



瘤胃内的纤毛虫及其作用

郭向荣

(河北大学生物系)

反刍动物瘤胃内的微生物有两大类——原生动物和细菌。原生动物主要是纤毛虫，其次是鞭毛虫，还有阿米巴。早在1843年戈贝(Gurby)和戴方德(Delfound)就观察到瘤胃内有纤毛虫生存，当其随食物通过消化道时即行消失。近几十年来在它们的形态、分类、数量变化和虫体代谢等方面的大量研究使得对瘤胃纤毛虫的认识深入了一步。

(一) 瘤胃纤毛虫的分类

已发现的瘤胃纤毛虫有30余种，分属于全毛目(Holotricha)和旋唇目(Spirotricha)。全毛目中常见的是等毛虫属(Isotricha)和厚毛虫属(Dasytricha)，胞体扁卵形，表面被覆稠密的纤毛(图1)。(布契利属——*Büschiella*也曾在我国发现过)。旋唇目的纤毛虫仅在胞体的一定部位存有少量纤毛，它们分列于四个属，即内毛虫属(*Entodinium*)、双毛虫属(*Diplodinium*)、前毛虫属(*Epidinium*)和头毛虫属(*Ophryoscolex*) (图2、3);纤毛、细胞核、骨板都是分类的重要依据。本世纪初，道基尔(Dogiel)将其中的双毛虫属分

为四个亚属，到六十年代诺罗-台莫西(Noirot-Timothee)将本属定为六个亚属，亨盖特(Hungate)等¹⁾认为这种分法最适宜。

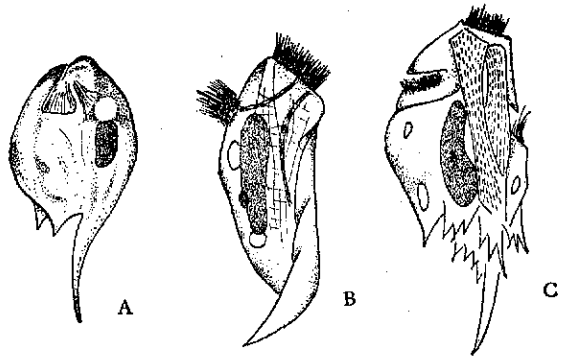


图2 旋唇目中的三个属举例

- A. *Entodinium caudatum* (30×20μm) (内毛虫属)
(依广濑可恒, 1956)
B. *Epidinium caudatum* (130×55μm) (前毛虫属)
C. *Ophryoscolex caudatus* (47×60μm) (头毛虫属)
(B及C依 R.R. 库多, 1954)

(二) 瘤胃内纤毛虫的数量及其影响因素

笼统地说，每毫升瘤胃内容物含有纤毛虫几十万到一百多万，其中内毛虫属最多，双毛虫属次之，余者甚少。这种比例随食物成分而变，例如给动物吃多量淀粉，内毛虫属占优势，吃大量纤维素则双毛虫属占优势；作者曾观察到，给水牛吃青草时全毛目种类比在吃干稻草时明显增多。

饲料成分和饲喂后的时间以及与此相关联的瘤胃内 pH 值，是影响纤毛虫总数的主要因素。向干草日粮中添加精料纤毛虫明显增多，

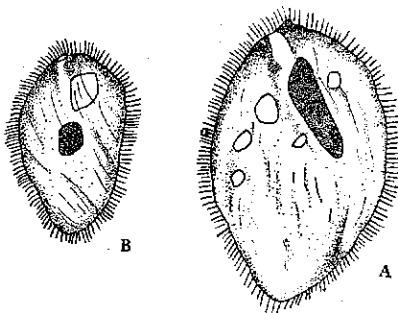


图1 全毛目中两个属举例

- A. *Isotricha prostoma* (190×80μm) (等毛虫属)
B. *Dasytricha ruminantium* (60×30μm) (厚毛虫属)
(依广濑可恒, 1956)

1) Hungate, R. E. et al., 1964, Ann. Rev. Microbiol., 18: 149.

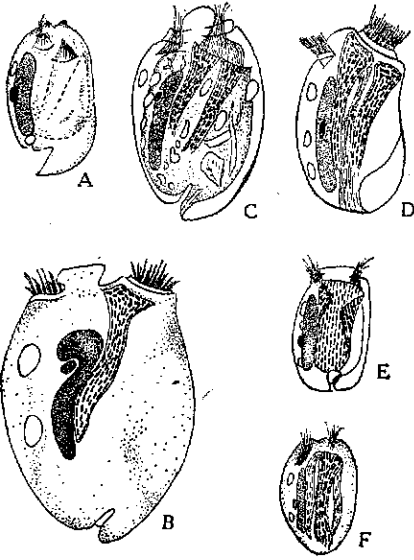


图3 旋唇目中双毛虫属的六个亚属举例

- A. *Diplodinium posterovesiculatum monolobosum* (58×40 μm) (无甲双毛亚属, *Diplodinium sensu stricto*) (依熊大仕, 1932).
 B. *Eudiplodinium maggii* (100—250×60—170 μm) (真双毛亚属, *Eudiplodinium*).
 C. *Polyplastron multivesiculatum* (120—190×80—140 μm) (多甲亚属, *Polyplastron*).
 D. *Elytroplastron hegneri* (110—160×70—95 μm) (鞘甲亚属, *Elytroplastron*).
 E. *Ostracodinium dentatum* (50—110×30—70 μm) (贝甲亚属*, *Ostracodinium*).
 F. *Enoploplastron triloricaum* (85—110×50—70 μm) (刺甲亚属, *Enoploplastron*).
 (以上依 R.R. 库多, 1954)

若精料过多反而使之减少, 单纯喂精料则纤毛虫几乎消失。这是由于过量精料在瘤胃内迅速而强烈发酵, 酸性产物(乳酸为主)剧增, 使 pH 值低于虫体的耐受限度所致。pH 值在 6 以上对虫体很少有抑制作用, 降到 5.5 以下纤毛虫全部死亡。

另外, 饲料相同而饲喂量、喂饲次数以及物理性状不同, 也影响纤毛虫数量。例如令甲组绵羊依其食欲任意采食, 其采食量称“全量”, 乙组只喂给全量的 2/3, 几周后纤毛虫在甲组中消失了, 而乙组仍有很高的数量。此时若减少对甲组的饲喂量(全量的 2/3), 纤毛虫浓度又复上升。将日粮分数次喂给, 瘤胃中纤毛虫数量要比在上午全部一次喂给时高得多。粗糙饲料比磨细的饲料更有利于纤毛虫的发展。这些

都与饲料通过消化道的速度有关; 精饲料吃得多通过快, 粗饲料通过慢。禁食可使纤毛虫减少。绵羊在禁食 24 小时后瘤胃纤毛虫数量下降一半; 禁食初期消失的是全毛目的种类和头毛虫属, 而内毛虫属和双毛虫属生存时间较长。

最后, 即使在同一条件下, 动物个体之间不论是纤毛虫的数量或者某些种类所占比例往往颇有差异。同一动物, 在数日之间也常出现数量上的波动。

(三) 瘤胃纤毛虫群体的建立与发展

纤毛虫在体外不能形成休眠体, 因干燥和暴露于空气而迅速死亡; 粪中也未发现过活的虫体。故幼畜必须经过与成年动物直接接触以“感染”的方式获得纤毛虫。这一现象最早由熊大仕等发现, 后为许多实验证实。在纤毛虫建立发展过程中, 旋唇目早于全毛目, 前者中又以内毛虫属出现最早, 双毛虫属次之。成年动物因故失去纤毛虫再行重建时亦循此序。

饲料是影响纤毛虫建立与发展的首要因素。如同成年动物一样, 补加多量精料能阻碍纤毛虫发展; 断奶后完全喂给精料则长期不出现纤毛虫。有人认为幼畜的饲料以精粗各半为宜, 既能使纤毛虫旺盛发展, 又能满足营养需要。

在纤毛虫的某些种属间有相互消长的关系, 称为对抗作用, 但内毛虫属和全毛目的种类似不受影响。对抗作用如何产生, 尚无直接解释, 已知既不是饲料的影响也不是相互吞食或竞争食物。有实验显示可能是宿主通过某种途径在起作用, 但在瘤胃液和唾液中却未找到具有特殊作用的因素。

(四) 瘤胃纤毛虫在宿主营养中的作用

纤毛虫正常发展对宿主的营养有良好作用, 这已为许多实验所证实。除去纤毛虫后动物生长速度和对饲料的利用率都明显下降, 但并不表现明显病态, 据认为是由于细菌(特别是某些大型细菌)代替了纤毛虫的作用。另一方面,

* 也译作硬甲亚属。因骨板结构并非恒定, 虫体饥饿时其中充满类似细胞质的物质。今从 ostraco-原意。

纤毛虫随食糜移至肠内时虫体本身又作为营养物质被利用。

纤毛虫与细菌协同作用，把饲料中不能被动物直接利用的成分(主要是纤维素)转变成易于吸收的挥发性脂肪酸，从而为宿主提供了所需能量的70%，在这些脂酸中至少有20%来自纤毛虫。协同作用的效果超过了两者单独作用之和，说明纤毛虫除含有消化纤维素的酶类之外，还可能有刺激细菌消化纤维素的因素。

饲料中蛋白质和非蛋白含氮物在瘤胃中降解，主要尾产物是氨——瘤胃氮代谢的中心物质。某些纤毛虫可将蛋白质分解到氨基酸和氨；在氮代谢中刺激氨的生成量增加达一倍以上，并增进宿主的氮保留。这些氨有相当大一部分被微生物用来合成自体蛋白，从而将饲料中非蛋白含氮物的70%变成宿主可利用的蛋

白质。细菌蛋白与纤毛虫蛋白相比，两者的生物价虽一样，但因消化率不同，在对白鼠的饲养实验中后者的净利用(73)高过细菌(60)。由此推断纤毛虫可能为宿主提供了更优质的蛋白质。

有人怀疑特别是内毛虫属只起消极作用，也有人认为纤毛虫可能破坏由细菌合成的B族维生素，但尚未见提出直接证据；纵令属实，也远不能抵销它们为宿主提供的全部利益。

最后，细菌——纤毛虫——宿主之间相互关系的细节远未弄清。体外培养纤毛虫的研究是分析上述关系的重要环节，但迄今多为培养某单一种类，而且较理想的结果不多。至于群体的体外培养更非易事。有人认为，纤毛虫与宿主之间的关系究竟是共生还是共栖，尚难定论。