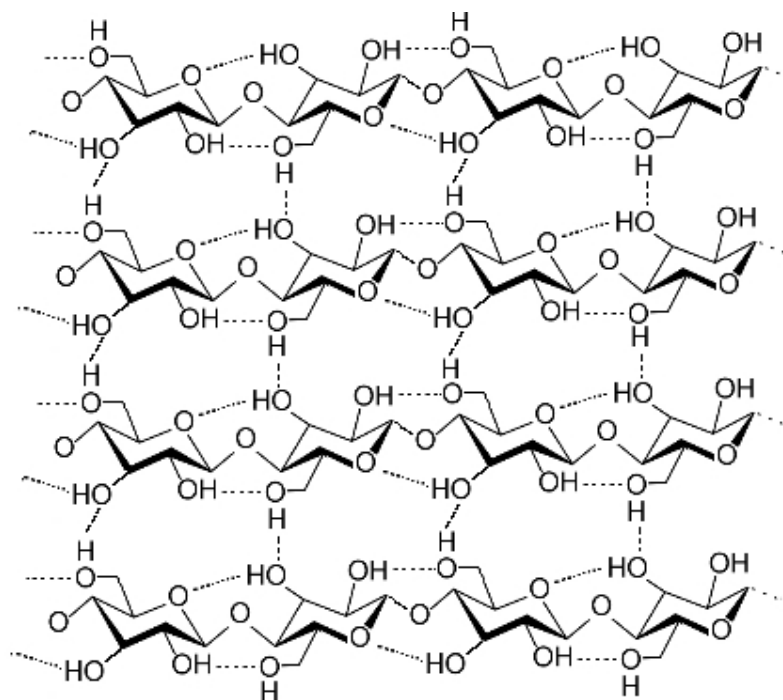


скроб



гликоген

Целулозата е нараспространет биополимер, како и најзастапено органско соединенение на Земјата. Околу 33% од целосната земјина материја е целулоза (целулозата во памукот е застапена со 90%, а во дрвото 50%).



целулоза



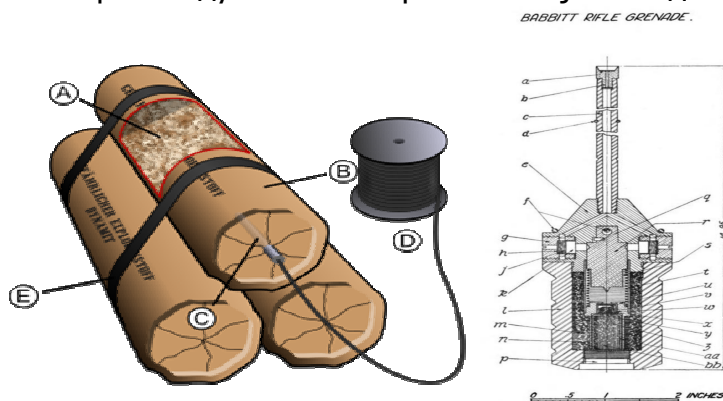
агар

2. ЕКСПЛОЗИВИ

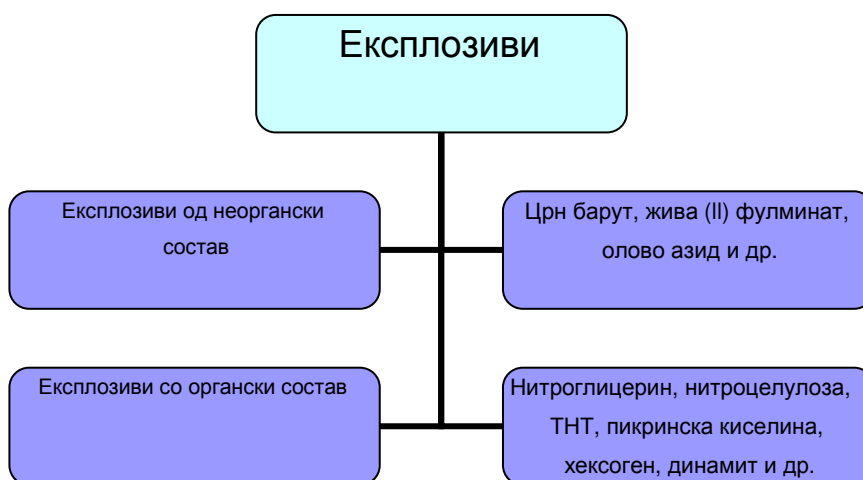
Експлозиви се сите материи кои во допир со кислород, без или во присуство на искра или оган, согоруваат за многу кратко време, при што ослободува големо количество на топлинска и кинетичка енергија.

Експлозивите се соединенија или смеси кои под надворешни влијанија (удар, триење, загревање или иницијално палење) хемиски многу брзо се трансформираат и при тоа ослободуваат голема количина топлина и гасовити производи што се манифестира како експлозија или детонација.

Техничката примена на експлозивите се заснова на тоа што при експлозивната реакција се "произведува" силен притисок кој може да изврши механичка работа.



Според хемискиот состав се делат на :



Според начинот на употреба експлозивите се делат на:

а) Иницирачки експлозиви

- Се користат за активирање и многу се осетливи на пламен и удар.
- Поради својата активност се користат исклучиво за правење на иницијални каписли и запалки.
- жива(II) фулминат, олово азид и др.

б) Бризантни експлозиви

- Се многу стабилни и разорната моќ им е многу силна.
- Тие најчесто се користат во воени цели (правење бомби, ракети, гранати итн.) или во стопански цели (рударство, градежништво итн.)
- динамит, ТНТ, нитроцелулоза и др.)

Според особините и дејството експлозивите најчесто се делат на :

1. Барути или погонски експлозиви

1. Експлозиви со разорно дејство (разорни експлозиви) меѓу кои се разликуваат воени и привредни експлозиви

1. Иницијални експлозиви, средства за палење или детонатори, кои се многу осетливи и служат како иницијални запалки за другите експлозиви

Механизмот (процесот) на настанување

на експлозијата зависи од видот на експлозивните материи

- Хемиски - брзо претварање на цврста или течна експлозивна супстанца во гас.
- Физички – зголемување на притисокот
- Нуклеарни – фисија и фузија

Експлозиите кои се јавуваат како последица на хемиски реакции се сметаат за прави, **вистински експлозии**, додека експлозиите кои настанале како последица на физички промени (Пр. Распрскување на садови под притисок) спаѓаат во **експлозивни појави**.

2.1 Хемиски експлозии

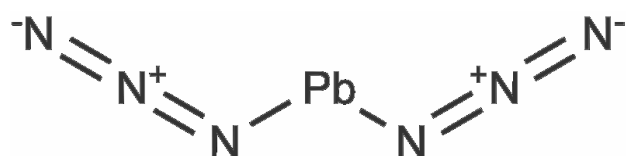
- Хемиска експлозија е резултат на хемиска реакција или промена на состојба на материја, која настанува во особено краток временски период со генерирање на големо количество топлина и големо количество на гасови
- Хемиска експлозија – услов е претходно “компресирани” соединенија да бидат затворени
- Во текот на експлозија настанува брза егзотермна трансформација, што резултира со формирање на многу жешки гасови и пареи
- Гасови остануваат дел од секунда во затворениот простор, при што го зафаќаат волуменот на експлозивниот полнеж
- V е мало, T висока $\Rightarrow P$ е енормно висок $\Rightarrow$ доволен да настане бран кој може да ги разори сидовите на садот, како и другите објекти.

2.2 Хемиски експлозиви

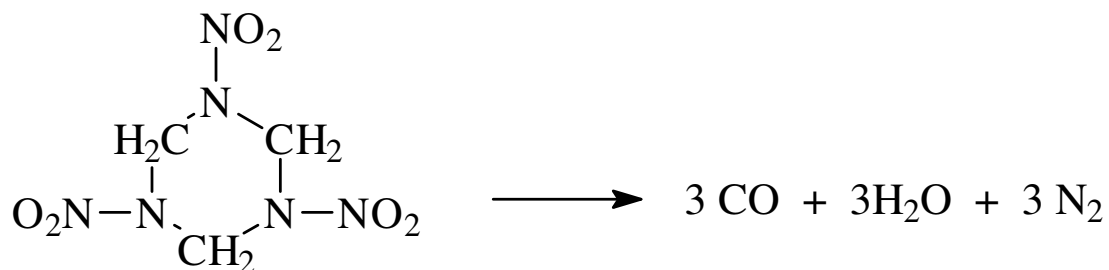
- Супстанции класифицирани како хемиски експлозиви содржат C , H (кои претставуваат горива) и O (обично сврзан во групите NO , NO_2 и NO_3).

Исклучок:

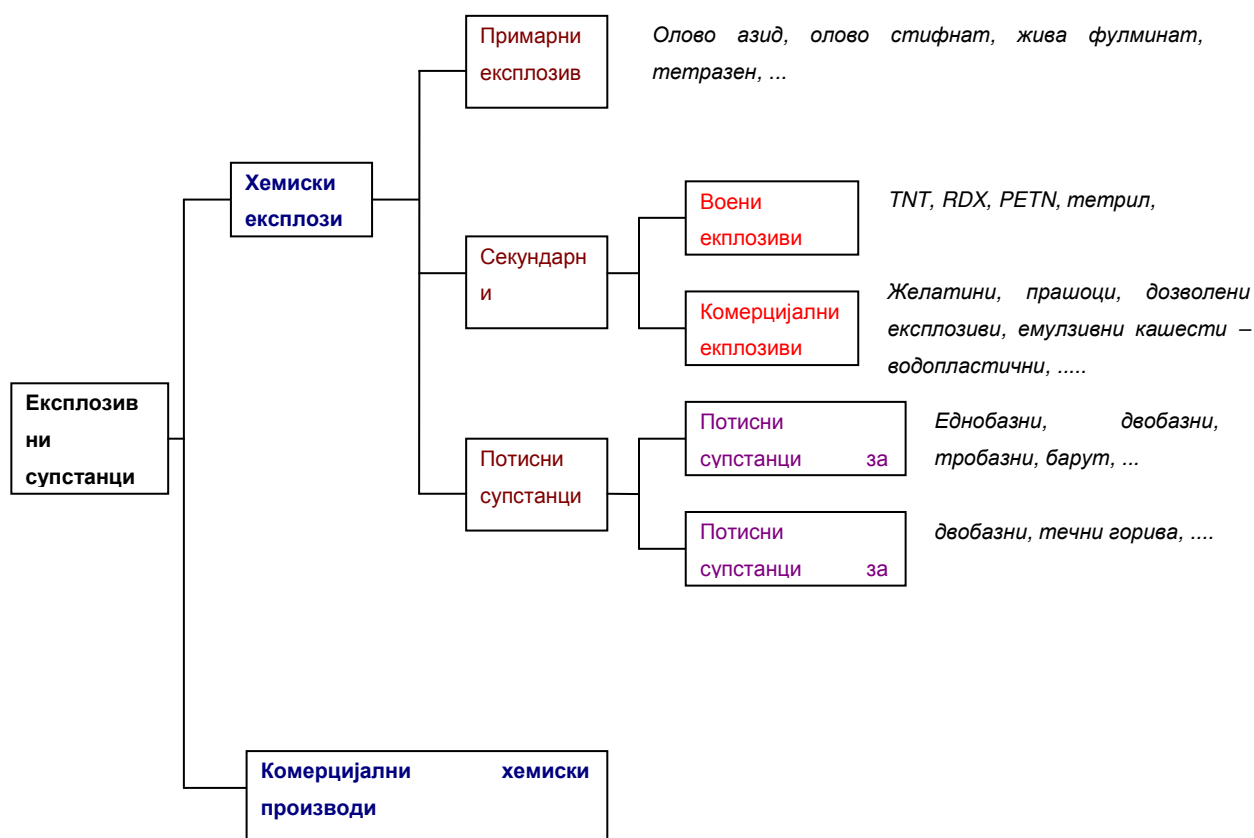
- Азиди (PbN_6)
- Азоттријодид (NI_3)
- Азоимид (NH_3NI_3)
- Карактеристично за експлозивите - големо количество на енергија, која во голем дел се ослободува во вид на топлина на реакција



Олово азид



Реакција на експлозија на RDX



2.3 Класификација на хемиски експлозиви

- Експлозиви – поделба према :
 - Хемиска природа
 - Намена

Према хемиска природа хемиски експлозиви се делат на:

- **Експлозивни супстанции**

(содржат молекуларни групи кои имаат експлозивни својства)

1. пероксиди, озониди
2. Азотни соединенија
3. Азотни естери
4. Нитрамини
5. Деривати на хлорна и перхлорна киселина
6. Азиди
7. Разно соединенија (фулминати, ацетилиди, пероксиди, озониди итн.)

- **Експлозивни смеси** (барут)

2.3.1 Класификација на експлозивни супстанции

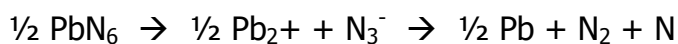
Плетс 1953 г.

Експлозивни супстанции (содржат молекуларни групи кои имаат експлозивни својства)

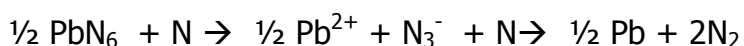
1. Неоргански и органски пероксиди и озониди	—O—O—	—O—O—O—
2. Неоргански и органски хлорати и перхлорати	—OClO_2	—OClO_3
	—N—X_2	
3. Азотни соединенија со халогени елементи	—NO_2	—ONO_2
4. Неоргански и органски супстанции со нитро група	—N=N—	—N=N=N—
	—N=C	
5. Неоргански и органски азиди	$\text{—C}\equiv\text{C—}$	
6. фулминати	M—C	
7. Ацетилен и метални ацетилиди		
8. Метали сврзани со јаглерод – органомет. соедин.		

2.3.2 Примарни експлозиви

- Примарни бризантни експлозиви, за разлика од секундарните:
 1. Минуваат низ особено брза трансформација од горење до детонација
 2. Имаат способност да ја пренесат детонацијата на помалку осетливите експлозиви
- Детонација настанува како последица на топлина или шок-ударен бран



Реакција е ендотермна (213 kJ)



Реакција е егзотермна (657 kJ)

Разложување е прогресивно: 1 N_3^- група $\rightarrow$ реагира со 2-3 соседни N_3^- $\rightarrow$ кои понатаму истовремено можат да активираат други 22 N_3^- групи

Најчесто користени примарни експлозиви:

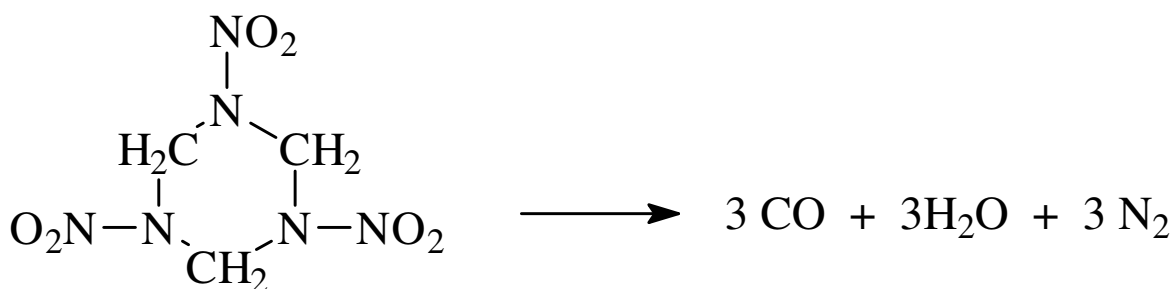
- Олово азид
- Олово стифнат (тринитроресорцинат)
- Олово мононитроресорцинат (LMNR)
- Калиум динитробензофуразан (KDNBF)
- Барium стифнат

Помалку користени:

- Жива азид
- Жива фулминат

2.3.3 Секундарни експлозиви

- **Бризантни експлозиви**
- Помалку осетливи од примарните
- Се активираат само со детонација предизвикана од на примарните експлозиви
- По активирањето, речиси моментално се формираат постабилни соединенија
- Се генерира ударен бран
- Брзина на детонација $5500 - 9000 \text{ ms}^{-1}$



Примери за секундарни експлозиви

- TNT
- тетрил
- пикринска киселина
- нитроцелулоза
- RDX – хексоген, циклонит, циклотриметилентринитрамин
- HMX – октоген, циклотетраметилентетранитрамин
- TATB (1,3,5-триамино-2,4,6-тринитробензен)

Комерцијални:

- Експлозивен желатин
- Дијатомејски динамит
- 60 % желатинизиран динамит

2.3.4 Потисни супстанции

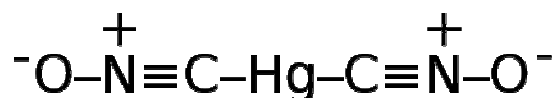
Потисни средства се запаливи материјали кои во себе го содржат целиот кислород потребен за согорување.

- Горат, а НЕ експлодираат
- Се иницираат со пламен или искра
- Релативно бавно (неколку ms) преминуваат од цврста во гасовита состојба
- *Примери:* барут, безчаден барут, амониум нитратни експлозиви кои не содржат нитроглицерин или други ароматични нитро соединенија

2.3.5 Примарни експлозиви

Жива(II) фулминат

- Добиен е на самиот почеток на XIX век.
- По хемиски состав е $\text{Hg}(\text{CNO})_2$



- Многу лесно се пали и експлодира со голема брзина (4250 m/s), па затоа се употребува како иницијален експлозив.
- При удар лесно детонира:

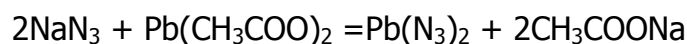


Добивање:

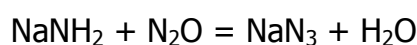
- Живата се раствора во концентрирана азотна киселина, па се меша со 96% алкохол при одредена температура. Кристалите од фулминатот се испираат и се сушат во вакуум.
-
- Жива (II) фулминат се употребува за полнење каписли и за правење смеса за иницијално палење но денес е воглавно потиснат од олово азид.
- Често се употребува во смеси.

Олово азид

- Се добива под дејство на натриум азид на олово ацетат во присуство на декстрин или поливинил-алкохол како би се спречило образување на крупни кристали:



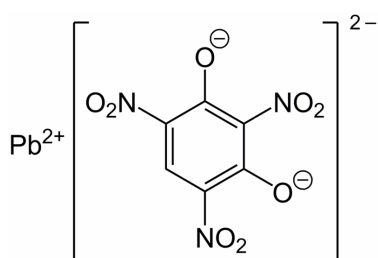
- Натриум азид лесно се добива од натриум амид и диазот монооксид:



- Олово азид многу брзо експлодира (4630 m/s) дури и влажен!
- Кога е во кристален облик не е опасен за ракување.

- За разлика од фулминатот кој се пали на околу 220oC олово азидот не е многу осетлив на пламен, се пали на околу 330oC но за исто дејство е потребна помала количина.
- Се употребува најмногу за иницијално палење но и во смеса со други експлозиви.

Олово стифнат

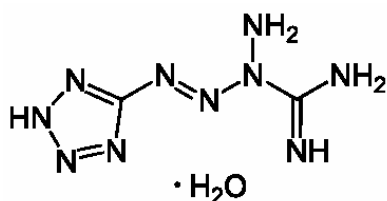


- Име изведено од - *styphnic acid*
олово 2,4,6-тримитрорезорцинат
- IUPAC име
Олово 2,4,6-тринитробензен-1,3-диолат

Постојат две форми на олово стифнат:

- шестострани монохидратни кристали и
- мали правоаголни кристали.
- боја - од жолто до кафена боја.
- особено чувствителен на огнот и статички електрицитет
- кога е сув, може лесно да се активира со статички празнења од човечкото тело.
- не реагира со метали и е помалку чувствителен на удари и триење од жива фулминат
- малку растворлив во вода и метил алкохол
- стабилен во складирање, дури и при покачени температури.
- токсичен за луѓето

Тетразен

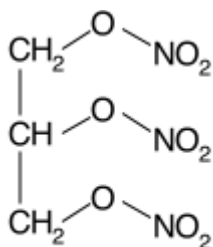


- IUPAC име
1-(5-тетразолил)-4-гванил тетразен хидрат
- малку е почувствителен од жива фулминат
- кога ќе се притисне доволно, неговата чувствителност се намалува или уништува (**мртво притискање**).
- се разградува во вода што врие
- во контакт со огнот лесно експлодира, произведувајќи големи количества црн чад.

Добивање: преку реакција на натриум нитрит со аминокванидин сол растворена во оцетна киселина на 30-40 °C.

2.3.6 Секундарни експлозиви

Нитроглицерин (глицерин тринитрат)

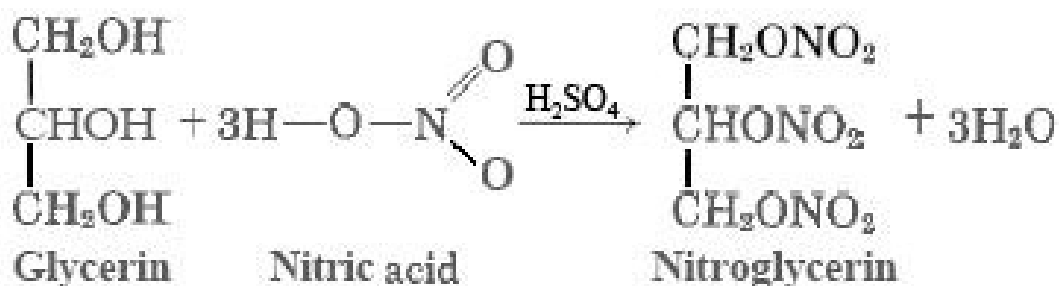


Nitroglycerin

Пронаоѓањето на нитроглицеринот и Нобеловиот пронајдок на динамитот претставуваат еден од најважните напредоци во развојот на експлозивите за примена во техниката.

Добивање

- Глицерин тринитрат се добива со естерификација на анхидриран глицерин со петкратна количина смеса од азотна киселина и 25% олеум на контролирана температура (до 20°C).



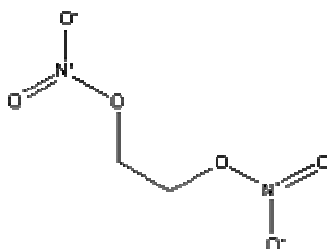
Постапка:

- Нитроглицеринот не се раствора во киселини, се центрифугира и испира со алкалии да се ослободи киселината.
- Техничкиот производ е слабо жолтеникава густа течност.
- На обична температура е постојан, но осетлив е на удар и триење.
- Брзината на детонација на нитроглицеринот е една од најголемите (7600 m/s).
- Нитроглицеринот никогаш не се употребува чист.
- Со нитроцелулоза гради желатинозна маса што е важно за примена на нитроглицеринот во облик на индустриски експлозив и малодимни барути.

- **Алфред Нобел** е еден од првите кои во техниката го употребувал нитроглицеринот. Меѓутоа поради неговата осетливост доаѓало до несакани експлозии и несреќи, и тоа било причина да се најде побезбеден начин за ракување.
- Тој нашол дека со адсорпција на нитроглицеринот со некој порозен материјал како што е дијатомејска земја, осетливоста значително се намалува. Таа смеса се нарекува "динамит", меѓутоа чист нитроглицерински динамит денес не се употребува.
- Нобел го правел динамитот на база на дрвено брашно и шалитра, но наместо нив денес се употребуваат други експлозиви.



- Во рударството нитроглицеринот делумно се заменува со **нитроглицол** (етиленгликол динитрат) кој се добива на сличен начин како нитроглицеринот.

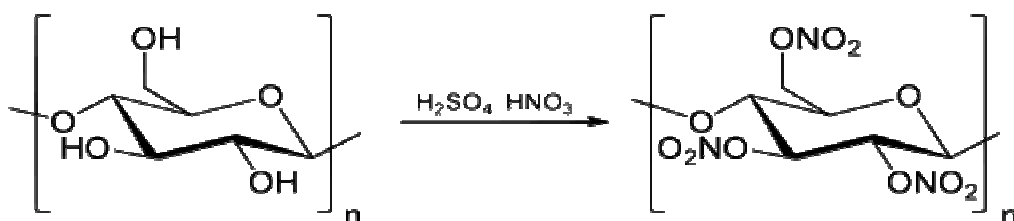


- При мешање нитроглицолот ја снижува точката за зацврстување на нитроглицеринот.
- Нитроглицолот на повисоки температури е нешто попостојан од нитроглицеринот и во некои експлозиви целосно го заменува нитроглицеринот.
- Со нитроцелулоза нитроглицол гради желатинозна гуместа маса веќе на собна температура.

Нитроцелулоза (целулозен нитрат)

Добивање

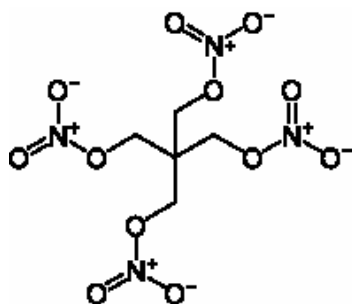
- Нитроцелулоза технички се добива уште од средината на XIX век.
- Процесот на производство се состои во естерификација на алкохолните групи од целулозата со азотна киселина. Особините на производот зависат од степенот на естерификација.



- За експлозиви се употребува нитроцелулоза со 12.1-13.4% азот.
- За карактеризирање на нитроцелулоза освен количината на азот важен е и **полимеризациониот** степен кој за експлозивни смеси треба да биде висок.
- Сува нитроцелулоза е многу запалива и осетлива на удар и триење.
- Не е хигроскопна како целулозата.

- Суровините за нитроцелулоза се памучен линтрес (кратки влакна) и техничка целулоза оплеменети по посебна постапка.
- Како средство за естерификација се употребуваат смеса од азотна киселина, сулфурна киселина и вода. Од составот на смесата зависи степенот на естерификација. Количината на вода во смесите е мала 8.5-16%, а азотна киселина 25%.
- Нитроцелулозата внимателно се третира со повторно вриење со вода и испирање, потоа се меле, повторно се испира и на крај се цеди.
- Во преработката на разни експлозиви се става влажна нитроцелулоза со 25-35% вода бидејќи сува нитроцелулоза експлодира при загревање на 186 оС.
- **Брзината на детонација** на нитроцелулоза е 6800 m/s.
- Се употребува за изработка на барут и други експлозиви.
- **Нитроцелулозните барути** спаѓаат во најважните барути. Од неа се изработуваат таканаречени еднобазни, двобазни и тробазни малодимни барути кои содржат само нитроцелулоза или пак содржат две или три компоненти (нитроцелулоза и нитроглицерин или нитрогликол и гванидин).

Пентрит - PETN
(пентаеритритол тетранитрат)



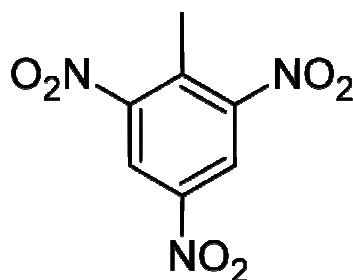
- Бел кристален прав
- Не се раствора во вода
- Добро се раствора во ацетон
- најосетлив од сите бризантни експлозиви за техничка примена
- Осетлив на удар, но помалку од нитроглицерин

Добивање

- Се добива со дејство на концентрирана азотна киселина - нитрирање - на пентаеритритол.

- Брзината на детонација му е преку 8300 m/s.
- Осетливоста му се намалува со додавање малку восок.
- Се употребува за изработка на каписли и фитили.
- Составен дел на пластичен експлозив пентринит

Тринитро-толуен (тротил, TNT)

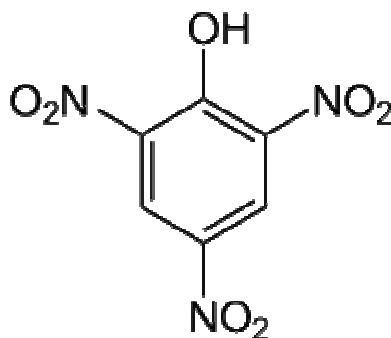


- Од сите нитро соединенија кои се употребуваат како експлозиви има најголема важност иако има **негативен баланс на O₂**.
- Тринитро-толуол е силен експлозив кој не е премногу осетлив на триење и удар а експлодира при загревање на преку 275 °C.

Добивање

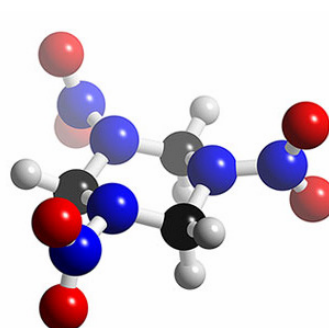
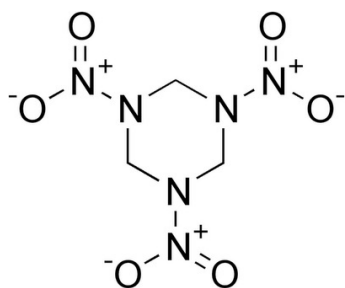
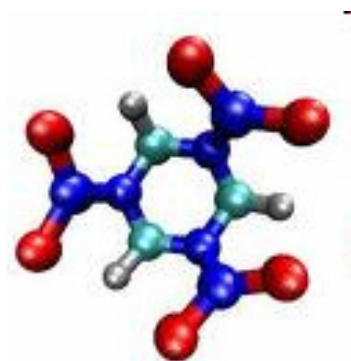
- Појдовна суровина за производство на нитротолуен е толуен. Нитрирањето се изведува во три степени.
- Процесот се изведува неkontинуирано или континуирано.
- Производот се мие и пречистува со рекристализација или по хемиски пат на пр. со помош на натриум сулфат со кој се отстрануваат изомерите на тринитро-толуолот.
- **Брзината на детонација** на чист TNT е 6900 m/s.
- Се употребува чист или во облик на разни привредни или воени експлозиви.
- Неговата широка примена се заснова на неговите добри особини: хемиска постојаност, сигурност при ракување и доволна јачина.

**Пикринска киселина
(2,4,6-тринитро-фенол)**



- Тоа е стар воен експлозив, многу осетлив на удар и триење.
- Осетлив е на оган и нитроглицерин или нитроцелулоза.
- Брзината на детонација на пикринска киселина е 7300m/s.
- Таа како експлозив денес е потисната и има ограничена примена.

**Хексоген
(циклонит, RDX)**



- RDX – хексоген, циклонит, циклотриметилентринитрамин
- Тој е најважен од експлозивите со голема бризантност.
- Хексогенот уште се нарекува и пластичен експлозив кој го применуваат специјалните единици - командоси.
- Неговата **брзина на детонација** е многу голема 8400 m/s.
- Лента од пластичен материјал со овој експлозив, обвиеана околу шина, е во состојба да го пресече челикот.

Добивање на хексоген

- Постапката за производство се заснова на нитрирање на хексаметилен тетрамин со помош на азотна киселина на температура до 20 °C или третирање на хексаметилен тетрамин динитрат со смеса од амониум нитрат, анхидрид на оцетна киселина и азотна киселина на 60 °C (приносите се подобри).

Својства на хексоген

- Хексоген е за околу 35 % посилен од ТНТ.
- Се меша со 3-5 % восок, а евентуално и со алуминиум, а се употребува и во смеси со други експлозиви.
- Смеса со ТНТ и алуминиумски прав се употребува за мини, глави за торпеда и проектили.
- Пластичните експлозиви се изработуваат така што се додава масло се додека не се постигне посакуваната конзистенција.



Октоген

Циклотетраметилентетранитрамин

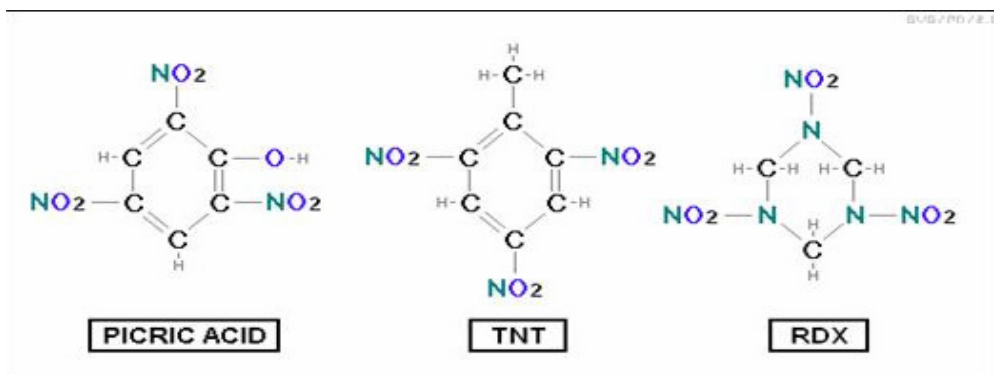
- Добиен 1942. Германија, при добивање на хексоген
- Брзина на детонација - 9100 m/s
- Постабилен на дејство на сулфурна киселина и каустична сода во однос на хексоген
- Растворливоста во ацетон – многу помала во однос на хексоген

Споредба

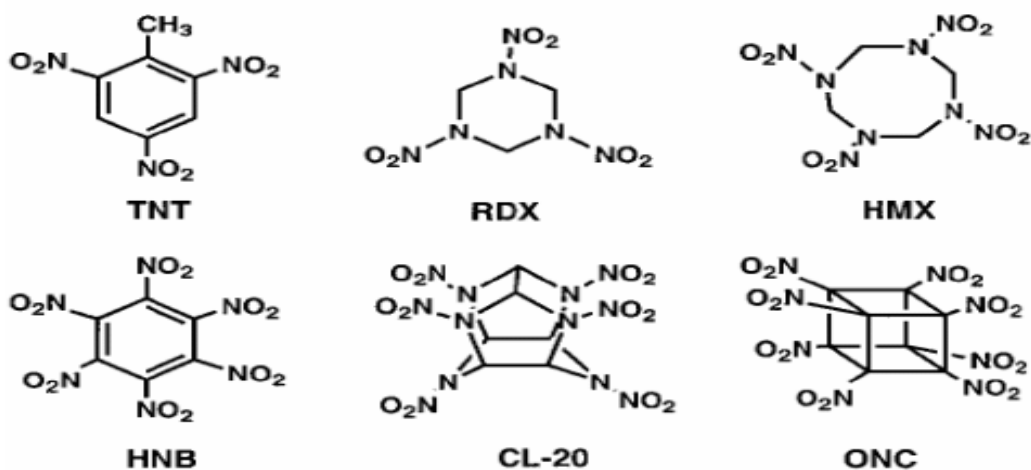
Пикринска киселина – Француска 1885. – тежок за ракување

TNT – Alfred Nobel, 1860, прв пат користен во воени цели од Германија 1902, лесен за ракување

RDX – Британци, 1899, лесен за ракување како TNT, но со поголема експлозивна моќ



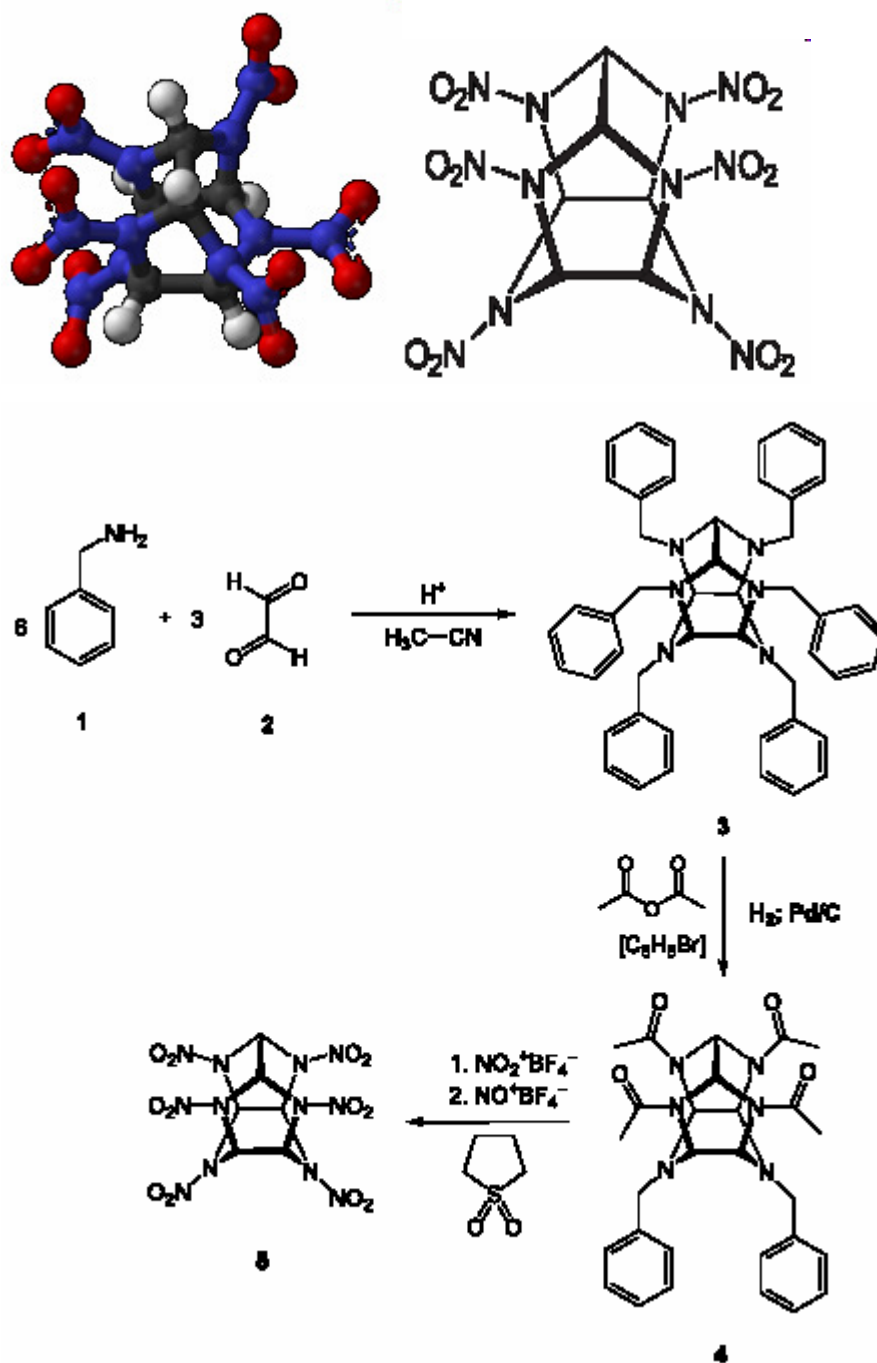
○ **ONC, октанитрокубан**



CL-20, HNIW, Hexanitrohexaazaisowurtzitane

2,4,6,8,10,12-hexanitro-2,4,6,8,10,12-hexaazaisowurtzitane

намена – ракетни горива – слабо забележлив чад



Амониум нитратни експлозиви



- Иако амониум нитрат е супстанца со експлозивни особини, неговата **експлозија тешко се предизвикува**.
- Голема содржина (удел) на кислород и другите особини се искористуваат така што се прават смеси со нитроглицерин (4-6 %) или ТНТ (5-12 %), покрај некој согорувачки материјал како струготини или алуминиумско брашно.
- Амониум нитратни експлозиви се испорачуваат во облик на патрони и во чаури од хартија.
- **Не се преосетливи на удар, триење и пламен.**
- Брзината на детонација на еден таков експлозив со 80 % амониум нитрат, 14 % ТНТ, 4 % нитроглицерин и 2 % струготини е 4500 m/s.

Разорни желатини

- Со мешање на околу 92% нитроглицерин со околу 8% нитроцелулоза се добива желатинозна, пластично-еластична маса која е силен експлозив, најсилен од сите индустриски експлозиви.
- Желатинирање со чист нитроглицерин се постигнува на температури околу 40 оС.
- Оваа температура е пониска ако се употреби смеса со нитрогликол или чист нитрогликол.
- Брзината на детонација на разорните желатини е 7700 m/s.

Динамити



- Првобитните, класични динамити
- биле составени од 40-65% желатинизиран нитроглицерин, 27-44% натриум нитрат и 8-15% струготини кои се додаваат да се израмни количеството на кислород.
- Со овие динамити тешко се ракува бидејќи **точката на мрзнење** е многу висока (13 °C).
- На новите видови динамити се додава **ароматични нитро** соединенија или нитрогликол (20-40 %) кои ја **снижуваат точката на мрзнење**.
- Најсигурни за употреба од разорните желатини и динамити се "amon-geliti" чии основни состојки се нитрогликол и амониум нитрат.

Примена

- Од ТНТ се прават голем број индустриски и воени мешовити експлозиви по релативно прости постапки.
- Бидејќи ТНТ има негативен биланс на кислород обично се прават смеси со супстанци кои имаат позитивен биланс на кислород.
- Се употребуваат смеси:
 - ТНТ со амониум нитрат (аматол),
 - амониум нитрат и алуминиум (амонал),
 - амониум нитрат и хексоген (амонит),
 - пентаеритритол-тетранитрат (пентолит) и други.

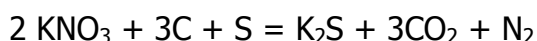
Црн барут



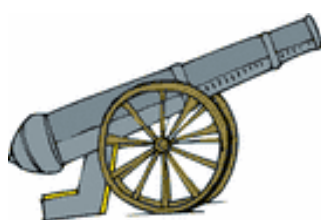
- Црниот барут е познат уште од XIII век.
- Тој е првиот и најстар експлозив.
- По хемиски состав црниот барут е смеса од 75 % калиум нитрат, 15 % дрвен јаглен и 10 % сулфур.
- Наместо KNO_3 може да се искористи и NaNO_3 (кој е хигроскопен) и не се постигнува потполно исто дејство.
- Шалитрата дава кислород кој е потребен за согорување, јагленот при согорувањето ослободува повеќе топлина од сулфурот но сулфурот се додава за смесата полесно да се запали и побрзо да согори. Смесата без сулфур не е добар експлозив!
- **Брзината на детонација** на црниот барут е релативно мала (300-500 m/s).
- За разлика од разорните експлозиви чија детонација е неколку илјади m/s, црниот барут има потисно дејство.

Добивање на црн барут и употреба

- Суровините а и самиот начин на производство воопшто не се менувале повеќе од шест векови.
- Суровините најпрво се мелат одделно, се просејуваат а потоа се прави смеса од барутно брашно. Брашното се навлажнува со вода (5-10 %) и внимателно се гмечи. Смесата потоа се пресува во плочи, ситни во зрна, сее, суши (30-60 °C) и полира.
- Процесите кои се случуваат при експлозијата не се едноставни и неможат да се претстават поединечно. Равенката која најчесто се дава како илустрација на она што се случува е:



- При согорувањето настанува голема количина на чад (дим) кој се состои од 40-45 % гас (N_2 , CO_2 , CO и SO_2) и 55-60 % цврсти производи (K_2CO_3 , K_2SO_4 , $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3$ и K_2SO_3).
- Црниот барут сеуште се применува за некои цели во рударството, градежништвото, пиротехниката и за придвижување на мали ракети, воглавно затоа што е поефтин и дејството не му е претерано силно.



Огномети

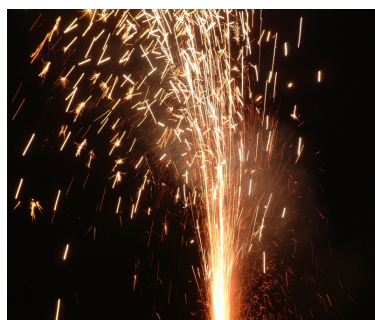
- Огнометите спаѓаат во групата на слаби експлозиви.
- Огнометот е пиротехнички изум кој се користи за естетски и забавни цели.
- За првпат биле користени во Кина во XII век, а потоа и многу други народи почнале масовно да ги користат за одбележување на различни свечености и прослави.
- Огнометите продуцираат неколку ефекти како што се различни звуци, светлина во разни бои, чад и лебдечки материјали.
- Може да постојат во различни видови како на пример:
 1. Светлосни ракети
 2. Распрскувачи
 3. Димни бомби во разни бои
 4. Блескави фонтани
 5. Во вид на вртена топка
 6. Петарди и тн.



Различни видови ракетки и петарди



ракетки



распрскувачи



огномет

Состав на огнометите

- Најчесто огнометите се составени од пет основни делови а тоа се :
- **Гориво** кое овозможува огнометот да гори.
- **Оксидационо средство** е компонента која произведува кислород кој го поддржува согорувањето на горивото.
- **Боја** во зависност од тоа која хемикалија ќе ја додадеме.
- **Сврзивно средство** кое ги држи претходно наброените состојки заедно.
- **Хлориден донор** кој дава хлориди за засилување на бојата на пламенот (некогаш оксидационото средство служи и за оваа намена).

Во зависност од металот ќе зависи и бојата

Боја	Метал	Додадена сол/ смеса од соли
Црвена	Sr ; Li	SrCO_3 ; Li_2CO_3
Оранж	Ca	CaCl_2
Жолта	Na	NaNO_3
Зелена	Ba	BaCl_2
Сина	Cu	CuCl_2
Виолетова	K ; Rb	KNO_3 ; RbNO_3

3. БОИ

3.1 Бои во електромагнетниот спектар

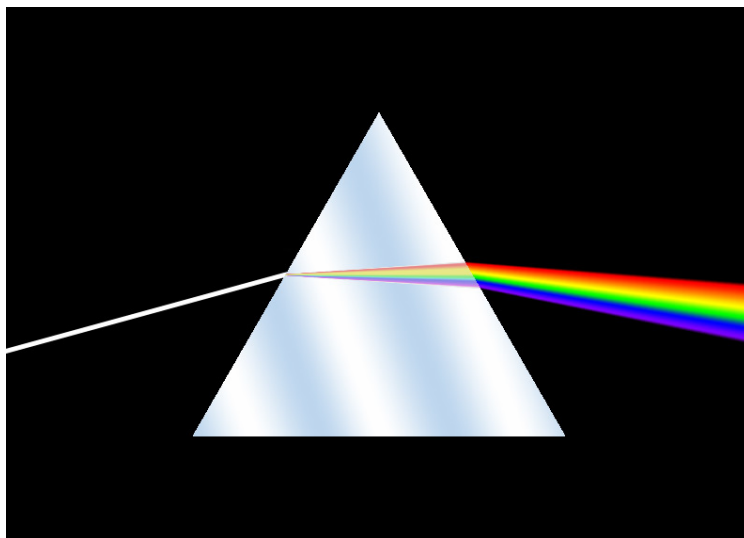
Со **боја** се нарекува и реакција на фоторецепторите во нашето око на надворешна дразба во вид на светлосни зраци, кои всушност претставуваат електромагнетни бранови со точно определена бранова должина. Човечко око е способно да регистрира електромагнетно зрачење (кое доаѓа од некој извор или се одбива од површина на некоја материја) со бранова должина од **360 nm до 780 nm**. Во случај на зрачење со точно определена бранова должина, око и делови на мозок тоа го перципираат како сина, црвена, жолта или некоја друга боја од спектарот на боји (види слика). Секако, човечкото око е способно¹ да регистрира и многу комбинации и нијанси на основните боји.



Слика 7. Спектар на бои

Доколку нека материја ги одбива сите зраци, таа материја ја гледаме како бела. Спротивно, ако материја ги апсорбира зраци од целиот спектар, таа материја ја гледаме како црна.

Ако сончева светлина (безбојна) ја пропуштиме низ стаклена призма, таа се прекршува под различни агли и разложува на составни делови (монохроматски зрачења) кои излегуваат на другата страна на призма во вид на т.н. сончев спектар² на бои. Во природата може да се забележи виножито – појава кога сончеви зраци се прекршуваат низ дождовни капки.



Слика 8. http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Dispersion_prism.jpg



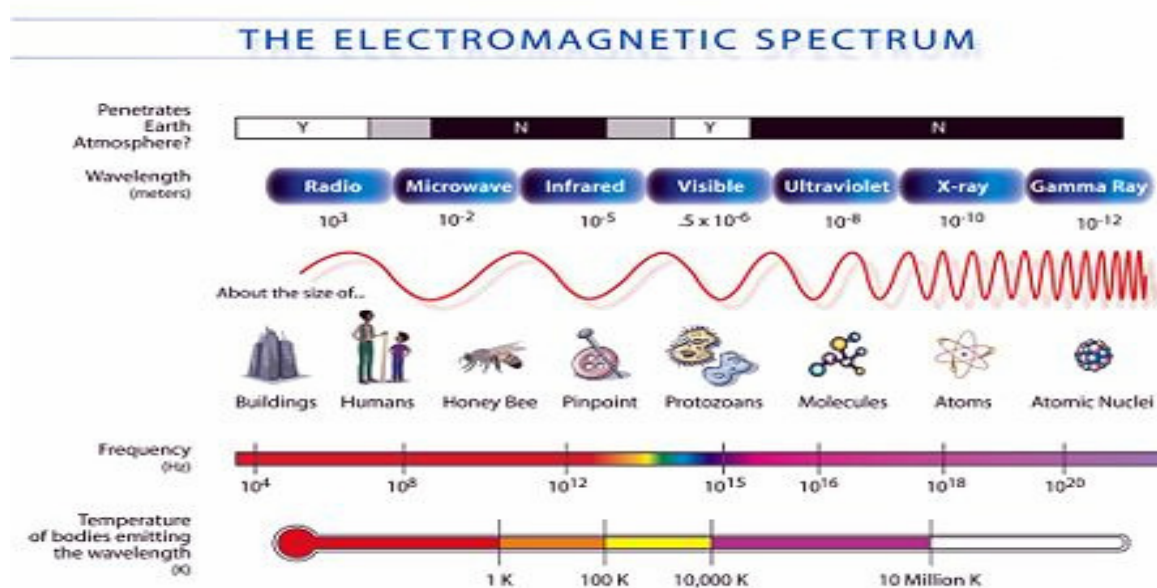
Слика 9. <http://en.wikipedia.org/wiki/Spectrum>

¹ За да сфатите колку е осетливо човечко око, размислете зошто забележувате титрање на воздух над жешкиот асфалт или печка.

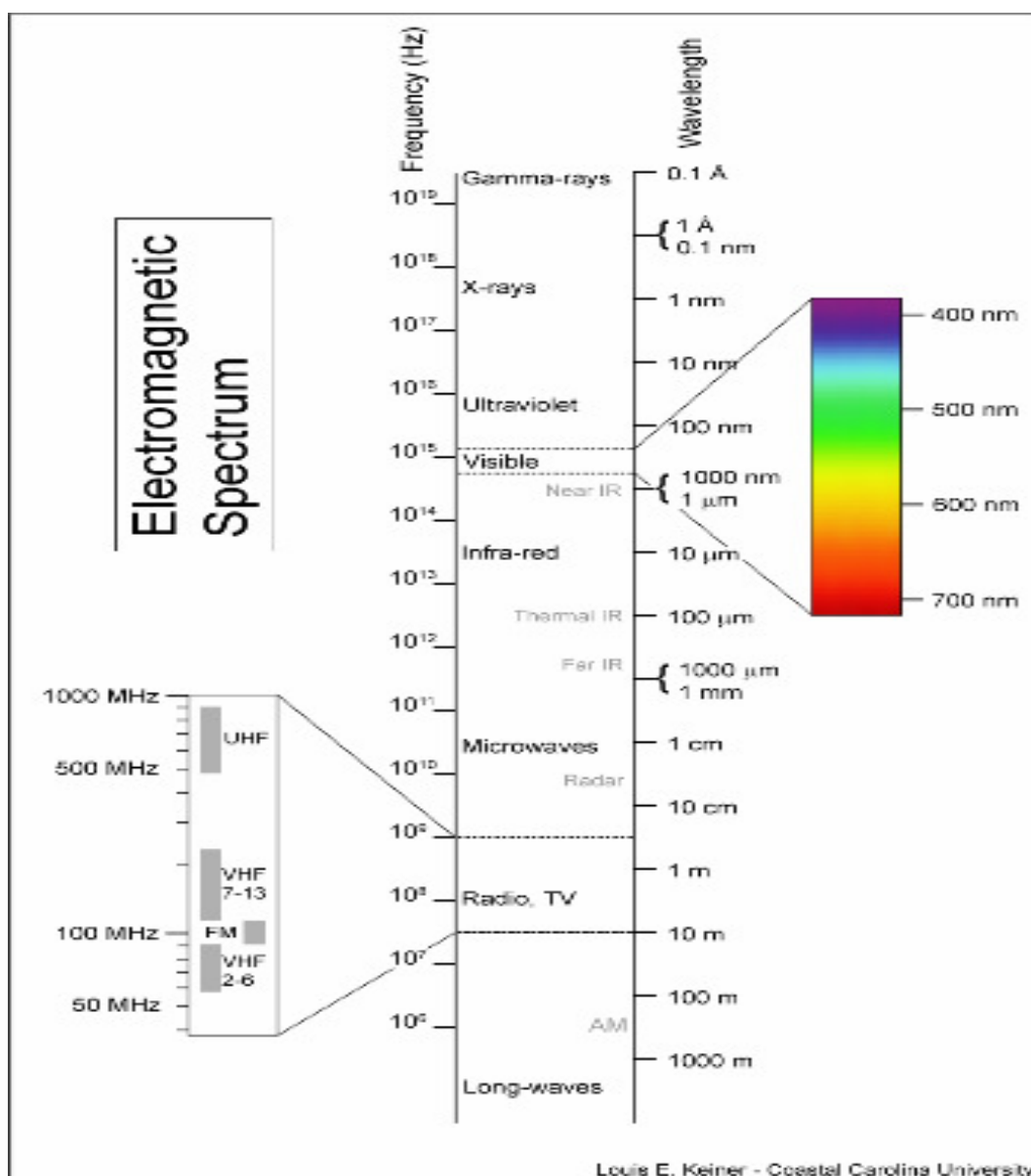
² Спектар (lat. spectrum – авет, дух) прв пат открил Isaak Newton 1676 год.

Сончевиот спектар сочинуваат девет бои и премини помеѓу нив: црвена, портокалова, жолта, жолтозелена, зелена, зеленосина, сина, индиго и виолетова.

Пред црвена во електромагнетниот спектар (Слика 10) се наоѓа за човечко око невидлива инфрацрвена област, а по виолетова исто така невидлива за нас ултравиолетова област. Боја која ја гледаме, а не се наоѓа во спектарот, е пурпурна. Таа всушност се добива со преклопување (интерференција) на бранови.



Слика 10. Електромагнетни спектар низ примери



Слика 11. Електромагнетни спектар

The colors of the visible light spectrum^[2]

color	wavelength interval	frequency interval
red	~ 630–700 nm	~ 480–430 THz
orange	~ 590–630 nm	~ 510–480 THz
yellow	~ 560–590 nm	~ 540–510 THz
green	~ 490–560 nm	~ 610–540 THz
blue	~ 450–490 nm	~ 670–610 THz
violet	~ 400–450 nm	~ 750–670 THz

Слика 12. Електромагнетни спектар

Во историја на човечка цивилизација со проблематика на бои се занимавале повеќе научници меѓу кои најмногу се истакнал германски физичар Вилхелм Оствалд, кој прв направил, денес општоприфатена, поделба на бои во однос на нивните хроматски својства.

3.2 Поделба на бои

Примарни – бои од прв ред:

1. **црвена**
2. **жолта**
3. **сина**

Со нивно мешање се добиваат секундарни бои – бои од втор ред:

Зелена = **сина** + **жолта**

Портокалова = **црвена** + **жолта**

Виолетова = **сина** + **црвена**

Понатаму, со мешање на една примарна и една секундарна боја настануваат терциерни бои, или бои од трет ред. Ако графички претставиме примарни бои во вид на пирамида, и кон нив додадеме секундарни, а потоа околу нив спектар во облик на кружница, кој на крајот се дополнува со комбинации на бои (жолтопортокалова итн.), се добива т.н. Ostwald-ов круг на бои:



Слика 13. Ostwald-ов круг на бои³

Постојат два начина на мешање на бои:

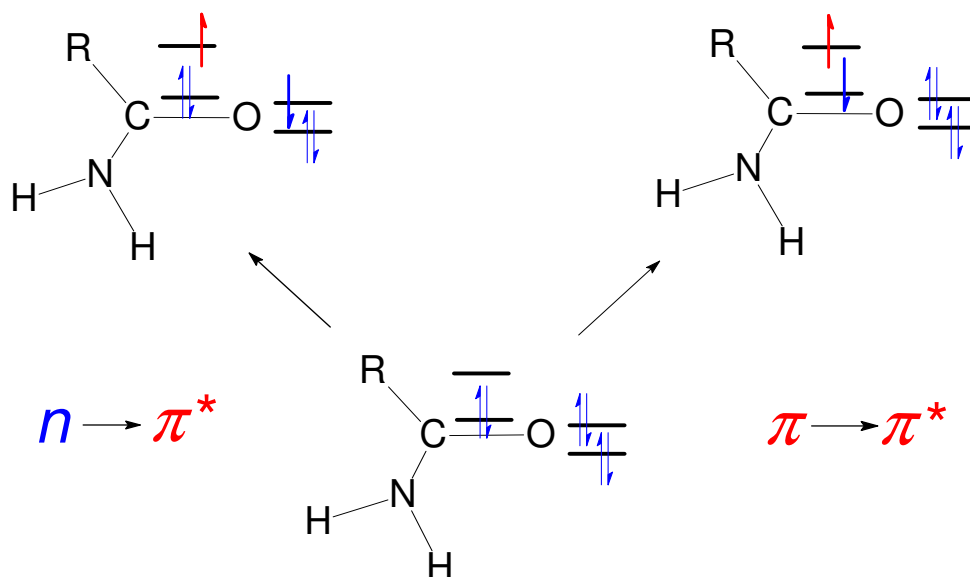
1. суптрактивно: механичко мешање на бои (**црвена**, **сина**, **жолта**)
2. адитивно мешање на светлина (RGB, каде R – red (**црвена**), G – green (**зелена**), B – blue (**сина**)).

Со додавање на ахроматски бои (бела, црна и сива) се добиваат разни тонови на хроматски бои (бела, ..., светлосина, ..., сина, ..., темносина,црна).

3.3 Хромофорната група

Хромофорната група е онаа група која главно е одговорна за појавата на апсорпциони ленти во UV спектрите. Положбата и интензитетот на апсорпционите ленти од хромофорната група зависат и од присуство на други групи во нејзиното соседство. Групите кои го менуваат изгледот на спектарот на определена хромофорна група, а самите не апсорбираат во таа област, се нарекуваат ауксохромни групи (-R, -OH, -OCH₃, -Cl, -NH₂).

Органските молекули, како резултат на електронски премини апсорбираат електромагнетно зрачење во ултравиолетовиот (190–380 nm) и видливиот (380–780 nm) дел од спектарот. Според теоријата на молекулските орбитали при апсорпција на електромагнетно зрачење, електроните поминуваат од една (сврзувачка) во друга (антисврзувачка) молекулска орбитала. На Слика 14 прикажани се два премина карактеристични за карбонилна група.



Слика 14. Електронски премини карактеристични за карбонилната група⁴

³ <http://likovna-kultura.ufzg.hr/boja.htm>

⁴ Горан Стојковиќ, Докторска дисертација, УКИМ, ПМФ, 2006, Скопје

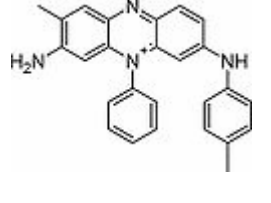
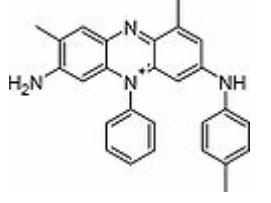
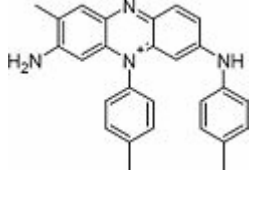
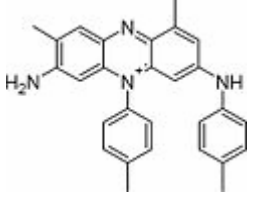
3.4 Историјат, својства и примена на бои

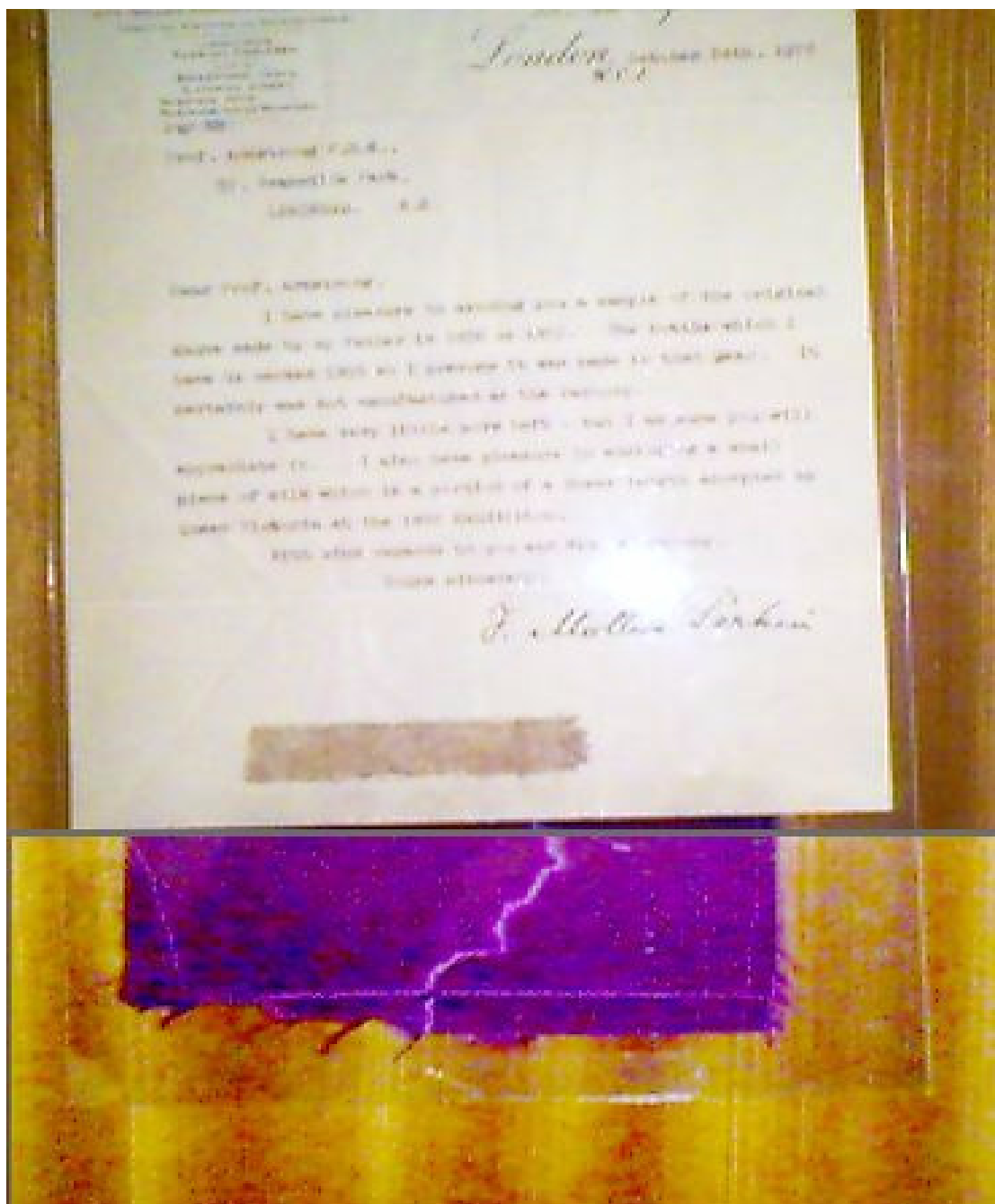
Генерално, **боја** може да се опише како **обоена супстанца** која има определен афинитет кон подлогата на која се аплицира. Обично се наноси во облик на раствор (воден или неводен), а понекогаш се додаваат и средства за постојаност. Поим **боја** се однесува и на прашкаста материја - **пигмент**, која има својство да обои некоја површина.

И бои и пигменти пројавуваат обоеност затоа што апсорбираат светлина со определена бранова должина (види поглавје **Бои во електромагнетниот спектар**).

Археолошките докази покажуваат дека боење е присутно во човековата историја повеќе од 5000 години. Првобитните бои беа од билно, животинско и минерално потекло, а нивно производство било без никаква, или со мала преработка. Најголем извор на бои бил од билките при што беа користени сите делови: корен, стебло, кора, листови, плодови.

Бојата мовеин, исто така позната како **анилинско виолетово**, е прва синтетичка органска хемиска боја, откриена од страна на William Henry Perkin (на 18-годишна возраст) во 1856. во обид да создаде лек против маларија.

			
мовеин А	мовеин В	мовеин В2	мовеин С



Синтетички бои многу брзо ги заменуваат природните, од причини што се певтини, лесно се контролираат нивните одделни својства, можни се повеќе нијанси итн.

Обемот и растот на индустријата за бои е неразделно поврзан со таа на текстилната индустрија. Двете најважни текстилни влакна се памук и полиестер. Следствено на тоа, производители на бои имаат тенденција да ги концентрираат нивните напори за производство на бои за овие две влакна.

3.5 Класификација на боите

Бои можат да се класифицираат според нивната **хемиска** структура или нивната **употреба**, односно примената. Првиот приод е прифатен од страна на хемичари, кои користат термини како што се азо бои, антрахинонски и фталоцианински бои. Вториот пристап се користи претежно од страна на корисникот, технологот, кој зборува за реактивни бои за памук и растерни бои за полиестер. Многу често се користат и двете терминологији, на пример, азотна растерна боја за полиестер, фталоцианинска реактивна боја за памук. Бидејќи најважните текстилни влакна се памук и полиестер, најважните видови боја се оние што се користат за боење на овие две влакна, вклучувајќи ги и нивните мешавини. Други текстилни влакна вклучуваат најлон, полиакрилонитрил и целулоза ацетат.

3.5.1 Класификација према употреба

Класификација на бои према употреба има таа предност да може да ја користат сите без оглед дали имаат познавања или било какви сознанија за хемиска структура на самата боја. Класификација према употреба или примена се базира на систем усвоен од страна на Colour Index (C.I.)⁵.

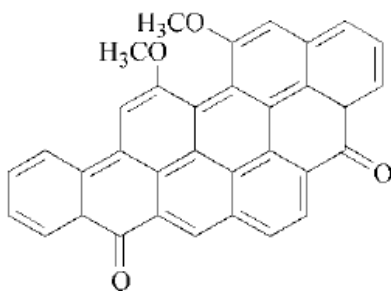
Според C.I. име за боја се добива од применетата класа на која и припаѓа боја, или нијанса на боја и т.н. секвенцијален број, на пример:

C.I. Acid Yellow 3, C.I. Acid Red 266, C.I. Basic Blue 41 , and C.I. Vat Black 7

(C.I. Кисело Жолта 3, C.I. Кисело Црвена 266, C.I. Основна Сина 41, и C.I. Редукциона Црна 7).

Покрај името, на бојата се доделува и петоцифрен C.I. број. Следниот пример е даден за подобра илустрација во оригинал (непреведен):

⁵ *Colour Index*, Vol. 4, 3rd ed., The Society of Dyers and Colourists, Bradford, UK, 1971.

Chemical structure:

Molecular formula:	C ₃₃ H ₂₀ O ₄
Chemical Abstracts name:	16,17-dimethoxydinaphthol[1,2,3-cd:3',2',1'-lm]perylene-5,10-dione
Trivial name:	jade green
C.I. name:	C.I. Vat Green 1
C.I. number:	C.I. 59825
Application class:	vat
Chemical class:	anthraquinone
CAS registry number:	[128-58-5]
Commercial names:	Solanthrene Green XBN, AVECIA Cibanone Brilliant Green, BF, 2BF, BFD, CIBA-GEIGY Indanthrene Brilliant Green, B, FB

Важно е да се напомене дека иако боја има CI број, **чистота, како и прецизен хемиски состав ќе се разликуваат во зависноста од името.** Така, на пример боја C.I. Direct Blue 99 од фирмата А нема да биде идентична со C.I. Direct Blue 99 од компанијата Б.

Класификацијата на бои во согласност со нивната употреба е прикажано во наредна табелата, која е уредена според C.I. класификација. Во табелата се прикажани супстрати, методите на апликација и претставници на хемиски видови за секоја класа. Иако не е прикажано во табела, бои се користат и во високотехнолошки апликации, како на пример во медицината, електрониката, а особено во безконтактна печатарска индустрија. На пример, тие се користат во електрофотографија, тонери за апарати за фотокопирање, ласерско и инк-џет печатење. Како и во традиционалните апликации, доминираат азо бои, потоа антрахинони, фталоцианини и трифенилметани.

Табела. Класификација на бои према употреба

Класа	Супстрат	Начин на примена	Хемиски видови
Кисели	најлон, волна, свила, хартија, мастила и кожа	обично од неутрални до кисели раствори на бои	азо, антрахинонски, трифенилметански, азини, ксантени, нитро и нитрозо
Азо компоненти	памук, вискоза, целулоза ацетат и полиестер	импрегнирани влакна и третирање со стабилизирани диазоним соли	азо
Базни	хартија, полиакрилонитрил, најлон, полиестер и мастила	се применува од кисели раствори на бои	цианини, хемицианини, диазахемицианини, дифеилметани, триарилметани, азо, азини, ксантени, акридини, оксазини, антрахинони
Директни	памук, вискоза, хартија, кожа и најлон	се применуваат од неутрални или благо алкални р-ри кои содржат дополнителни електролити	азо, фталоцианини, стилбени и оксазини
Дисперзни	полиестер, полиамид, ацетат, акрилик и пластика	фина водена дисперзии на висока температура /притисок или пониска температура	азо, антрахинони, стирил, нитро и бензодифуранони
Флуоресцентни	сапуни и детергенти, сите влакна, масла, бои и пластика	од р-ри, дисперзија или суспензија	стилбени, пиразоли, кумарини и нафталимиди
Бои за храна, лекови и козметика	храна, лекови, и козметика		азо, антрахинони, каротеноиди и триарилметани
Фиксатори	волна, кожа, и елоксирани алуминиум	се применуваат заедно со Cr-соли	азо и антрахинони
Оксидациони базни	коса, кожа, и памук	Оксидација на ароматични амини и феноли на подлогата	анилинска црна и неопределени структури
Реактивни	памук, волна, свила и најлон	Реактивно место на боја реагира со функционална група на влакна под влијание на топлина и рН (алкална)	азо, антрахинони, фталоцианинин, формазан, оксазин и бази
Растворувачи	пластика, бензин, лакови, лакови, дамки, мастила, масти, масла, и восоци	Разредување во супстратот	азо, трифенилметани, антрахинони и фталоцианини
Сулфур	памук и вискоза	ароматични супстрат со натриум сулфид	неопределени структури
Редукциони	памук, вискоза и волна	нерастворливи во вода бои се раствораат со редукција со NaHSO_3	Антрахинони (вклучувајќи ги и полициклични хинони и индигоиди

Кисели бои се анјонски бои растворливи во вода. Се користат за бојење на свила, волна, најлон.

Базни бои се катјонски бои растворливи во вода. Се користат воглавно за бојење на акрилни влакна и хартија, но можат и свила и волна.

Директни бои нормално се користат во неутрална или слабо базна средини, на ниска Т.В., уз додавање на NaCl или Na₂SO₄. Се аплицираат на памук, хартија, кожа, свила, волна, најлон. Се користат и како pH индикатори.

Фиксатори се бои кај кои се додават средства кои со бојата формираат нерастворливи соединенија. Тоа се воглавно колоидни супстанции: танинска киселина, стипса, хромни стипси, натриум хлорид, или соли на Al, Cr, Cu, Fe, K, Na, Sn. Најголема примена нпр. за бојење на волна имаат синтетички бои на база на калиум дихромат.

Редукциони органски бои се користа за директно бојење и практично се нерастворливи во вода во својата оксидациона форма. Со дејство на алкалии се добиваат редукциони форми, т.е. алкални соли – растворливи во вода.

Реактивни бои поседуваат хромофорни групи кои директно реагираат со супстратот при што се формира ковалентна врска чии резултат се перманетни бои. Примери: Procion MX, Cibacron F, Drimarene K (дихлоротриазински бои) - се користат за бојење на памук на собна температура.

Дисперзни бои се користат за бојење на целулозни ацетат и се нерастворливи во вода.

Азо бои – обично се користат во постапката азо бојење, кога во вода нерастворлива азо боја се добиваат директно на или со супстратот, т.е. влакно.

Сулфурни бои се ефтини за производство бои, нерастворливи во вода. При бојењето на памук бојата се апсорбира директно од него во присуство на натриум сулфуд, при што се добиваат големи молекули. *Пример: Sulfur Black 1*

3.5.2 Хемиска класификација

Класификација на боите според хемиска структура веројатно има повеќе предности отколку вториот приод. Прво, **бојата лесно се идентификува** во однос на припадноста кон некоја група која има карактеристичните својства, на пример, азо бои (силни, ефективни) и антрахинонски бои (слаби, скапи). Најважно, таа класификација се користи најмногу, како од страна на хемичари кои се занимаваат со синтеза на бои, така и од страна на технолозите. Според тоа, и хемичари и технолозите можат лесно да се идентификуваат со фрази како што се азотна жолта, антрахинонска црвена или сина фталоцианинска.

Према природата на хромофорна група, боите можат да се поделат на повеќе групи, и тука ќе бидат наведени само некои од нив.

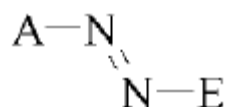
3.6 Хемиски хромофори значајни кај боите

Класификација на бои со хемиска структура често се користи паралелно со другата класификација – според улогата, примената или супстратот, а понекогаш е неизбежно и нивно преклопување. Сепак, од хемиска гледна точка, позначајна е хемиската класификација.

Кога станува збор за поимот хромофори, кај боите тој има пошироко значење. Значи, не само како хромофорни групи, поим користен во спектрофотометрија кој ги поврзува функционалните групи со апсорпција на електромагнетно зрачење.

3.6.1 Азо хромофори

Азо бои се најкористени бои – сочинуваат преку 50 % од сите комерцијални бои, а следствено на тоа се и најпроучувани. Азо бои содржат барем една **азо група**, но можат да содржат две (дисазо), три (трисазо), или, поретко, четири (тетракисазо) или повеќе (полиазо) азо групи. На азо група се поврзани две групи, од кои најмалку една, а обично и повеќе се ароматични. Тие егзистираат во *trans* положбата, каде азотните атоми се sp^2 хибридизирани, со аголот од 120° , а групите А и Е се означени во согласност со C.I.



Во моноазо бои, А-група често содржи **електрон-акцепторни** супституенти, а од друга страна, Е група содржи **електрон-донорни** супституенти, особено хидроксилна и amino група. Ако азо бои содржаат само ароматични групи, како бензен и нафтаген, тие се познати како **карбоциклични азо бои**. Ако тие содржат една или повеќе хетероциклични групи, познати се како **хетероциклични азо бои**. Примери на разни азо бои се прикажани на следнава слика.

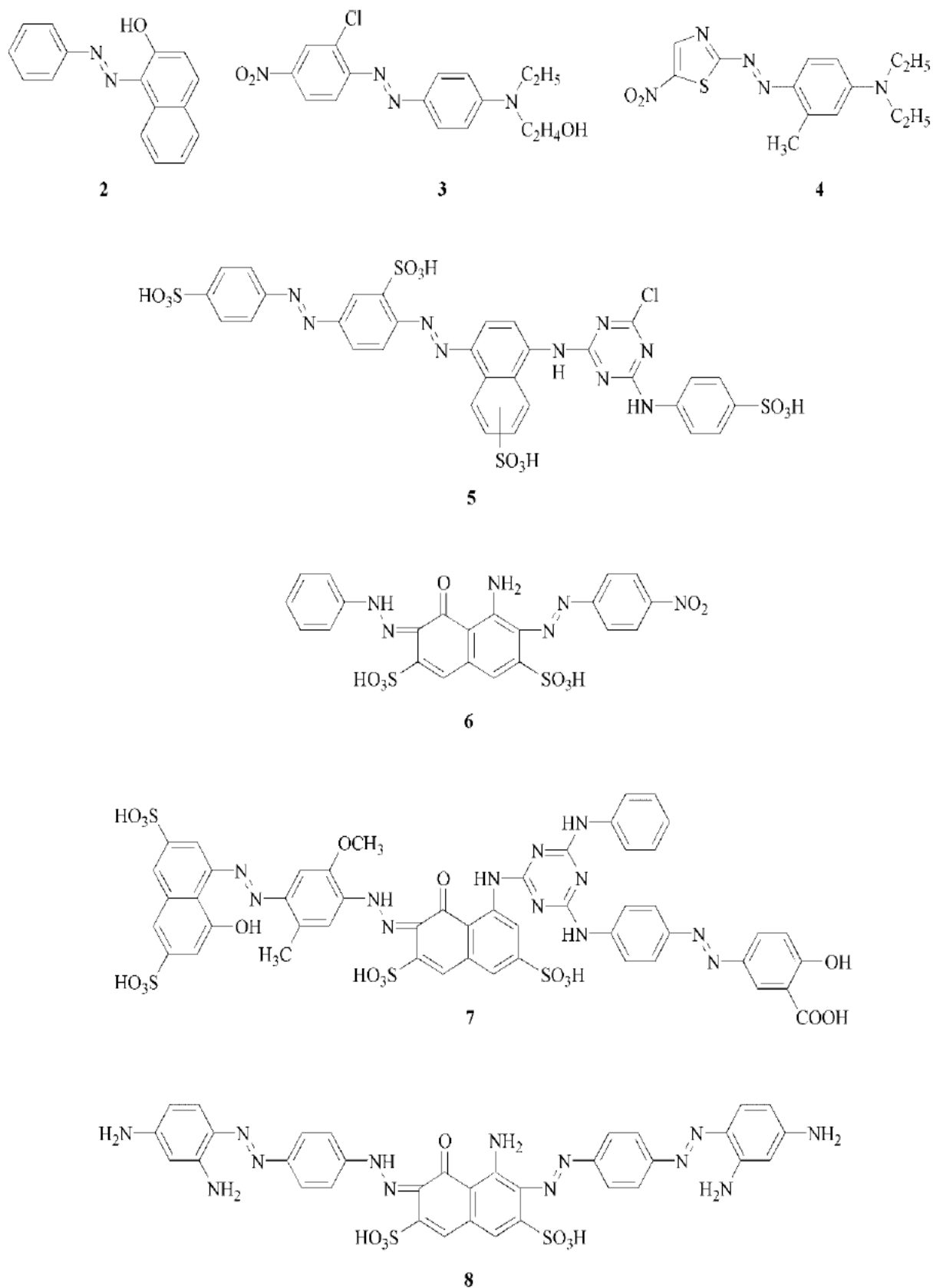
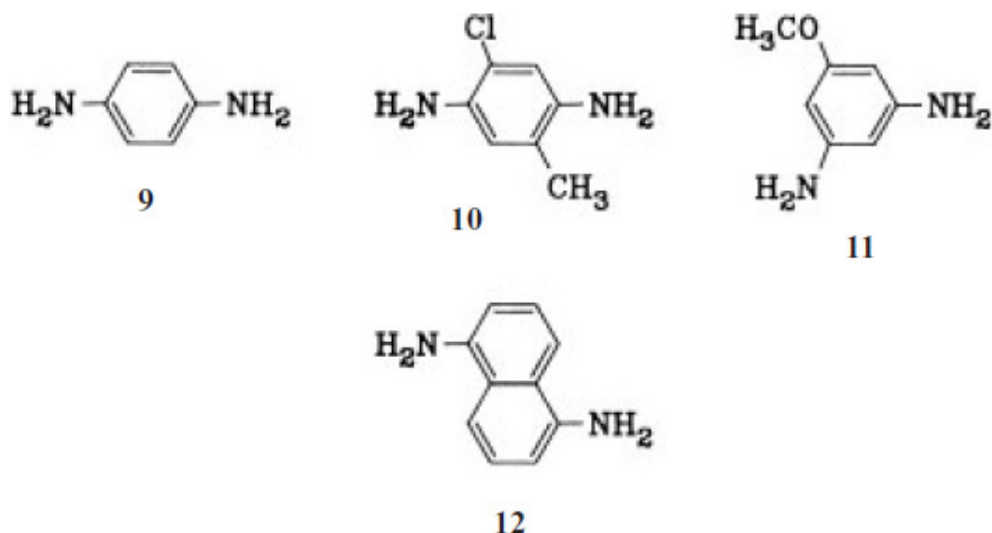


Figure 2.1 Azo dyes. *C.I. Solvent Yellow 14* (2), *C.I. Disperse Red 13* (3), *C.I. Disperse Blue* (4), *C.I. Reactive Brown 1* (5), *C.I. Acid Black 1* (6), *C.I. Direct Green 26* (7), *C.I. Direct Black 19* (8)

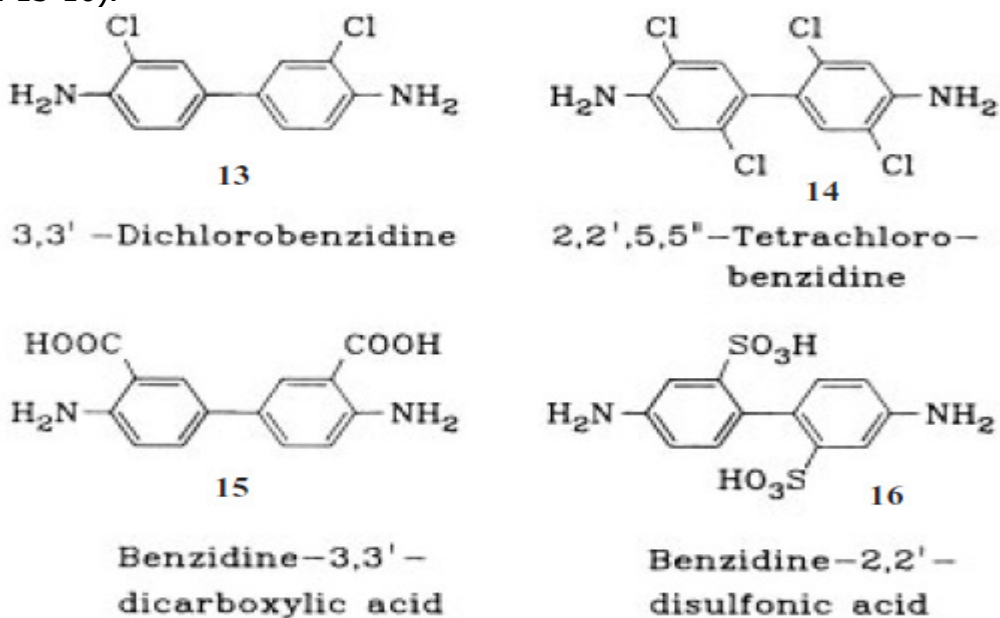
Диамини

Диамини $\text{H}_2\text{N-A-NH}_2$ можат да бидат поделени во различни групи:

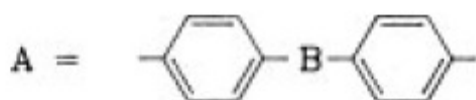
а) А = фенилен или нафтилен, кои исто така можат да бидат супституирани со метил, метокси, хлоро, нитро или сулфонска група (формули 9-12).



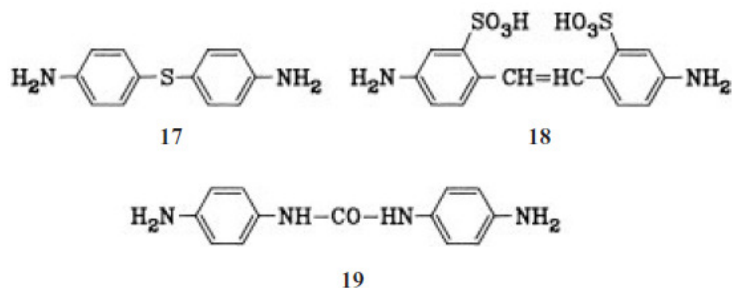
б) А = дифенил, воглавно супституирана со хлор, карбоксилна или сулфонска група (формули 13-16).



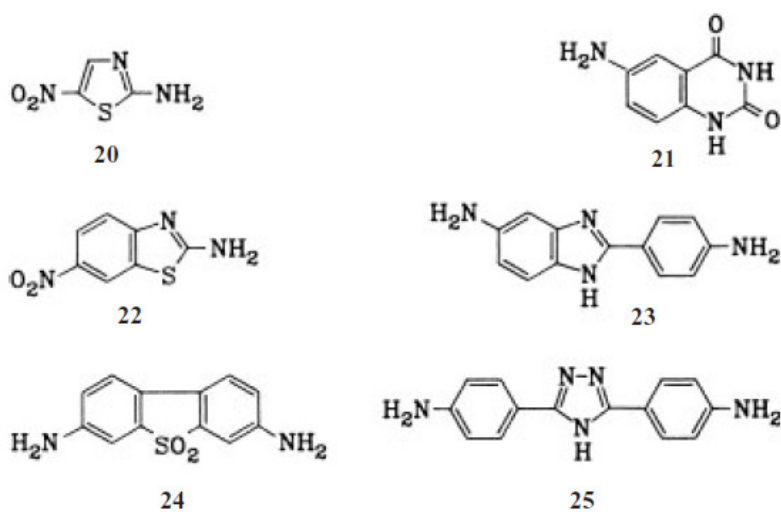
3,3'-дихлоробензидин
 2,2',5,5'-тетрахлоробензидин
 бензидин-3,3'-дикарбоксилна киселина
 бензидин-2,2'-дисулфонска киселина



с) , при што ароматичен прстен исто така може да биде супституиран со метил, хлор, метокси, карбоксилна, сулфонска група; а В = кислород, сулфур, -NH-, -SO₂-, -N=N-, -CH=CH-, -NHCO-, -NH-CO-NH- (формули 17-19)



d) хетероциклични амини и диамини (формули 20-25)



Главни својства на азо бои

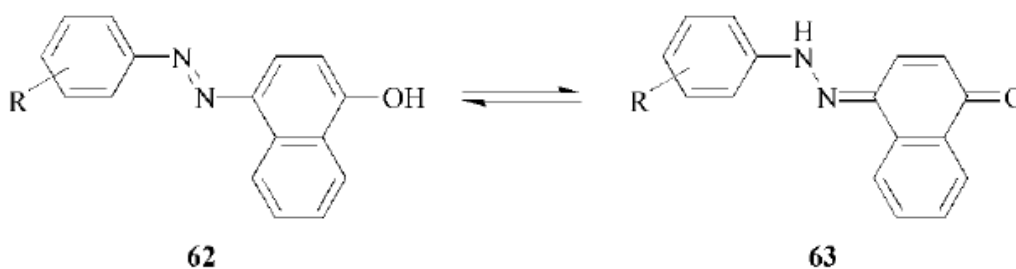
Тавтомеризација

Во теорија, азо бои можат да се подложат на тавтомеризација:

- **азо / хидразон** за хидрокси азо бои
- **азо / имино** за аминоксо азо бои и
- **азониум / амониум** за протонирани азо бои.

азо / хидразон тавтомеризација

Азо / хидразон тавтомеризација била откриена во 1884 година. Истата портокалова боја е добиена од страна на спојување на бензендиазониум хлорид со 1-нафтол и преку кондензација на фенилхидразин со 1,4-нафтохинон. Очекуваните производи беа азо форма (формула 62, каде $R = H$) и хидразонска форма (формула 63, каде $R = H$). Коректно е да се претпостави дека постои рамнотежа меѓу двете форми, односно тавтомеризација.

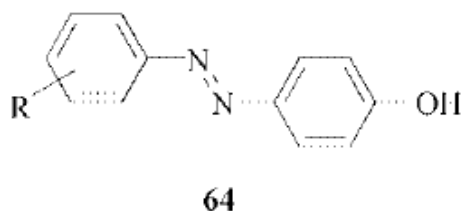


Ова откритие предизвика детално истражување на азо / хидразон тавтомеризација, појава која не е само интересна, туку и исклучително важна за комерцијални азо бои, со оглед на факт дека тавтомери имаат различни бои, различни својства (на пример различно расејување на светлина, токсиколошките различни профили, и што е најважно, различна јачина на боење (*tinctorial strength*)).

Ова последново првенствено го одредува односот цена/ефективност на една боја, и затоа е пожелно да комерцијалните азо бои постојат во најсилната тавтомерна форма (во овој случај тоа е **хидразонска форма**).

Хидрокси азо бои варираат во однос на уделот на тавтомерите, од чиста азо форма, преку мешавини на азо и хидразон тавтомери, до чист хидразонски тавтомер.

Речиси сите **азофеноли** (формула 64) постојат **целосно во азо форма**, со исклучок на неколку посебни случаи.



Ако се разгледаат UV/Vis спектри на **4-фенилазо-1-нафтол** бои, се забележува дека енергиите (односно, коефициенти на апсорпција) на двете форми, азо и хидразон форма, се слични, што се гледа од самите спектри, каде и двете форми се присутни. Имено, **азо тавтомер** (формула 62) има максимална апсорпција на ~ 410 nm ($\epsilon=20000$), што одговара на **жолта боја**, додека **хидразонски тавтомер** (формула 63) покажува максимумот на апсорпција на ~ 480 nm ($\epsilon=40000$), што одговара на **портокалова боја**.

На релативниот однос на тавтомерите влијаат како растворувачи (Слика 2.4), така и супституенти (Слика 2.5).

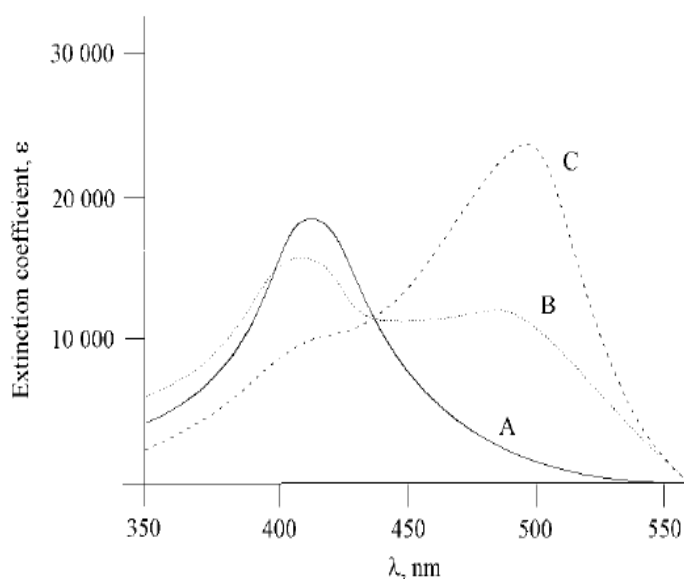


Figure 2.4 Effect of solvent on 4-phenylazo-1-naphthol absorption. A, pyridine; B, methanol; C, acetic acid.

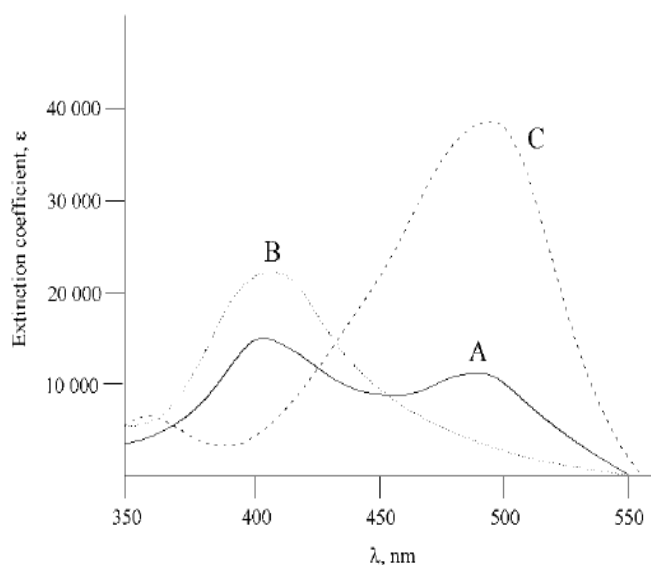
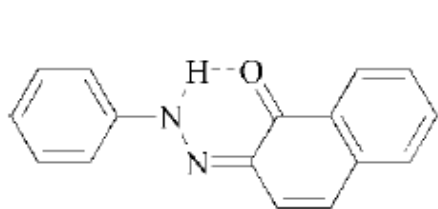
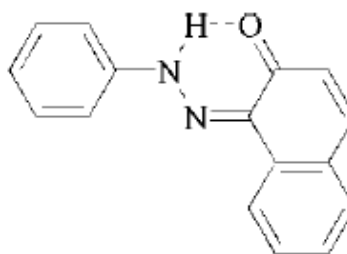
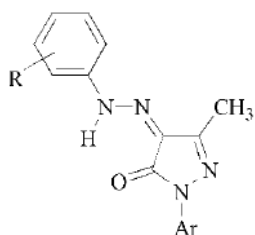
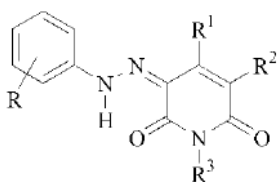
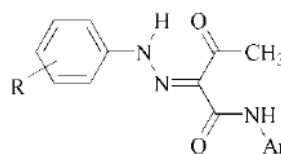


Figure 2.5 Electronic effect of substituents in 4-phenylazo-1-naphthol (**62**). A, R = H; B, R = *p*-OCH₃; C, R = *p*-NO₂.

Изомерите на претходниот пример, **2-фенилазо-1-нафтол** (**65**) и **1-фенилазо-1-нафтол** (**66**) постојат **повеќе во хидразонска форма** отколку во азо форма, што може да се види од нивните UV/Vis спектри, каде и двете форми покажуваат максимална апсорпција на околу 500 nm.

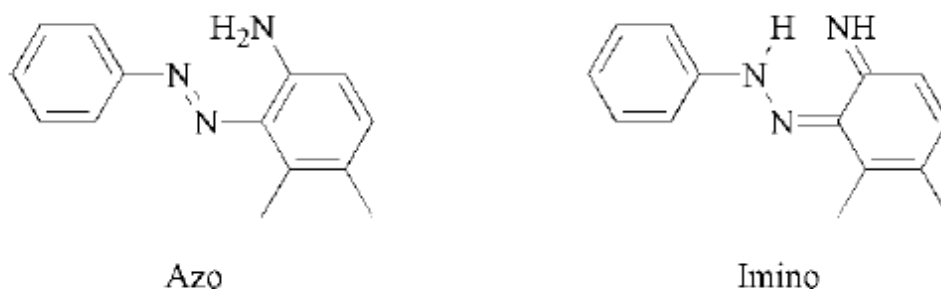
**65****66**

Значајни класи на бои кои постојат **сосема во хидразонска форма** се **азопиразолони (67), азопиридонии (68) и азоацетоацетанилиди (69)**.

**67****68****69**

азо / имино тавтомеризација

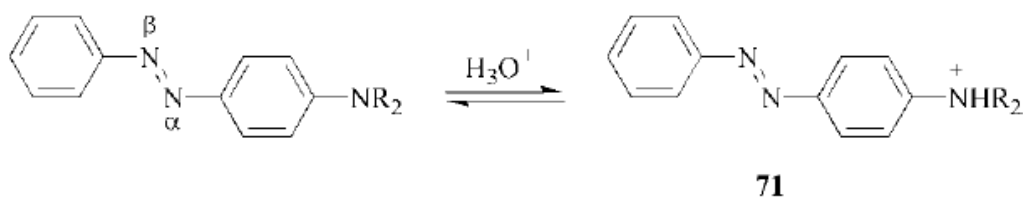
Сите **аминоазо бои** постојат исклучиво во **азо форма**; не постои доказ за имино форма. Веројатно, клучен фактор е релативна нестабилност на имино група.



азониум / амониум тавтомеризација

Протонирање

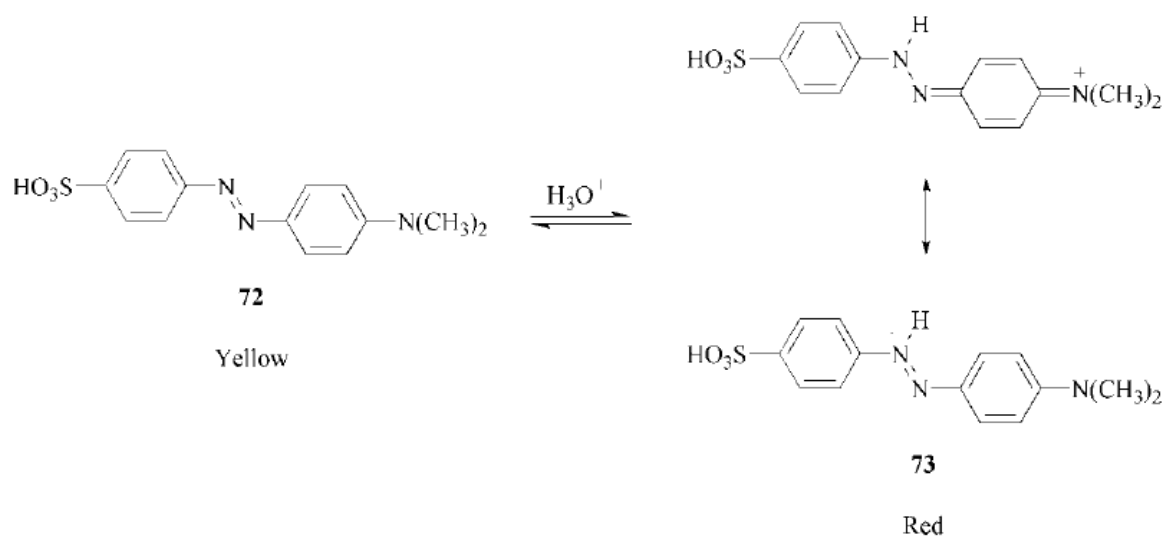
При процесот на протонација *p*-аминоазо бои, всушност **се протонира азотот** во составот на amino група, при што се добива безбоен амониум тавтомер (71) (со $\lambda_{\max} \sim 325 \text{ nm}$).



Доколку протонирањето се изврши на азотниот атом од азо групата, се добива азониум тавтомер, кој е резонатно стабилизан (73), како што е прикажано на примерот на **метил оранж (72)**. Азониум тавтомер е посветол, лентите во спектрите покажуваат батохромно поместување (кон повисоки бранови должини) и поинтензивни се ($\epsilon=70000$) од неутрални азо бои (кои имаат $\epsilon=35000$).

Примена

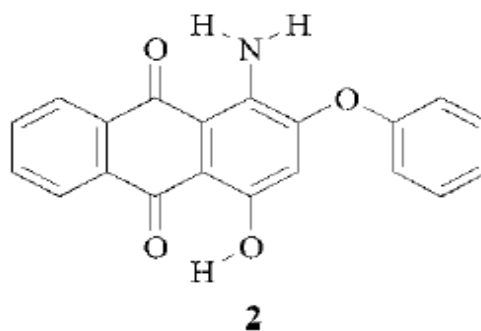
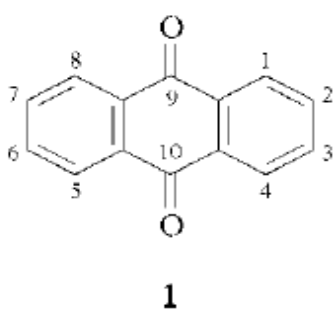
На азониум тавтомери се базира боење на полиакрилонитрил со диазахемицианин. Најпознато користење на протонирање на азо бои е како индикаторски бои – нпр. метил оранж (72) и метил црвено (види шема).



3.6.2 Антрахинонска хромофора

Втората најважна класа на бои – антрахинонски бои - вклучува и некои од најстарите бои, тие биле пронајдени во обвивки на мумиите кои датираат од пред 4000 години. За разлика од азо бои, кои немаат природни претставници, сите значајни природни црвени бои се всушност антрахинонски бои. Меѓутоа, значењето на антрахинонски бои е намален поради неповолен однос цена/ефикасност.

Антрахинонски бои се базираат на **9,10-антрахинон**, кој всушност е **безбоен**. За да се можат да се произведат комерцијално корисни бои, се воведуваат силно електрон-донорни групи, како што се amino или хидроксилни групи, и тоа во една или повеќе од четири позиции (1, 4, 5 и 8). Најчестите модели се 1,4; 1,2,4; и 1,4,5,8 супституирани деривати на антрахинонот. За најдобра оптимизација на својства, се искористуваат примарни секундарни amino групи (не терциерни), како и хидроксилната група. Со ова се обезбедува максимално орбитално преклопување, зајакнато со интрамолекуларни водородни врски, со минимум стерни пречки. Овие карактеристики се прикажани во C.I. Дисперзно Црвено 60 (**C.I. Disperse Red 60**).



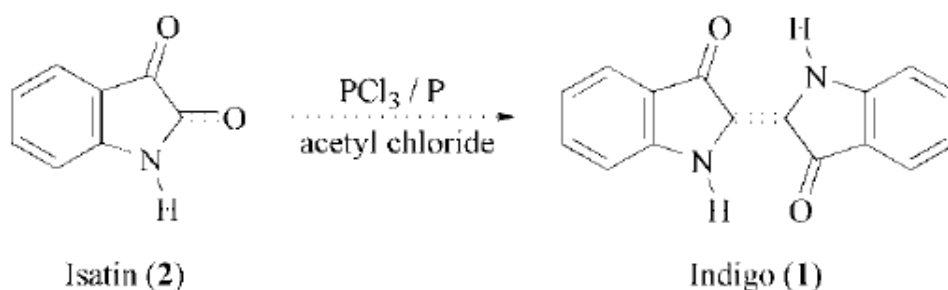
Силата на електрон-донорни групи се зголемува во низата:



1,4,5,8-Тетрасупституирани антрахинони покажуваат поизразено батохромно поместување отколку (1,4-ди -) или 1,2,4-трисупституирани антрахинони. На тој начин, преку соодветен избор на супституенти, нивниот број и местоположбата во молекулата на антрахинонот, може да се постигне широк спектар на бои.

3.6.3 Индигоидна хромофора

Индигоидни бои претставуваат една од најстарите познати класи на органски бои. Веќе 5000 години тие се користат за боене ткаенини како волна, лен и памук. На пример, 6,6-дибромоиндиго е Тириан Виолетова (**Tyrian Purple**), бојата која стана симбол од страна на Римјаните. Бојата била толку скапа дека само многу богати беа во можност да си дозволат облека обоена со неа. Всушност, изразот. роден во пурпур. се уште се користи денес да се означи богатство. Иако многу индигоидни бои се синтетизирани до денес, единствено индиго боја има големо значење денес – тоа е сина боја која се користи речиси исклучиво за боене тексас фармерки и јакни. Хемиската структура на индиго ја претставил Adolf von Baeyer во 1883 година, иако уште во 1870 година подготвил првиот синтетички индиго од изатин. До тогаш, изатин само можеше да се добие по пат на оксидација на индиго. 1878 година von Baeyer прв пат го синтетизирал изатин од фенилоцетна киселина, правејќи ја целосна синтеза на индиго можна.

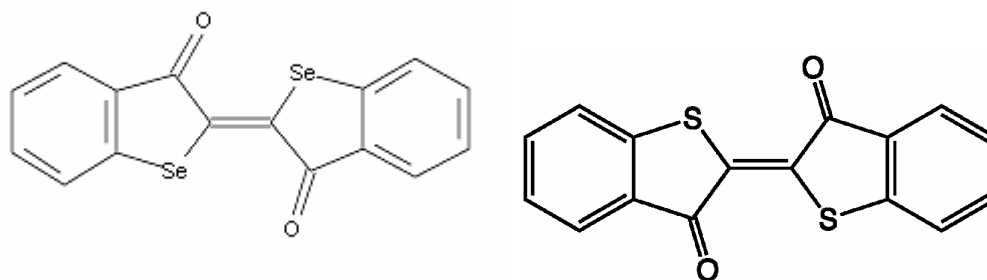


Една од главните фасцинатни појави кај индиго е дека како мала молекула има сина боја. Причината за **индиго сина боја** беше долго непозната. За очекување е да толку интензивна сина боја можат да обезбедат или силна конјугација (на пример кај фталоцианини) и/или неколку донорни и акцепторни групи (на пример азо и антрахинонски бои).

Со интензивни студии на Lüttke и др. во 1960 беше направен значаен увид во потеклото на сина боја. По многу контроверзност се докажа дека индиго е **двоен вкрстен конјугиран систем** (од две донорни и две акцепторни групи).

Индиго боја може да се објасни како функција на посебен аранжман на атомите во основната индиго хромофора, положбата на карбонилните групи во однос на централната C=C врска, природата на хетероатомот, висока поларизабилност на целата молекула, и способноста на молекулата да формира водородни врски.

Во **UV/Vis спектарот** на етанолниот раствор на индиго карактеристична е лента со максимална апсорпција на **610 nm**. Таа покажува хипсохромно поместување (кон пониски бранови должини) кога хетероатом е заменет со Se, S или O, така да $\lambda_{\max} = 562 \text{ nm}$ (селеноиндиго), 543 nm кај тиииндиго и 432 nm кај оксиииндиго.



Солватохромизам

Солватохромизам е способноста на хемиска супстанца да менува боја со промена на поларноста на растворувачот. **Негативен солватохромизам** одговара на хипсохромно поместување (**сино поместување**) со зголемување на поларноста на растворувачот, додека **позитивен солватохромизам** кореспондира на батохромно поместување (**црвено поместување**) со зголемување на поларноста на растворувачот. Каков ќе биде солватохромизам зависи од разликата на диполни моменти помеѓу основната и ексцитирана состојба на хромофора.

Кај индиго е покажано (пресметки од Klessinger) дека прва ексцитирана состојба е повеќе поларна отколку во основната состојба, така да се очекува *ПОЗИТИВЕН* солватохромизам. Тоа е докажано експериментално од Reichardt (види табела)

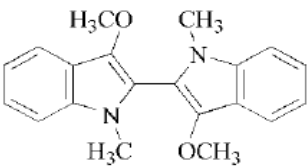
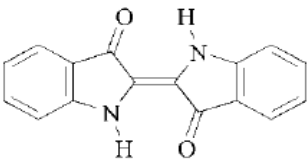
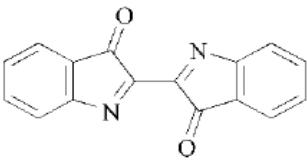
Table 2.1 Absorption maximum of indigo in various media

Medium	Steam	CCl ₄	Xylene	Ethanol	DMSO	Solid (KBr)
$\lambda_{\max}$ nm	540	588	591	610	620	660

Редокс систем

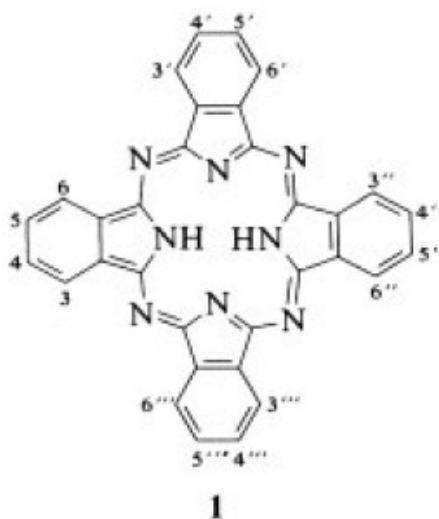
Индиго е лесно да се редуцира до леуко форми (тетраметил леукоиндиго) и оксидира до дехидроиндиго. Овие реакции имаат силно влијание врз вкрстен конјугиран систем, кое се манифестира со големо хипсохромно поместување на лента која во UV/Vis спектарот на индиго $\lambda_{\max}$ на 610 nm. Што се однесува до инфрацрвениот спектар, фреквенција на карбонилната лента од 1626 cm⁻¹ укажува на присуство на водородни врски (Табела 2.2).

Table 2.2: IR and UV/VIS Spectra

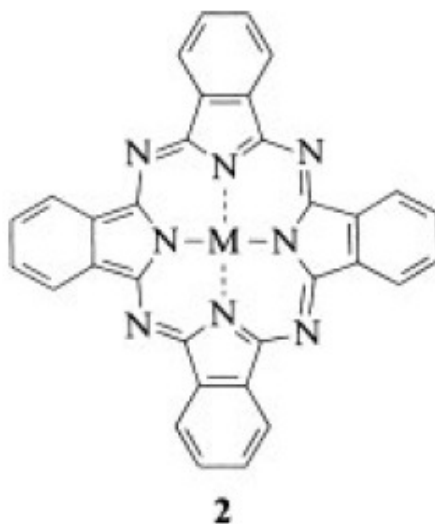
		IR spectrum: $\bar{\nu}$ / cm ⁻¹	UV / VIS spectrum (ethanol): $\lambda_{\max}$ / nm
Tetramethyl leucoindigo (8)		1239	306
Indigo (1)		1626	610
Dehydro indigo (9)		1724	447

3.6.4 Фталоцианинска хромофора

Терминот фталоцианини за прв пат бил употребен од страна на *R. P. Linstead* во 1933 година за да се опише класа на органски бои, чии бои се движат од **црвеникаво сина** до **жолто зелена** боја. Името фталоцианини потекнува од грчки термини **нафта** за минерални масла и **цианин** за темно сина. Во периодот 1930-1940, Linstead и др. Ја разјаснија структурата на фталоцианини (H_2Pc) и неговите метални комплекси.

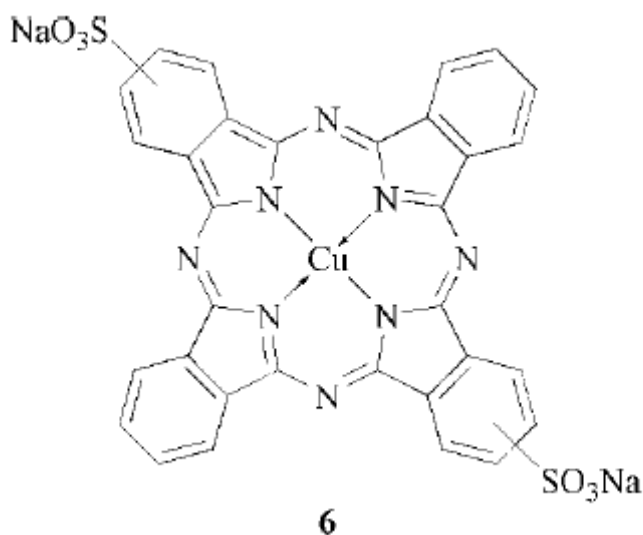


Фталоцианин формира голем број **комплекси** со разни метали од периодниот систем. Комплекси со метали - металфталоцианини (MPc) и соединенија со металоиди како што се B, Si, Ge и As, како и неметали, како што е P, сочинуваат голем дел на координациона хемија.



Координационен број 4 имаат квадратно планарни комплекси на Cu, Ni или Pt. Зголемување на координационен број на 5 или 6, со еден до два додатни лиганди како што се вода или амонијак, резултира во пирамидална структура со квадратна основа, како и тетраедарска или октаедарска структура.

Од сите познати метални комплекси, бакар фталоцианини дава најдобра комбинација на боја и својства и поради тоа поголемиот дел од фталоцианински бои (и пигменти) се базирани на бакарни фталоцианини. Дobar пример е боја C.I. Директна Сина 86 (C.I. *Direct Blue 86*) која е стабилна, со голема јачина на боење, и поволен однос цена/ефективност.



C.I. Директна Сина 86 (C.I. *Direct Blue 86*)

3.6.5 Флуоресцентни Бои

За да се случи флуоресценција, неопходно е да се зголеми траење на првата ексцитирана состојба на молекула. За да имаат практична употреба, флуоресцентни бои треба да ги задоволат одредени барања:

- тие мора да произведуваат чиста боја диктирана од нивната апсорпција и емисија на зрачење,
- тие мора да имаат висок моларен коефициент на апсорпција (по стара терминологија – екстинциски коефициент - ϵ),
- и најважно, тие мора да имаат високо ниво на квантен принос.

Овие барања се исполнети од страна на неколку бои.

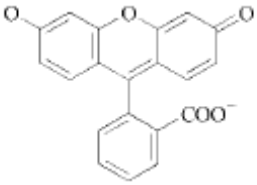
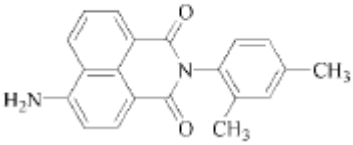
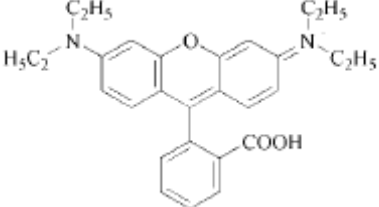
Во флуоресцентна емисија, **квантен принос** е мерка за ефикасноста на флуоресцентниот процес, т.е. ефикасноста со која апсорбирана светлината произведува некаков ефект. Квантниот принос може да се дефинира како однос на бројот на емитираните и бројот на апсорбираните фотони, односно со равенката:

$$\Phi = \frac{N(\text{emitirani fotoni})}{N(\text{apsorbirani fotoni})}$$

Максималниот квантен принос е 1,0 односно 100 %, што значи дека секој апсорбиран фотон резултира со емитиран фотон. Соединенија со квантниот принос од 0,1 се уште се сметаат за доста флуоресцентни.

Главните видови кои имаат индустриска употреба се безбојни молекули со сина флуоросценција кои се оптички осветлувачки агенси и се користат како сини обелувачи во производство на хартија и за прашокот за перење. Двете главни класи се хетероциклишни соединенија, коа што се пиразолини и стилбени.

Примери:

Yellow Dyes with Blue/ Green Fluorescence.		Red Dyes with Yellow/ Orange/Red Fluorescence
		
Fluorescein, <i>C.I. Solvent Yellow 94,</i> 45350:1 [518-45-6]	<i>C.I. Solvent Yellow 44 , 56200</i> [2478-20-8]	<i>C.I. Solvent Red 49 [509-34-2]</i>

3.7 Бои за храна (Food dyes)

Посебна класа на бои се бои за храна ([food dye](#)). Бидејќи се класифицираат како адитиви за храна, нивно производство се базира на **повисоки стандарди** отколку на индустриски бои.

3.7.1 Општи карактеристики на прехранбените бои

Прехранбените бои се чисти супстанции, концентрати од екстракти на природни супстанции или хемиски соединенија со познат состав кои се произведени по синтетички пат, а **се додаваат во мали количини за боење на храната, не менувајќи ги другите својства на производот.**

Па така, боите можат да бидат добиени преку соодветен технолошки процес по пат на хемиска синтеза од одредени хемиски супстанции или да се добијат со екстракција, прочистување или некој друг процес од некој природен извор. Проблемите кои се поврзени со боите добиени од природни извори се варирање во составот, потешкотии во формулацијата, нестабилност (пр. Spirulina).

Причини за користење на боите во храната:

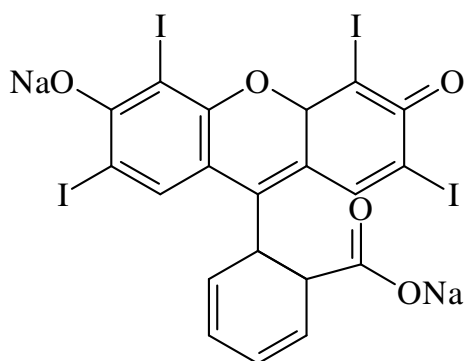
1. за да се сочува оригиналниот изглед на храната после термичка обработка и долготрајно чување.
2. за да се сочува едноличната боја на производот
3. за да боите станат поинтензивни и со тоа производот да стане поинтересен за потрошувачите
4. за да се сочуваат витамините кои се осетливи на светлина при складирањето на храната на полиците
5. за да се постигне атрактивен изглед на производот (пр. безбоен желатин)
6. за да се сочува идентитетот и карактерот (препознатливост) на производот
7. служи како визуелна идентификација на квалитетот на храната

И покрај големата употреба на бои, сепак **забрането е да се додаваат** во:

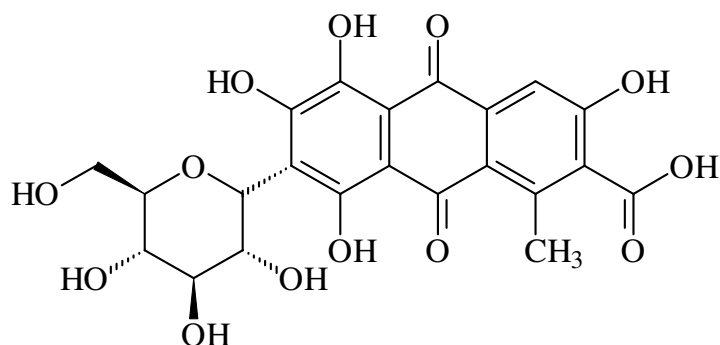
1. сите видови на пакувана вода
2. чоколадно млеко
3. масти и масла од животинско и растително потекло
4. јајца и производи од јајца
5. брашно и други мелени производи, како и разни врсти на скроб
6. леб и слични производи
7. овошни сокови
8. овошје, зеленчук и печурки, како и кога се наоѓаат во конзерви или боци и во сушена состојба
9. риби, школки, ракови
10. какао, пржено кафе, чај

Прехранбени бои			
Природни бои		Вештачки бои	
Име на боја	Обојување	Име на боја	Обојување
Caramel coroling (E150)	Темно жолта	Erythrosine E127	Розева
Annato (E160b)	Црвено-портокалова	Indigotine E132	Темно сина
Chlorella algae (chlorophyll E140)	Зелена	Brilliant blue FCF E133	Сина
Cochineal E120	Црвена	Tartrazine E102	Жолта

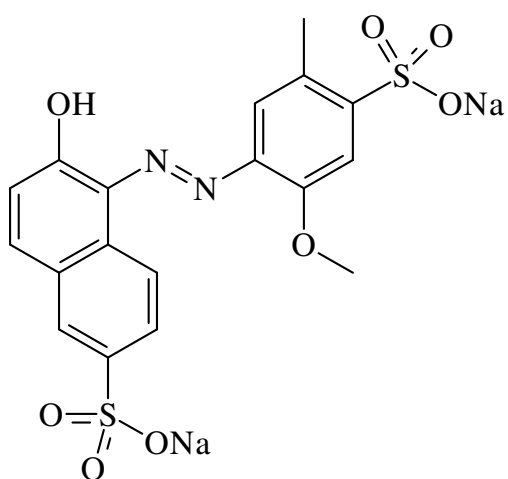
Структурни формули на некои познати прехранбени бои



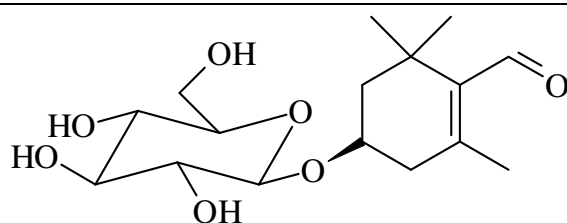
Еритрозин



Карминска киселина



Алура црвено



Пикророцин

3.7.2 Cochineal E120 - карминска киселина

Темно црвениот пигмент е добиен од женката инсект Cochineal. Cochineal се користи за производство на светло црвена, портокалова и други нијанси на црвената. Бојата доаѓа од Карминска киселина (Cochineal-овата екстрактна природна карминска киселина има удел од 19-22 %). Инсектите се убиваат со вронување во врела вода (после тоа следи нивно сушење) или со изложување на сонце, пареи или топлина од печка. Секоја метода создава различни бои што резултира со различни комерцијални верзии на бои од овој инсект. Инсектот мора да биде исушен на околу 30 % од неговата маса, пред да се складира. Потребно е околу 70 000 инсекти за да се направи половина килограм од оваа боја.

Денес се користи како боја за ткаенини и за козметика, како и за природно боење на храната, како и за маслени бои, пигменти и акварели. Кога се користи како додаток во храната мора да биде означена на налепницата на производот. Понекогаш оваа боја се означува како **E120**.

Кај мал број луѓе е утврдено дека се алергични на оваа боја, во распон од поблаги случаи до анафилактички шокови. Кохинеал е една од боите која се препорачува да биде елиминирана на хиперактивните луѓе и децата. Природната боја се користи во храната и козметиката но е неприфатлива за вегетаријанските потрошувачи како и за многу муслимани кои ја сметаат оваа боја за забранета (харам), бидејќи бојата е добиена од инсект, а и евреите исто така ја избегнуваат храната со овој додаток.

Бојата е **растворлива во вода** и не е подложна на временска деградација. Таа е една од најстабилните бои на светло и топло и отпорна е на оксидација. Се користи во алкохолните пијалоци заедно со калциум-кармин.

Нерастворливиот облик се употребува во широка палета на производи. Заедно со амониум-кармин може да се најде во месото, кобасици, преработени производи од птици, маринади, алкохолни пијалоци, пекарски производи и преливи, колачиња,

десерти, филови за питу, џемови, додатоци, желатински десерти, сокови, млечни производи, сосови и тн.

Просечен човек троши 1 до 2 капки карминска киселина секоја година со храната.

3.7.3 Карамел бојата

Карамел бојата е растворлива прехранбена боја. Произведена е со внимателна и контролирана постапка на загревање на јаглехидрати во присуство на киселини, бази или соли во процесот наречен карамелизација. Има мирис на прегорен шеќер и има горчлив вкус. Може да биде од светло жолта до **темно кафеава** боја.

Таа е една од **најстарите и најраспространетите прехранбени** бои и се наоѓа во речиси секоја индустриско произведена храна, вклучувајќи путери, пиво, црн леб, чоколади, колачи, бомбони, виски, рум, филови, чипсови, замрзнати десерти, таблети од глукоза, сладоледи, краставици, сосови, безалкохолни пијалоци, оцет, вино и други прехранбени производи.

Карамел бојата е **колоид**.

Иако нејзината примарна функција е боењето таа исто така има и други функции.

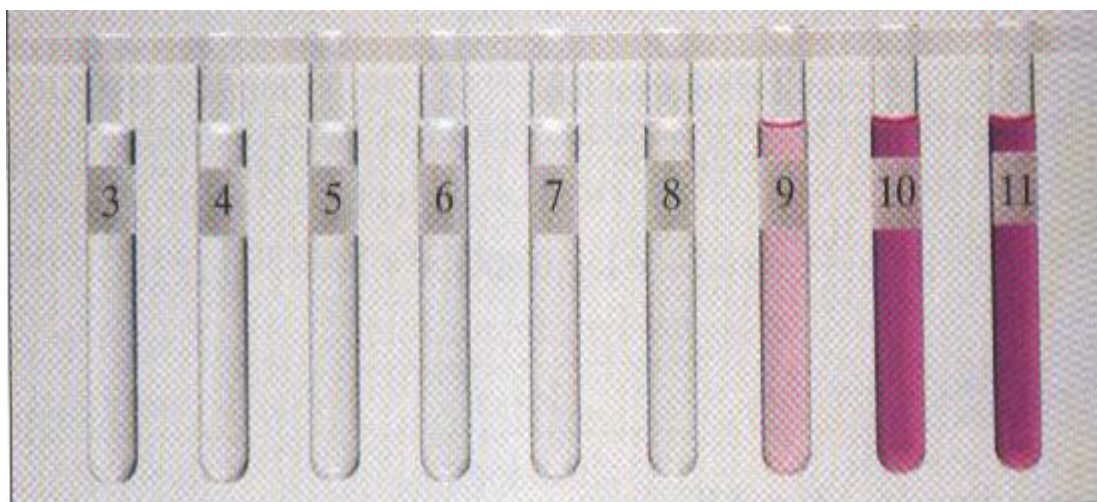
Во безалкохолните пијалоци служи како **емулгатор** и помага да се спречи оксидација.

3.8 Индикатори

Во хемијата постојат поголем број на индикатори меѓу едни од најосновите се : метил црвено и фенолфталеин. Тоа всушност се супстанции кои ја менуваат својата боја во зависноста од pH на средината (кисела, базна или неутрална).

3.8.1 Фенолфталеин

Фенолфталеин (*3,3-bis(4-hydroxyphenyl)isobenzofuran-1(3H)-on*) е киселинско базни показател кој ја менува бојата од безбоен ($\text{pH} < 8.2$) во црвено-виолетово (малина) боја (во алкална средина), но во концентрирана алкална повторно е безбоен. Во концентрирана сулфурна киселина тој формира катјон кој што е розово обоен.



Слика 15. Менување на бојата кај фенолфталеин

Некои физички својства:

Моларна маса: 318,323g/mol

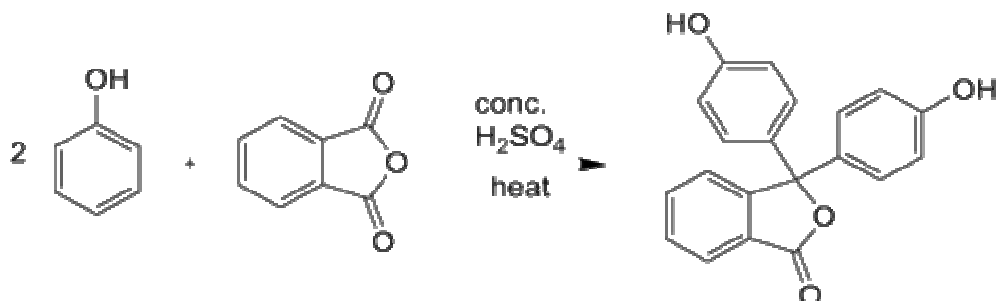
Густина: 1.277 g/cm³

Точка на топење: 262.5 °C

Растворливост: Не се раствора во бензен, се раствора во етанол и етер, а слабо се раствора во диметил сулфоксид.

Добивање:

Фенолфталеин се добива со кондензација на фенол и анхидрид на фтална киселина на температура од 105 - 110°C , во присуство на концентрирана сулфурна киселина и цинк хлорид или некоја киселина:

**Хемиски својства:**

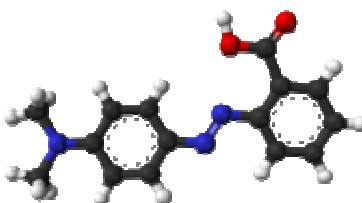
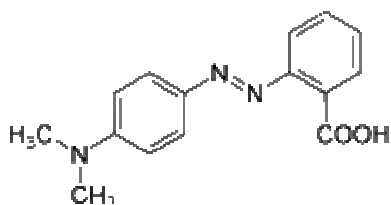
При реакција на фенолфталеин со натриум хидроксид се добива 4,4-дихидроксibenзофенон, а кога тој се загрева со концентрирана сулфурна киселина се добива фенол и 2-хидрооксил антрахинон. Фенолфталеин се среќава во неколку облици во зависност од pH, а тоа е прикажано во следнава табела:

Облик	In	H ₂ In	In ²⁻	In(OH) ³⁻
Структура				
Модел				
pH	< 0	0 – 8.2	8.2 – 12.0	> 12.0
Услови	силно кисело	кисело или неутрално	базно	силно базно
Облик	In	H ₂ In	In ²⁻	In(OH) ³⁻

Боја	портокалова	безбојна	виолетова	безбојна
				

Примена:

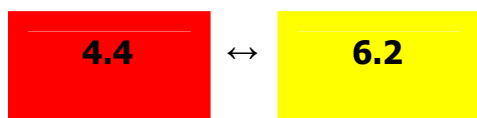
Како индикатор кој ја менува бојата во зависност од pH на средина, се користи во аналитичката хемија при кисело-базни титрации.

3.8.2 Метилцрвено

Метил црвено е исто така индикатор кој ја менува бојата во зависност од pH на средината, така што при $pH < 4.4$ тој е црвено обоен, а при $pH > 6.2$ тој е жолто обоен, додека при вредности помеѓу 4,4 и 6,2 има портокалово обојување:

$$pH < 4.4$$

$$pH > 6.2$$

**Физички својства**

Метил црвено е азо боја и е темно-црвена кристална супстанца.

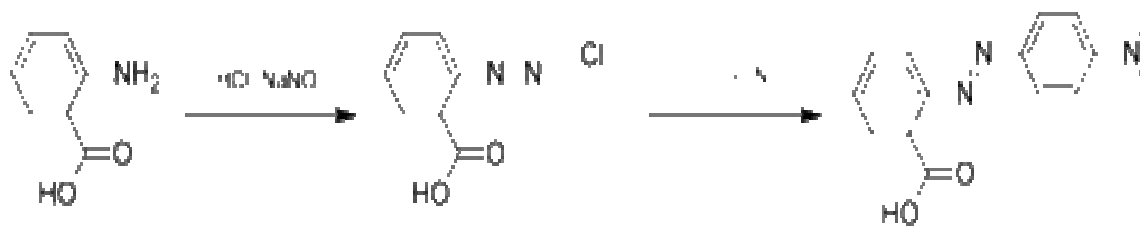
Моларна маса: 269.3 g/mol

Густина: 0.791 g/cm³

Точка на топење: 179-182°C

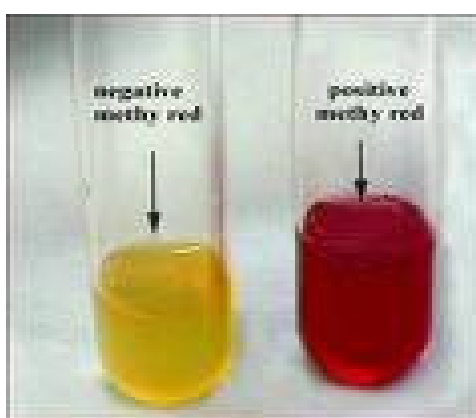
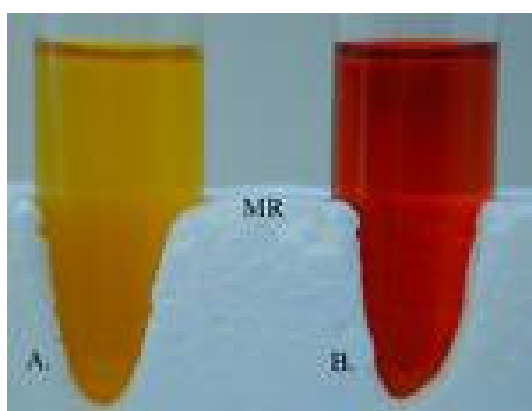
Добивање:

Како азо боја метил црвено може да се приготви преку нитрирање на антранилна киселина, по што следи реакција со диметиланилин:



Примена на метил црвено

Метил црвено наоѓа примена аналитичката хемија (титрации), во микробиологијата, каде што се користи за идентификување на бактериите, при ферментација на шеќери итн.



Менување на бојата во однос на pH

3.9 Пигменти

Поим **боја** се однесува и на прашкаста материја - **пигмент**, која има својство да обои некоја површина. Заедно со врзивни средства, пигменти се користат како средства за боење.

Постојат две значења на зборот пигмент (*lat. pigmentum* = боја):

1. Супстанции со различен хемиски состав кои се носители на бои во живите организми
2. Обоени супстанции кои се носители на обоеноста на различни производи

1. Супстанции со различен хемиски состав кои се носители на бои во живите организми

Цврсто се врзани за белковини и важни се за живот на растенија, животни и луѓето.

По потекло се делат на:

- **ендогени пигменти** (настанати во протоплазма) и
- **егзогени пигменти** (со инфилтрација)

Најзастапени пигменти:

1. порфирины (хлорофил, хемоглобин)
2. каротеноиди (жолт и портокалов ксантофил)
3. фикобилини, фикоеритрини, фикоциан
4. антоциани (со црвена, виолетова и сина боја, како и леукоантоцианидни – бела боја на цветовите)
5. флавоноиди и флавоноли (воглавно со жолта боја)
6. хинони (кафеава боја и црна – нафтохинони)
7. меланини (во пердуви, длаки кај животни и луѓе, ама не кај сите)

Минерални пигменти:

1. Бели (TiO_2 , ZnO , литопон - смеса од ZnSO_4 и BaSO_4)
2. Црни (графит)
3. Жолти (CdS , хромати на Cd , Ba , Zn , Sr)
4. Портокалови (оловен хромат/молибдат)
5. Сини (калиум, натриум, амониум хексацианоферат)
6. Зелени (оксид на Cr)

3.9.1 Ултрамарин

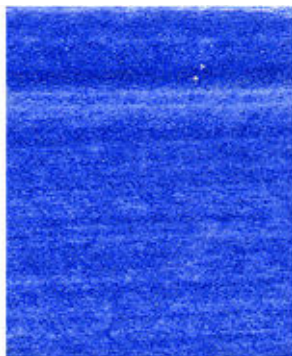
Ултрамарин е син пигмент кој содржи претежно, двоен силикат на алуминиум (Al) и натриум со некои сулфати, и се појавува во природата, како наредна компонента на ***lapis lazuli*** (полу-скапоцен камен кој беше ценет од антиката, заради неговата интензивна сина боја). Во минатото, тој исто така бил познат како азурен ултрамарин, азурен трансмарин, азурен олтрамарин. Тековната терминологија за ултрамарин вклучува *natural ultramarine* (English), *outremer lapis* (French), *Ultramarin echt* (German), *oltremare genuino* (Italian), and *ultramarino verdadero* (Spanish).

Ултрамаринот е најсложениот од сите минерални пигменти, кој претставува комплекс на сулфурот кој содржи натриум силикат ($\text{Na}_{8-10}\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{S}_{2-4}$). Во суштина тоа е минерализиран варовник со синиот минерал кој е наречен лапис.

Етимологија

Името произлегува од латинскиот *ultramarines*, што во буквален превод значи “над морето” бидејќи бил увезен од Азија, преку морето.

	
Природни пигмент ултрамарин во прашкаста форма	Синтетски ултрамарин – хемиски идентичен со природниот



Природен ултрамарин нанесен на хартија

Употреба

Првата забележана употреба на *lapis lazuli* како пигмент може да се види во 6-ти и 7-ми век на пештерски слики во авганистанските храмови, во близина на најпознатите извори на минералот. *Lapis lazuli* исто така се идентификувани во кинеските слики од 10-ти и 11-ти век, во индиското фреско сликарство од 11-ти, 12-ти и 17-ти век, како и на англо-саксонската цивилизација и нормански илуминирани ракописи.

Природниот ултрамарин е најтежок пигмент за мелење на рака, каде што преку брусење и перење се произведува само бледа сивкасто-сина пршина. На почетокот на 13-ти век доаѓа во употреба подобруениот метод, кој бил пронајден, спроведен и опишан од уметникот Cenninio Cennini во 15-ти век.

Пигментот бил најмногу употребуван за време на 14-тиот до 15-тиот век, бидејќи неговата брилијантност го дополнувала златото на илуминираните ракописи и италијанските панел слики.

Ултрамарин е **крајно осетлив**, особено ако е подложен дури и на кратко време на разредени минерални киселини и киелински пареи. **Разредена HCl, HNO₃, и H₂SO₄ брзо ја уништуваат плавата боја** и притоа во тој процес произведуваат хидроген сулфид (H₂S). Оцетната киселина го напаѓа пигментот многу побавно отколку

минералните киселини. Поради оваа чувствителност, ултрамаринот се користел само за изработка на фрески каде што пигментот се меша со сврзувачката средина и се применува врз сувиот гипс. Европските уметници го користеле пигментот умерено, задржувајќи ги нивните највисоки квалитети на плаво за облеките на Марија и Исус Христос како дете.

Како резултат на високата цена, уметниците понекогаш економизирале со користење на поевтина плава-азурна, за под сликата. Најверојатно, увезен во Европа преку Венеција, пигментот е ретко виден во германската уметност и во земјите северно од Италија. Поради недостиг на азурна плава во доцниот 16-ти и 17-ти век побарувачката за веќе скапиот ултрамарин е дрстично зголемена. Во 1814 год. Tassaerat го набљудувал спонтаното формирање на сложено сино, многу сличен на ултрамаринот, но не и идентичен со него во варова печка во St.Gobain, а со тоа добива награда за вештачко производство на скапоцени бои во 1824 година.

Хемија и производство

Сировини кои се користат во производството на ултрамарин се: слободно железно-каолин, или некој друг вид на чиста глина, која треба да ги содржи нејзините силикати и алуминати, колку е можно поблиску во процентот на силициум диоксид SiO_2 и алуминиум триоксид Al_2O_3 за да се добие формула за идеален каолин. Други сировини се: безводен натриум сулфат Na_2SO_4 , безводен натриум карбонат Na_2CO_3 , сулфур во прав и јаглен во прав или релативно без-пепелен јаглен.

Материјалите се “печат” заедно во печка, обично во големина на тула. Добиените продуктите потоа се мелат и се мијат како што се прави со сите други нерастворливи пигменти во производствениот процес. Хемиската реакција произведува големи количини на сулфур диоксид, што значи дека гасната десулфуризација е суштински дел од нејзиното производство за да усогласат со регулативите на загадувањето. Биле користени големи оџаци за да го растерат сулфур диоксидот произведен во

процесто, што резултирало со препокривање на околните површини (земјишни и покривни) со сина боја.

СУРОВИНИ ЗА ДОБИВАЊЕ НА УЛТРАМАРИН

Реден бр.	суровини
1.	Слободно железо-каолин
2.	Натриум сулфат Na_2SO_4
3.	Натриум карбонат Na_2CO_3
4.	Јаглен во прав
5.	Сулфур во прав

Ултрамарин сиромашен со силициум

Се добива со спојување мешавина на мека глина, натриум сулфат, јаглен, сулфур и натриум карбонат. Со таквото мешање се добива производ кој има бела боја, но набрзо потоа станува зелен (**зелен ултрамарин**), бидејќи доаѓа до негово мешање со сулфур при што се загрева. Сулфурот гори, при што се добива **син пигмент**.

Ултрамарин богат со силициум

Се добива со загревање на мешавина на чиста глина, многу чист бел песок, сулфур и јаглен во муфолна печка. Доаѓа до создавање на **модар производ** кој се добива одеднаш, но често резултира со **црвенкаста нијанса**. Различните ултрамарини - зелено, сино, црвено и виолетово ситно се мелат и се мијат со вода.

Синтетички алтернативи

Синтетичкиот ултрамарин е повеќе од живописно син од природниот ултрамарин, бидејќи честичките во синтетичкиот ултрамарин се помали од природниот

ултрамарин и затоа ја дифузираат светлината порамномерно. Синтетичкиот ультрамарин, исто така, не е траен како природниот ультрамарин. Вештачки, како и природно ультрамаринот има прекрасна сина боја, која не е под влијание на светлината, ниту пак има некаков контакт со масло или вар, при користење во сликарството. Солната киселина веднаш го избелува со ослободување на водород сулфид (H_2S). Забележано е дека дури и еден мал додаток на бел цинк предизвикува значително намалување на интензитетот на боите. Синтетичкиот ультрамарин е многу ефтин, и во голема мера се користи за сидното сликарство, печатење на висечки хартии и платно, а исто така и како коректив за жолтеникава нијанса често присутна во нештата кои треба да бидат бели како лен или хартија.

Ултрамаринот има тридимензионална структура во облик на алуминиумсиликатски кафез така што постојат три атоми на сулфур заедно за да формираат јон. Овие јони се слободно балансирани со катјони на натриум во природен материјал. Натриум јоните можат да се разменуваат со јоните на литиум. Модификацијата на јадрото има драматично влијание врз структурата на кафезите. Литиум јоните се помали од натриум јоните додека калиум јоните се големи - причини кафезот да се прошири. Со третирање на сино ультрамарин со сребро нитрат се добива сребрен ультрамарин во вид на жолт прав. Ова соединение дава сини калиум и литиум ультрамарин кога се третира со соодветни хлориди, и етил ультрамарин кога се третира со етилјодит.



Слика 16. Синтетички виолетов ультрамарин

3.9.2 Биолошки пигменти

Биолошките пигменти се природни супстанции кои се наоѓаат во ќелиите и ткивата на растенијата, животните и човекот. Тие најчесто се организирани во посебни органели при чие механичко и термичко разорување пигментите излегуваат надвор и под дејство на сончевата светлина се деградираат.

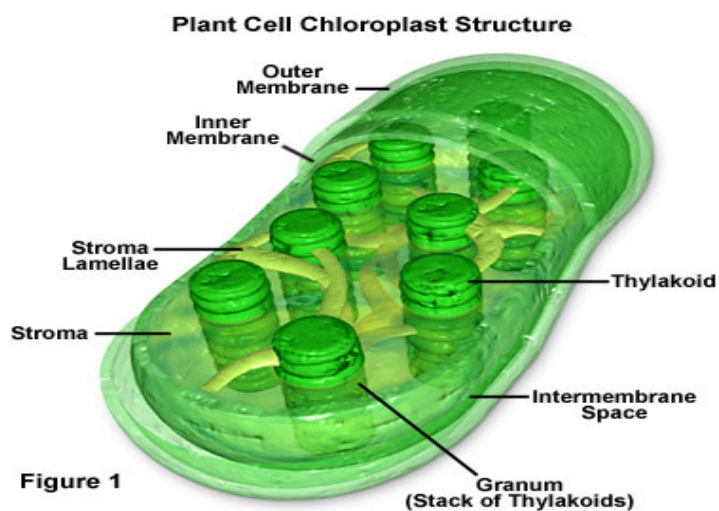
Има различни видови пигменти кои во зависност од нивната природа се манифестираат со обоеност на деловите од организмот каде што се присутни.

Пигментите исто така имаат и нутритивна улога како што се **бетакаротенот** и **рибофлавино**. Природните пигменти се исклучително подложни на хемиски промени, како што е случај при зреењето на овошките. Исто така тие можат да бидат осетливи на хемиските и физичките промени за време на производството на храната.

Најпознати и најприсутни пигменти во живите организми се: **хлорофилот**, **каротеноидите** (каротини и ксантофили) во растенијата, и меланинот и липофусцинот кај човекот.

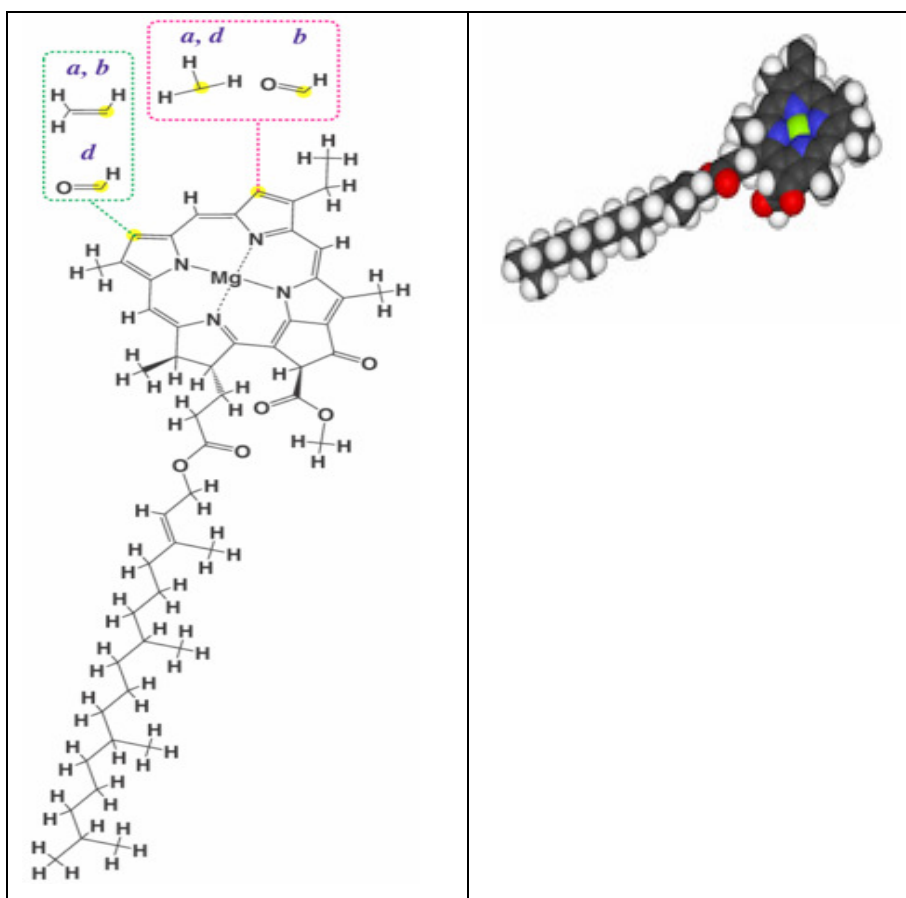
Хлорофилот е **зелен пигмент** кој се наоѓа во повеќето растенија, алги и цијанобактерии. Неговото име потекнува од грчкиот збор *χλωρός* (*хлорос* - зелен) и *φύλλον* (*филион* -лист). Синтезата на хлорофилот (кој има сложени и специфични молекули) се врши кога има сончева светлина и магнезиум. Тој е значаен за фотосинтезата и им овозможува на растенијата да создаваат енергија и органски материи од сончевата светлина.

Молекулите на хлорофилот се специфично наредени во и околу протеинскиот комплекс наречен фотосистем кој се наоѓа во тилакоидните мембрани на хлоропластите (слика 17) . При апсорбирањето на светлината, тој е многу селективен и ги прима само зраците со одредена бранова должина и затоа деловите на растението кои содржат хлорофил се обоеени зелено.



слика 17

Молекулата на **хлорофилот** (Слика 18) содржи едно **порфириноско јадро** што е изградено од **четири пиролови прстени**, во средината комплексно сврзани со **еден атом на магнезиум**.



Слика 18. Молекулата на хлорофилот

Карбоксилната група на третиот пиролов прстен е естерифицирана со метил алкохол, а карбоксилната група на четвртиот пиролов прстен е естерифицирана со фитол.

Во природата се среќаваат различни форми на хлорофилот, но најшироко распространета форма во растенијата е хлорофилот-*a*.

Различните структури на хлорофилот се сумирани во следнава табела:

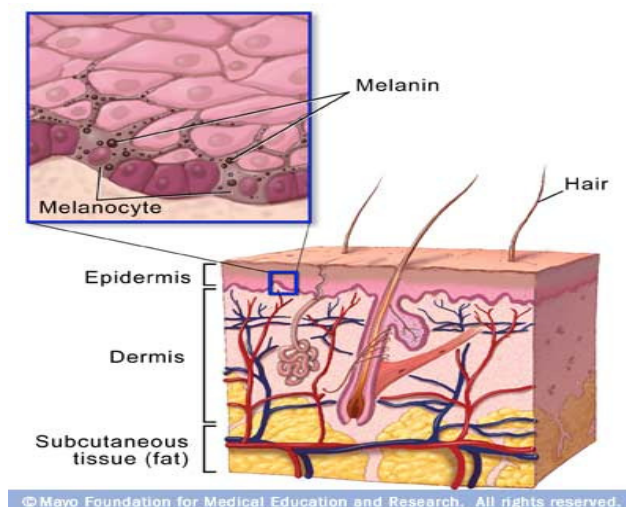
Табела 6. Различните структури на хлорофилот

	Хлорофил a	Хлорофил b	Хлорофил c1	Хлорофил c2	Хлорофил d
Молекулар на структура	$C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$	$C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$	$C_{35}H_{30}O_5N_4Mg$	$C_{35}H_{28}O_5N_4Mg$	$C_{54}H_{70}O_6N_4Mg$
C3 група	-CH=CH ₂	-CH=CH ₂	-CH=CH ₂	-CH=CH ₂	-CHO
C7 група	-CH ₃	-CHO	-CH ₃	-CH ₃	-CH ₃
C8 група	-CH ₂ CH ₃	-CH ₂ CH ₃	-CH ₂ CH ₃	-CH=CH ₂	-CH ₂ CH ₃
C17 група	CH ₂ CH ₂ COO - фитол	CH ₂ CH ₂ COO - фитол	CH=CHCOOH	CH=CHCOOH	CH ₂ CH ₂ COO - фитол
C17-C18 врска	Единечна	Единечна	Двојна	Двојна	Единечна
Наоѓање	Во сите зелени организми	Во повеќето растенија	Алги	Алги	Цијанобактерии

За време на зимскиот период кога растенијата ја губат зелената боја, хлорофилот се конвертира во една негова безбојна форма т.н. нефлуоросцентен хлорофил.

Меланинот е пигмент кој се среќава кај човекот и главно ја детерминира бојата на кожата, а исто така е најден и во косата и во пигментираните ткива во основата на

ирисот. Меланинот кој ја одредува бојата на кожата се произведува во меланоцитите кои се наоѓаат во базалниот слој на епидермисот (слика 19).



слика 19

Иако луѓе имаат генерално слична концентрација на меланоцити во својата кожа, кај некои поединци или етнички групи генетски е изразено производството на меланин на ниво на меланоцитите што резултира со фактот дека не сите имаме иста боја на кожа. Некои луѓе, па и животни воопшто немаат меланин и оваа појава е позната како албинизам.

Меланинот е компонента која е составена од голем број помали молекули. Постојат повеќе видови меланин чии составни делови различно се сврзани помеѓу себе. Најзастапени меланински форми кај луѓето се eumelanin и pheomelanin. Eumelanin-от се манифестира со сиви, кафени и црвени нијанси, додека pheomelanin-от со розеви и црвени нијанси. Eumelanin-от повеќе е застапен во косата и кожата, а pheomelanin-от на усните, брадавиците и гениталиите. Тој е исто одговорен и за црвената коса и пегите и ваквата форма на меланин многу почесто се среќава кај жените отколку кај мажите.

Важна карактеристика за **меланинот** е тоа што тој има **фотопротекторска улога** т.е. ја штити кожата од штетните **UV зраци**. Имено тој ги апсорбира штетни UV зрачења и таа енергија ја трансформира во безопасни количини на топлина. Меланинот исто така игра и важна улога во имунолошкиот одбранбен систем и

помага во уништувањето на штетните микроби и бактерии кои го напаѓаат организмот .

Липофусциот е еден од најчестите пигменти, кој претставува жолтенокаво-**кафеава** супстанца која е присутна во трајните клетки (на пример невроните, срцевиот мускул) , и која квантитативно се зголемува со текот на времето. Така тој е малку застапен кај младите организми, додека кај старите организми е повеќе застапен и затоа се нарекува старечки пигмент (Слика 20) . Неговиот состав е комплексен. Липофусциот всушност претставува остаток од материјал кој лизозомите не го дигестирале.



Слика 20

4. ХЕМИЈАТА И ЗДРАВЈЕТО

4.1 Лекови

Што е лек?

Под лек се подразбираат **фармаколошки активни** природни и синтетички супстанции, подготвени во соодветен облик и одредена количина, за непосредна примена во медицински: тераписки, профилактички (превентивни) и тераписки сврхи.

Овие својства покажуваат не само лековити супстанции страни на организмот, туку и многу биолошки активни супстанции кои се или негови составни делови или присутни во него (хормони, витамини, раствор на NaCl, чист кислород, ...)

Од друг аспект, лек е производ за кој по научен пат е докажано дека може (со негова апликација на луѓе и/или животни, на определен начин и во определени количини) да се применува поради откривање, сузбивање и лекување на болести, односно поради постигнување на на други, медицински оправдани, цели.

По таа дефиниција, лекови можат да бидат:

1. готови лекови (фармацевтска индустрија)
2. лековити супстанции (од животинско или растително потекло) со определен хемиски состав од кои се подготвуваат лекови
3. лекови кои се подготвуваат во аптеки по рецептите на лекарите или ветеринарите
4. крв, деривати од крв, замена за плазма
5. заводни материјали и други помошни лековити средства

Поедноставно, може да се каже дека лек (*лат. medicamentum, герм. Medikament, англ. Medicine*) претставува секоја биолошка супстанца која во организам не се внесува како храна. Секој лек се користи во точно определена сврха, во точно определена доза – количина. Делување на лекови во организмот (количина и брзина

на апсорпција, време на патување на лекот до сакано место на делување, ресорпција) се проучува преку научна дисциплина фармакодинамика.

Благодарение на развитокот на хемија денес е позната природа на активни состојки на најголем број на лековити билки откриени во разни временски периоди ширум светот. Најважните групи на овие супстанции се:

- алкалоиди (атропин, морфин,)
- гликозиди (дигоксин).

Голем број на активни состојки е изолиран во чист, хемиски дефиниран облик, и денес се користат во терапија наместо сирови билики или нивни препарати. Истиот случај е и со активни супстанции изолирани од животински ткива и органи (хормони) и микроорганизми (антибиотски супстанции).

Тргувајќи од хемиска структура на природни активни супстанции, синтетизиран е голем број на соединенија, кои се блиски по ефикасноста, несакани ефекти и други својства до природните лекарства, или дури ги надминуваат.

Од друга страна, синтетизирани се асоединенија кои немаат свој пример во природата (антихистаминици, сулфонамиди, антиепилептици итн.).

Лекови можат да бидат од:

- природно (растително, животинско. минерално) и
- вештачко порекло

Лекови можат да се аплицираат:

- орално (преку уста)
- преку кожа
- ректално
- со инхалација (вдишување)
- преку очите
- назално (преку нос)
- интравенозно (преку вена т.е. со вбригување во крвта)
- интрамускулно (со вбригување во мускул т.е. тело)

4.2 Класификација на лекови

Лекови можат да се класифицираат на различни начини, нпр. Според нивните хемиски својства, делување, или биолошки систем на кој делуваат. Најчесто користен систем за класификација претставува АТС систем (Anatomical Therapeutic Chemical Classification System).

Пример - поделба според делување:

- антипиретици: ја смалуваат телесна температура
- аналгетици: го намалуваат чувство за болка
- антималярични лекови : ја третираат маларија
- антибиотици: ги инхибираат бактерии
- антисептици: превенција од инфекција на рани
- против инфекции (антибиотици, антилепротици, антималярични, антивирусни)
- против алергии (антиалергенси, антихистаминици)
- исхрана (тоници, препарати на железо, витамини, додатоци за прехрана на доенчиња, анаболици – за добивање на мускулна маса)
- дијагностика (контрастни супстанции – за ехо, BaSO_4)
- за еутаназија (барбитурати)

Пример – поделба според анатомија:

- гастроинтестинални тракт (антациди, лаксативи)
- кардиоваскуларни систем (антиаритмици, нитрати, бета-рецептор блокатори, антикоагуланти, хепарин)
- централен нервен систем (хипнотици, антипсихотици, антидепресанти, барбитурати, антихистамини)
- против болка (аналгетици, парацетамол)
- мускулно-скелетен систем (мускулни релаксанти, неуромускулни лекови)
- очи (лубриканти за око, антиглауком итн.)
- уво, нос и грло (антихистаминици, стероиди, антисептици, локални анестетици)
- респираторен систем (антитусици, миколитици, бронходилатори)
- жлезди - за ендокрини проблеми (гонадотропин, кортикостероиди, инсулин, тироидни хормони, антитироидни лекарства)
- репродуктивен и уринарен систем (антифунгал, антибиотици, лекарства за бременост, контрацептивни средства, хормони – естроген)
- кожа (дезинфектанти, деривати на витамин А и D, хормони, кортикостероиди)
- за имунолошки систем (вакцини, имуноглобулин)

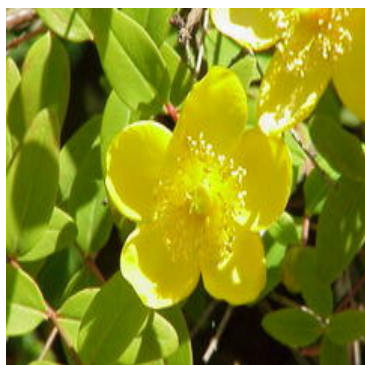
4.3 Видови на лекови и примена

Подетално ќе се запознаеме со неколку најчести претставници од различни типови на лекарства.

4.3.1 Лековити билки - *Hypericum*

Многу од лековити билки се користат во народна медицина поради позитивните ефекти кои ги имаат на организмот. Благодарение на усмени преданија, а подоцна и преку записи (рецепти за разни чаеви, мелеми, сирупи), можат да се пратат историски податоци за нивна широка употреба. Подоцна, благодарение на развојот на хемијата, извршена е идентификација и квантификација на главните состојки, т.е. активни компоненти, во лековити растенија.

Така на пример, утврдено е дека главните состојки во познатиот кантарион се **хиперицин** и **хиперфорин**.



Hypericum moserianum

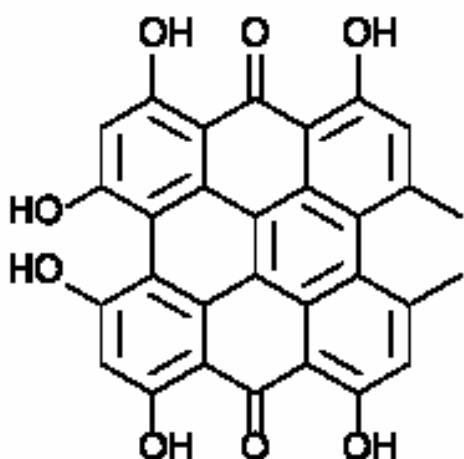


Hypericum pulchrum

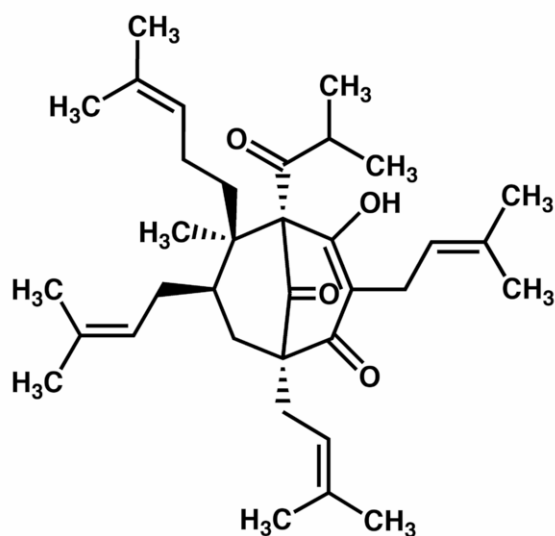


Hypericum perforatum L.

Хиперицин е црвено обоен антрахинонски дериват, кој, заедно со хиперфоринот, претставува главна активна состојка на растенија од фамилија *Hypericum* (*Saint John's wort*). Хиперицин има антибиотски, а се претпоставува и антивирални својства.



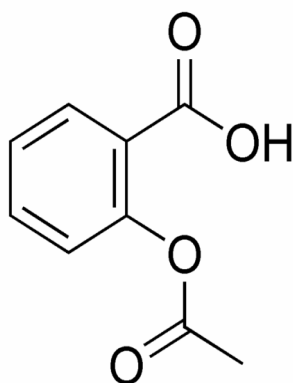
хиперицин



хиперфорин

4.3.2 Антипиретици

Аспирин



2-ацетоксибензоева киселина

Аспирин или ацетилсалицилна киселина (*Acidum acetylsalicylicum*) е лек од група на салицилати, кои често се користат како антипиретик (против грозница), а понекогаш и против помали болки. Исто така, претставува и антикоагуланс (спречува

згрушување на крвта), па долгорочно се користи во мали дози превентивно од појава на срцевиот удар.

Име Аспирин е трговско име од германска компанија *Bayer*. Во некои земји ова име се користи како име за лек, а не како робна марка на производител. Во земји во кои *Аспирин* е робна марка, се користи кратенка:

ASA (англиски - acetylsalicylic acid),

ASS (германски - Acetylsalicylsäure) или

AAS (шпански - ácido acetilsalicílico).

Историјат

Хипократ, грчки лекар, уште во 5. век п.н.е. пишувал за горкиот прав екстрахиран од кора на врба, кој олеснува болки и ја намалува грозница. Активни екстракт од кората, назван **салицин**, по латинското име за бела врба (*Salix alba*), е изолован 1828. година од Хенри Леру (Henri Leroux), француски фармацевт, и Рафаеле Пирија (Raffaele Piria), италијански хемичар, кој потоа успеал да издвои киселина во чист облик. Салицин е многу кисел заситен воден раствор ($\text{pH} = 2,4$) и затоа се вика салицилна киселина.

Оваа хемикалија ја изолирале од цветот **meadowsweet** (ливадски растенија кои содржат метил салицилат, како и другите салицилати - аналгетици слични на аспириновот) германски истражувачи во 1839. година. И покрај својата ефикасност, овој лек проузрокувал и несакани ефекти (дигестивни проблеми, па дури и смрт во големи дози). Во 1897 година истражувач од фирма Бајер дериватизирал една од хидроксилни функционални групи во салицилна киселина со ацетилната група, при што се формирал ацетил естер (што ги намалило негативни ефекти). Ова претставувал прв синтетички лек, а не копија на нешто од природата, и истовремено означил почеток на фармацевтската индустрија.

Контроверзно прашање е кој тоа го направил? Званично се тврди дека пронаоѓач на аспирин е Феликс Хофман. Од друга страна, Артур Ајхенгрин 1949. година тврдел дека он ја планирал синтезата на Аспирин, додека улога на Хофман била само почетна лабораториска синтеза.

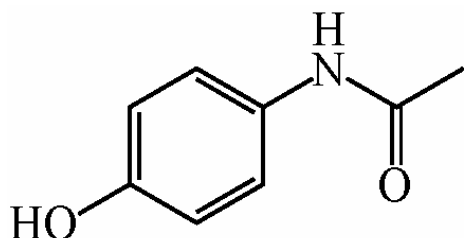
Име „Аспирин“ е составено од **а-** (од ацетилна група) **-спир-** (од *spiraee*) и **-ин** (вообичаен завршеток на имиња на лековите во тоа време). Бајер го регистрирал ова име како робна марка на 6-ти март 1899 година.

Механизам на дејство

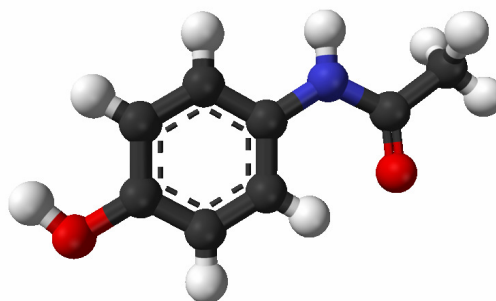
Во истражување за кое добил Нобелова награда (и титула сер), Џон Вејн (John Vane), кој тогаш работел при Кралевски хируршки колеџ во Лондон, покажал 1971. дека аспирин го сузбива производството на простагландин и тромбоксан преку неповратна инхибиција на циклооксигеназа, ензим кој учествува во нивното производство. Инхибиторни ефект се постигнува преку реакција на ацетитирање.

Парацетамол

Парацетамол (ацетаминофен во САД) е активен метаболит на фенацетин. Претставува ефективна замена на аспирин поради своите аналгетички и антипиретички својства. Меѓутоа, не е добар лек против воспаленија.



N-(4-hydroxyphenyl)acetamide



N-(4-хидроксифенил)ацетамид

4.3.3 Анестетици

Анестетици се вид на дроги кои доведуваат до состојбата анестезија (губење на сознание, губење на мускулен рефлекс и намалување на стресна реакција). Овие дроги генерално се земаат со цел да предизвикаат анестезија за да се олесни некој хирушки зафат. Во модерната пракса се користи широк спектар на лекови.

Анестетиците се категоризирани во две категории: **општи анестетици** кои предизвикуваат губење на свеста, додека **локалните анестетици** предизвикуваат локална анестезија и губење на способноста за примање дразба со одредени рецептори.

ЛОКАЛНИ АНЕСТЕТИЦИ

Локалните анестетици се “агенси” кои го спречуваат преносот на нервни импулси без да предизвикаат несвест. Од хемиска гледна точка може да бидат естери или амиди.

Естерните анестетици (на пр. procain, tetracaine, amethocaine, cocain...) се генерално нестабилни во раствор и алергиските реакции при третман со нив се многу чести.

Локалните амидни анестетици (пр: lidocaine, prilocaine, bupivacaine...) се стабилни на топло и имаат долг рок на траење (до 2 години).

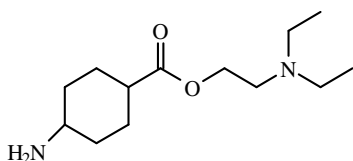
Локалните анестетски лекови се токсични за срцето (предизвикуваат аритмија) и мозокот (предизвикуваат несвест и напади). Може да дојде дури и до губење на функцијата на срцето и смртта.

Прв симптом за токсичност од локален анестетик вклучува нервниот систем (вознемиреност, конфузија, вртоглавица, замаглена визија, метален вкус во устата, гадење, напади и кардиоваскуларен колапс).

Пример за локализиран ефект при локална анестезија: директна инфилтрација на локален анестетик во скелетните мускули предизвикува привремена парализа на мускулите. Периферните нервни блокади ги блокираат нервите кога е забележан анестетик во близина на специфичен нерв или група на нерви. Нервните блокади најчесто се користат при процедури на рацете, нозете и лицето. Спинална и

епидурална анестезија има кога е регистриран анестетик во близина на 'рбетниот мозок и нервите кои се поврзуваат со него. Таа ја блокира болката низ целиот регион на телото како stomакот, колковите или нозете...

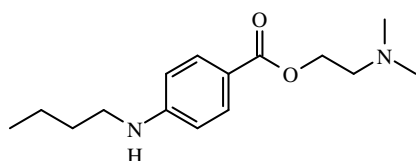
ПРОКАИН (PROCAINE)



Прокаин е локален **естерен** анестетик кој содржи и **амино група**. Најчесто се користи за да ја намали болката при интрамускуларна доза на пеницилин. Исто така се користи во стоматологијата. Понекогаш е наведен како Novocaine чие име главно доаѓа од функцијата како блокатор за натриумовите канали.

Прокаин е анестетик кој се метаболизира во плазмата од ензимот pseudocholinesterase преку хидролиза во *пара*-бензоева аминок-на (PABA), кој потоа се исфрла преку бубрезите во урината. Алергиските реакции најчесто не се на прокаинот туку како одговор на PABA.

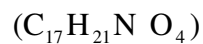
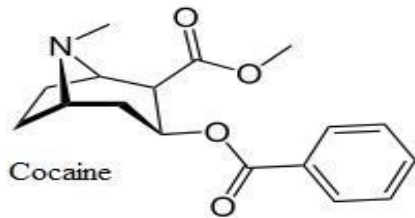
ТЕТРАКАИН (TETRACAINE)



Тетракаин е локален анестетик од **естерската група** анестетици. Главно се користи во офталмологијата и спиналната анестезија. Во биомедицинските истражувања се користи за промена на функцијата на калциум ослободувачките канали кои го контролираат ослободувањето на калциум во интерцелуларниот простор на клетките. При ниски концентрации тетракаинот предизвикува инхибиција на

почетното спонтано ослободување на калциум, додека при високи концентрации го блокира целосното ослободување на калциум.

КОКАИН (COCAINE)



Кокаин е кристален алкалоид што се добива од **листовите на растението *coca*** . Од таму и му доаѓа името со додавање на суфиксот *-ин* на крајот. Тој е стимуланс на централниот нервен систем. Поточно, тој е серотонин-норадреналин-допамин инхибитор, кој ја посредува функционалноста на егзогените катехоламински лиганд транспортери. Поради начинот на кој што делува, создава зависност. Иако неговата слободна комерцијализација е незаконска и строго казнива речиси во сите земји, неговата употреба во светот останува широко распространета во многу социјално културни општества.

4.3.4 Наркотици

Наркотици се природни или синтетички супстанции кои делуваат како **депресанти** на централниот нервен систем. Овие супстанции, кои се нарекуваат дроги, предизвикуваат намалување на болката и анксиозност и менување на расположението.

Се користат при анестезија (наркоза), што претставува состојба на повратна парализа на ЦНС, проследена со губење на свест и осет за болка.

Воведувањето на општите анестетички сретства во медицината претставува едно од најголемите откритија во историјата на медицината, бидејќи денеска не може да се замисли напредокот во хирургијата без постоење на овие средства.

Интересно е да се спомене дека повеќето наркотични сретства што денес се употребуваат се пронајдени во XIX век.

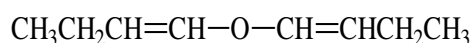
Основен наркотик е опиумот, од кој се добиваат кодеинот, морфинот и хероинот. Наркотиците предизвикуваат тешка зависност и при подолга употреба можат да го загорзат психофизичкото здравје на корисникот, а често доведуваат до смрт.

Поделба на наркотици

- Лесно испарливи наркотици
- Наркотични гасови
- Седативни и хипнотички сретства
- Антиконвулзивни лекови
- Алкалоиди од опиум
- Полусинтетски деривати на морфинот
- Синтетски замени за морфин
- Етил алкохол
- Метил алкохол

Лесно испарливи наркотици

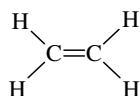
- **Етер** - најстаро наркотично средство, релативно нетоксично со голема терапевска широчина. Дава добра релаксација на мускулите. Лесно запалив, експлозивен со непријатен мирис.
- **Дивинил етер** - нема голема терапевска широчина, се користи при куси хирушки зафати, при што будењето е брзо.



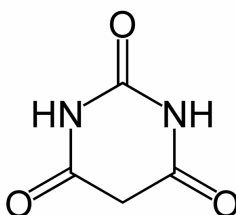
- **Хлороформ** - поради високата токсичност веќе не се користи во медицината.
- **Халотан, флуотан** - многу користен анестетик поради неговата неексплозивност и незапаливост.

Наркотични гасови

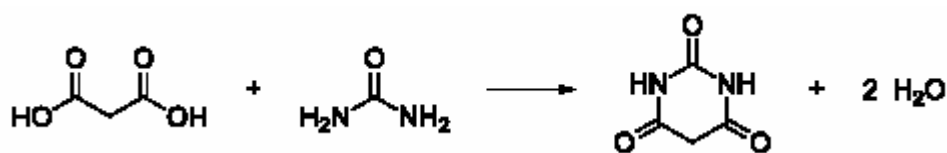
- **Азотен оксид** - најбезбедно и најчесто користено наркотично средство. Има кус и пријатен увод во анестезијата. Се користи во стоматологијата, акушерството.
- **Етилен** - дава брза наркоза, добра мускулна релаксација, брзо будење, но со воздух дава запаливи и експлозивни смеси.

Седативни и хипнотички средства

- **Барбитурати** - соли на барбитурната киселина. Зависно од траењето на нивното дејство се поделени во четири групи, барбитурати со долго, средно, кусо и многу кусо дејство.



барбитурна киселина, IUPAC име = пиримидин-2,4,6(1*H*,3*H*,5*H*)-трион



Барбитурна киселина (малонил уреа или 6-хидроксиурацил) е органско соединение базирано на пиримидинска хетероциклична структура. Се добива со кондензациона реакција од малонска киселина и уреа (Baeyer, 1864). За разлика од барбитурати, барбитурна киселина не е фармаколошки активна.

Антиконвулзивни лекови

Тоа се лекови кои се користат при терапија на епилепсија, при интралраниални тумори, повреди на ЦНС и др.

- *Деривати на хидантоин*
 - Примидон (Mysoline) - антиепилептик кој по својата хемиска структура е сличен на фенобарбитонот.
 - Дифенилхидантоин - дејствува депресивно врз ЦНС, така да не предизвикува седативен или анестетичен ефект.
- *Деривати на оксазолидин*
 - Триметадион - се користи при терапија на мала епилепсија. Има слабо седативно дејство.
 - Параматадион - сличен на триметадион, но е посилен и потоксичен.

Алкалоиди од опиум

Алкалоидите од опиум се добиваат од чашките на билката *Papaver somniferum* (афион). Ова билка има околу 20 алкалоиди. Во зависност од нивната хемиска структура, се поделени во две големи групи:

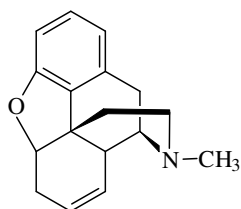
I Фенантронска група: Морфин, Кодеин, Тебаин.

II Бензилизохинолинска група: Папаверин, Наркотин, Нерцеин.

- **Морфин**- дејствата на овој лек можат да се поделат на дејства врз ЦНС и дејства надвор од ЦНС.

-Дејства врз ЦНС: аналгезија, сонливост, појава на еуфорија, дисфорија. Има способност да го покачи прагот кон болката и да ја смени реакцијата кон болката(во смисла пациентот да чувствува болка,но да не се плаши од неа).

-Дејство надвор од ЦНС: се намалува секрецијата на хлороводородната киселина, се намалува тонусот на лонгитудиналната мускулатура, се покачува во циркуларната.



- **Кодеин** - има слични својства како морфинот врз ЦНС, но тие се десетина пати послаби.

Полусинтетски деривати на морфинот

- **Хероин** - еден од најопасните и најчестите користени дроги.
- **Фолкодин** - добар антитусив.
- **Дихроморфинон** - посилен аналгетик од морфиумот, но и тој дава токсикоманија.

Синтетски замени за морфин

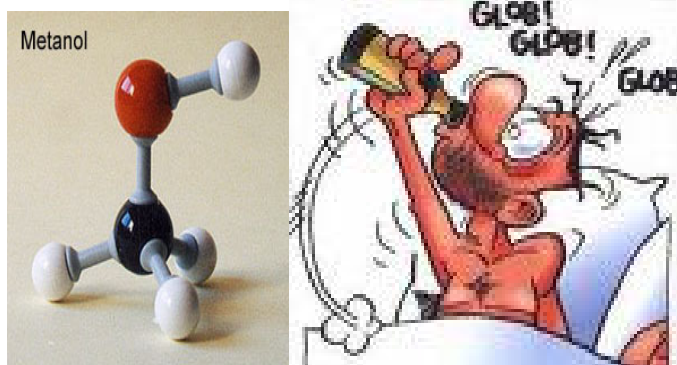
- **Петидин**- неговите дејства врз ЦНС се слични, ос мали разлики.
- **Метадон**- неговите дејства во квалитативен однос не се разликуваат многу од морфинот. Врз ЦНС има многу силно аналгетично дејство, често проследено со хипнотично дејство, депресија на дишењето, изразито дејство врз центарот за кашлање.

Етил алкохол

Етил алкохолот локално аплициран ги оштетува клетките, врши препицитација и дехидратација на протоплазмата, дејствува адстрингентно. Врши иритација на лигавиците. Дава локална анестезија. Има рубефациентно дејство и лади ако се аплицира на кожата. Има бактерицидно дејство. Депресивно влијае на ЦНС, иако на почетокот дејствува стимулативно. Врши на малување на телесната температура. Показува диуретичен ефект. Предизвикува сексуална агресивност со зголемено либидо, но потенцијата е намалена.

Метил алкохол

Има исклучиво токсиколошко значење. Се користи во индустријата као растворувач. При труење со метил алкохол дава депресија на ЦНС, се случува јака ацидоза која е резултат на мравјата киселина. Дејствува токсично врз клетките на ретината.



Начин на набавка на наркотиците

Наркотиците т.е таканаречените дроги имаат голем потенцијал на злоупотреба. Затоа за нив се потребни подобро обезбедени складишта и ограничено производство. Некои од нив се користат само за истражување и не се одобрени за медицинска употреба. Други од нив се даваат само на рецепт, а некои пак се даваат и без рецепт.

4.3.5 Антибиотици

Антибиотици представуваат група на хемиски соединенија кои го забавуваат растот на микроорганизмите (првенствено бактерии), или ги уништуваат, и тоа на таков начин кој не е (во прописани дози) штетен по домаќинот.

Историјат

Пред појавата на хемиски препарати во борба против инфекции предизвикани од бактерии се користеле препарати добиени од растенија и габи. Овој метод на лекување го практикувале уште стари Кинези. На почеток од 20 век почнала примена на бактериофаги (вируси кои внесени во телото ги напаѓаат клетките на бактерии при што клетките на домаќинот ги оставаат недопрени).

До тогаш се испробувани хемиски третмани со арсеник (арсен) и трихнин, кои, внимателно дозирани, ја подобрувале општата состојба кај пациентите. Употреба на хемиски агенси ја започнал германски доктор Паул Ерлих (1854-1915) во борба против африканско спиење и сифилис.

Една од најпознати откритија во оваа област е оно врзано за пеницилин. Француски студент на медицина **Ернест Душен** 1896 година ја проучувал габата *Penicillium chrysogenum*, при што открил нејзини можни позитивни ефекти дејства.

1923 година доктор **Пикадо Твајт** од Коста Рика исто така ја проучувал истата габа и утврдил дека поседува антибиотско дејство. Откритие на пеницилин како антибиотик се припишува на шкотски научник **Александар Флеминг**, кој 1928 година го открил директно дејство на пеницилин како антибиотик на примерок на бактерија *стафилокока*. Меѓутоа, сметал дека антибиотик не е во состојба да преживее доволно долго во човечко тело и ја отфрлил можноста на пеницилин како антибиотик.

Демантот дошол во 1939 година кога австралиски научниците Хауард Флори и Борисом Чејн на Оксфордскиот Универзитет по серии експерименти утврдиле дека пеницилинот е доволно силен да преживее во човечкиот систем, а да притоа ги задржи своите антибиотски можности и да делува против патогени. Со нивните пионерски обиди започнало масовно производство и примена на пеницилин, прв ефикасен антибиотик.

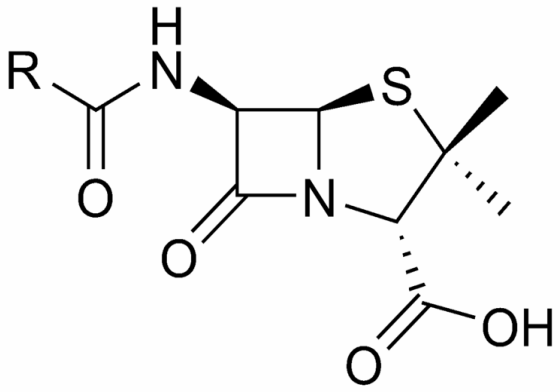
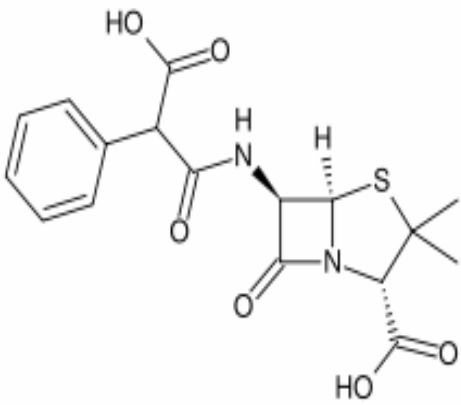
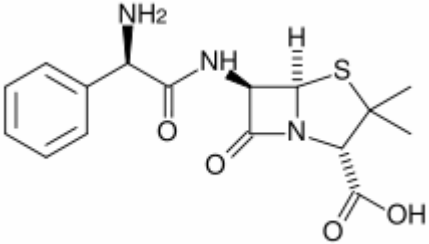
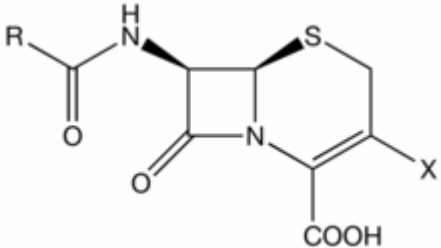
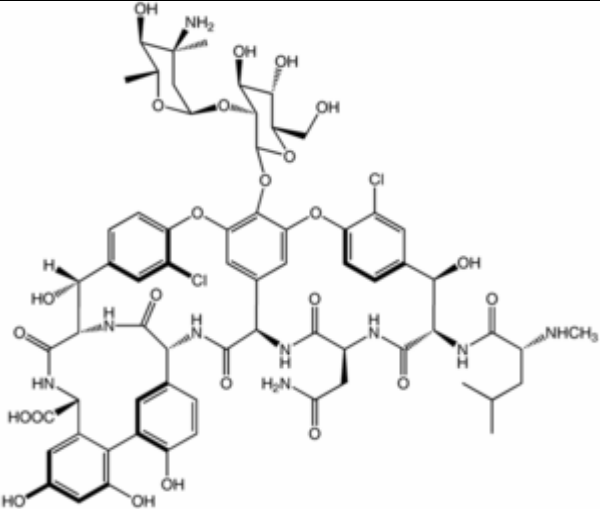
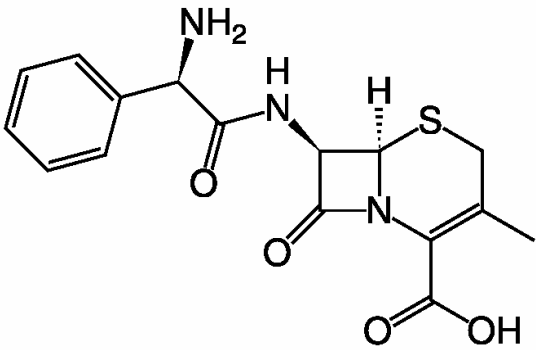
Според **механизам на делување** антибиотици својата функција ја остваруваат преку:

1. инхибиција на синтеза на клеточен сид
2. инхибиција на синтеза на протеини
3. инхибиција на синтеза на нуклеински киселини
4. инхибиција на метаболизмот

1) Инхибиција на синтеза на клеточен сид

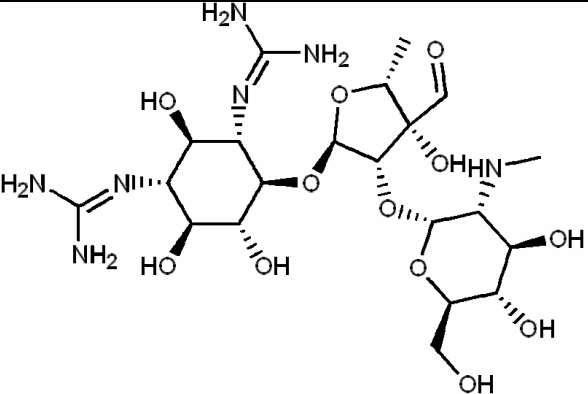
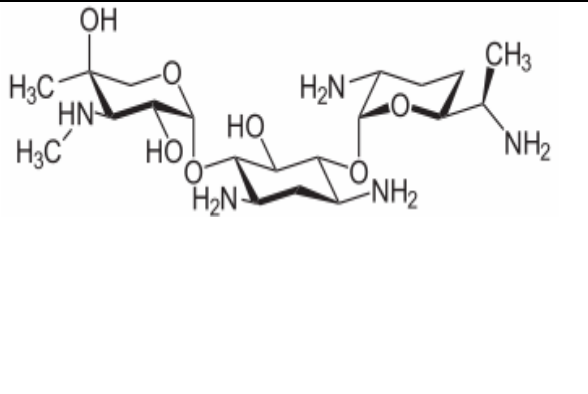
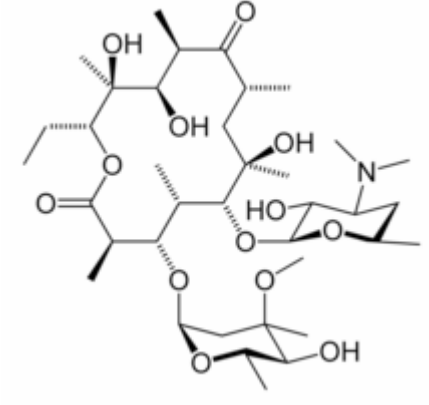
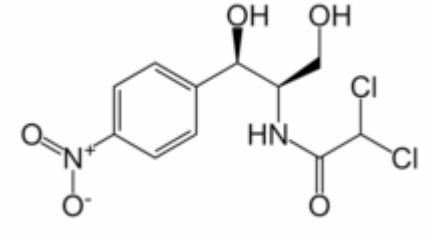
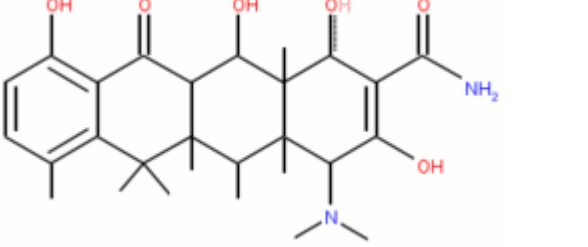
Антибиотик може да оштети патоген на неколку начини. Антибиотици со висок степен на селективност (т.е. оние кои имаат афинитет кон една или две бактерии) делуваат против патогени тако што ја блокираат синтеза на неговиот клеточен сид.

Сите пеницилини имаат општа молекулска формула: $R-C_9H_{11}N_2O_4S$, каде R е бочна низа. Пеницилин е бицикличен систем со многу важен бета-лактамски прстен. Тој прстен е јадрото на пеницилин, инаку заеднички за сите негови форми, и во него е одговор на прашање за механизмот на делување. Бета-лактамски прстен (четворочлан прстен со три јаглорода и атом на азот) се врзува за ензим транспептидаза која е одговорна за стварање на пептидогликански врски кај молекули кои го градат клеточен сид на бактеријата.

	
Општа формула на пеницилин	Карбенцилин
	
Ампицилин	Цефалоспорини
	
Ванкомицин – гликопептидни антибиотик	Цефалексин

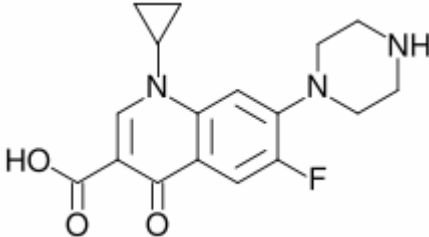
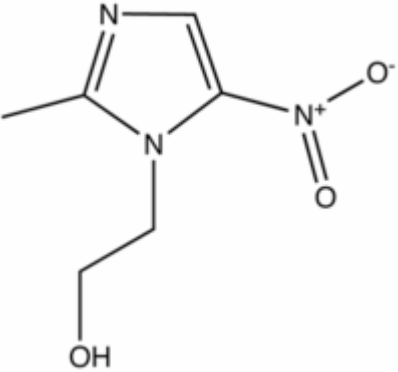
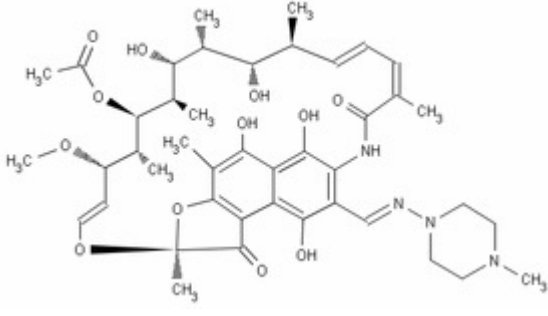
2) Инхибиција на синтеза на протеини

Рибозоми се место на синтеза на протеините. Антибиотици можат да се врзат за рибозомите на патогени и доаѓа до погрешно читање на аминокиселината. На тој начин се блокира синтеза на протеини на тој патоген. Треба да се нагласи дека луѓе имаат рибозоми кои структурно се разликуваат од рибозомите на бактерии.

	
Стрептомицин	Гентамицин
	
Еритромицин	
	
Хлорамфеникол	Тетрациклин

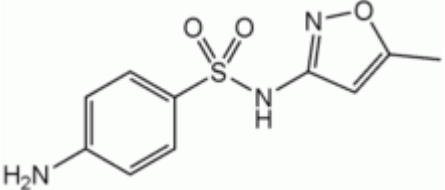
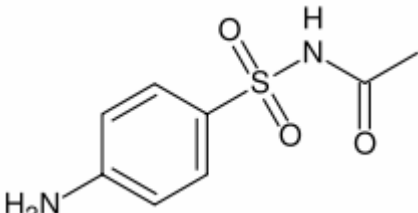
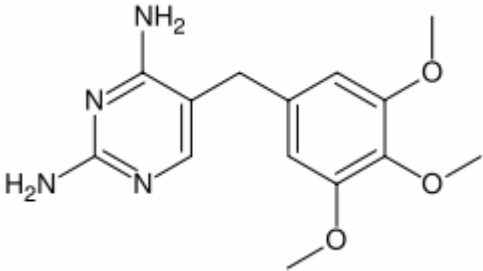
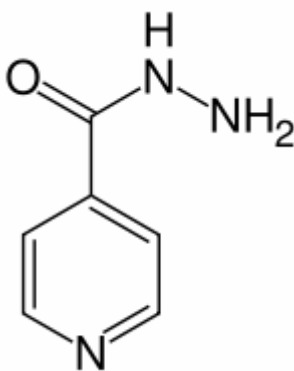
3) Инхибиција на синтеза на нуклеински киселини

Оваа група на антибиотици делува така што или директно деградира ДНК и РНК молекули, или се врзува за ензими кои управуваат со ДНК репликација (ДНК полимераза).

	
Ципрофлоксацин (флуорохинолини)	Метронидазол (нитроимидазоли)
	
Рифампин	

4) Инхибиција на метаболизмот

Метаболизам е еден од најважните процеси на сите организам, преку кој клетки доаѓаат до енергија за разни други процеси. Антибиотици од оваа група се врзуваат за ензимите кои учествуваат во метаболизмот на бактериите.

	
Сулфаметоксазол (бензенсулфонамид + изоксазол)	Сулфацетамид
	
Триметоприм (пиримидински прстен)	Исониазид (пиридински прстен)

5. ПОВРШИНСКО АКТИВНИ СУПСТАНЦИ

5.1 Видови на површинско активни супстанции и механизам на нивното дејство

Сурфактанти (од англиски surfactant = "*surface acting agent*" се супстанции кои го намалуваат површинскиот напон на течноста (вода) со адсорпција на гранична површина течно-гас. Исто така, го намалуваат површинскиот напон помеѓу двете течности (вода и масло) преку адсорпција на гранична површина течно-течно. Сурфактанти претставуваат група на амфифилни соединеија.

Сурфактанти имаат хидрофилна страна на молекулата која се присоединува со вода, и хидрофобна страна на молекулата која ја избегнува водата. Во отсуство на масла, хидрофобна страна е од надворешна страна на површината на водена капка. Во тој случај повеќе не е возможно на површината на вода да постои силен површински напон, па водата не се собира, туку се шири. Хидрофобниот крај на молекулата е исто така возможно да се закачи за маст, масло на површината, што помага во ширењето.

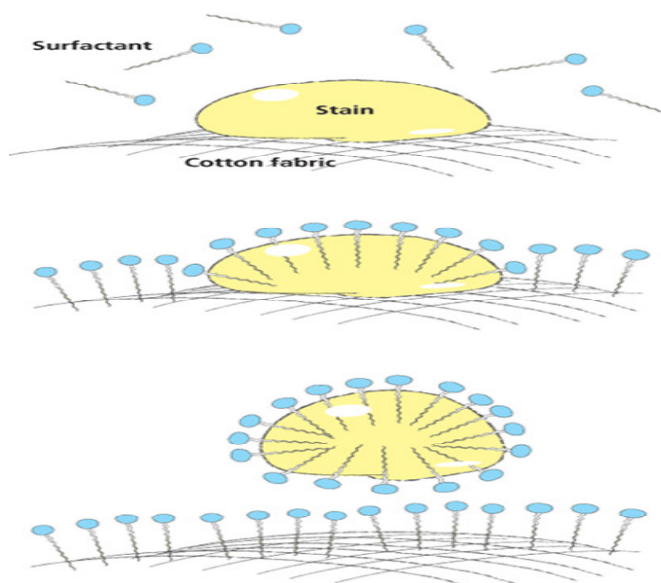
Како функционираат сурфактанти?

3 начина на делување:

■ Roll-up механизам

сурфактант ги намалува масло/раствор интеракции и на овој начин ги крева дамки од ткаенината.

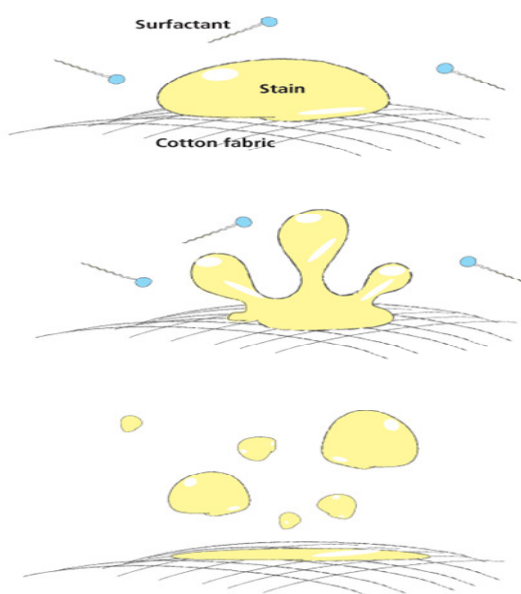
Roll-up



■ Емулзификација

сурфактант ги намалува масло/раствор интеракции и овозможува емулзификација на мрсни дамки

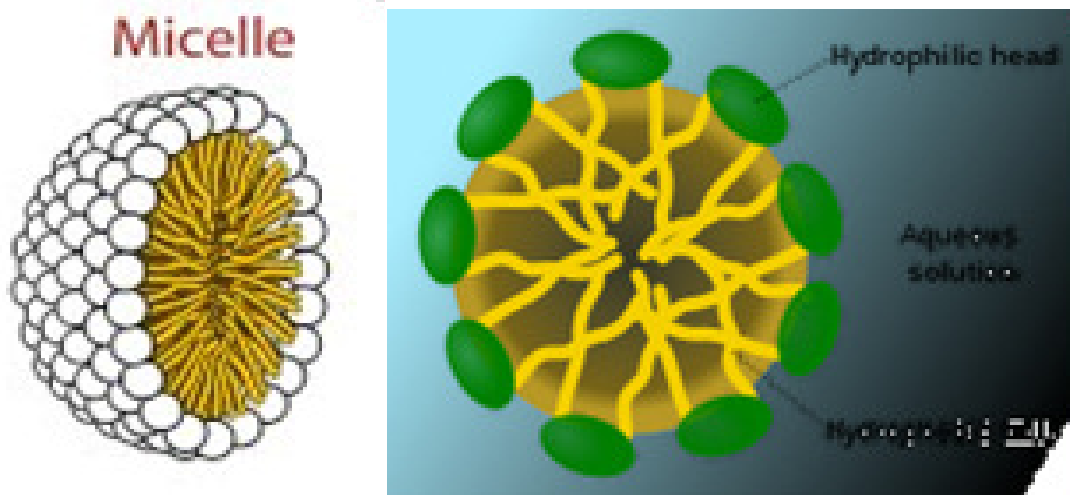
Emulsification



■ Растворање

преку интеракција со мицели од сурфактантот во растворувач (вода) супстанција спонтано се раствора до формирање на стабилен и бистар раствор.

Мицели се дефинирани како агрегати на сурфактантски молекули дисперзирани во течни колоиди.



Во масло-во-вода лосиони и креми, мицелите ја овозможуваат емулзификација.

На масло се прикачува внатрешноста на хидрофобни опашки од мицелата а водата се прикачува на хидрофилни глави од надворешна страна.

Без мицели, нема да има емулзификација!

5.2 Амфофилни соединенија

Амфофили (од грчки $\alpha\mu\phi\iota\varsigma$, *amphis*: both and $\phi\iota\lambda\acute{\iota}\alpha$, *philia*: love, friendship) се хемиски соединенија кои поседуваат и хидрофилни и хидрофобни својства.

Хидрофобна половина е всушност долга јагледовородна низа од типот $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n$, каде $n > 4$.

Хидрофилна група спаѓа во една од следниве категории:

Групи со полнеж:

Анјонски (хидрофобен дел е претставен со R):

Карбоксилати: RCOO^- ;

сулфати: RSO_4^- ;

сулфонати: RSO_3^- .

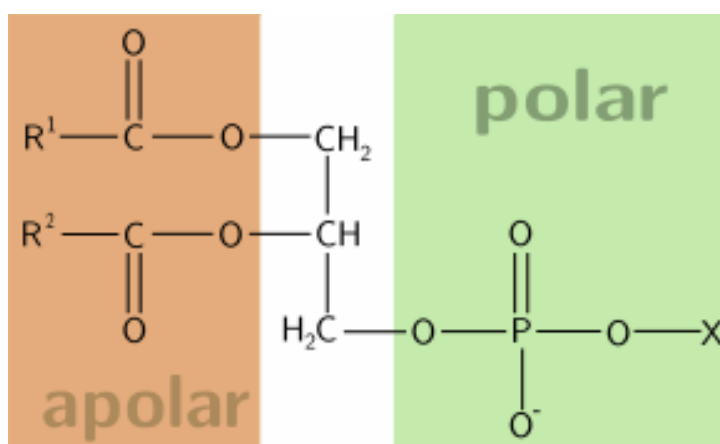
фосфати: види пример за поларноста на фосфатите во фосфолипидите

Катјонски :

деривати на амини: RNH_3^+ .

Поларни групи без полнеж:

Пример: алкохоли со големи алкил групи, како што е диацилглицерол (DAG), и некои деривати на гликоли со долги алкил ланци.



Слика 21. Фосфолипиди

Како резултат на тоа што содржи и хидрофилни и хидрофобни структурни региони, некои амфифилни соединенија можат да се раствораат во вода, и во определена мера и во неполарни органски растворувачи.

Кога ќе се стават во немешлив двофазен систем кој содржи вода и некој хидрофобен растворител, амфифилно соединение се партиционира – разделува на две фази. Рамнотежа помеѓу хидрофилната и хидрофобната природа се дефинира со степенот на разделба.

Многу од биолошки важни соединенија се амфифилни: фосфолипиди, холестероли, гликолипиди, масни киселини, жолчни киселини, сапонини и др.

5.2.1 Класификација на сурфактанти

Катјонски сурфактанти често имаат амониум група поврзана со халоген атом, како нпр. во амониум хлорид.

Анјонски сурфактанти, како на пример сапун, често имаат натриум, калиум, амониум или група, како и во натриум стеарат.

Не-јонски сурфактанти како полиетилен гликол естери (PEG) се користат како благи препарати за чистење, или за зголемување на вискозноста на некоја смеса како што е шампон.

➤ јонски сурфактанти

- **анјонски (базирани на сулфатни, сулфонатни или карбоксилатни анјони)**
 - натриум додецил сулфат
 - амониум лаурил сулфат
 - натриум лаурет сулфат (натриум лаурил етер сулфат)
 - алкил бензен сулфонати
 - сапуни или соли на масни киселини
- **катјонски (базирани на кватернерен амониум катјон)**
 - цетил триметиламониум бромид (хексадецил триметиламониум бромид)
 - други алкил триметиламониум соли
 - цетил пиридиниум хлорид
 - бензалкониум хлорид
 - бензетониум хлорид
- цвитерјон (амфотерни)
 - додецил бетаин

- додецил диметил амин оксид
- кокамидопропил бетаин
- коко амфоглицинат

➤ **нејонски сурфактанти**

- алкил поли(етиленоксид)
- кополимери на поли(етиленоксид) и поли(пропиленоксид) – комерцијално нарекувани полуксамери или полуксаминин (Poloxamers or Poloxamines)
- алкил полигликозиди:
 - октил глукозиди
 - децил малтозиди
- високо молекуларни алкохоли
 - цетил алкохол
 - олеил алкохол
- кокамид MEA, DEA TEA (Cocamide MEA, DEA and TEA)

➤ **амфотерни сурфактанти**

се оние кои имаат и кисели и базни својства. Пример за овој вид сурфактанти е кокамидопропил бетаин (cocamidopropyl betaine), кој се користи во шампони да се стабилизира пена и да се згусне смесата.

5.2.2 Апликација

Сурфактанти имаат голема практична примена како:

Детергенти

Емулгатори (*Еден емулгатор држи маслени капки и капки вода заедно, па густа смеса од масло и вода повеќе не се разделува. Примери на емулзии се мајонез, путер, павлака, хомогенизирано млеко, како и преливи за салата.*)

Омекнувачи

Бои

Адхезиви

Супстанции против замаглување

Средства за навлажнување - хумектанти

Восок за скии

Средства за пенење

Антипенливци

Лаксативи

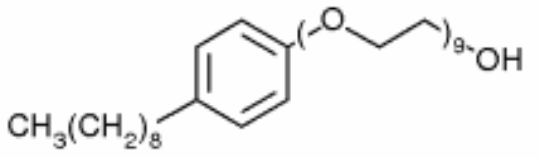
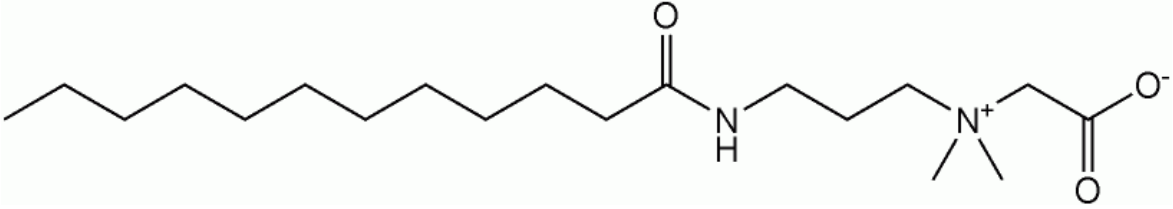
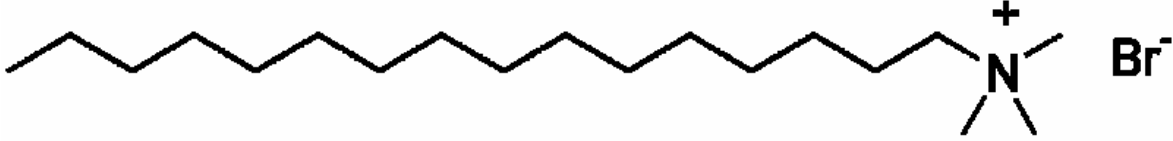
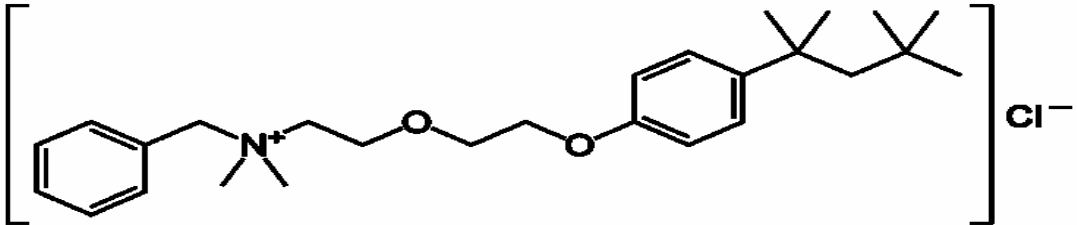
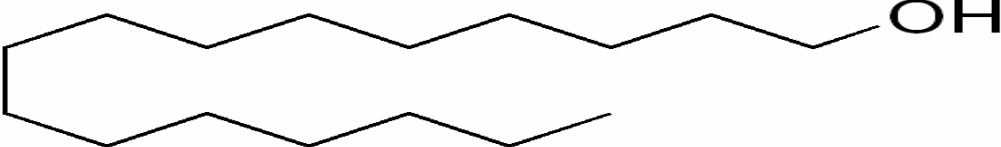
Хербициди

Инсектициди

Кондиционери за коса

Спермициди

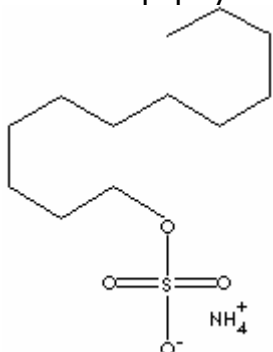
Примери:

	
Ноноксинол-9 (nonoxonyl-9) составен дел на спермицидни гелови, пени, креми, лубриканти за презервативи	натриум додецил сулфат Забни пасти, шампони, пена за бричење, растворлив аспирин
	
{[3-(додеканоиламино)пропил](диметил)амониум}ацетатен јон Кокамидопропил бетаин - шампони, рачни сапуни	
	
хексадецил-триметил амониум бромид антисептик, козметика, шампони	
	
бензетониум хлорид - антисептик	
	
1-хексадеканол; цетил алкохол - во шампони, омекнувачи, лубриканти	

5.2.3 Примери на сурфактанти

Амониум лаурил сулфат

Хемиска формула:



Синоними

додецил амониум сулфат

Опис

светло жолта, вискозна течност

Употреба

Амониум лаурил сулфат е **анјонски сурфактант**. Ова значи дека ја намалува површинската напнатост на водата, овозможувајќи водата полесно да се "шири". Сурфактанти се викаат исто така агенси за навлажнување, па кога се додава сурфактант, се вели (парадоксално) дека тоа е со цел да се направи вода "повлажна".

Амониум лаурил сулфат се додава кон одредени производи, како агенс за пенење, а и како средство за чистење.

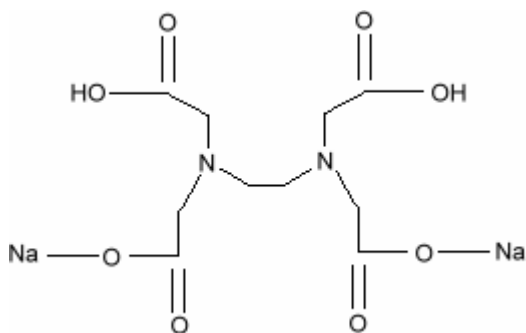
Во структурната формула се забележува дека на едниот крај на молекулата е долг јаглеродороден синџир, додека другиот крај е сол на сулфурната киселина и амонијакот, односно сулфатен и амониум јон. Долгата низа е хидрофобна, а солта е хидрофилна, правејќи го ова соединение добар детергент и сурфактант.

Амониум лаурил сулфат се користи во многу шампони, пасти за заби, кожа и препарати за чистење. Може да се користи во тврда вода.

Кога амониум лаурил сулфат реагира со етилен оксид, како резултат се добиваат амониум лаурет сулфат, кој ги има истите квалитети како детергент и сурфактант, но е поголем, па нема да пенетрира во кожата и косата така лесно. Терминот "**лаурет**" е кратенка од целосно име - **амониум лаурил етер сулфат**.

Натриум лаурил сулфат е исто соединение и ги има истите особини, но амониум група е заменета со натриумов атом.

Етилен диамино тетра оцетна киселина (EDTA)

Na₂EDTA

Употреба

Натриум или калциум EDTA се врзува за метали, како никел, бакар и железо, што ги прави достапни за реакција со другите состојки во производот, или со соединенија во човечкото тело.

Соединенија, кои дејствуваат на овој начин се нарекуваат изолирачки-одвојувачки агенси (sequestering agents) или хелатни агенси (хелати – адициони метал-органски соединенија).

EDTA се користи за лекување на труење со олово и жива.

EDTA исто така одвојува калциум и магнезиум од тврдата вода, спречувајќи ги да формираат нерастворлива пена со сапуни и детергенти.

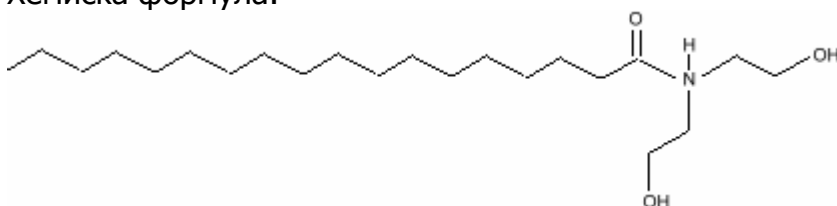
Хелатни агенси понекогаш се користат за да се изолираат метални јони кои интерферираат со бои и мириси.

Соединенија со слични функции се натриум карбонат, пентанатриум пентетат, натриум цитрат, фосфорна киселина, тетранатриум едитронат и тетранатриум пирофосфат.

Кокамид (Cocamide) MEA, ДЕА и ТЕА

Кокамид MEA,
Кокамид DEA,
Кокамид TEA

Хемиска формула:



Кокамид DEA

Синоними

Coconut fatty acid monoethanolamide, (Кокосова масна киселина моноетанол амид)

Coconut fatty acid diethanolamide,

Coconut fatty acid triethanolamide,

Ethanol, 2,2'-iminobis-, N-coco alkyl derivatives

Опис

Вискозна бистра до килибарна течност или цврсти снегулки.

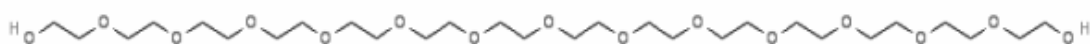
Синтеза: реакција на масни киселини во кокосово масло со моно-, ди-, или триетаноламини

Употреба

Кокамид етаноламини се користат како средства за пенење во шампони и купки, како и емулгатори во козметиката.

Полиетилен гликол

Хемиска формула:



Синоними

PEG-n

PEG-6, PEG-8, PEG-12, PEG-40, PEG-150, и др.

Опис

Полиетилен гликол е фамилија на полимери со долгата низа составена од етилен гликолни подединици. Бројот по името кореспондира со приближната молекулска тежина на синцир (повисоките бројки значи подолг синцири).

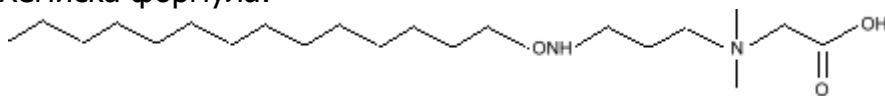
Употреба

PEG се користи како средство за згуснување (thickener) во многу производи. Тој се користи во пастите за заби за да се спречи бактериско распаѓање на пирофосфати кои се користат како превенција на забен камен.

PEG често реагираат со масните киселини со цел да се направат детергенти кои имаат способност за згуснување и стабилизирање на пена. Кога се користат масни киселини од кокосово масло, се добиваат детергенти како PEG-5 кокамид, кој се користи во шампони како сурфактант, емулгатор и стабилизатор на пена.

Кокамидопропил бетаин

Хемиска формула:



Синоними

N-(карбоксиметил)-*N,N*-диметил-3-[(1-оксококо)амино]-1-пропанаминиум хидроксид, внатрешна сол, коко бетаин

Опис

Бледо жолта транспарентна течност

Употреба

Кокамидопропил бетаин е амфотерен детергент, односно детергент кој може да дејствува и како киселина и како база.

Не ја иритира кожата или слузниците.

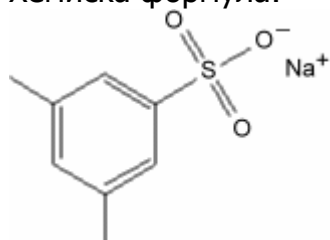
Се користи како средство за згуснување во шампони, и како средство за намалување на иритација.

Има антибиотиски ефекти.

Исто така, има и анти-статички својства, што го прави добро средство за кондиционирање во шампоните.

Ксилен сулфонати

Хемиска формула:



Синоними

амониум ксилен сулфонати

натриум ксилен сулфонати

натриум диметил бензенсулфонати

Опис

Натриум ксиленсулфонати (или амониум деривати се **хидротропни** соединенија - органски соединенија кои ја зголемуваат способноста на водата да се раствори други молекули.

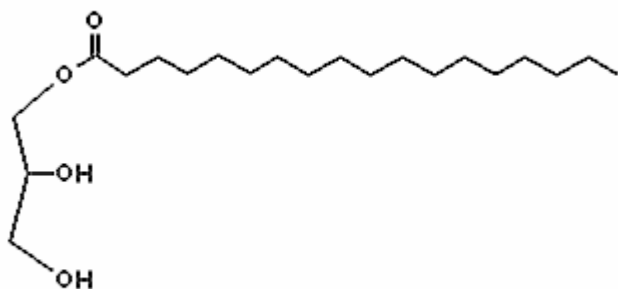
Употреба

Уделот на ксиленсулфонатите во детергентите и шампони е до 10 % .

Тие се сурфактанти, но тие се обично додаваат во мешавина (како шампон нпр.) за да помогнат во одржување на некои други состојки во растворот, т.е. да некои преципитати повторно врати во раствор, со што производот би станал јасен или транспарентен.

Глицерол моностеарати (моно и диглицериди)

Хемиска формула:



Синоними:

глицерил стеарат,
моностеарин,
моноестер на октадеканска киселина со 1,2,3-пропантриол

Опис

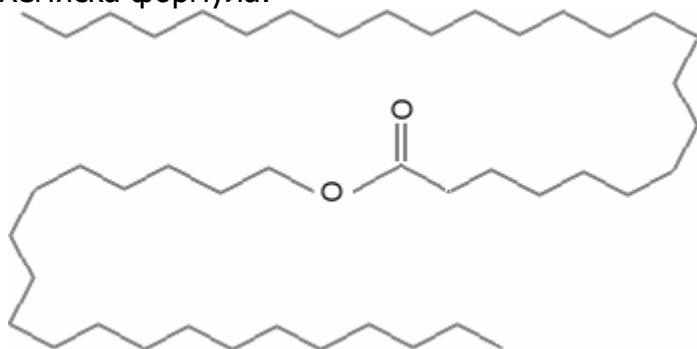
Бела или крем боја, цврста како восок.

Употреба

Моноглицериди се користат како емулгатори во многу производи, како што се печива, шлаг и сладолед.

Восоци

Хемиска формула:



Синоними

пчелин восок (триаконтанил палмитат),
 октадецил октадеканоат (стеарил стеарат),
 додецил хексадеканоат (лаурил палмитат),
 цетил палмитат,
 ланолин,
 канауба восок,
 гликол дистеарат
 маслото од **jojoba**

(грмушка или мало дрво од фамилијата *Simmondsia chinensis syn. C californica* од југозападна Северна Америка чии хранливи семки содржат течен восок кој се користи особено во козметиката)

Опис

Восоци се естери, комбинации на алкохоли со долгата низа и масни киселини со долгата низа. Постојат восоци со покомплицирана хемиска структура, но она што ние обично нарекуваме восоци - се естери.)

Пчелин восокот е комплицирана смеса од многу соединенија, но околу 70 % од неа е восок направен од палмитинска киселина и триаконтанол (мелисил алкохол).

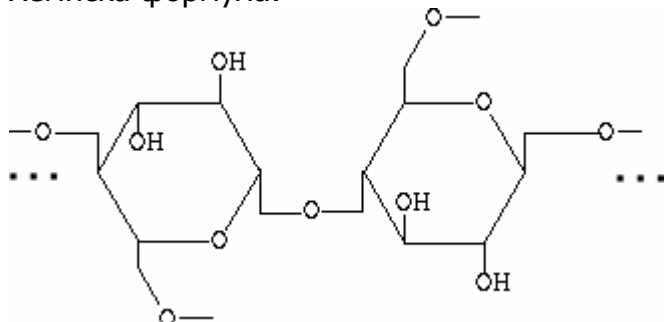
Употреба

Восоци се користат како премаз отпорен на вода за автомобили и мебел.

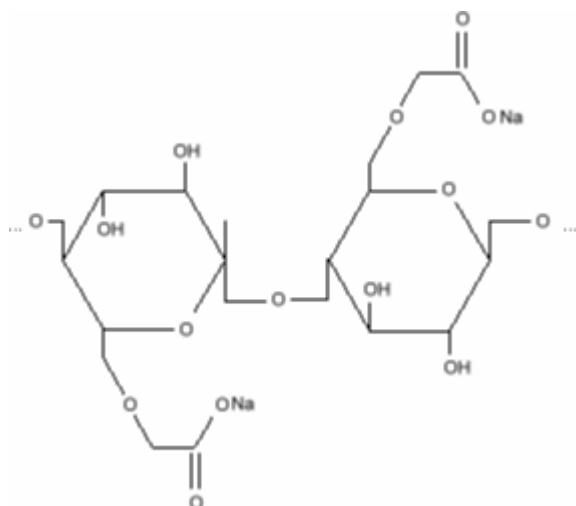
Восоци исто така се користат во кармини и моливчиња за веѓи, во течни сапуни и шампони да се тн. бисерен ефект - *pearlescent effect* (мали снегулки од восок гликол дистеарат ја рефлектираат светлината).

Метил целулоза, Хидроксиметил целулоза, Карбоксиметил целулоза

Хемиска формула:



метил целулоза



Натриум карбоксиметил целулоза

Синоними

хидроксиметил целулоза,
карбоксиметил целулоза

Опис

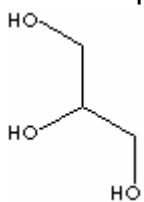
Метил целулоза, хидроксиметил целулоза и карбоксиметил целулоза се форми на сахарида на целулозата, произведени со цел да бидат порастворливи во вода.

Употреба

Метил целулоза се користи како згуснувач во сосови и преливи за салата, и како згуснувач и стабилизатор во сладолед, каде што помага во спречување на формирањето на кристали од мраз во текот на замрзнувањето или повторното замрзнување по затоплувањето.

Глицерин

Хемиска формула:



Синоними

Глицерол

Глицерин

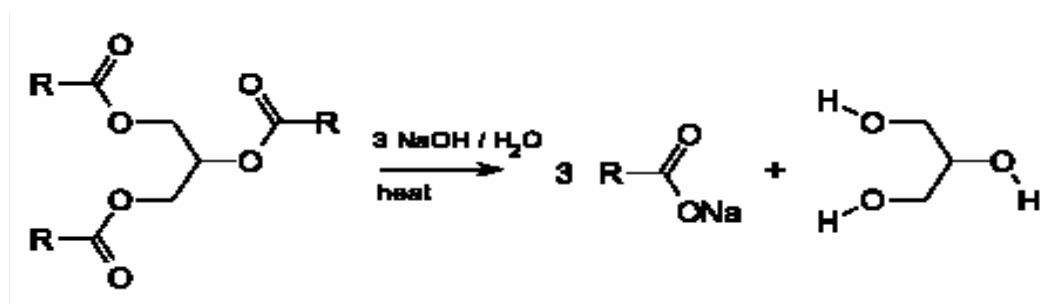
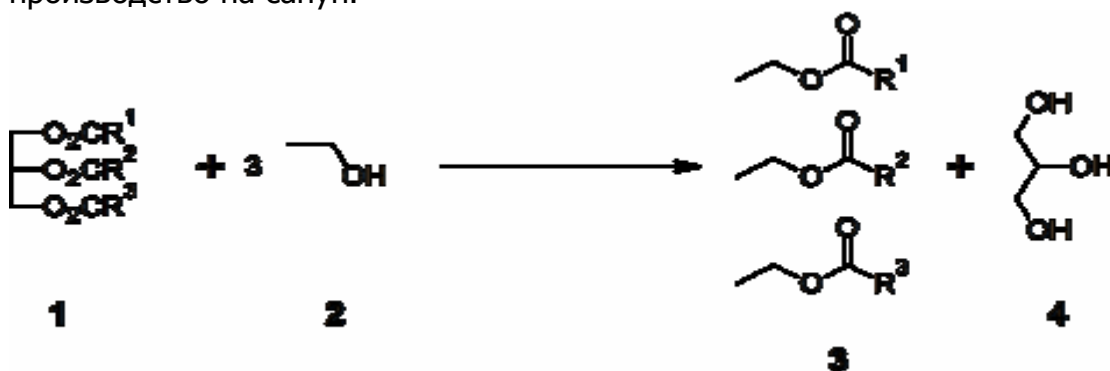
1,2,3 трихидрокси пропан

1,2,3 пропантриол

Опис

Глицерин е делумно вискозна мрсна течност, со сладок вкус.

Се произведува од нафта или од глицеридите во масти, често како нуспроизвод при производство на сапун.



Употреба

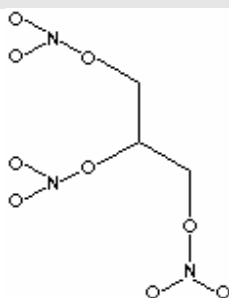
Глицерин е хидрофилна супстанца, и најчесто се користи како хумектант во храна и пијалаци, а исто така и како растворувач и шеќер.

Глицерол се користи во медицински и фармацевтски препарати и препарати за лична нега, главно како средство за подобрување на мазност, обезбедување на подмачкување и како хумектант. Таа се наоѓа во сирупи, еликсири, пасти за заби,

води за палнење уста, производи за нега на кожа, креми за бричење, производи за коса, сапуни и средства за подмачкување.

Глицерол е компонента на глицерински сапун, кој е направен од денатуриран алкохол, глицерин, натриум касторат (од рициново масло), натриум кокоат, натриум таловат, сахароза, и вода. Овој вид на сапун се користи од луѓе со осетливи и лесно-воспалителна кожа, бидејќи го спречува сушењето на кожата со своите навлажнувачки својства.

Глицерил тринитрат



Глицерил тринитрат се користи во лековите за нејзините ефекти врз протокот на крв. Како експлозив, тоа е главна состојка во динамит, под името нитроглицерин.

Гликоли

Хемиска формула:

етилен гликол	пропилен гликол	бутилен гликол

Синоними

Етилен гликол, етандиол, дихидроксиетан
 Пропилен гликол, пропандиол, дихидрокси пропан
 Бутилен гликол, бутандиол, дихидрокси бутан

Опис

Бистри течности.

Употреба

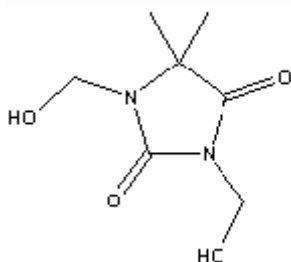
Етилен гликол е честа состојка во автомобилските течности за ладење - антифриз смеси. Поради неговата токсичност, понекогаш е заменет со пропилен гликол, што е одобрени од FDA за употреба во храна, и се смета за "општо прифатени како безбедно". Етилен гликол има сладок вкус, и можно е случајно труење кај децата.

Пропилен гликол и бутилен гликол често се користат како хумектанти.

Пропилен гликол се користи при правење вештачки чад или машини за правење магла. Исто така се користи и како конзерванс.

DMDM хидантоин (DMDM Hydantoin)

Хемиска формула:



Синоними

1,3-бис(хидроксиметил)-5,5-диметилимидазолидин-2,4-дион

DMDM хидантоин е конзерванс кој работи преку ослободување на формалдехид во производот.

Употреба

DMDM хидантоин се користи во козметиката и шампоните за да се спречи формирање на мувла и расипување предизвикано од бактерии.

Натриум пирофосфат

Хемиска формула: $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$

Синоними

Натриум пирофосфат,

TSPP,

Натриум дифосфат

Опис

Безбојни транспарентни кристали или бела прашкаста супстанца

Употреба

Натриум пирофосфат се користи како пуфер, емулгатор, а и како кондиционер во алтернативи за месо базирани на соја.

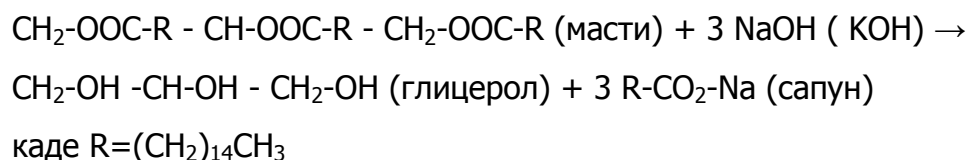
Тој се користи во пастите за заби првенствено како пуфер и поради контрола врз формирање на забен камен (преку отстранување на калциумот и магнезиумот од плунката).

Тоа е средство за згуснување во инстант пудинзи.

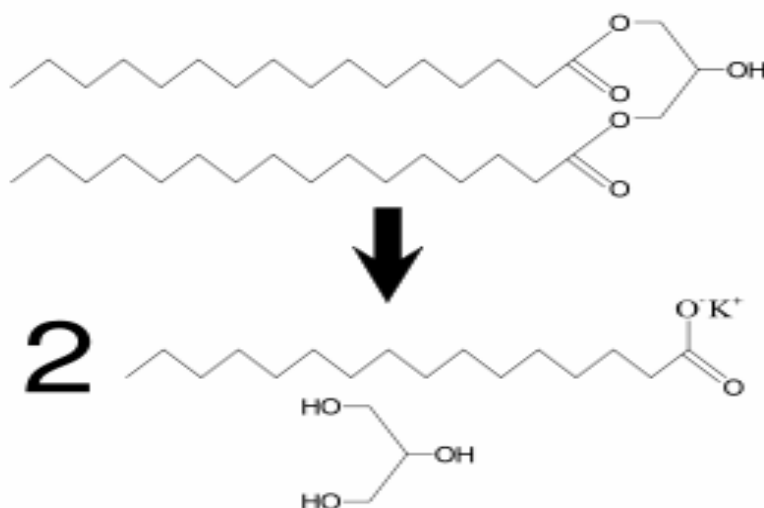
Тој е омекнувач на вода во детергенти, емулгатор и спречува редепонирање на мрсни fleки врз облека при миеење.

5.3 Производи за одржување на лична хигиена - сапуни

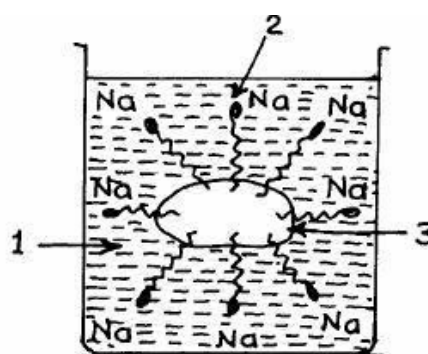
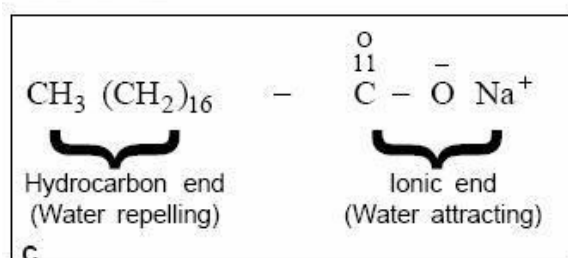
Сапонификација претставува процес на хидролиза на естрите (на масни киселини и глицерол) во базна средина до форма на алкохол и солта на карбоксилна киселина. Понекогаш, термин сапонификација се користи за реакција на метални бази со масти или масла при што се добиваат сапуни. Карбоксилниот дел од масните киселини со бази дава соли кои се растворливи во вода. На другиот крај е јаглеродороден дел кој одбива вода, односно е липофилен (привлечен за масти и масла).



Во случај кога се користи NaOH се добива тврд сапун, а со KOH – течен сапун.



Како делува сапун?



1. water 2. soap molecule 3. Dirt

5.4 Детергенти

Не е важно од кои причини, здравствени, хигиенски, естетски, ние сакаме (барем голем дел од нас) да бидеме чисти. Затоа продолжуваме со откривање на нови начини како да се направат работите почисти. Иако основни принципи за производство на сапуни, детергенти и шампони е практично непроменето со години, се бараат компонентите кои ќе овозможат подобро – полесно перење, подобро плакнење или примена за определени – конкретни намени.

Детергентските карактеристики на некои вештачки сурфактанти биле нотирани 1913 година од страна на *A. Reychler*, белгиски хемичар. Првиот детергент достапен во продажба бил *Nekal* кој се продавал во Германија и се користел за да се надомести недостатокот на детергент во првата светска војна. Детергентите биле користени само во индустријата до втората светска војна. Понатаму, детергентите биле усовршувани и започнале да се користат и во домаќинствата во доцните 40-ти години.

Детерџенти се соединенија (или нивните смеси) чија намена е да помагаат во чистење. Тој термин често се користи да би се направила разлика помеѓу сапуните и други површински активни супстанции користени во процесот на чистење.

Детергенти имаат молекули кои со една страна ја преферираат вода (хидрофилна), и уште една страна која претпочита масла и масти (хидрофобна). На хидрофилна страна се припојуваат молекулите на водата, а на хидрофобната страна – молекули на масти, масла и сл.. Оваа им овозможува на мрсните капки да се растурат на помали капки, опкружени со вода. Овие помали капки веќе не се држат до материјалот кој треба да се чисти, и со тоа се овозможува да се измијат со вода.

Детергенти, посебно оние кои се користат со вода, често содржат различни соединенија како што се:

- површински активни супстанции – сурфактанти (отстрануваат маснотија и ја одржуваат површината влажна

- абразивни средства
- супстанции кои ја менуваат pH
- омекнувачи – го неутрализираат ефектот на јоните кои ја зголемуваат тврдината на водата
- оксиданси – за белење, дезинфекција, разорување на разни органски супстанции (бои, мастило)
- не-сурфактанти – супстанции кои ја држат нечистотија во суспензија
- ензими – ги разградуваат протеините, масите, јагленихидратите
- компоненти, примеси кои ги менуваат способности на сурфактантот за пенење – ја стабилизираат пена или ја оневозможуваат
- компоненти, примеси кои имаат естетски ефект – бои, парфеми
- супстанции за испирање

5.4.1 Избор на детергентот

Постојат повеќе фактори кои влијаат на изборот на детергентот – материјал кој треба да се исчисти, апаратура која се користи при тоа и прагот на толеранција на нечистотија.

Како пример чистење на стакло и стаклен прибор:

1. раствори на хромна киселина – се користи за потреби на аналитичка хемија – кога се инсистира на голема прецизност
2. многу пенливи смеси на сурфактанти со ниска иритација на кожата – за рачно миеење на чаши за пиење
3. непенливи смеси – за миеење во машини за миеење садови
4. раствори кои содржат амонијак – за чистење прозори без испирање
5. раствори кои содржат амонијак – за чистење на предно ветробранско стакло (шофершајбна)

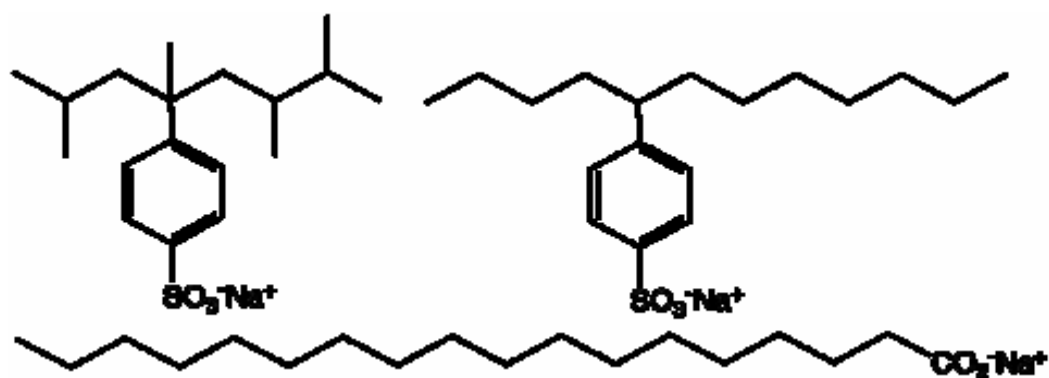
За полесно разбирање на делување на детергентите, потребно е да се знае што се и какви се својства на сурфактантите или површински активните соединенија.

5.4.2 Хемиска класификација на детергенти

Детергенти се класифицирани во неколку широки групации, во зависност од полнежот на сурфактантот.

Анјонски детергенти

Типични анјонски детергенти се алкилбензенсулфонати. Алкилбензенскиот дел од молекулата е липофилен, додека сулфонатниот дел е хидрофилен. Во однос на разгранетоста на алкилна група разликуваме оние со разгранета алкил групи и оние со линеарна алкил група. Првите се во голема мера отстранети во економски напредни општества, бидејќи се слабо биоразградливи.



Три вида на анјонски детергенти: разгранет натриум додецилбензенсулфонат, линеарен натриум додецилбензенсулфонат и сапун.

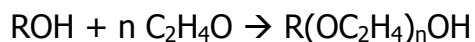
Катјонски детергенти

Катјонски детергенти се слични на анјонски во однос на хидрофобна компонента, но наместо анјонска сулфонатна група, катјонски сурфактанти имаат кватернерен амониум јон како поларен дел кој е хидрофилен.

Етоксилати

Етоксилати се соединенија кои содржат долги јаглеводородни синџири, но завршуваат со $(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_n\text{OH}$ група. Овие групи немаат полнеж, но се многу хидрофилни, што се должи на присуството на многу кислородни центри.

Индустриска етоксилација се врши преку третирање на алкохол со етилен оксид во присуство на KOH како катализатор. Вообичаено 5-10 единици на етилен оксид се додават кон секоја молекула алкохол:



Не-јонски (или цвистер-јонски) детергенти

Тие се карактеризираат со својата хидрофилна група која е без полнеж. Тие се базираат на полиоксиетилен гликол, гликозиди (т.е. октил-тиогликозиди, малтозиди), жолчни киселини, липиди или фосфин оксиди.

Некои претставници на детергентите

Анјонски детергент	Анјонски детергент
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-\text{SO}_3^-\text{Na}^+$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{O}-\text{SO}_3^-\text{Na}^+$
Катјонски детергент	Неутрален детергент
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{15}-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{N}}^+}-\text{CH}_3\text{Cl}^-$	$\text{CH}_3(\text{CH})_{14}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2-\overset{\text{CH}_2-\text{OH}}{\underset{\text{CH}_2-\text{OH}}{\text{C}}}$

Детергенти со прав синџир не функционираат во тврда вода. За омекнување на вода во детергентите се додавани фосфати, но тие се одлично ѓубриво за алгите во реки и океани, што резултира со осиромашување на кислород во водата, и помор на риби. Фосфати се заменуваат со други водни омекнувачи, како што се натриум карбонат и EDTA.

Подоцна, беа создадени детергенти на база на полиглюкозиди (нпр. лаурил глюкозид) кои функционираат во тврда вода. Овие детергенти лесно се распаѓаат под влијание на микроби и не оставаат никакви траги во животната средина.

Уште една состојка со голема примена во детергентите е диетил естер диметил амониум хлорид (DEEDMAC). Тоа е омекнувач и претставува катјонски сурфактант кој е биоразградлив. Катјонски сурфактанти се оние каде што хидрофилниот дел (во овој случај амониум хлорид) се позитивно наелектризирали, и е привлечен за супстрати, кои се негативно наелектризирали, како што се протеини и многу синтетички ткаенини.

5.5 Лубриканти

Лубрикант е супстанца која се нанесува помеѓу две движечки површини за да се намали триењето помеѓу нив, подобрувајќи го квалитетот и намалувајќи го абеењето. Места каде најмногу се користат лубрикантите е во составот на моторните масла за заштита на моторите со внатрешно согорување.

Лубрикантите содржат 90 % основни масла, најчесто петролеум наречен минерално масло и останатите 10 % се адитиви. Масло од зеленчук или зеленчуково масло, синтетички течности како хидрогенирани полиолефини, естери, силикони, флуорокарбонати и многу други се користат понекогаш како основни масла.

Адитивите овозможуваат намалено триење и абеење, зголемена вискозност, отпорност од корозија и оксидација и др.

Постојат и не-течни лубриканти кои вклучуваат масти, прав (сув графит, молибдениум(IV) сулфид, волфрам(IV) сулфид), тефлонска лента која се користи во водоводот, воздушните парничниња и др. Сувите лубриканти нудат подмачкување и на многу високи температури. Други методи за да се намали триењето и абеењето е да се користат лагери.

Покрај примена во индустријата, лубрикантите се користат за многу други цели како готвењето, био-медицински и други употреби на луѓето.

ЛУБРИКАНТИТЕ ГИ ВРШАТ СЛЕДНИВЕ КЛУЧНИ ФУНКЦИИ:

- Го намалуваат триењето
- Ги движат одделните делови
- Пренесуваат топлина
- Ги отстрануваат загадувачите и остатоците
- Спречуваат корозија и др.

5.5.1 Типови на лубриканти

Гас

Гасните масла имаат многу помала вискозност и повисока компресивност во споредба со течните масла.



Течност, вклучувајќи емулзии и суспензии

Течните масла се карактеризираат на многу различни начини. Еден од најчестите начини е од типот на основно масло кое се користи. Следните се најчести типови:

- Ланолин
- Вода
- Минерални масла
- Зеленчук (природно масло)
- Синтетичко масло
- Други течности

Ланолин – изведен е од волната маст на овците и тоа е алтернатива на повеќе заеднички петро-хемиски основни лубриканти. Овој лубрикант исто така е инхибитор на корозија, заштита против рѓа, соли и киселини.

Вода – може да се користи како самостојна или како главна компонента во комбинација со една од другите основни масла.

Вообичаено се користи во областа на инженерските процеси како на пример мелење и вртење струг.



Минерални масла – ги опфаќа лубрикантите на база на масло добиени од сурова нафта. Индустијата на масла најчесто во оваа група ги вклучува:

1. Група I+ со индекс на вискозност од 103 до 108
2. Група II+ со индекс на вискозност од 113 до 119
3. Група III+ со индекс на вискозност од најмалку 140

Исто така можат да се класифицираат во три категории во зависност од составот:

1. Парафински
2. Нефтененски
3. Ароматични

Иако масла кои се користат во моторите со внатрешно согорување може да се состојат само од еден од горенаведените групи на нафта, сепак тоа не е пожелно во пракса. Во конечниот производ се додаваат адитиви за намалување на оксидација и подобрување на подмачкувањето.

Главна состојка на секој лубрикант како производ се вика основно масло. Иако е предност да се има висок степен основно масло во лубрикантот, соодветен избор на додатоци во лубрикантот е исто така важно.

Лубриканти добиено од растенија се воглавно рицинуово масло, палмово масло, масло од сончогледово семе, масло од семе од репка.

Синтетички масла:

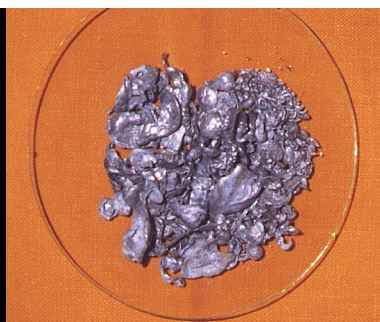
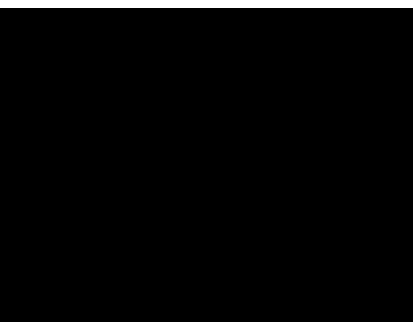
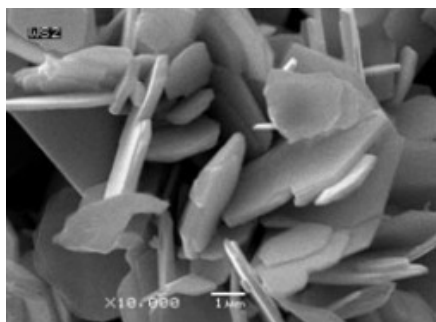
- Полиалфа-олефин
- Синтетички естери
- Полиалкилни гликоли
- Фосфатни естери
- Алкилен нафтаген
- Силикат естери
- Јонски течности



Цврсти лубриканти

Цврсти лубриканти се материјали кои покрај тоа што се во цврста фаза се во можност да го намалат триењето помеѓу две површини без употреба на течни медиуми.

- Тефлон или PTFE
- Не-метали
- Матали/легури



Маси

Терминот маст се користи да се опишат полуцврсти лубриканти кои поседуваат повисока почетна вискозност од маслата.

Маста се состои од масло или друг течен лубрикант измешан со друга супстанца за да се формира цврста смеса. Терминот сапун од хемиска гледна точка означува матална сол на масна киселина која претставува емулзија со масло. Различни сапуни обезбедуваат различни нивоа на температурна отпорност, отпорност на вода и хемиска реактивност.

Додатоци (адитиви)

Главни семејства на адитивите се:

- ❖ Антиоксиданси
- ❖ Детергентите
- ❖ Метал деактиватори
- ❖ Инхибитори на корозија
- ❖ Модификатори за триење
- ❖ Екстремен притисок
- ❖ Агенси против пенење
- ❖ Подобрители на индексот на вискозност
- ❖ Демулгирање/емулгирање
- ❖ Подобрување на лепливост
- ❖ Агенси за комплексност

6. ХРАНА

Храната е претставена од сите материи кои организмот ги прима од средината за да преживее, да ги врши животните процеси, и да ја одржува хомеостазата. За автотрофните организми (растенија, алги и некои бактерии) како хранливи материи важни се минералите од почвата или водата, самата вода, како и некои материи (гасови) од атмосферата (за растенијата тоа е CO_2). Овие неоргански хранливи материи по пат на фотосинтеза или хемосинтеза, се претвораат во органски хранливи материи (биомаса на растенијата или автотрофните бактерии) кои пак, од друга страна, се основна храна на потрошувачите (хетеротрофите): животни, праживотни, габи, повеќето бактерии и одредени хетеротрофни алги.

Храната во човековиот организам е било која материја што се апсорбира за да придонесе за одржување на хомеостазата. Храната е составена од следниве компоненти:

1. Јагленихидрати
2. Белковини (протеини)
3. Мласти
4. Витамини
5. Минерали

Сите животни намирници, со некои исклучоци (вода за пиење, минерална вода, сол за готвење) се од животинско или растително потекло, па според тоа намирниците се делат на:

1. Намирници од растително потекло
2. Намирници од животинско потекло

За човекот исто така е битна и водата која ја внесува во организмот преку исхраната или самостојно (со пиење).

Во текот на XX век доаѓа до зголемена побарувачка на подготвена храна, готова храна и храна која може подолго време да се чува. Во самиот почеток, тренд на

конзумирање на готова храна бил одговор на развојот на индустрија и потреба за снабдување со храна на голем број на луѓе во големи градови. Подоцна, самите потрошувачи изразуваат желба во текот на цела година да имаат можност да конзумираат различни намирници без оглед на сезоната или географско потекло.

Технолошки постапки преку кои се добива храна, како и постапки со кои се овозможува подолго траење на храна, подразбираат **употреба на определени супстанции, природни или синтетички, кои се додаваат со цел да се обезбеди сигурно користење и да се сочува нутритивна вредност на произведена храна**. Не е за занемарување и желба на конзументите да храна има привлечен изглед, вкус и мирис.

6.1 Адитиви во прехранбените производи

Адитиви се супстанции со одреден хемиски состав кои се додаваат во намирниците во текот на производството, припремата, обработката, обликувањето, пакувањето, транспортот и чувањето, поради подобрување на својствата, задржување на квалитетот, продолжено траење, подобрување на вкус, мирис, изглед, конзистенција и др..

Адитиви се хемиски супстанции кои во мали количини се додаваат кон намирници, со цел да се постигнат определени ефекти.

И пред масовното индустриско производство луѓето ја преработувале храната и при тоа користеле некои супстанции кои денес истите ги вбројуваме во адитиви: нашите баби користеле на пример пектин од незрели јаболки за желатирање во мармаладот, или прашак за печиво (натриум бикарбонат).

Во домаќинството храната дури и денес се конзервира со сол, оцет, мед, шеќер, а со лимуновиот сок кој содржи лимунска киселина, но и аскорбинска киселина се спречува свежо излупеното овошје или зеленчук да не потемни. Ови супстанции се користеле и се користат за да храната која ја има во текот на летото остане применлива за конзумирање и во текот на зимата. Со промена на начинот на живот и миграциите од село во град патот од полето до местата на живеење станувал се подолг, што и го зголемило ризикот и можноста за промена на здравствената сигурност на храната. Се појавил голема потреба за складирање на храна и откривање на поголем број на прехранбени адитиви.

Примена на адитивите е законски регулирана и се однесува и на адитивите кои се присутни во финалниот продукт и на адитивите кои се додаваат во текот на производството, а не се детектираат во финалниот производ.

Во некои земји, како и во земји на Европска унија, постои **позитивна листа на адитиви**, и **сите оние кои не се наоѓаат на таа листа се забранети за**
Горан Стојковиќ, Хемија во практиката

употреба. Сите адитиви кои се на позитивната листа, можат да се додаваат само према строго утврдената технолошка постапка и до максимално утврдена граница.

Можноста за користење на хемиски супстанции во производството на храна наметнува и прашање дали овие супстанции се оправдано користат или со нивна примена се прикриваат одредени недостатоци на прехранбени производи, односно, дали се користат како средство за фалсификување.

Од тие причини, неопходна е континуирана контрола на супстанции кои се додаваат во храна, со примена на современи методи, со цел да се избегнат можните штетни последици по здравјето на луѓето.

Адитивите кои намерно се додаваат во храна мора да биде испитани и контролирани, односно да бидат испитани сите аспекти на нивната употреба.

6.2 Означување на адитивите (Е-броеви)

Користењето на адитивите во храната е строго контролирано. Поради полесно препознавање како и потврда за токсиколошката евалуација и класификација на поединиот адитив, како и информирање на потрошувачите, на секој адитив му е доделен единствен број.

Е-броеви претставуваат дел од систем за означување на адитивите во храна кои се одобрени во Европска Унија. Оваа шема на нумерирање сега е усвоена и проширена од *Codex Alimentarius* (од латински книга за храна) *Commission* на сите адитиви кои се меѓународно идентификувани, без оглед на тоа дали се одобрени за употреба.

Земји надвор од Европска унија користат само број (без префикс "Е") без разлика дали е соодветен адитив одобрен во Европа или не. На пример, оцетна киселина е напишана како Е260 на производи што се продаваат во Европска унија, но е едноставно познат како адитив 260 во некои други земји. Адитив 103 (алканет) не е одобрен за употреба во Европа, па нема Е број, иако е одобрен за употреба во Австралија и Нов Зеланд. Од 1987 година, Австралија има одобрен систем на означување за адитиви во пакувана храна. Секој адитив на храна мора да биде именуван или нумериран, при што бројките се исти како и во Европа, но без 'Е' префикс.

Во САД, Агенција за храна и лекови (The Food and Drug Administration - FDA or USFDA) is an agency of the United States Department of Health and Human Services, one of the United States federal executive departments) адитивите кои се одобрени за употреба ги означува како GRAS (Generally recognized as safe - "генерално признати како безбедни").

Листа на адитиви во ЕУ

Е100–Е199 бои

Е200–Е299 конзерванси

Е300–Е399 антиоксиданси, киселински регулатори

Е400–Е499 зуснувачи, емулгатори, стабилизатори

Горан Стојковиќ, Хемија во практиката

E500–E599 киселински регулатори, средства против згрутчување

E600–E699 засилувачи на арома

E700–E799 антибиотици

E900–E999 разноврсни – средства за глазирање, засладувачи и др.

E1000–E1599 останати хемикалии

Codex Alimentarius Commission (комитет) е формиран во 1963 година од ФАО (Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO) и Светска Здравствена Организација (World Health Organization - WHO) со цел да се развијат стандарди за храна, упатства и сродни текстови како што се кодови за пракса во рамките на Заедничката ФАО / СЗО програма за стандардите во храна. Главните цели на оваа Програма се заштита на здравјето на потрошувачите и обезбедување на фер трговска практика во трговија на храна, како и промовирање на координација на сите прехранбени стандарди од страна на меѓународните владини и невладини организации.

Адитивите и нивните мешавини може да се додаваат на намирниците само под услов да се :

- да се токсиколошки испитани,
- да се вклучени во позитивната листа на правилникот за прехранбени производи,
- нивната употреба да е технолошки оправдана,
- да се додаваат во намирниците во строго определена количина и под строго пропишани прописи,
- со нивното додавање да не се намалува прехранбената вредност на намирниците,
- со нивно додавање да не се појавуваат токсични продукти за време на производство, чување и употреба,
- да можат да се идентификуваат во производот итн.

Некои видови прехранбени адитиви со причина се доведуваат во врска со здравствените ризици, посебно кај осетливи лица болни лица и деца. Затоа е многу важно потрошувачите да го имаат на увид комплетниот состав на храната која ја купуваат. Постои согледување дека недостасува транспарентност и комплетна информација за адитивите и за нивното влијание врз здравјето на човекот. Во

последните 50-ина години се направени многу истражувања од таа област и дел од нив покажуваат дека некои адитиви се штетни.

Индустриското производство на храна без адитиви и други помошни состојки не е возможно. Дури и еколошки произведената храна содржи адитиви. Сепак треба да се напомена дека таквата храна **не смее** да содржи синтетички бои, засилувачи на вкусот, поголем дел од конзервансите, вештачки засладувачи, но **смее да содржи** природни ароми и природни бои, модифициран скроб и неколку други строго контролирани адитиви. За разлика од класичното производство во кое се дозволени околу 300 адитиви, во еколошкото се дозволени не повеќе од 50.

Прехранбени адитиви во намирниците

Намирниците како што се сладоледите, безалкохолните пијалаци, производи од житарици како и преработките од месо содржат голем процент на адитиви – тие се носители на нивниот мирис, вкус и боја. Доколку адитивите се употребуваат под максималното дозволено количество тие не се штетни по здравјето на луѓето, но го лажираат производот, односно се врши обмана на потрошувачот.

Според **директивите** на ЕУ и СЗО во следните намирници **НЕ смеат** да се додаваат **НИКАКВИ** адитиви:

- Сите непреработени намирници (сецкани, лупени т.е обработени со некоја физичка постапка)
- Мед
- Неемулгирани масла како и масла од раститено и животинско потекло
- Кисело пастеризирано и хомогенизирано млеко
- Природни и минерални води
- Кафе
- Неароматизиран чај
- Суви тестенини
- Шеќери (вклучувајќи ги моносахаридите и дисахаридите).

Прехранбените адитиви штетни за здравјето на човекот:

Со внесувањето на умерено и разнообразно количество на храна постои многу мала веројатност дека ќе се пречекори максимално дозволената дневна доза на поедини адитиви.

Еве неколку од адитивите кое се штетни по здравјето на човекот особено кај децата:

- Проблеми со цревата E-220, 221, 232, 224
- Проблеми со варење E-338, 339, 340, 341, 350, 461, 463, 465, 466
- Во сладоледи кои се пакувани E-407
- Кожни заболувања E-230, 231, 232, 233
- Го уништува витаминот B12 E-200
- Го зголемуваат холестеролот E-320, 321
- Го зголемуваат притисокот E-311,312
- Канцерогени додатоци E-131, 142, 210, 211, 213, 214, 215, 217, 216, 239

6.3 Видови на адитиви

Денес се користат неколку илјади различни супстанции, кои намерно се додаваат во прехранбени производи во текот на производството, преработка, подготовка, обработка, пакување, транспорт или чување, при што сами, директно или индиректно (преку свои меѓупродукти) стануваат состојка на прехранбен производ.

Иако се работи за супстанции со различна хемиска структура, во поедини групи на адитиви можат да се воочат одредени законитости, на кои веројатно се должат и сличности во делување.

Во понатамошен текст ќе бидат наведени накратко само некои групи на адитиви:

- Антиоксиданси
- Конзерванси
- Средства за засладување и
- Бои.

6.3.1 Антиоксиданси

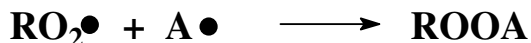
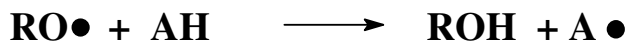
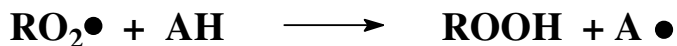
Антиоксиданси се супстанции кои се во состојба да ја продолжат трајноста на прехранбени производи на тој начин што го забавуваат процесот на оксидација на масти и масла.

Инаку, процесот на автооксидација на масти може да се забави со:

- Отстранување на кислород од систем (вакуум пакување, пакување во атмосфера на инертен гас, додавање на глюкоза-оксидаза)
- Чување на ниски температури и заштитено од светлина
- Додавање на антиоксиданси

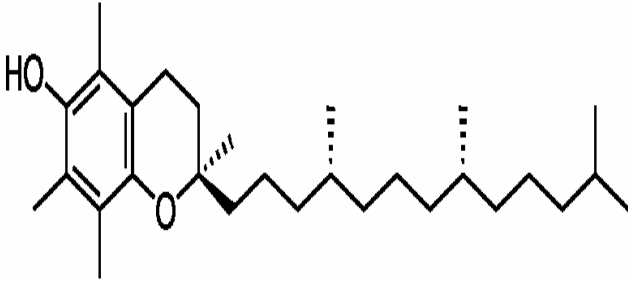
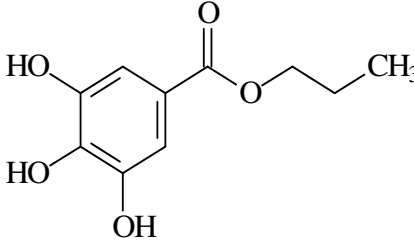
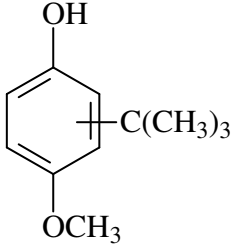
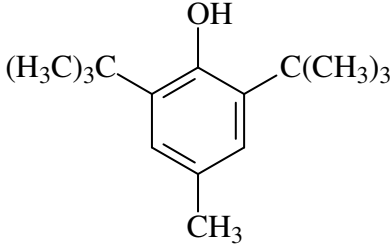
Антиоксиданси по начинот на делување можат да се поделат во три групи:

1) “**прави антиоксиданси**” – содржат фенолна група – реагираат со слободни радикали и ја попречуваат верижната реакција:

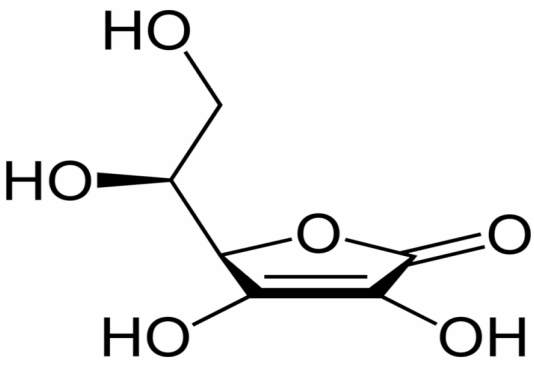
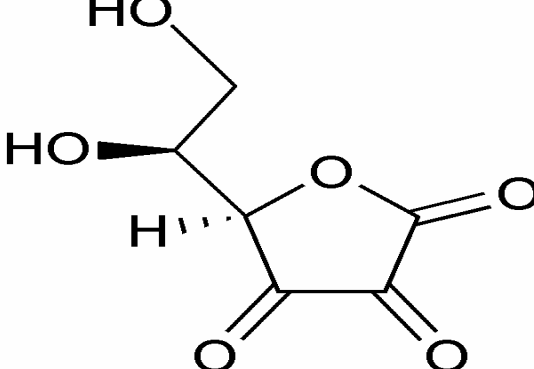


каде AH е антиоксиданс

Во првите две реакции се формира радикал на антиоксидационото средство (A•), кој за разлика од окси- и перокси- радикали, нема способност да реагира со нови молекули на незаситени масни киселини, т.е. не продуцира повеќе слободни радикали.

	
Витамин Е – токоферол – IUPAC name : 4,8,12-trimethyltridecyl]-3,4-dihydro-2H-chromen-6-ol	алкил галати – пропил галат пропил естер на 3,4,5-трихидрокси бензоева киселина или пропил 3,4,5-трихидрокси бензоат
	
бутилхидроксианизол (ВНА)	бутилхидрокситолуен (ВНТ)

2) **редукциони агенси** – супстанции кои имаат понизок редокс потенцијал од компонентите кои штитат и затоа полесно и побрзо се оксидираат од нив (аскорбинска киселина и сулфити)

	
аскорбинска киселина – редуцирачки облик	аскорбинска киселина – оксидирачки облик

3) **синергисти** – сами немаат антиоксидациони својства, но го зголемуваат делување на антиоксидансите од првата група (синергија = комбинирано дејство). Нпр. селен делува синергистички со витаминот Е.

Слободните радикали се високо реактивни и многу нестабилни атоми или група на атоми, кои настануваат во организмот како продукт на метаболните процеси, стресот, или потекнуваат од околината. Тие ги напаѓаат заштитните мембрани на клетките и нивниот генетски материјал (DNA и RNA), предизвикувајќи големи оштетувања во клетките. Истражувањата покажуваат дека оксидацијата е делумен виновник за многу сериозни болести, вклучувајќи ги старењето, ракот и артеросклерозата.

Антиоксидансите делуваат на 3 начини: можат да ја намалат енергијата на слободните радикали, до го спречат нивното настанување или да ја прекинат верижната реакција на оксидацијата.

Покрај ензимите, и многу витамини, минерали и коензими имаат антиоксидативно дејство. Тоа се витамините А, С и Е, бета каротенот, лутеинот, ликоптенот,
Горан Стојковиќ, Хемија во практиката

витамиот В₃ во форма на ниацин, витамините В₂ и В₆, биофлавоноидите, минералите селен, цинк, коензим Q10.

Препорачани дози од некои антиоксиданси	
витамин Е	80 mg
селен	15 mg
каротеноиди	55-75 mg

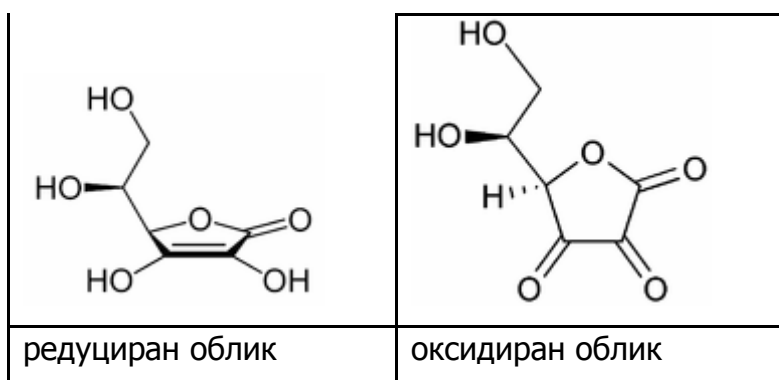
Витамин С

Емпириска формула: C₆H₈O₆

Молекулска маса: 176,1

Температура на топење: 190 °C

Структурна формула:



Витамиот С или аскорбинска киселина е витамин растворлив во вода, а е присутен во овошјето и зеленчукот. Тој е најиспитуван и најопишуван витамин и секако прв синтетски добиен витамин. Делува како редуктор во голем број биолошки процеси. Важен е за синтеза на колаген т.е. за синтеза на масни киселини. Тој е најсилен антиоксиданс меѓу витамините растворливи во вода. Стана познат по скорбутот, болеста кој настанува како недостаток на овој витамин.

Хемиски особини

Аскорбинската киселина е кетолактон со шест јаглеродни атоми, по структура сличен на глукозата. Во организмот се оксидира до дехидроаскорбинска киселина. Тоа е бела кристална супстанца, без мирис, кисел вкус, осетлива на светлина. Лесно

се раствора во вода и алкохол, а нерастворлива е во етер и хлороформ. Многу е нестабилна и лесно ги губи својствата со готвењето или несоодветно чување. Подложна е на оксидација посебно на светлина, алкални метали, железо и бакар.

Извори

Најбогат извор на витамин С е разновидното овошје (портокали, лимон, мандарини, киви, црните рибизли итн.) и зеленчук (зелка, пиперка). Препорачани дневни дози се 60 mg, но во терапија се дава и многу повеќе.

6.3.2 Конзерванси

Елиминација на микроорганизми со цел да се спречи биолошка расипаност на намирници не е секогаш возможна, и затоа е неопходно додавање на антимикробни агенси. Некои од настарите начини на конзервирање се: димење, усолување, киселење, вриење со шеќер, а се базираат на антимикробно делување на натриум хлорид, оцетна киселина, антисептични компоненти на димот.

Конзерванси се супстанции кои ја продолжуваат трајноста на прехранбените производи преку заштита од расипување проузрокувано од микроорганизми.

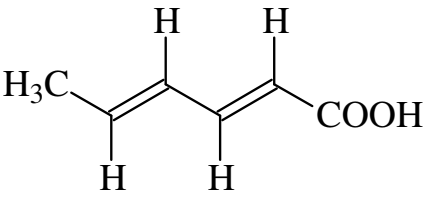
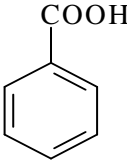
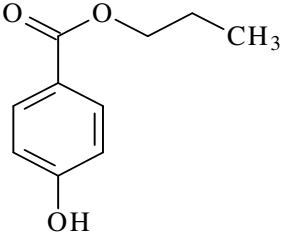
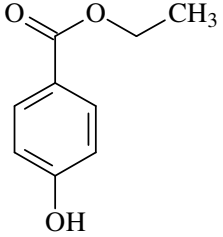
Овие супстанции поради своја липофилна структура лесно поминуваат низ клеточна мембрана на микроорганизмите и се раствораат во липидите на мембраната.

Антимикробна активност на **липофилните конзерванси** се базира на:

- делување на сидот на клеточна мембрана и разградба на мембрана
- делување на ензимски системи кои се во интеракција со липидите на клеточна мембрана на микроорганизмите.

Пример:

Бензоева киселина делува директно на келиски сид, но истовремено инхибира ензимите на циклусот на лимунска киселина и оксидативна фосфорилација на микроорганизмите. Најактивен антиикробен облик е недисоцирана бензоева киселина ($pK_a = 4,19$) и смета се дека во овој облик продира низ клеточна мембрана. Определена антимикробна активност поседува и анјон на бензоева киселина. Обично се користи во содржина од 0,05 % – 0,1 %.

	
сорбинска киселина (E,E)-2,4-хексадиенска киселина	бензоева киселина
	
пропил <i>p</i>-хидрокси бензоат	етил <i>p</i>-хидрокси бензоат

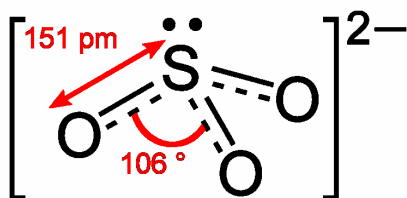
Сорбинска киселина воглавно делува на мувли и квасци, а помалку на бактерии. Нејзина активност многу зависи од рН на средината, со чија промена се менува количество на дисоцираниот и недисоцираниот облик на сорбинска киселина во системот.

Дејството на алкил естрите на *p*-бензоева киселина (воглавно на мувли и квасци) е право пропорционално на должината на алкилната низа, што се објаснува со намалување на растворливоста во вода и зголемување на липофилноста на молекулата. За разлика од сорбинската киселината, се користат во широк опсег на рН вредности.

Во т.н. **хидрофилните конзерванси** спаѓаат соли на нитритна и нитратна киселина, сулфитна киселина и нејзини соли, борна киселина и натриум тетраборат.

Ова се соединенија со мала моларна маса, растворливи во вода, и нивно делување се врзува за поминување низ клеточна мембрана и реакција со компонентите на клетката.

Сулфур диоксид и сулфити делуваат на плесни, квасци и бактерии и најголема активност покажуваат при $\text{pH} < 3$, кога најголем дел се наоѓа во недисоцираниот облик. Освен што се антимикробни агенси, сулфити реагираат со карбонилни групи од состојките на намирници кои учествуваат во реакции на неензимско затемнување и на тој начин ја онеможуваат промена на бојата при термичка обработка на намирници.



Нитрити и нитрати воглавно се користат за конзервирање на месни производи и тоа во комбинација со кујнската сол. Нивната активност зависи од pH на средината и пропорционална е на количество на слободната форма на нитритна киселина.

6.3.3 Средства за засладување

Засладувачи се супстанции кои се користат за постигнување на сладок вкус на прехранбени производи, и за разлика од шеќерите, се одликуваат со ниска енергетска вредност, а за нивниот метаболизам не е неопходен инсулин.

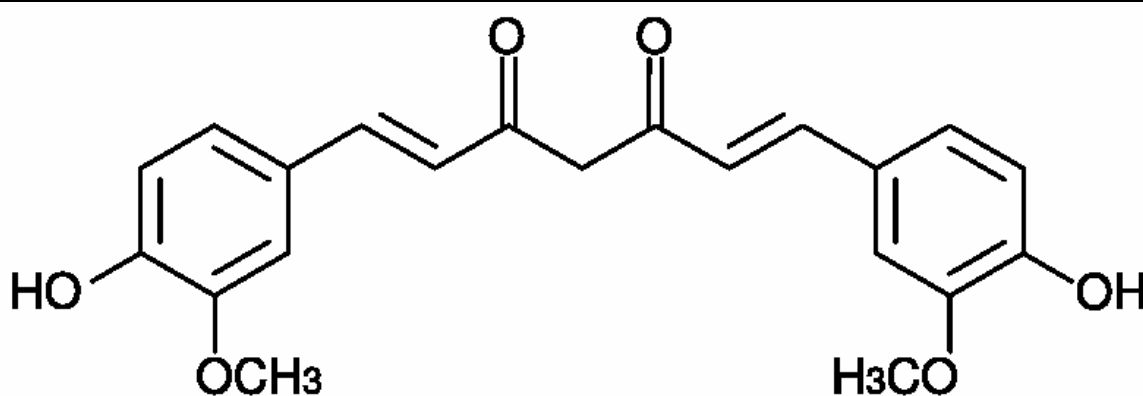
Во нив спаѓаат:

- шеќерни алкохоли (полиоли) – сорбитол (аналог на глюкоза), манитол (аналог на маноза), ксилитол (аналог на ксилоза), малитол (се добива од инвертен шеќер), лактитол (аналог на лактоза)
- вештачки засладувачи – група супстанции со различна хемиска структура, кои имаат моќ на засладување десетина до неколку стотини пати поголема од сахарозата – сахарин и негови соли, аспартам, цикламинска киселина и нејзини соли, ацесулфам К, неохесперидин DC и тауматин.

сорбитол	ксилитол	манитол
(2R,3R,4R,5R)-Hexane-1,2,3,4,5,6-hexol	(2R,3r,4S)-Pentane-1,2,3,4,5-pentol	(2R,3R,4R,5R)-Hexane-1,2,3,4,5,6-hexol

6.3.4 Бои како додатоци во храна

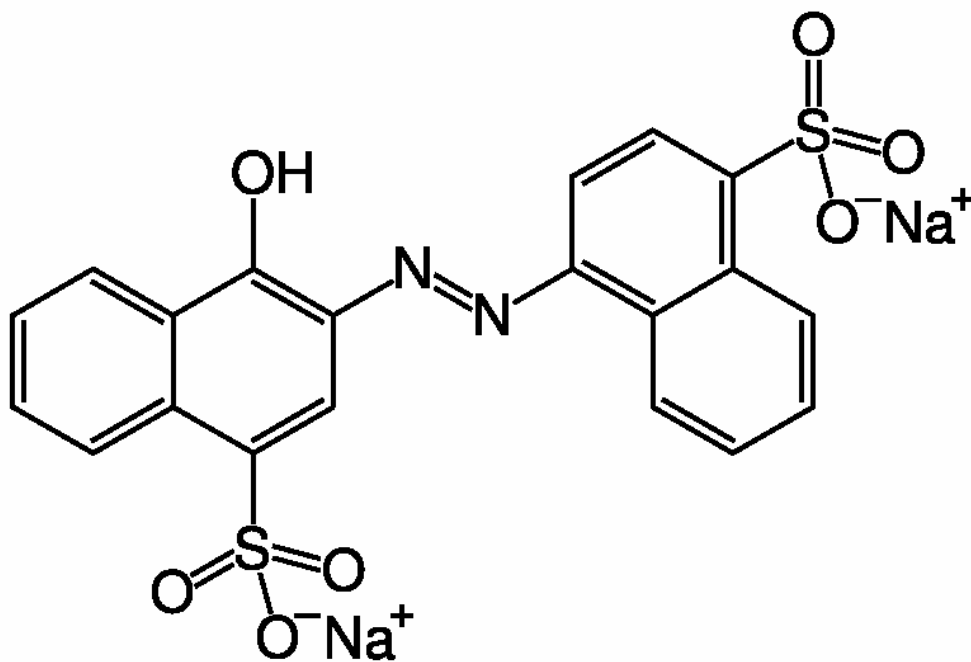
Боја на производот е една од основните карактеристики на квалитет. Со правилно спроведена технолошка постапка потребно е да се сочува што е можно повеќе природна боја. Доколку бојата интензивно се менува, може да се поправи со додавање на природни или вештачки бои, кои се наоѓаат на листа на дозволени адитиви.



(1E,6E)-1,7-bis (4-hydroxy-3-methoxyphenyl) -1,6-heptadiene-3,5-dione

Curcumin, diferuloylmethane, Natural Yellow 3, C.I. 75300

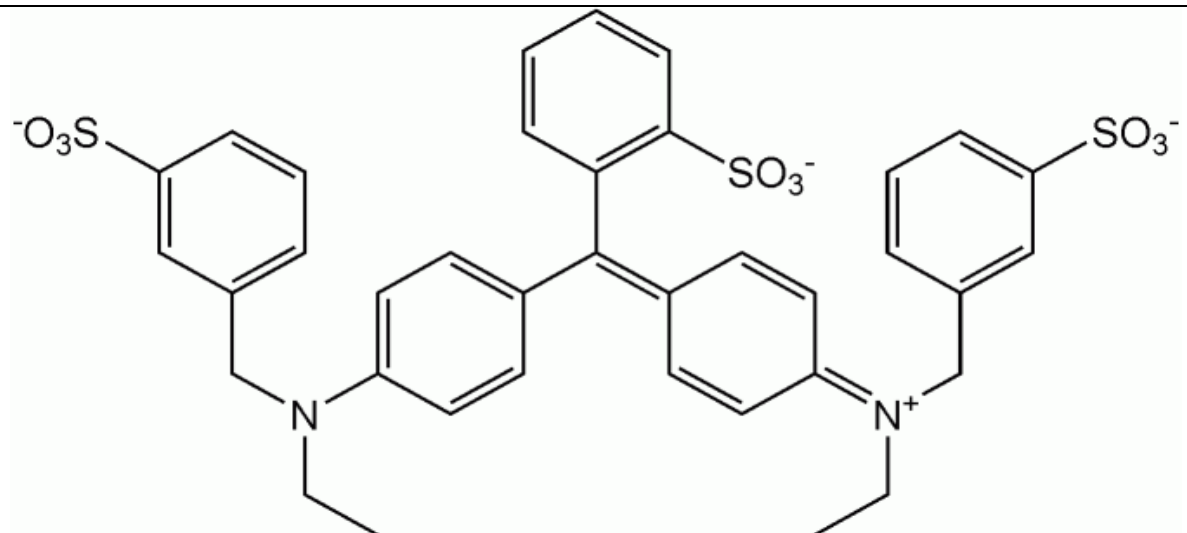
E-100, куркумин, жолт, за боење на сенф



disodium 4-hydroxy-2-[(E)-(4-sulfonato-1-naphthyl) diazenyl]naphthalene-1-sulfonate

Carmoisine, Food Red 3, Azorubin S, Brilliantcarmoisins O, Acid Red 14, C.I. 14720

E-122, црвен, за бојење на пијалаци, сирупи, кандирано овошје



FD&C Blue No.1, Acid Blue 9, D&C Blue No. 4, Alzen Food Blue No. 1, Atracid Blue FG, Erioglaucine, Eriosky blue, Patent Blue AR, Xylene Blue VSG

E-133, тиркизно сино, за бојење на сладоледи, слатки, мастици, шампони, сапуни

6.4 Испитување на ризикот на употреба на адитивите

Испитување на **ризикот на употреба на адитивите**, како и **менаџментот на ризикот** е долготраен и обемен процес кој опфаќа следни фази:

- 1) идентификација на опасноста (**Hazard identification**)
- 2) воочување на најважните штетни ефекти (**Hazard characterisation**)
- 3) проценка на изложеноста (**Exposure assessment**)
- 4) оценување на ризик (**Risk characterisation**)
- 5) завземање на став о донесување одлука за одбегнување на можниот ризик (**Risk management**).

6.4.1 Идентификација на опасноста (Hazard identification)

Идентификација на опасноста претставува препознавање на физички, биолошки или хемиски агенси кои имаат штетни здравствени ефекти, а би можеле да бидат присутни во одредена намирница.

- физички агенси (супстанции кои не се делови на храна, али можат да доспеат во неа – стакло, метали, длаки, накит и тн.)
- биолошки агенси (бактерии, вируси, паразити, природни токсини)
- хемиски агенси (адитиви, пестициди, машински масла, средства за чистење, растворени метали кои доспеваат во храна во процесот на нејзино производство).

Во рамките на процедурата на определување и процена на ризик од определен адитив, првин се организираат широки токсиколошки студии и тестови со цел да се дефинираат евентуални штетни ефекти по здравјето на луѓето.

Тоа е прва фаза при определување на **прифатлив дневен внос (ПДВ)**.

Горан Стојковиќ, Хемија во практиката

Процена на ПДВ се состои од голем број тестови кои имаат цел да се утврдат потенцијални штетни ефекти во различни фази од животниот циклус:

- Тестови на токсичност
- Акутна токсичност (поединечна, орална доза)
- Хронична токсичност (долготрајна студија во која адитиви се внесуваат преку храна/вода)
- Канцерогеноста (долготрајна студија – се изведува 2 години врз глодари со внесување на максимално толерантна доза)
- Генотоксични студии (*in vitro* & краткотрајни *in vivo* студии на мутагеноста)
- Репродуктивна токсичност

6.4.2 Воочување на најважните штетни ефекти (Hazard characterisation)

По препознавање на потенцијални опасности од определена супстанција (нпр. адитив), следниот чекор во проценка на безбедното користење на тој адитив е карактеризација на опасноста. Таа претставува детаљен опис на идентификувана опасност кој подразбира квалитативна и квантитативна проценка на природата на штетни здравствени ефекти кои се поврзани со можното присуство на различни агенси во храна.

За адитиви многу значајно е да се определи односот на дозата и ефектот (dose-response assessment) кој детерминира величина на експозиција (доза) на агентот во однос на фреквенција и степенот на појава на штетни здравствени ефекти.

Пример:

При тестирањето на еден адитив во храна негова содржина била 0,1 %; 1,0 %; 2,0 %; 3,0 %; 4,0 %. Ако токсичен ефект се покажал при нивото на адитивот од 2,0 %, тогаш прво претходно испитувано ниво кое не покажало негативни ефекти се смета

за максимална количина на испитувана супстанца која не покажува штетно дејство (no-observed-effect-level т.е. **NOEL**).

Во овој пример тоа е содржина на адитив во храна од 1,0 % (изразен во mg/kg телесна маса). Ова ниво се смета за највисоко потврдено безбедно ниво.

Прифатлив дневен внес -ПДВ (**Acceptable Daily Intake – ADI**) на испитуваниот адитив се добија со корекција (делење) на највисокото потврдено безбедно ниво со фактор 100. Се претпоставува дека човек е 10 пати поосетлив во однос на експериментални животни, а додатно се коригира уште 10 пати поради вариации на осетливоста во оквир на самата хумана популација.

6.4.3 Проценка на изложеноста (Exposure assessment)

Проценка на изложеноста е квалитативна/квантитативна проценка на најверојатниот внос на физички, биолошки или хемиски агенси со храна.

Проценка на изложеноста за одреден адитив е многу важен дел од целокупното истражување на сигурна употреба на тој адитив и треба да даде одговор на прашање: Дали вредноста на прифатлив дневен внес е сигурна? Односно, дали постои ризик од внесување на проценетиот прифатлив дневен внес во зависноста од степенот на изложување?

При проценка на изложеноста на одреден адитив треба да се обрне внимание и на ризични групи: бремени жени, новороденчиња и сл.

6.4.4 Оценување на ризик (Risk characterisation)

Оценка или карактеризација на ризикот од употреба на адитивот обединува различни компоненти на идентификација и процена на опасноста во глобална проценка на најчести неповолни здравствени ефекти во целна популациона група. Процена на ризик на внесување од определен адитив со храна е всушност споредба

на потенцијален ПДВ со определн ПДВ и се врши со определување и споредба на следниве вредности:

- Теоретски максимален дневен внес - ТМДВ (Theoretical Maximum Daily Intake - TMDI)
- Процена на дневен внес на адитивот – ПДВА (Esstimated Daily Intake – EDI)
- Прифатлив дневен внес на адитивот (Acceptable Daily Intake – ADI)

ТМДВ (TMDI) се добива со множење на просечна дневна потрошувачка на храна по особа за секоја намирница или група намирници со дозволена максимална содржина на адитив (според стандарди или национални регулативи) и собирање на добиени податоци.

ЕДВ (EDI) претставува количина на дневен внес на адитив на особа која се смета за просечен конзумент на храна, а базирана на конкретни податоци за употреба на адитиви во индустрија и прецизно одредување на реална потрошувачка на намирници.

Доколку $TMDI < ADI$, се смета дека нема реален ризик од употреба на испитуван адитив. Исто така, ако $EDI < ADI$, се смета дека стварен внес на адитивот не е опасен по здравјето на конзументот.

Пример:**Проценка на ризик на употреба на бензоева киселина и нејзини соли**

ADI на бензоева киселина и нејзини соли изнесува 5 mg/kg телесна маса, односно за особа со маса 50 kg ADI = 250 mg.

Табела 7. Максимално дозволена содржина на бензоева киселина и нејзини соли во поедини намирници*

Видот на храна	mg бензоева киселина и нејзини соли / kg храна
Месо и производи од месо	1500
Риба и производи од риба	
Кавијар и други икри	8000
Полутрајни производи од риба и изнутрици	1500
Ракови	8000
Демен лосос	1000
Крокети од риба	1500
Овошни сирупи	250
Зеленчук	
Краставци	600
Крокети од зеленчук	250
Пијалоци	
Безалкохолни пијалоци	100
Јаболковача	300
Зачини	
Слачица	250
Сосови (од жолчката од јајцето)	1000

* Адитиви, ароме и ензимски прапарати за прехранбене производе, уредник Горан Јањић, Савезно министерство привреде и унутрашње трговине, Идеа принт, Београд, 2002

Табела. Просечна потрошувачка на одделни намирници добиени со метод на потрошувачка на храна на национално ниво *

Видот на храна	Дневна потрошувачка на храна	Дневен внес на адитив во mg /особа
Месо и производи од месо Крокети од месо, живина, дивеч	занемарливо	Занемарливо
Риба и производи од риба Кавијар и други икри Полутрајни производи од риба и изнутрици Ракови Демен лосос Крокети од риба	17 mg 3,6 mg 1,4 mg 50 mg занемарливо	занемарливо 5,4 11,2 занемарливо занемарливо
Овошни сирупи	Вклучено во вкупен внес на безалкохолни пијалоци	
Зеленчук Краставци Крокети од зеленчук	2,2 g занемарливо	1,3 Занемарливо
Пијалоци Безалкохолни пијалоци Јаболковача	144 mL 0,9 mL	14,4 занемарливо
Зачини Слачица Сосови (од жолчката од јајцето)	0,9 g 3,4 g	0,2 3,4

* Адитиви, ароме и ензимски прапарати за прехранбене производе, уредник Горан Јањић, Савезно министерство привреде и унутрашње трговине, Идеа принт, Београд, 2002

TMDI(total) = 35,9 mg за особа од 50 kg

TMDI од 35,9 mg е понизок од ADI (250 mg) за особа од 50 kg, па може да се заклучи дека внесување на овие адитиви (бензоева киселина и нејзини соли) е здравствено безбедно.

6.4.5 Завземање на став и донесување одлука за одбегнување на можниот ризик (Risk management)

Проучување на безбедна употреба на разни адитиви и донесување определени прописи за нивно користење подразбира сите чекори опишани претходно.

Организација и истражувања на адитивите се под надзор на JECFA⁶, чија улога се огледа во изведување на процеси (**Risk Assessment Process**) на проучување на евентуални опасности од употреба на адитиви во храна. Овие процеси опфаќаат: идентификација на опасноста (Hazard identification), определување на опасноста (Hazard characterisation) и проценка на изложеноста (Exposure assessment).

Врз основа на тие податоци и сознанија, Codex Alimentarius Commission (CAC) и Codex Committee on Food Additives and Contaminants (CCFAC) донесуваат одлуки за употреба на адитиви во храната, Тој процес на одлучување е познат како **Risk Assessment Policy**.

⁶JECFA (Joint Expert Committee on Food Additives) е независен научен комитет составен од истакнати експерти формиран 1955 година од страна на FAO (Food and Agriculture Organisation) и FHO (World Health Assembly).

7. ЛИТЕРАТУРА

1. Conrad. L. Stanitski, editor in chief, Chemistry in Context, Applying Chemistry to Society, Third Edition, Mc Graw Hill, 2000.
2. Klaus Hunger (Editor), Industrial Dyes, Chemistry, Properties, Applications, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2003.
3. Vladislav M. Varagić, Milenko P. Milošević, Farmakologija, XII izdanje, Elit-Medica, Beograd, 1996.
4. Nikolaos A. Botsoglou, Dimitrios J. Fletouris, Drug residues in foods, Pharmacology, Food Safety and Analysis, Marcel Dekker, Inc., New York - Basel, 2001.
5. Tharwat F. Tadros, Applied Surfactants: Principles and Applications, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2005
6. Handbook of Cosmetic Science and Technology, edited by André O. Barel, Marc Paye, Howard I. Maibach, Marcel Dekker, Inc., New York – Basel, 2001, Marcel Dekker, Inc. New York, NY, USA
7. Francisco Delgado-Vargas and Octavio Paredes-López, Natural colorants for food and nutraceutical uses, CRC Press LLC, 2003.
8. Службен весник на Република Македонија, бр.118, 2005.
9. Жаклин Акаван, Хемија на експлозиви, второ издание, (превод на Ида Блажевска), Ад Вербум, Скопје, 2009.