

LEZIONE 10

ALTRI COMPOSTI ORGANICI

Obiettivi di Apprendimento

Al termine della lezione gli studenti saranno in grado di:

- **Descrivere** struttura e gruppo funzionale di aldeidi, chetoni, acidi carbossilici, esteri, ammine, amminoacidi e ammidi
- **Indicare** la formula generale di ciascuna classe (RCHO , RCOR , RCOOH , RCOOR' , RNH_2 / R_2NH / R_3N , $\text{H}_2\text{N}-\text{CHR}-\text{COOH}$, RCONH_2)
- **Spiegare**, a livello qualitativo, i principali processi di formazione: ossidazione di alcoli primari e secondari, ossidazione di aldeidi, reazione acido-alcol (esterificazione), formazione di ammidi.
- **Riassumere** il ruolo biologico di alcuni composti chiave (formaldeide, acetaldeide, acetone, acido lattico, acido citrico, acetil-CoA, amminoacidi, aspartame).



Aldeidi



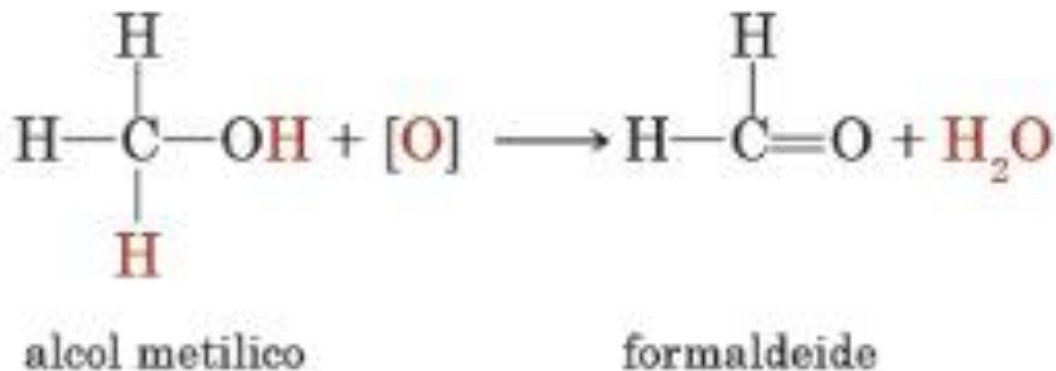
Gruppo carbonilico



Le aldeidi possiedono il gruppo funzionale **—CHO**, il quale contiene a sua volta il gruppo **C=O**, che viene chiamato carbonile o gruppo carbonilico. La formula generale delle aldeidi è **RCHO**; essa indica che un radicale qualsiasi, indicato con R, è legato al gruppo **—CHO** che costituisce la parte terminale della molecola.

Preparazione per ossidazione degli alcoli primari

- ❑ Negli alcoli primari il gruppo funzionale alcolico è legato a un atomo di carbonio al quale non sono legati altri atomi di carbonio o ne è legato solo un altro. La reazione di ossidazione dell'alcol metilico può essere scritta nel seguente modo:

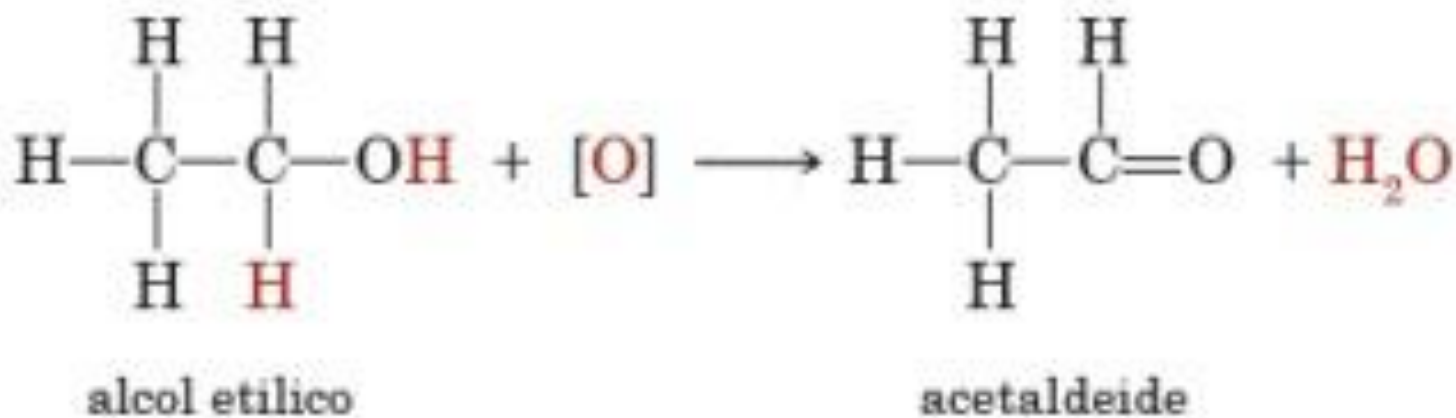




Durante l'ossidazione un atomo idrogeno viene rimosso dal gruppo alcolico, mentre l'altro viene rimosso dall'atomo di carbonio (l'unico atomo di carbonio in questo caso); vengono prodotte acqua e formaldeide, la cui formula razionale è HCHO .



L'ossidazione dell'alcol etilico, un alcol primario, porta alla formazione di acetaldeide, la cui formula razionale è CH_3CHO .



Quindi, in generale si può scrivere:



NOMENCLATURA DELLE ALDEIDI

l'ossidazione dell'alcol metilico, che contiene un solo atomo di carbonio, porta alla formazione di un'aldeide con un solo atomo di carbonio, HCHO , che è chiamata **formaldeide**. Analogamente, per ossidazione dell'alcol etilico si ottiene un'aldeide con due atomi di carbonio, CH_3CHO , chiamata **acetaldeide**. Il nome aldeide deriva dalle parole *alcol*.

DEIDROGENAZIONE

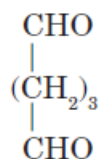
Il nome ufficiale di questi composti si ottiene identificando la catena di atomi di carbonio più lunga che contiene ad una delle estremità **il gruppo funzionale —CHO** e sostituendo la lettera finale -o dell'alcano corrispondente con la desinenza **-ale**. Quindi, la seguente aldeide, che contiene quattro atomi di carbonio, viene chiamata butanale (aldeide butirrica è il suo nome comune).



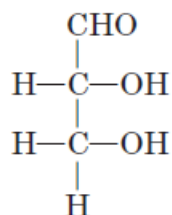
■ Uso delle aldeidi

- La **formaldeide (metanale)** è un gas incolore con un odore molto pungente. È usata in laboratorio in soluzione acquosa al 40% circa. Questa soluzione è nota come **formalina** e ha un alto **potere germicida** perché denatura le proteine e le rende insolubili in acqua. Essa è usata anche come liquido di conservazione dei prelievi biologici. Le soluzioni di formaldeide non dovrebbero essere mai usate come tali su pazienti e nemmeno nelle stanze dove essi soggiornano, perché generano fumi irritanti. La formaldeide e il suo prodotto di ossidazione, l'acido formico, sono i responsabili della tossicità dell'alcol metilico. Infatti, questi composti si formano nell'organismo umano dalla trasformazione di questo alcol.
- La **glutaraldeide (pentandiale)** è un **agente germicida** più potente della formaldeide; è efficace contro tutti i microrganismi, compresi le spore e i virus, ha il vantaggio di non avere un odore sgradevole e non è nemmeno irritante per gli occhi e la pelle.

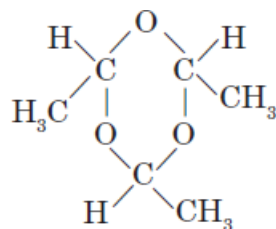




glutaraldeide



gliceraldeide
(2,3-diidrossipropanale)



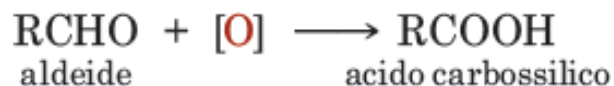
paraldeide

- **L'acetaldeide (etanale)** è responsabile degli effetti collaterali legati al consumo di alcol etilico. Uno dei farmaci utilizzati per la cura degli alcolisti (disulfiram) è efficace perché determina un aumento della concentrazione di acetaldeide nel corpo umano. Il trimero dell'acetaldeide è la paraldeide, un composto sedativo-ipnotico.
- Un'altra aldeide, **la gliceraldeide**, è uno degli intermedi più importanti del metabolismo dei carboidrati.

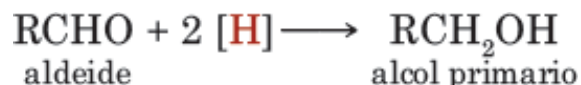


REAZIONI DELLE ALDEIDI

- Le aldeidi possono essere **ossidate** ad acidi carbossilici

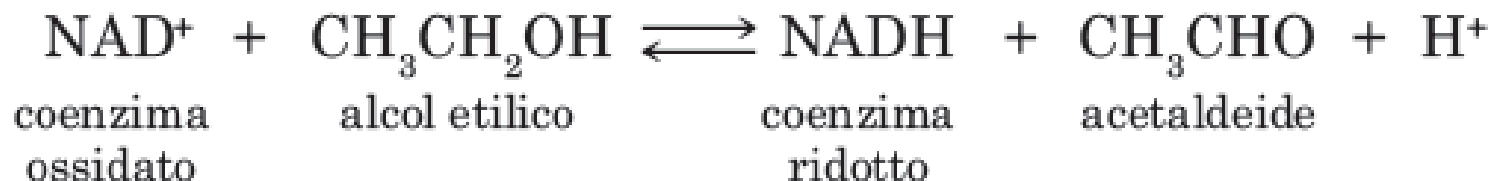


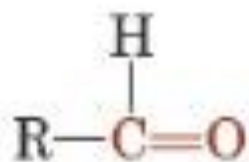
- Le aldeidi possono essere **ridotte** ai corrispondenti alcoli primari:



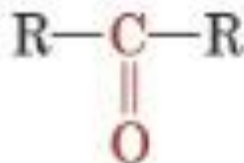
Questa reazione corrisponde a quella opposta all'ossidazione degli alcoli primari ad aldeidi.

*Le **reazioni di ossidazione/riduzione** che avvengono nel metabolismo sono sempre accoppiate a quelle di altre molecole che sono chiamate **coenzimi**. Uno di questi, il nicotinammide adenina dinucleotide (NAD^+), agisce da agente ossidante e viene ridotto in seguito alla reazione:*





aldeide



chetone

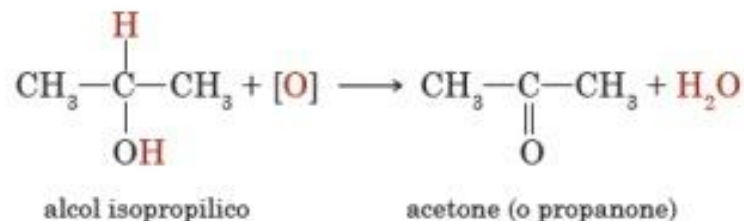
CETONI

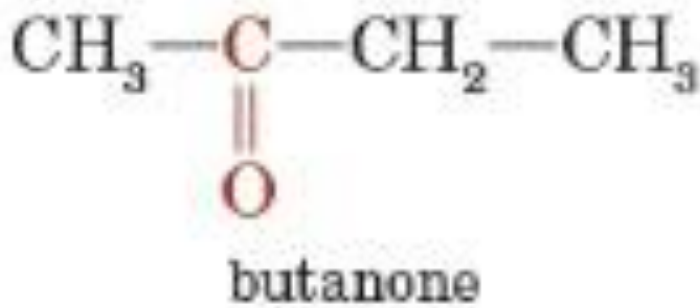
- I chetoni hanno formula generale **RCOR**; essi posseggono due gruppi alchilici legati al **gruppo C=O**, **chiamato gruppo carbonilico**. Questo gruppo funzionale è presente sia nelle aldeidi che nei chetoni, ma solo nelle aldeidi esso si trova alla fine della catena di atomi di carbonio.



PREPARAZIONE PER OSSIDAZIONE DEGLI ALCOLI SECONDARI

- Un alcol secondario contiene un gruppo —OH legato a un atomo di carbonio che a sua volta è legato a due altri atomi di carbonio. L'alcol isopropilico è un esempio di alcol secondario.
- L'ossidazione di tale alcol avviene secondo la reazione:
- L'atomo di ossigeno (proveniente dall'agente ossidante) reagisce con l'idrogeno del gruppo —OH e con l'altro atomo di idrogeno legato all'atomo di carbonio che porta il gruppo —OH.
- Si formano acqua e acetone.





NOMENCLATURA DEI CHETONI

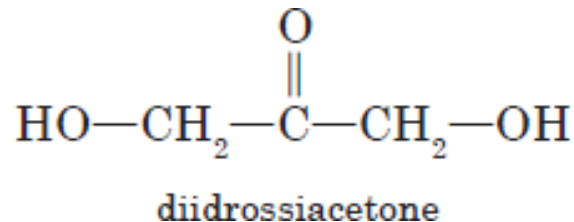
- Secondo la nomenclatura ufficiale, il nome dei chetoni prende la desinenza **-one**.
 - Si identifica l'alcano più lungo che contiene il gruppo carbonilico e si **sostituisce la desinenza -o con -one**.
 - Quindi, il chetone con quattro atomi di carbonio si chiama butanone.
-
- Nel sistema comune, invece, vengono prima identificati i due gruppi alchilici legati al gruppo carbonilico e si aggiunge la parola chetone subito dopo di essi.
 - Quindi, il nome del butanone è metil etil chetone, perché al gruppo carbonilico sono legati un gruppo metilico e un gruppo etilico.



Uso dei chetoni

L'acetone (propanone, dimetilchetone) è il chetone più semplice. È un buon solvente per grassi e olii e viene anche frequentemente utilizzato in cosmetica come solvente per unghie. L'acetone è normalmente presente in piccole quantità nel sangue e nelle urine; se però l'individuo soffre di diabete mellito la sua concentrazione in questi liquidi biologici aumenta notevolmente e lo si ritrova anche nell'aria espirata.

Il diidrossiacetone è un intermedio del metabolismo dei carboidrati.



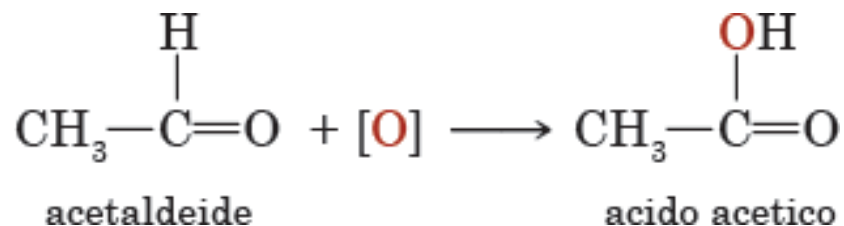
ACIDI CARBOSSILICI

Gruppo carbossilico

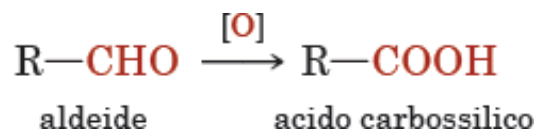
- La **formula generale di un acido carbossilico** è **RCOOH**. Tutti gli acidi organici contengono almeno un **gruppo —COOH**.
- Questo gruppo funzionale viene chiamato gruppo carbossilico; esso in soluzione libera ioni H^+ e, per questo motivo, i composti che lo contengono vengono chiamati acidi

Preparazione per ossidazione delle aldeidi

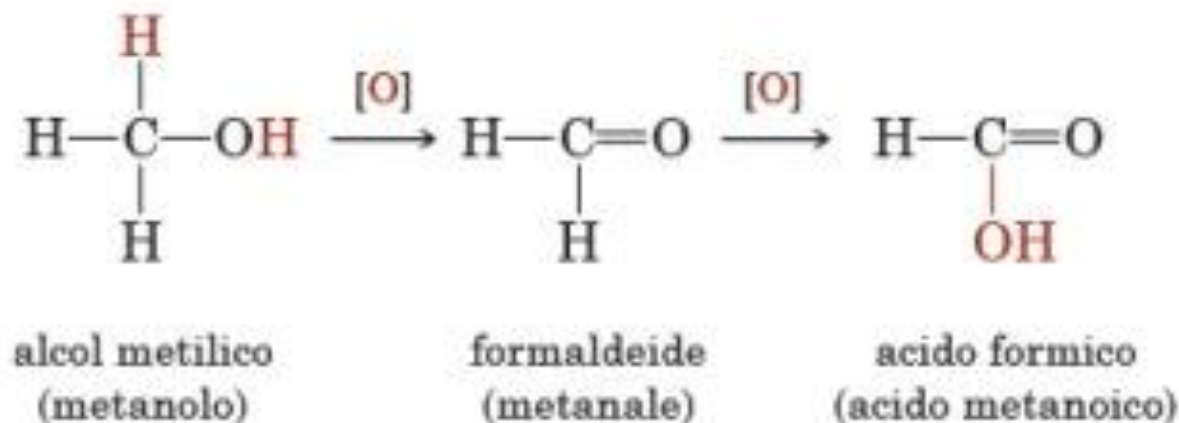
Per ossidazione di un alcol primario si ottiene un'aldeide, che può subire a sua volta una nuova reazione di ossidazione, con produzione di un acido carbossilico:



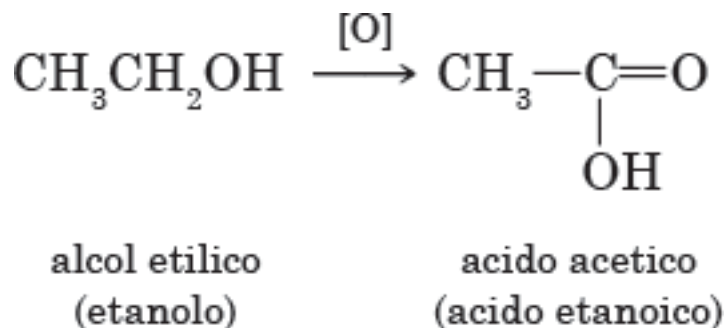
Il gruppo funzionale di un acido carbossilico è —COOH, quindi in generale la reazione di ossidazione di un'aldeide può essere scritta, utilizzando le formule razionali, in questo modo:



- L'ossidazione dell'alcol metilico, un alcol primario, produce prima aldeide formica e poi acido formico in due passaggi, come illustrato di seguito:

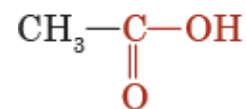


- Gli alcoli primari possono essere ossidati direttamente ad acidi utilizzando ossidanti più forti.



NOMENCLATURA DEGLI ACIDI CARBOSSILICI

- La nomenclatura ufficiale per gli acidi carbossilici, **prevede l'aggiunta del suffisso -oico al nome dell'alcano corrispondente alla catena idrocarburica più lunga che contiene il gruppo funzionale acido. Si fa precedere a questo il nome acido.**
- La formula, ad esempio, identifica l'acido etanoico.
- Il nome comune degli acidi viene derivato dal nome delle aldeidi corrispondenti dalle quali essi possono essere preparati per ossidazione.
- La struttura si può considerare derivata dall'acetaldeide e quindi sarà identificata come acido acetico.



acido etanoico



TABELLA 11.1 Acidi bicarbossilici più comuni

Struttura	Nome comune	Nome IUPAC
$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	Acido ossalico	Acido etandioico
$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	Acido malonico	Acido propandioico
$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	Acido succinico	Acido butandioico

- **Acidi bicarbossilici e tricarbossilici**

- Gli acidi organici che contengono due gruppi carbossilici vengono chiamati acidi bicarbossilici. Quelli che ne contengono tre vengono invece chiamati acidi tricarbossilici.

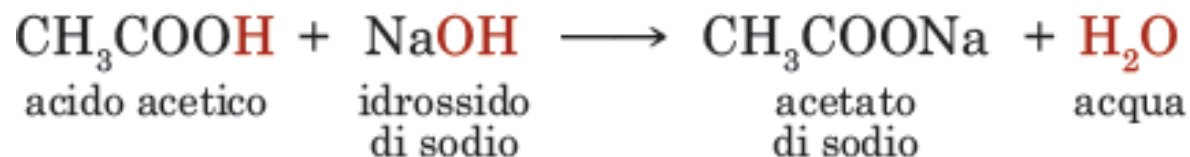


Proprietà e reazioni degli acidi carbossilici

- ❑ Gli acidi carbossilici sono acidi deboli e liberano ioni H_3O^+ in soluzione acquosa.



- ❑ Essi reagiscono con le basi per formare i corrispondenti sali (carbossilati) e acqua. In generale, tale reazione può essere così schematizzata:



- ❑ Essi reagiscono anche con gli alcoli per formare un'altra classe di composti chiamati esteri.
- ❑ Gli acidi carbossilici che contengono un numero di atomi di carbonio relativamente basso sono solubili in acqua. La loro solubilità diminuisce all'aumentare del numero di atomi di carbonio presenti nella catena, come nel caso degli acidi grassi

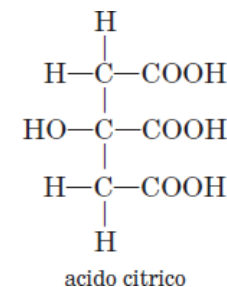
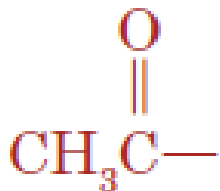


Acidi carbossilici importanti dal punto di vista medico

L'acido formico (HCOOH), un liquido incolore irritante con odore molto pungente, è contenuto nel veleno presente nel pungiglione delle api ed è secreto anche dalle formiche (da quest'ultima caratteristica deriva il nome). È l'agente responsabile del dolore e del rigonfiamento dei tessuti quando viene rilasciato da questi insetti. L'acido formico è uno degli acidi carbossilici più forti.

Gruppo acetilico

L'acido acetico (CH_3COOH) è uno dei componenti dell'aceto di vino, nel quale è contenuto in soluzione al 4-5%, e può essere preparato per ossidazione dell'alcol etilico. Il **gruppo acetilico**, indicato come



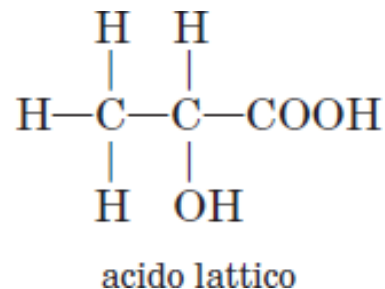
deriva dall'acido acetico e riveste un ruolo molto importante in numerose reazioni metaboliche. L'acido citrico si trova negli agrumi.



Idrossiacido

Come indicato dalla formula di struttura, oltre ad essere un acido tricarbossilico, contiene anche un gruppo ossidrilico (—OH) e, quindi, viene indicato come un idrossiacido. Il *citrato di magnesio*, un suo sale, viene utilizzato come purgante. Il *citrato di sodio*, invece, viene usato come anticoagulante, perché rimuove gli ioni calcio presenti nel sangue necessari per il processo di coagulazione.

L'acido lattico si trova nel latte acido in seguito alla fermentazione del lattosio, lo zucchero del latte, e ha la seguente formula di struttura:



L'acido lattico è un idrossiacido monocarbossilico e viene prodotto nell'organismo umano nella glicolisi anaerobica lattacida

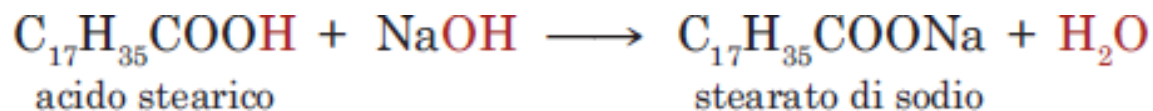


L'acido ossalico è un altro dei più forti acidi carbossilici. Esso viene utilizzato come smacchiante ed è particolarmente efficace contro le macchie di ruggine. I suoi sali, gli ossalati, hanno anche un'azione anticoagulante, perché complessano gli ioni calcio presenti nel sangue. Comunque, può essere utilizzato solo in laboratorio per il trattamento dei campioni di sangue che devono essere analizzati in quanto, se introdotto direttamente nel circolo sanguigno, risulta velenoso.

L'acido piruvico, che si forma durante la glicolisi, è un chetoacido e rappresenta una forma ossidata dell'acido lattico. L'acido piruvico nei globuli rossi e nel muscolo è essere ridotto ad acido lattico (glicolisi anaerobica o lattacida) mentre negli altri tessuti viene convertito in acetil-coA, che entra nel ciclo di Krebs

L'acido tartarico, un altro idrossiacido, si trova in molti frutti e principalmente nell'uva. Un suo sale acido, il tartrato acido di potassio, viene utilizzato come lievito per la preparazione dei dolci. Il tartrato di sodio e potassio viene utilizzato come purgante blando.

L'acido stearico è un solido oleoso insolubile in acqua; è un esempio di acido La sua formula è $C_{17}H_{35}COOH$. Il suo sale sodico, lo stearato di sodio, costituisce il comune sapone.

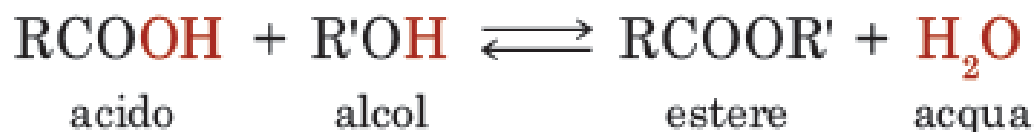


ESTERI

- ❖ Gli esteri hanno la seguente formula generale:



- ❖ Essi possono essere prodotti per reazione tra un alcol e un acido carbossilico, che può essere così schematizzata (R e R' possono essere due gruppi alchilici identici o differenti):

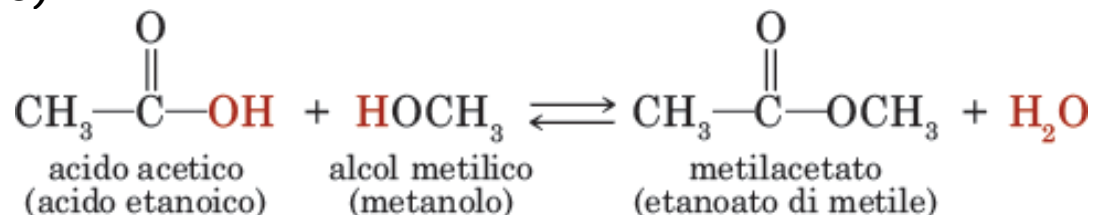


- ❖ Si noti che questa è una reazione di equilibrio e, quindi, avviene anche la reazione inversa. Quest'ultima è una reazione di idrolisi che produce un acido carbossilico e un alcol.



Esterificazione

Un esempio di reazione di esterificazione è il seguente, dove l'estere prodotto viene chiamato metil acetato (nome comune) o etanoato di metile (nome ufficiale):



Idrolisi di un estere

Un esempio di reazione di idrolisi di un estere è quella che avviene nell'organismo umano quando i grassi e gli oli vengono digeriti:

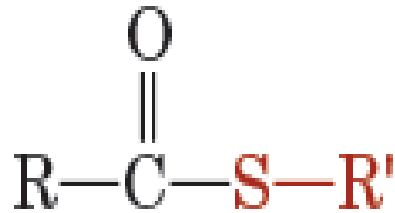


Alcuni esteri, reagendo con NaOH, danno luogo al processo di saponificazione.



Tioesteri

I tioesteri hanno la seguente formula generale:



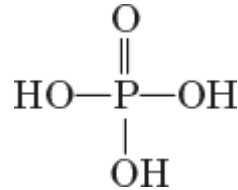
dove il prefisso **tio-** indica la presenza di un atomo di zolfo al posto dell'atomo di ossigeno legato al gruppo carbonilico.

Molti tioesteri si trovano nei sistemi biologici; il più importante di questi è l'**acetil-coenzima A**, che viene abbreviato come **acetil-CoA**. Esso è un composto chiave nelle reazioni metaboliche dell'organismo umano; è coinvolto nella sintesi dei grassi, dei corpi chetonici e degli amminoacidi.

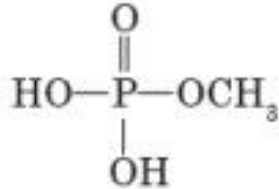


Esteri fosforici

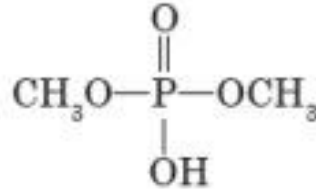
Quando un composto organico contenente un gruppo —OH reagisce con l'acido fosforico (H_3PO_4) si formano gli esteri fosforici. **L'acido fosforico** è un acido triprotico:



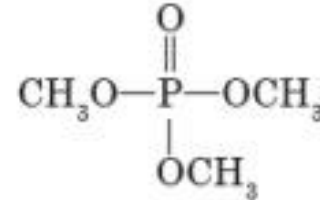
e quindi può formare vari esteri fosforici:



metildiidrogenofosfato



dimetilidrogenofosfato



trimetilfosfato

presenti nei seguenti composti biologici:

- 1. adenosina trifosfato (ATP), adenosina difosfato (ADP) e adenosina monofosfato (AMP)**, i composti che contengono e trasferiscono l'energia durante il metabolismo;
- 2. adenosina monofosfato ciclico (cAMP)**, un importante messaggero chimico che regola diverse attività cellulari;
- 3. acido deossiribonucleico (DNA) e acido ribonucleico (RNA)**, il materiale ereditario delle cellule;
- 4. fosfolipidi**, che si trovano nelle membrane cellulari e nei tessuti;
- 5. fosforilasi**, enzimi coinvolti nelle reazioni di addizione di gruppi fosfato ai carboidrati.



AMMINE

- Le ammine sono composti organici che possono essere considerati derivati dall'ammoniaca. Ci sono **tre classi di ammine: primarie, secondarie e terziarie**. In questo caso i termini primaria, secondaria e terziaria si riferiscono direttamente al numero di atomi di idrogeno dell'ammoniaca sostituiti con gruppi alchilici. Questi stessi termini negli alcoli si riferiscono al numero di atomi di carbonio legati al carbonio che lega il gruppo $-OH$.
- Le **ammine primarie** sono quelle in cui un atomo di idrogeno dell'ammoniaca (NH_3) è stato sostituito con un gruppo alchilico. Esse hanno la formula generale **RNH_2** .
- Le **ammine secondarie** sono quelle in cui due atomi di idrogeno dell'ammoniaca sono stati sostituiti con gruppi alchilici. Esse hanno la formula generale **R_2NH** .
- Le **ammine terziarie** sono quelle in cui tutti gli atomi di idrogeno dell'ammoniaca sono stati sostituiti con gruppi alchilici. Esse hanno la formula generale **R_3N** .



La **nomenclatura comune delle ammine** viene effettuata facendo seguire il suffisso -ammina al nome dei gruppi alchilici legati all'azoto. Se ci sono due o tre gruppi identici si usano i prefissi di- e tri- prima del nome del gruppo alchilico. Questo sistema viene utilizzato solo per ammine relativamente semplici. Per composti più complessi il prefisso ammino- denota la presenza di un gruppo —NH₂ nella molecola.

TABELLA 11.2 Ammoniaca e ammine semplici

Nome	Formula	Esempio
Ammoniaca	NH_3 o $\begin{array}{c} \text{H}-\text{N}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	
Ammine primaria	RNH_2	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{N} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ o CH_3NH_2 (metilammina)
Ammine secondaria	R_2NH	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{N}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ o $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$ (dimetilammina)
Ammine terziaria	R_3N	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{N}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \quad \quad \text{H} \end{array}$ o $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ (trimetilammina)

Tra le ammine più importanti dal punto di vista biologico o farmacologico vanno ricordate l'istamina, le basi azotate degli acidi nucleici, i barbiturici, alcuni allucinogeni e le anfetamine.

Alcune ammine si formano in seguito alla decomposizione di materiale biologico, come la putrescina e la cadaverina.

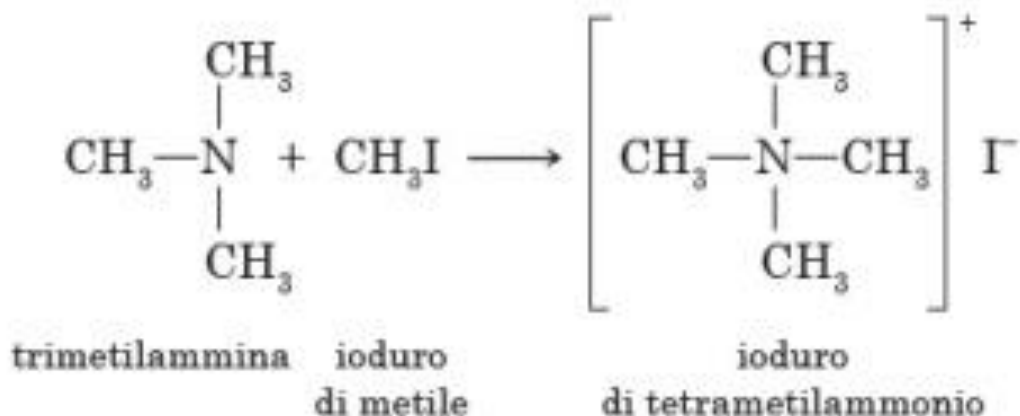


Reazioni delle ammine

- ❑ Quando le ammine reagiscono con un acido, per esempio l'acido cloridrico, si formano i loro **sali di ammonio**, mostrando così il loro comportamento basico. I sali di ammonio che si formano in seguito alla reazione con acido cloridrico vengono frequentemente denominati mettendo il nome cloruro prima del nome dell'ammina. Alcuni esempi sono il cloruro di tiamina (la vitamina B1) e il cloruro di procaina (novocaina, un anestetico locale). Come farmaci vengono utilizzati i cloruri anziché le ammine, perché essi sono più solubili in acqua.
- ❑ In generale le ammine sono composti basici, infatti reagiscono con gli acidi per formare i sali e si comportano, quindi, secondo la definizione di una sostanza basica, che è quella capace di accettare protoni (H^+). Si confrontino le seguenti reazioni tra ammine e acido cloridrico con quelle di una base inorganica con un acido per la formazione di sali.



I sali di ammonio quaternari si formano dalle ammine come esemplificato dalla seguente reazione:



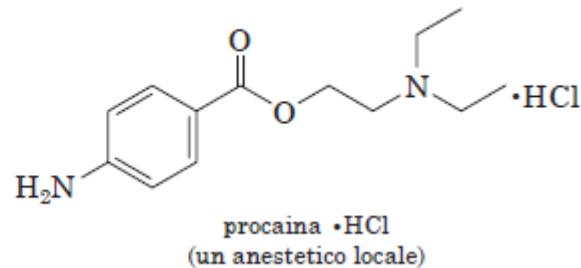
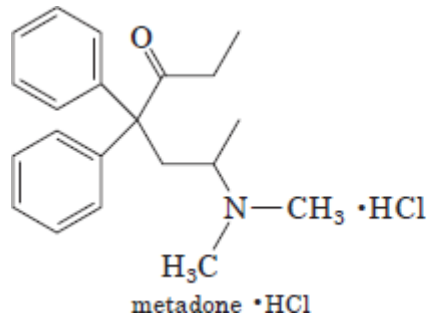
Alcuni sali di ammonio quaternari hanno un'azione sia detergente sia antibatterica e vengono utilizzati in medicina come antisettici. Ad esempio, il *cloruro di benzalconio* viene utilizzato in soluzione allo 0,1% per la conservazione degli strumenti chirurgici sterili; invece le sue soluzioni allo 0,01-0,02% vengono utilizzate come disinfettanti cutanei, mentre allo 0,005% esso viene utilizzato per lavande vescicali ed uretrali.



Solubilità dei farmaci nei liquidi corporei

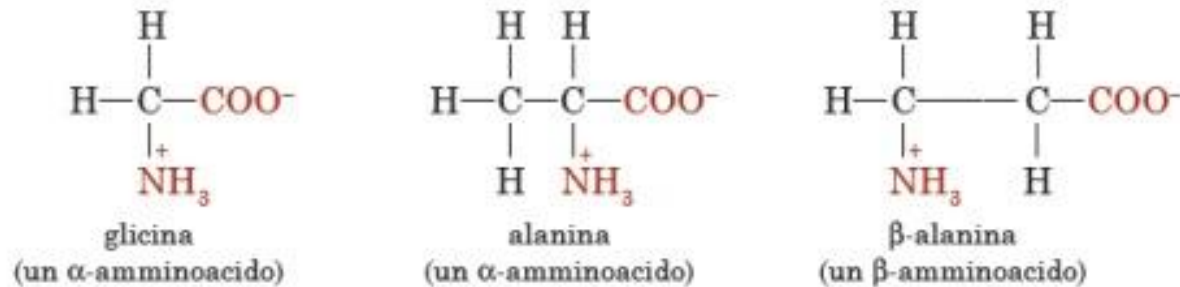
Molti farmaci hanno “•HCl” o altri acidi come parte della loro formula chimica e, in qualche caso, come parte del loro nome comune. Di solito questi farmaci sono ammine che sono insolubili in fluidi corporei come il plasma sanguigno e il fluido cerebrospinale. Il farmaco, per poter essere assorbito e trasportato nel fluido corporeo, deve essere trattato con un acido per formare un sale di ammonio solubile in acqua. Il metadone, utilizzato nel trattamento del dolore cronico e della dipendenza da oppiacei, è venduto come cloruro solubile in acqua. La novocaina, uno dei primi anestetici locali, è il sale della procaina con acido cloridrico.

Oltre all'incremento della solubilità in acqua, c'è un altro motivo nel preparare questi e altri farmaci a base di ammine come sali. Le ammine sono suscettibili di ossidazione e decomposizione in presenza di ossigeno atmosferico, con una corrispondente perdita dell'attività biologica. In confronto, i sali delle ammine sono molto meno suscettibili di ossidazione mantenendo la loro efficacia per più tempo.



AMMINOACIDI

Gli amminoacidi sono composti organici che contengono sia un gruppo carbossilico sia un gruppo amminico. Esempi di amminoacidi sono:



La notazione con le lettere greche viene utilizzata per designare la posizione del gruppo amminico nella catena. L'atomo di carbonio adiacente a quello impegnato nel gruppo carbossilico ($-\text{COOH}$) viene designato come carbonio alfa (α). I successivi nella catena sono detti beta (β), gamma (γ), delta (δ) e così via.

Composti anfoteri

- Gli amminoacidi contengono un gruppo $-\text{COOH}$ e, quindi, sono composti acidi; essi contengono però anche un gruppo $-\text{NH}_2$, che è basico. Di conseguenza, gli amminoacidi hanno proprietà sia acide che basiche e possono reagire sia con gli acidi che con le basi. I composti di questo genere, che si comportano sia da acidi che da basi, o che possono reagire sia con gli acidi che con le basi, vengono chiamati composti anfoteri.
- Gli amminoacidi sono i composti costituenti le proteine; in particolare, le proteine sono polimeri di α -amminoacidi



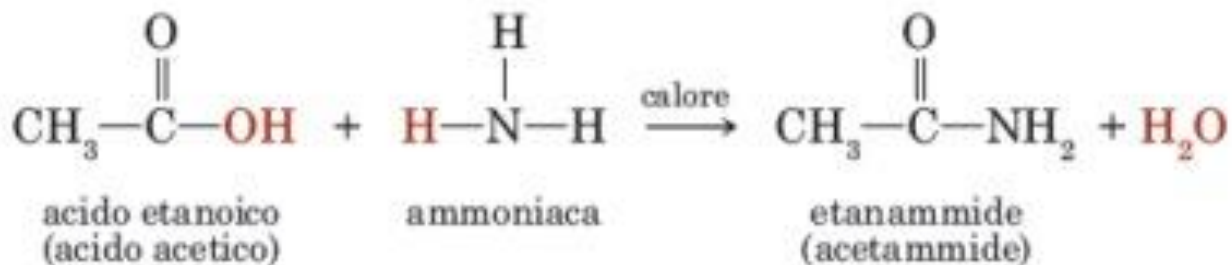
AMMIDI

Legame ammidico

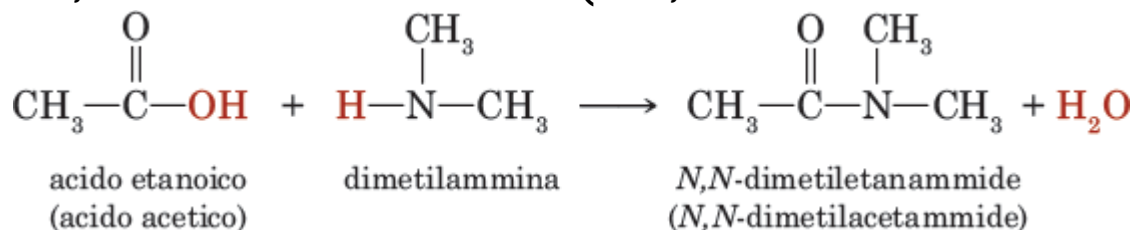
Le ammidi contengono un legame covalente tra un gruppo carbonilico (—C=O) e un gruppo amminico (—NH_2), chiamato legame ammidico.

Formazione delle ammidi

Gli acidi carbossilici (e alcuni loro derivati, quali i cloruri e le anidridi) possono reagire con l'ammoniaca o con le ammine per formare le ammidi. L'amide che deriva dalla reazione di condensazione (perdita di una molecola d'acqua) che avviene tra acido acetico (acido etanoico) e ammoniaca viene chiamata acetammide (o etanammide):



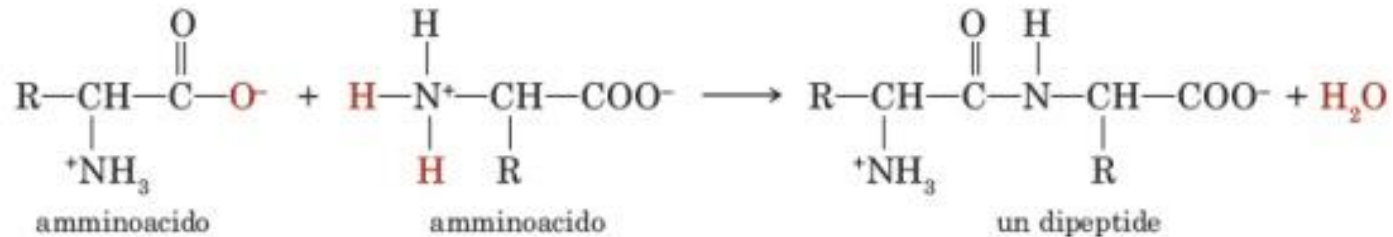
L'amide che deriva dalla reazione dell'acido acetico con la dimetilammina viene chiamata N,N-dimetilacetammide (o N,N-dimetiletanammide):



Proprietà delle ammidi

Le ammidi sono composti neutri se vengono confrontate con le ammine, che sono invece basiche. Per idrolisi acida producono gli acidi carbossilici, mentre per idrolisi basica producono i sali degli acidi carbossilici.

Se due amminoacidi si combinano attraverso un legame tra il gruppo carbossilico di uno e il gruppo amminico dell'altro, avviene la seguente reazione:



Legame peptidico

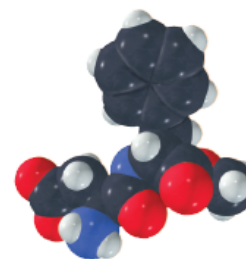
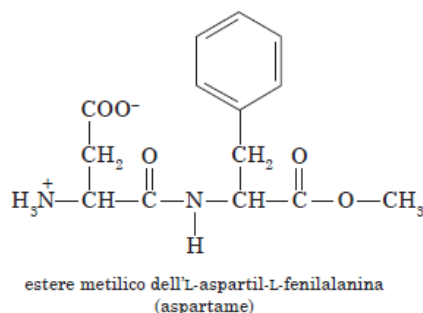
Questi due amminoacidi sono tenuti insieme da un legame peptidico, un tipo particolare di legame ammidico.

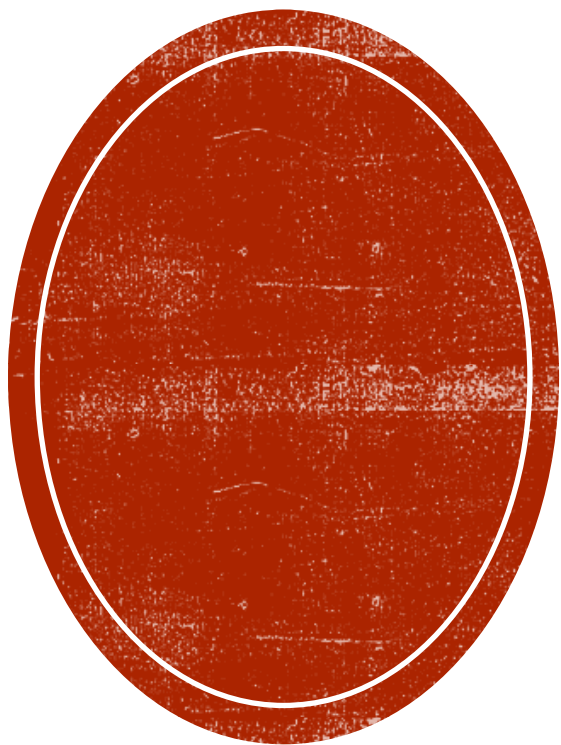


L'aspartame, il peptide dolce

Il dipeptide L-aspartil-L-fenilalanina è di notevole importanza commerciale. Il residuo di aspartato ha un gruppo $\alpha\text{-NH}_3^+$ libero, l'N-terminale della molecola, e il residuo di fenilalanina ha un gruppo $\alpha\text{-COO}^-$ libero, il C-terminale della molecola. Questo dipeptide è circa 200 volte più dolce dello zucchero. Un estere metilico derivato da questo dipeptide ha ancora maggiore importanza commerciale. Questo derivato ha un gruppo metilico all'estremità C-terminale legato con legame estereo al gruppo carbossilico. Il derivato metilico è detto aspartame ed è commercializzato come sostituto dello zucchero.

L'uso di questo dolcificante è stato approvato dalla US Food and Drug Administration nel 1981, dopo numerosi test, anche se ci sono ancora notevoli controversie circa la sua sicurezza. Le bevande ipocaloriche analcoliche dolcificate con aspartame portano etichette di avvertimento sulla presenza di fenilalanina. Questa informazione è di vitale importanza per le persone affette da fenilchetonuria, una malattia genetica del metabolismo della fenilalanina. Si noti che entrambi gli amminoacidi hanno la configurazione L. Se uno dei due amminoacidi o entrambi vengono sostituiti da un amminoacido D, il derivato risultante è amaro anziché dolce.





▪ **CONCETTI CHIAVE**

- •Per **ossidazione di un alcol primario si ottiene un'aldeide**. Questi composti sono caratterizzati dal gruppo funzionale —CHO e hanno la formula generale RCHO . L'aldeide con un solo atomo di carbonio è la formaldeide o metanale; quella con due atomi di carbonio è l'acetaldeide o etanale. Una soluzione acquosa di formaldeide, conosciuta come formalina, ha un elevato potere germicida.
- •Le **aldeidi possono essere ulteriormente ossidate ad acidi carbossilici**.
- •L'**ossidazione di un alcol secondario porta alla formazione di un chetone**. I chetoni sono caratterizzati dalla presenza del gruppo carbonilico e hanno formula generale RCOR .
- •Per **ossidazione di un'aldeide si ha la formazione di un acido carbossilico**. La formula generale di un acido carbossilico è RCOOH . Il gruppo —COOH in soluzione rilascia ioni H^+ e, quindi, ha un comportamento acido. Gli acidi carbossilici reagiscono con le basi per formare i sali organici (carbossilati).
- •L'acido formico (HCOOH), l'acido acetico (CH_3COOH), l'acido citrico, l'acido lattico e l'acido ossalico sono alcuni importanti acidi carbossilici naturali.



- •Quando un acido carbossilico reagisce con un alcol, si produce un composto chiamato **estere**, che ha la **formula generale $RCOOR'$** .
- •Quando un acido carbossilico reagisce con un tioalcol, si forma un **tioestere**. Quando l'acido fosforico reagisce con un alcol si forma un estere fosforico. Tioesteri e fosfoesteri sono presenti in alcune molecole di importanza biologica come l'acetil coenzima A e i nucleotidi.
- •Le **ammine** sono composti organici nei quali un gruppo alchilico ha sostituito uno o più atomi di idrogeno dell'ammoniaca. Le ammine sono composti basici che formano facilmente sali.
- •Gli **amminoacidi** sono composti organici che contengono sia un gruppo amminico sia un gruppo carbossilico. Gli α -amminoacidi sono i costituenti delle proteine.
- •Le ammidi si ottengono per reazione di condensazione tra un acido carbossilico e l'ammoniaca o un'ammina.
- •Gli amminoacidi nelle proteine sono legati tra di loro da legami peptidici (legami ammidici).