

Inovace studia molekulární a buněčné biologie reg. č. CZ.1.07/2.2.00/07.0354

Investice do rozvoje vzdělávání



Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

LRR/CHPB2

Chemie pro biology 2

Investice do rozvoje vzdělávání



INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Karboxylové kyseliny

Lucie Szüčová

Investice do rozvoje vzdělávání



Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Osnova:

fyzikální vlastnosti karboxylových kyselin, základní chemické reakce karboxylových kyselin, výskyt v přírodě a aplikace, významní zástupci, substituční deriváty karboxylových kyselin, funkční deriváty karboxylových kyselin, aminokyseliny

Klíčová slova:

karboxylové kyseliny, aminokyseliny, funkční a substituční deriváty karboxylových kyselin



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Otázky před přednáškou:

- 1) Nakreslete karboxylovou skupinu.
- 2) Vyjmenujte zástupce karboxylových kyselin.
- 3) Co jsou to aminokyseliny?
- 4) Jakou funkční skupinu mají estery karboxylových kyselin?
- 5) Jak se používají karboxylové kyseliny v běžném životě?
- 6) Která kyselina je odpovědná za bolest při mravenčím kousnutí?

Investice do rozvoje vzdělávání



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Karboxylové kyseliny

organické kyseliny, obsahující funkční skupinu

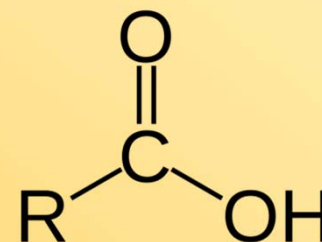
-COOH

se svými solemi tvoří nezbytnou součást živých organismů

substráty klíčových metabolických dějů,

jejich substitučními deriváty jsou

aminokyseliny: které formují **proteiny**



Karboxylové kyseliny se dělí na

- a) **alifatické** (octová, mravenčí,...)
- b) **aromatické** (benzoová, tereftalová)

- 1) **jednosytné** (s jednou -COOH skupinou, octová, mravenčí, propionová)
- 2) **dvojsytné** (se dvěma -COOH skupinami, šťavelová, ftalová, tereftalová)

Investice do rozvoje vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Názvosloví karboxylových kyselin

v karboxylových kyselinách je hydroxylová skupina připojena na karbonylovou skupinu a formuje tak tzv. karboxylovou skupinu: $-\text{COOH}$, karboxyl
ta může být připojena k aromatickému nebo alifatickému uhlovodíkovému zbytku $-\text{R}$ (viz obrázek)

Systematické názvosloví odvozuje název od slovního kořene tvořeného uhlovodíkem:

ethan, methan, propen a koncovkou $-\text{ová}$ kyselina
tzn. kyselina methanová, propenová, ethandiová, ethenová atd.

karboxylové kyseliny mají však téměř bezvýhradně také triviální názvy (mravenčí, octová, šťavelová atd.), které se užívají často z historických či jiných důvodů a od nichž se odvozují také názvy solí (formiát, acetát, šťavelan atd.)

Investice do rozvoje vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Přehledná tabulka porovnávající alespoň některé systematické a triviální názvy karboxylových kyselin

systematický název kyseliny	triviální název kyseliny	empirický vzorec kyseliny
methanová	mravenčí	HCOOH
ethanová	octová	CH ₃ COOH
propanová	propionová	CH ₃ CH ₂ COOH
butanová	máselná	CH ₃ CH ₂ CH ₂ COOH
ethandiová	šťavelová	(COOH) ₂
propandiová	malonová	HOOCCH ₂ COOH

Investice do rozvoje vzdělávání



INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Fyzikální vlastnosti karboxylových kyselin

karboxylové kyseliny jsou výrazně slabší kyseliny než minerální (jsou to vlastně slabé kyseliny)

karboxylová skupina je **polární**: dochází k vytváření vodíkových můstků: kyseliny jsou kapaliny již od mravenčí, vyšší, aromatické a dvojsytné pak často jsou pevné látky (šřavelová, tereftalová, ftalová), molekuly kyselin spolu díky vodíkovým můstkům často dimerují

od délky řetězce C=1-4 jsou rozpustné ve vodě (H můstky s vodou), se zvyšující se délkou řetězce se zvětšuje nepolární část a jsou čím dál méně rozpustné ve vodě (od C= 5 výše málo rozp.)

karboxylové kyseliny vznikají oxidací primárního alkoholu přes aldehyd:



Investice do rozvoje vzdělávání



INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Chemické chování karboxylových kyselin

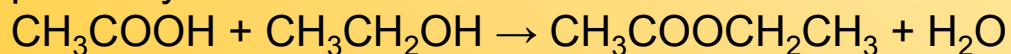
Neutralizace

karboxylové kyseliny jsou slabé kys., neutralizují se bez problémů silnými bázemi jako KOH nebo NaOH:

$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{KOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOK} + \text{H}_2\text{O}$ za vzniku vody a příslušné soli (v tomto případě octan draselný)

Esterifikace

je reakce karboxylové kyseliny s alkoholem, při které vzniká příslušný ester a voda:



(v tomto případě ethoxyethanoát neboli ethylester kyseliny octové)

Oxidace

karboxylové kyseliny se silnými oxidačními činidly oxidují na CO_2 a H_2O

Dehydratace

dehydratace je reakce, kterou vznikají některé anhydridy karbox. kys.

Investice do rozvoje vzdělávání



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

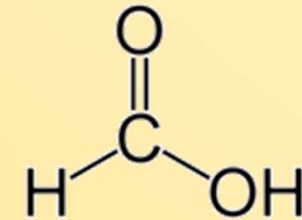
INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Kyselina mravenčí

je nejjednodušší karboxylovou (organickou) kyselinou

na karboxylovou skupinu —COOH je vázán pouze jeden vodík



bezbarvá na vzduchu dýmající ostře páchnoucí kapalina

obsažena v mravenčím jedu, odtud pochází její název, obsažena také v kopřivových listech a používají také vosy

má leptavé účinky a používá se především v organické technologii

Tvoří jako ostatní kyseliny soli, které se v tomto případě nazývají **mravenčany** (formiáty)

Investice do rozvoje vzdělávání



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



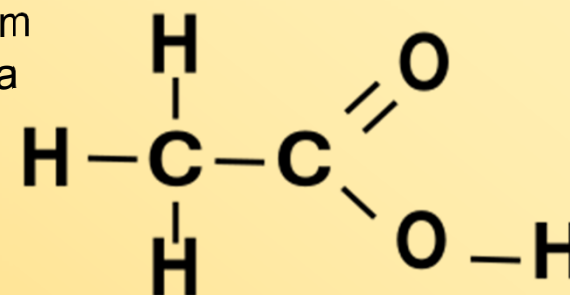
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Kyselina octová

bezbarvá kapalina ostrého zápachu, dokonale mísitelná s vodou, s ethanolem i dimethyletherem
čistá bezvodá kyselina tuhne za nižších teplot na bezbarvou až bílou krystalickou látku,
připomínající led - *ledová kyselina octová*
je hygroskopická, takže pohlcuje vzdušnou vlhkost



její vodný roztok o koncentraci přibližně od 5 % do 8 % se nazývá **ocet**

je jedním z přirozených metabolitů v živých organismech

aktivní formou je její komplex s koenzymem A, označovaný acetyl-CoA (acetylkoenzym A)
Vyskytuje se běžně v rostlinách, a to jak jako volná kyselina, tak ve formě **solí (octanů, acetátů)**

ve větším množství je obsažen v kvasícím ovoci, jako následný fermentační produkt přeměny sacharidů

Investice do rozvoje vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Substituční deriváty karboxylových kyselin

vznikají náhradou vodíkového atomu v řetězci
za jiný atom nebo skupinu atomů,

COOH skupina zůstává neporušena

jedná se o aminokyseliny (-NH₂)

hydroxykyseliny (-OH)

oxokyseliny (=O)

halogenokyseliny (-X, kde X = F, Cl, Br, I)

tzn., že substituční deriváty karboxylových
kyselin mají vždy nejméně dvě funkční skupiny:

-COOH + nějakou další v řetězci

Investice do rozvoje vzdělávání



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Hydroxykarboxylové kyseliny

jsou substituční deriváty karbox. kyselin, kde jeden nebo více vodíků v řetězci je nahrazeno –OH skupinou

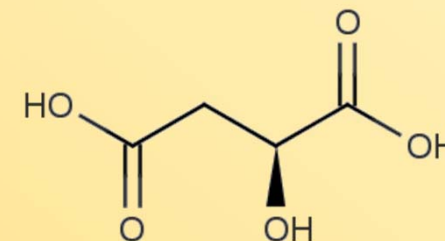
nejznámější zřejmě alfa-hydroxykyseliny, které mají OH skupinu na vedlejším uhlíkovém atomu od COOH

používají se v kosmetice (AHA: alphahydroxy acids) a vyskytují se v ovoci

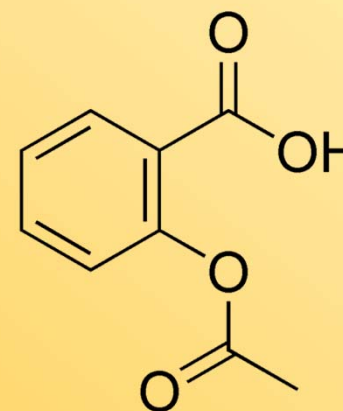
jsou to například **kyselina glyoxalová** (cukrová třtina), **mléčná** (kyselé mléko), **citronová** (citrusy) a také **vinná** (hroznové víno), **kyselina jablečná** (zelená jablka)

aromatickým zástupcem je pak kyselina **salicylová** (přítomna ve vrbové kůře) a jedná se o beta hydroxy kyselinu

používá se k léčení akné (vysušuje) a její derivát, kyselina **acetylsalicylová**, se používá jako léčivo **aspirin**.



kyselina jablečná



kyselina acetylsalicylová

Investice do rozvoje vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Hydroxykarboxylové kyseliny

kyselina vinná: v přírodě nejvíce rozšířena L(+) forma kyseliny krystalická látka, rozpustná ve vodě, kyselé chuti

racemická směs L(+) a D(-) se nazývá **kyselina hroznová**

vyskytuje se v grepech, banánech, víně atd.

kyselina citronová
v citrusech, bílá krystalická látka

Investice do rozvoje vzdělávání



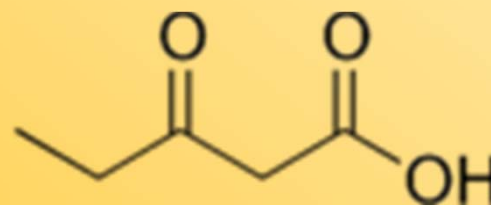
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Oxokarboxylové kyseliny

karboxylové kyseliny, obsahující oxo skupinu (aldehydickou nebo ketonickou), například kyselina 5-oxopentanová $\text{HC}(=\text{O})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{OH}$

tato kyselina se v játrech uvolňuje z mastných kyselin a putuje do mozku

účastní se coby intermediát tzv. Krebsova neboli citrátového cyklu



Investice do rozvoje vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

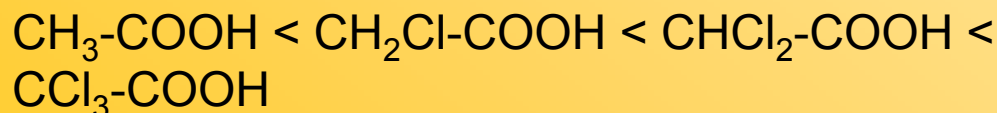
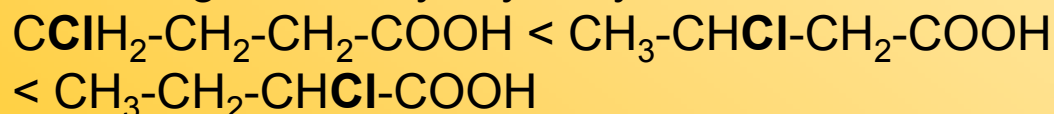
INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

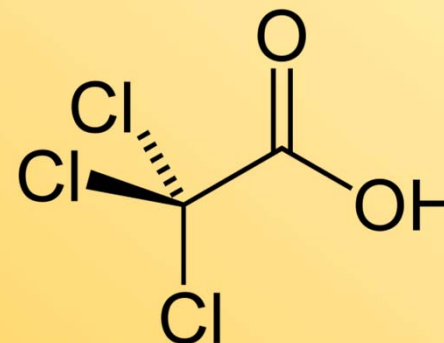
Halogenokarboxylové kyseliny

jsou substituční deriváty karboxyl. kys., kde jeden či více vodíků v řetězci je nahrazeno –X (halogenem, jako je fluor, chlor, brom nebo jod) krystalické látky dobře rozpustné ve vodě nebo v lihu, mají leptavé účinky, jsou toxické a velmi reaktivní

síla halogenokarboxylových kyselin:



kyselina trichloroctová se používá k chemickému peelingu a k odstraňování tetování, ošetření bradavic



Investice do rozvoje vzdělávání

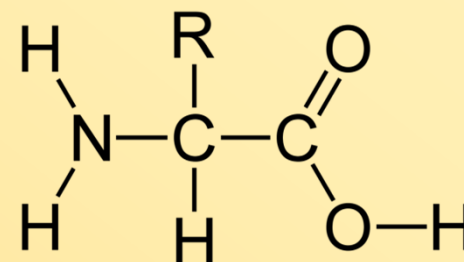


INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Aminokyseliny

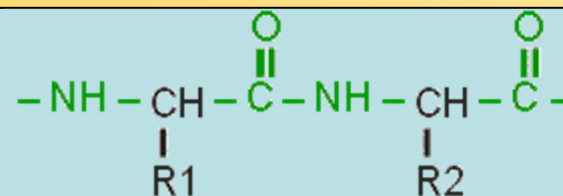
molekula obsahující karboxylovou (-COOH) a aminovou (-NH₂) funkční skupinu



základními stavebními jednotkami proteinů (20)
posloupnost (sekvence) těchto aminokyselin určuje
primární strukturu proteinu

každá aminokyselina je v genetickém kódu kódována
tripletem bazí a na pořadí těchto tripletů v DNA pak
závisí pořadí aminokyselin

nejdůležitější reakcí aminokyselin
je tudíž vznik tzv. peptidové vazby
aminokyseliny se prokazují reakcí s ninhydrinem
(zřívání)



peptidová vazba

Investice do rozvoje vzdělávání

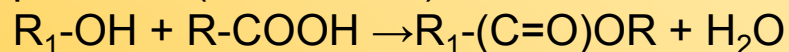


INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

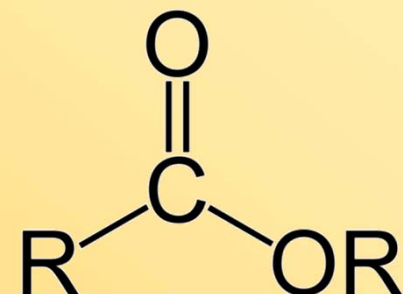
Funkční deriváty karboxylových kyselin: estery

karboxylové kyseliny reagují s alkoholy v kyselém prostředí (esterifikace) za vzniku esterů:



rozpustnost těchto látek ve vodě je velice malá a s délkou řetězce klesá

kyselina salicylová (vrbová kůra) reaguje s kyselinou octovou na kyselinu s esterickou skupinou (tedy i ester) kyselinu acetylsalicylovou, což je látka známá jako aspirin, používaná proti bolesti a horečce



Názvosloví esterů:

se tvoří dvojím způsobem: buď se pojmenují oba uhlovodíkové zbytky a zakončí se slovem ester: diethylester, ethylmethylester nebo se uhlovodíkový zbytek zakončí koncovkou – át (karboxylát jako je ethanoát, methanoát) a tomu předchází zbytek od alkoholu: ethylmethanoát, propylethanoát

Investice do rozvoje vzdělávání



INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Estery

většina esterů má výraznou vůni a jsou nezbytnou součástí parfumářského a potravinářského průmyslu
v přírodě se vyskytují jako vonné součásti květů a plodů rostlin

Jak voní některé estery:

ethylisopentyl ester: banán

isobutylmethyl ester: malina

ethyloktyl ester: pomeranč

butylethyl ester: ananas, hruška

ethylmethyl ester: rum

typické vůně ovoce vznikají většinou jako produkty směsi různých esterů o různých koncentracích, kde převládá jedna složka: ananas (ethylbutyl ester), růže (butylbenzylester), meruňka (butylpentylester), atd. atd. to, jak vnímáme chuť nebo vůni ovoce a květů je způsobeno tím, jak ten který ester „pasuje“ do určitého receptoru (smyslové orgány)

Investice do rozvoje vzdělávání



MS
MT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Chemické chování esterů

- Estery podléhají hydrolýze ve vodě v přítomnosti silné min. kyseliny (HCl např.) a produktem je příslušná karboxylová kyselina a alkohol

Estery podléhají i alkalické hydrolýze hydroxidem (NaOH) za vzniku soli příslušné karboxylové kyseliny a alkoholu

- Jak bude hydrolyzovat methylethanoát?

Investice do rozvoje vzdělávání



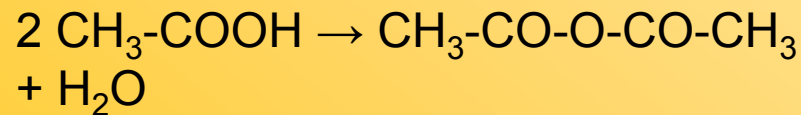
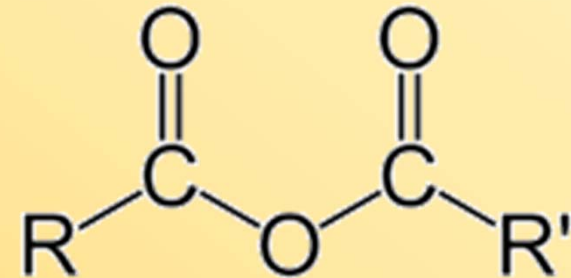
INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Funkční deriváty karboxylových kyselin: anhydridy

vznikají propojením dvou skupin
COOH karboxylových kyselin za
odštěpení molekuly vody
(**dehydratace** karboxylové kyseliny)

Jako dehydratační činidlo se používá
např. oxid fosforečný



jejich hydrolýzou s vodou získáme
zpět příslušnou karboxylovou
kyselinu

Investice do rozvoje vzdělávání



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



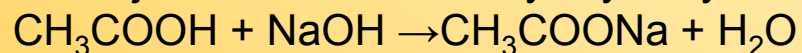
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Soli karboxylových kyselin

vznikají neutralizací karboxylových kyselin alkalickým hydroxidem:



pojmenovávají se buď odvozením od triviálního názvu kyselin:

octan sodný nebo systematicky: ethanoát sodný

důležitým produktem této reakce jsou soli vyšších mastných

kyselin a alkálií, které se nazývají MÝDLA

např. stearát sodný

tyto látky mají jeden konec molekuly s fční skupinou polární (hydrofilní) a druhý nepolární (hydrofobní): dáno délkou řetězce vytvoří tudíž klastry se špínou nazvané micely a ty účinně odstraní nečistotu

Investice do rozvoje vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

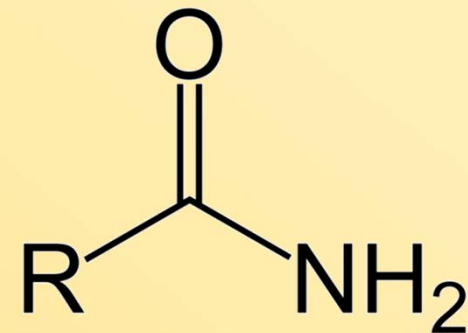
Funkční deriváty: amidy

vznikají náhradou skupiny OH karboxylové skupiny za amidovou skupinu NH₂. Substituované amidy mohou mít místo obou vodíků skupiny NH₂ alkyly

acetamid je bílá, krystalická látka, používá se při přípravě plastických hmot acetamid je toxický a podezřelý z karcinogenity

formamid je organické rozpouštědlo, používá se ke konzervování tkání

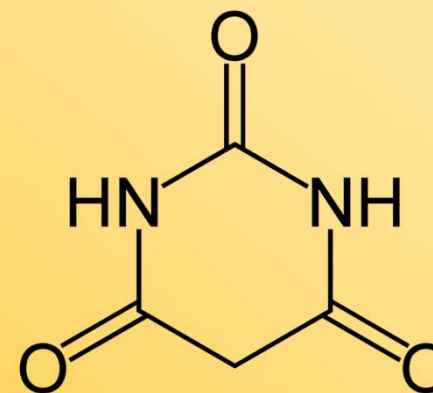
připravují se reakcí karboxylových kyselin s amoniakem NH₃



Funkční deriváty: amidy

nejjednodušším přírodním amidem je urea (močovina), která je koncovým metabolitem lidského organismu v moči používá se také v dermatologii, kde tlumí svědivé projevy kůže

mnoho barbiturátů jsou cyklické amidy kyseliny barbiturové, jež v malých množstvích působí jako sedativum vyskytují se v lécích, jako je tylenol, nembutal, luminal



kyselina barbiturová

Investice do rozvoje vzdělávání



Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Děkuji Vám za pozornost

Investice do rozvoje vzdělávání



INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.