

FORMULA RADULARE

Il numero totale dei denti di una radula di gasteropode varia da 1 a 750.000 che si possono contare in alcune specie del genere *Umbraculum*. Il numero delle file dei denti può essere molto basso o raggiungere diverse centinaia. Il numero dei denti e la loro forma in una fila differiscono da specie a specie ma è pressoché costante all'interno di una specie. In alcuni nudibranchi la forma dei denti può subire profonde modifiche in rapporto all'età ed alla conseguente modifica delle abitudini alimentari.

Si può stabilire una formula radulare che mette in evidenza la simmetria di ogni fila, il numero di denti centrali e laterali, per esempio nei Cefalopodi 3-1-3, nei Polmonati 50-1-50.

Nei Poliplacofori invece essa è costituita da 15 denti per fila (una centrale e 7 laterali) 7 - 1 - 7.

Il numero dei denti di una fila è un carattere specifico importante, per questo è abitudine rappresentarlo per mezzo di una formula (formula radulare) che indichi il numero dei denti di ogni singola fila.

Essa è formata da una serie di numeri (di norma 5) che si riferiscono ai denti di ogni serie (rachidiano, laterali, marginali) presenti in ogni fila.

Il segno	Indica che
0	I denti di una certa serie mancano
n	Il numero dei denti di una certa serie è alto o variabile
00	Questi denti sono tanto numerosi da essere non contabili
D	Il dente laterale dominante
R	Il dente rachidiano o centrale
*	Il dente non ha cuspidi
+	I numeri delle serie sono divisi dai segni + tutti equivalenti

Pertanto, come esempio, si hanno queste formule:

a. $1+1+1+1+1$

che dimostra la presenza di un dente centrale o rachidiano, di due denti laterali (uno per ogni lato del rachidiano) e di due denti alle estremità.

b. $1+0+1+0+1$

che dimostra la presenza di un dente rachidiano, l'assenza di denti laterali e di un dente alle estremità

c. $00+D+4+R+4+D+00$

che indica la presenza di 1 dente rachidiano (R), di 5 denti laterali ad ogni lato del rachidiano di cui il più esterno è quello dominante (D) e di un elevato numero di denti marginali alle estremità destra e sinistra della fila (00)

d. n^*+0+n^*

indica l'assenza del dente rachidiano, un elevato numero di denti laterali (privi di cuspidi) e l'assenza di denti marginali (in questo caso lo "0" ad ognuna delle estremità può essere omesso).

Il numero delle file dei denti presenti in una radula può essere aggiunto in fine o all'inizio della formula, tra parentesi ed accompagnato dal segno di moltiplicazione. Per esempio $1+1+1$ (x 63) significa che il nastro radulare comprende 63 file di denti, ognuna delle quali è formata da un dente rachidiano e da un dente laterale posto ad ognuno dei suoi lati.

Formula radulare nei mammiferi

I mammiferi hanno sviluppato dei denti unici in tutto il regno animale che li rendono tanto speciali.

La dentatura è lo sviluppo dei denti e della loro disposizione nella bocca.

Tutti i mammiferi, tranne i monotremati, gli edentati, i pangolis, i cetacei, hanno fino a quattro tipi distinti di denti con un numero massimo per ciascuno. Questi sono l'incisivo, il canino, il premolare ed il molare.

I mammiferi sono:

- tecodonti, con i denti raccolti negli alveoli dove vengono tenuti in sede da strutture legamentose (periodonzio);

- difiodonti, i mammiferi che hanno due dentizioni: quella da latte nei cuccioli e quella definitiva che compare in seguito;
- eterodonti, con denti diversi sia morfologicamente che funzionalmente;
- omodonti, con i denti tutti uguali.

Il numero di denti di ogni tipo è indicato come formula dentale.

Le formule dentali:

1. la formula umana è:

2 1 2 3

2 1 2 3

2. la formula dei mammiferi difiodonti è:

2 1 2 0

2 1 2 0

3. la formula dei gatti è:

3 1 3 1

3 1 3 1.

4. la formula dentale massima per i mammiferi eterodonti è:

5 1 4 4

4 1 4 4

5. l'armadillo è un omodonte con la seguente formula dentale:

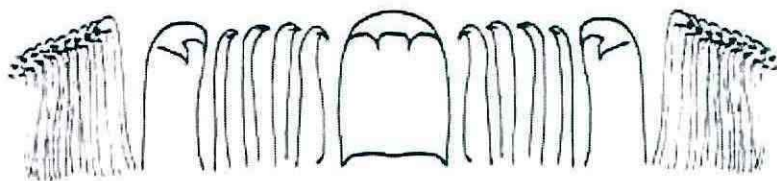
7/7

Alcune formule dentali

RIPIDOGLOSSA (dal greco rhips, ripidos=ventaglio)

È la radula di alcuni gasteropodi primitivi rappresentati dalle famiglie *Haliotidae*, *Fissurellidae*, *Trochidae*, *Turbinidae* con un grande dente centrale, da 5 denti laterali e moltissimi marginali.

Formula $00+D+4+R^*+4+D+00$



Famiglia	Opercolo	Dieta
NERITIDAE	Calcareo	Vegetariana
PHASIANELLIDAE	Corneo	»
ANGARIIDAE	»	Per lo più vegetariana
TURBINIDAE	Calcareo	Vegetariana (alghe)
TROCHIDAE	Corneo	Erbivora-detriti
FISSURELLIDAE	Assente	Vegetariana (alghe)
HALIOTIDAE	»	»

DOCOGLOSSA (dal greco dokòs = trave, legno e glossa=lingua)

Formula: 3+D+2+R+2+D+3

E' la radula tipica delle Patelle. Il dente centrale è assente, vi sono 3 denti laterali (di cui il più esterno è più grosso) e 3 denti marginali. Tale tipo di radula è, assieme al precedente, tipico di molluschi erbivori, atta a tritare il film algale del substrato.

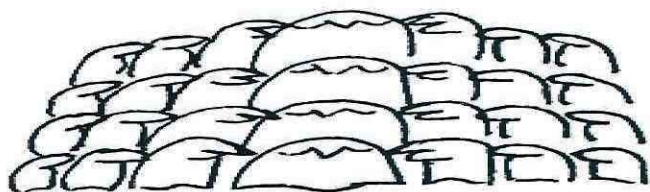
Famiglia	Opercolo	Dieta
PATELLIDAE	Assente	Vegetariana
ACMAEIDAE	»	»
NERITIDAE	Calcareo	»
PHASIANELIDAE	Corneo	»
ANGARIIDAE	Corneo	Per lo più vegetariana
TURBINIDAE	Calcareo	Vegetariana (alghe)
TROCHIDAE	Corneo	Erbivora - detriti
FISSURELLIDAE	Assente	Vegetariana (alghe)
HALIOTIDAE	»	Vegetariana

TAENIOGLOSSA (dal greco: tainia= nastro, fettuccia, fascia e glossa = lingua)

Formula: 3+R+3 oppure 2+1+R+1+2

Il numero di denti si va riducendo man mano che saliamo nella scala evolutiva. Qui vi è un dente centrale, uno laterale e 2 marginali. La troviamo, tra gli altri, in Strombidae, Cypraeidae, Cassidae, Naticida e Bursidae.

La radula dei cipreidi è costituita da un dente centrale (dente rachidiale), con due serie speculari di denticoli laterali (per la precisione un dente laterale e due denti marginali per lato).



Famiglia	Opercolo	Dieta
TURRITELLIDAE	Corneo	Mista
VERMETIDAE	»	»
POTAMIDIDAE	Corneo	Alghe
CERITHIDAE	Corneo	Vegetariana
THIARIDAE	Corneo	Detritica
LITTORINIDAE	Sottile e corneo	Vegetariana
APORRHAIIDAE	Corneo	Detritica
STROMBIDAE	Corneo	Erbivora
RANELLIDAE ex CYMATIIDAE	» robusto	Carnivora
COLUBRARIIDAE ex BUCCINIDAE	Corneo	»
FIGIDAE	Assente	»
BURSIDAE	Corneo	»
TONNIDAE	Gen. assente	»
CASSIDAE	Corneo	»
TRIVIIDAE o ERATOIDAE	Assente	»
NATICIDAE	Corn./cal.reo	»
CYPRAEIDAE	Assente	Gen. carnivora
OVULIDAE	»	Carnivora
CALYPTRAEIDAE	»	Detritica
XENOPHORIDAE	Corneo sottile	»

RACHIGLOSSA (dal greco rhàchis= colonna vertebrale e glossa=lingua)

Formula: 1+R+1 oppure 0+R+0

Si trova in molluschi per lo più carnivori, come Muricidae, Buccinidae, Fasciolaridae, Olividae, Harpidae, Volutidae Mitridae e presenta solo 1 dente centrale ed 1 laterale, con molte cuspidi.

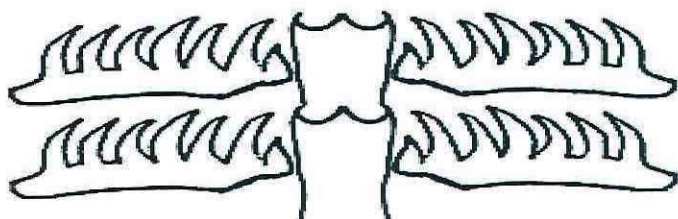
Famiglia	Opercolo	Dieta
MURICIDAE	Corneo	Carnivora
RAPANIDAE	»	»
COLUMBARIIDAE	Corneo a foglia	»
THAIDIDAE	Corneo	»
MELONGENIDAE	Corneo	»
COLUMBELLIDAE o PYRENIDAE	»	Generalmente carnivora
BUCCINIDAE	Corneo	Carnivora
FASCIOLARIDAE	Corneo	»
NASSARIDAE	»	» (carogne)
VOLUTIDAE	Poche l'hanno corneo	»
HARPIDAE	Assente	»
VASIDAE	Corneo	»
MARGINELLIDAE	Gen. assente	»
MITRIDAE	Poche l'hanno corneo	»
OLIVIDAE	Gen. assente	»
COSTELLARIIDAE ex MITRIDAE	Assente	»

TOXOGLOSSA (dal greco Toxicòn=veleno e glossa=lingua)

Formula: R oppure 1+0+1

È la radula più evoluta, con solo 2 denti laterali tipica dei predatori, come Conidae e Turridae.

I denti laterali possono essere modificati e, come nei Coni, trasformarsi in arpioni che vengono lanciati contro le prede. A tale radula è associata una ghiandola velenifera, da cui il nome.



Famiglia	Opercolo	Dieta
CONIDAE	Corneo	Carnivora
TEREBRIDAE	»	» Alcune prive di radula
TURRIDAE	Corneo quando c'è	Carnivora

HISTRICOGLOSSA (dal greco hystrix, hystrichos= riccio e glossa = lingua)

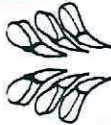
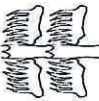

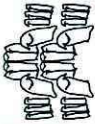

Forma di radula ripidoglossa, specializzata, posseduta dai Pleurotomariidae. Si caratterizza per la presenza di una classe di denti che sono provvisti di un pennacchio di setola fine nei denti marginali.

Famiglia	Opercolo	Dieta
PLEUROTOMARIIDAE	Corneo	Vegetariana

PTENOGLOSSA

Famiglia	Opercolo	Dieta
ARCHITECTONICIDAE	Corneo	Mista
EPITONIIDAE		Carnivora
STRUTHIOLARIIDAE	Corneo	Detritica

SCHEMA

TOXOGLOSSA (dal greco toxos=veleno e glossa=lingua)	Turridae Terebridae Comidae		
HISTRICOGLOSSA (dal greco: hystrix, istriceo= riccio e glossa=lingua)	Pleurotomariidae		
RACHIGLOSSA	Muricidae Buccinidae Fasciolaridae Olividae Harpidae Volutidae Mitridae Pugilina		Neogastropoda 
PTENOGLOSSA (dal greco: ptenos=che tiene una penna e glossa=lingua)	Epitoniidae Janthinidae		
TAENIOGLOSSA (dal latino: tenia=nastro e glossa=lingua)	Mesogastropoda Strombidae Cypraeidae Cassidae Naticidae Bursidae		
DOCOGLOSSA (dal greco: dokos=vedetta, trave e glossa=lingua)	Patellidae Acmeidae		
RIPIDOGLOSSA (dal greco: ripis=venaglio e glossa=lingua)	Fissurellidae Trochidae Comidae Neritidae Turbinidae Tricolia		

Senza radula

Famiglia	Opercolo	Dieta
CORALLIOPHILIDE	Corneo	Carnivora

UNA RADULA DEL TUTTO PARTICOLARE

La difficile individuazione delle radule che può essere effettuata soltanto attraverso il microscopio elettronico crea attorno alle stesse un certo mistero proprio per la difficoltà di avere un immediato contatto con queste parti dell'animale che l'uomo comune non conosce perché, a volte, non si pone nemmeno la domanda di come i gasteropodi attendono alla loro nutrizione.

Abbiamo visto che nella maggior parte dei Gasteropodi la radula consiste in un numero variabile di piastre chitinee di varia forma e misura con le quali il cibo viene letteralmente raschiato e che con il passare del tempo e per l'uso continuo si consumano e vengono sostituite.

Nei generi *Conus*, unitamente ai generi *Tenebra* e *Turris*, si è evoluta una forma particolare di radula la quale si è ridotta ad un dente acuminato e scanalato atto ad arpionare la preda e ad iniettare in essa un potente veleno. I denti sono indipendenti gli uni dagli altri e sono disposti su un solo paio di sottili bande marginali. Sono allungati a forma di arpione e percorsi longitudinalmente da una scanalatura che facilita lo scorrimento della secrezione velenosa prodotta dalle ghiandole salivari. Mentre l'estremità è a forma di arpione l'altra è collegata alla membrana radulare tramite un esile filamento dello stesso tessuto.

Denti più simili a lance che vengono totalmente sostituiti ogni qual volta vengono usati.

La conformazione dei denti della radula è in relazione alle abitudini alimentari dei conchi che, da questo punto di vista, possono distinguersi in piscivori, molluscivori e vermivori e varia notevolmente, in forma e

dimensioni, da specie a specie. Possono essere molto piccoli in taluni conchi vermivori o molto lunghi, fino a 20 mm, nei conchi pescivori di grossa taglia.

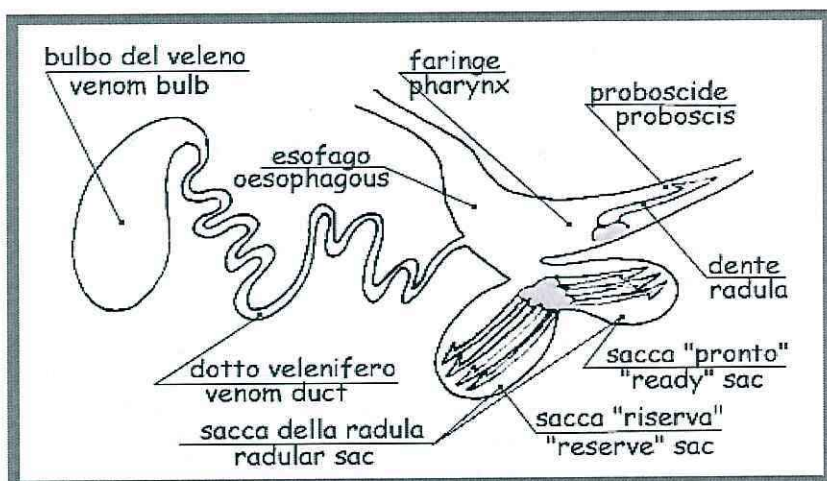
I numeri possono variare da una decina a più di cinquanta.

Il *Conus* piscivoro si avvicina alla preda e la colpisce con l'arpione intriso di veleno scagliato dalla sua proboscide come da una cerbottana. L'effetto è molto rapido, qualche secondo. Se il colpo fallisce, la proboscide viene nuovamente armata per un altro tiro.

Nel caso del *Conus* vermivoro la sequenza è analoga, ma con toni meno vistosi ed il verme viene aspirato come uno spaghetti.

Il *Conus* molluscivoro introduce nella conchiglia di altro mollusco la proboscide, inietta il veleno e poi ne succhia le linfe vitali e le carni.

Sono contenuti in una sacca la quale non è in comunicazione diretta con la proboscide.



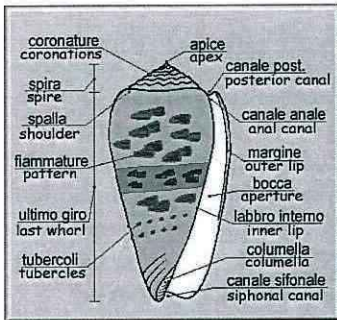
Radular System (from J.G.Walls) Apparato della radula (da J.G.Walls)

L'apparato della radula di un conus consta di tre parti:

1. il bulbo del veleno, che non produce il veleno ma sembra abbia la funzione di spingerlo attraverso il dotto velenifero, dove viene elaborato, fino alla sacca in cui sono alloggiati i denti radulari;

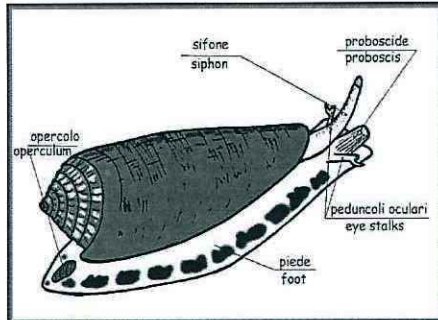
2. il dotto velenifero;
3. la sacca radulare è costituita di due parti ben distinte:
 - a. la sacca di riserva, che sembra abbia la funzione di produrre nuovi denti;
 - b. la sacca pronta che contiene solo pochi denti radulari ben conformati.

Con modalità ancora non ben conosciute, i singoli denti pienamente conformati vengono trasferiti dalla sacca di riserva a quella pronta e da qui alla proboscide dove vi è sempre almeno un dente pronto all'uso; durante tale tragitto i denti vengono riempiti di veleno.



Principali parti della conchiglia di un Conus.

Chief parts of a Conus Shell



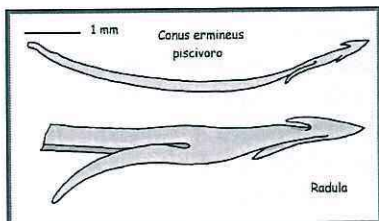
Parti principali del corpo di un Conus.

Main parts of Conus body.

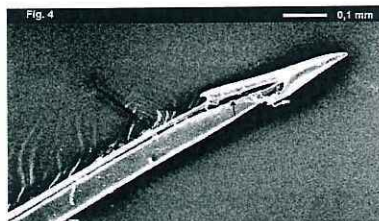
Sopra al piede, nella zona anteriore e in mezzo ai peduncoli oculari, è situata la proboscide che termina nella apertura boccale. Da questa può essere estroflessa la parte anteriore della faringe che porta la radula.

L'apertura boccale e la faringe sono molto elastiche, specialmente nei conì pescivori in modo da consentire anche l'inghiottimento di grosse prede.

Radula di *Conus piscivoro*



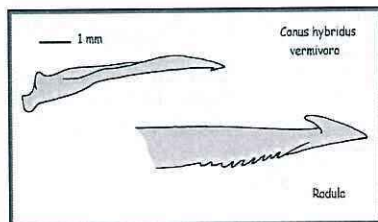
Radula di *Conus emireus* (piscivoro)
In basso: particolare dell'apice -Below: detail



Al microscopio

I denti sono provvisti di uncini nella parte terminale e hanno una lunga asta liscia senza cuspidi alla base.

Radula di *Conus vermivoro*



Radula di *Conus hybridus* (vermivoro)
In basso: particolare dell'apice -Below: detail

I denti dei cono vermivori sono relativamente corti con piccoli uncini e forti dentelli; nella parte centrale dell'asta possono essere presenti rilievi allungati. La caratteristica più evidente è, però, una forte cuspidi posta alla base e proiettata in avanti. E' stato ipotizzato che tale conformazione serva a trattenere il dente all'interno della proboscide dopo che la preda è stata arpionata. In tal modo il cono riuscirebbe ad estrarre il verme dalla sua tana con maggiore facilità.

I coni vermivori presentano bocche piuttosto strette e più ampie dei coni molluscivori.

Radula di conus molluscivoro

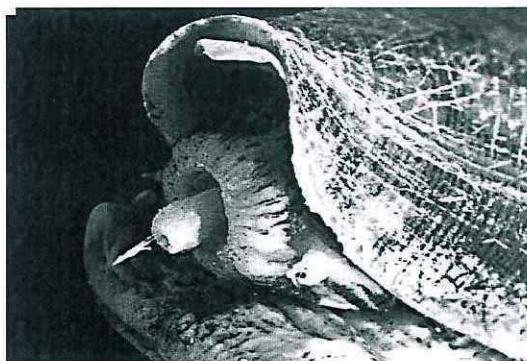
I denti dei coni molluscivori sono caratterizzati dalla presenza di numerosi dentelli e da una robusta cuspidè in prossimità della base. Le conchiglie dei coni molluscivori hanno bocche strette e sono caratterizzate dalla presenza di caratteristici motivi a tenda

Il veleno

Il veleno di cui sono provvisti è una neurotossina complessa che agisce sia direttamente sulla muscolatura paralizzandola sia sul sistema nervoso sia a livello di sensazione di dolore.

È un liquido di colore giallo-biancastro, abbastanza viscoso con un pH basico (7,8-8,1). È relativamente immune sia alle basse sia alle alte temperature e rimane altamente tossico anche dopo trattamento termico. La chimica del veleno è ancora poco conosciuta e piuttosto complessa.

La morte è causata quindi da una insufficienza respiratoria, quando il diaframma e i polmoni risultano completamente paralizzati, ed è seguita da arresto cardiaco.



Arpione di *Conus striatus*