

381

# 蚯 蚓

黄福珍 编 著



107  
3  
2

农业出版社

厦门水产学院  
海渔系资料室

# 蚯 蚓

黄福珍 编著

农 业 出 版 社

蚯 蚓

黄福珍 编著

---

农业出版社出版（北京朝内大街130号）

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

---

787×1092 毫米 32 开本 6.375印张 130千字  
1982年1月第1版 1982年1月北京第1次印刷  
印数 1—22,000册

统一书号 13144·247 定价 0.67元

## 前 言

蚯蚓是一个潜在的土壤生物资源。它对土壤肥力、物质循环、环境保护、畜、禽和水产养殖以及医药、食品方面都有一定作用。

一百多年前，伟大的自然科学家达尔文，曾经发现并指出蚯蚓在土壤形成和土体翻动中的重要作用，但是没有受到应有的重视。长期以来蚯蚓一直处于自生自灭的自然状态，没有得到人们充分的认识和有意识的加以利用。

近年来国内外对蚯蚓的养殖和利用，普遍引起重视。日本、美国、加拿大、法国、缅甸等许多国家，已建立各种规模的蚯蚓养殖公司或养殖场。国内已有二十七个省市，开展蚯蚓养殖利用的试验研究和生产。但在工作中普遍感到参考资料不足。为了促进蚯蚓养殖利用事业的发展，特将我们历年试验研究资料加以整理并收集国内外有关资料编著成册，以供读者参考。

全书共分十章：前四章包括蚯蚓的生物学特性、生理、生态、分类概况及我国主要蚯蚓的分类学特征。第五至第八章主要论述蚯蚓在土壤肥力中的作用以及在农、林、畜、禽、水产生产和环保、医药、食品中的应用。后两章介绍蚯蚓养殖的方法及利用中应注意的问题。

由于蚯蚓的养殖和利用是一个新兴的事业，许多问题的

研究尚有待深入，许多问题还在探索发展之中。因此本书只能起到抛砖引玉的作用。为了适应不同读者的需要，书中除了介绍蚯蚓的基本知识及其利用方法之外，还就某些问题提出一些探索的途径，例如：利用蚯蚓变革土地利用方式，地上种植物，地下养蚯蚓，实行土地双重利用，以达到促进植物生产又收获动物蛋白的目的。以及利用蚯蚓作为生物动力，达到免耕节能，改土培肥的目的等等。这些问题虽不十分成熟，但是作为探索的问题提供读者参考。关于医用问题，只根据古代医书记述及某些单位的试验资料，未经医药管理部门验证，仅供读者作进一步研究时参考。有关养殖技术，根据国内的实际情况，着重介绍简易养殖和田间养殖的方法。由于笔者水平限制，错误或不妥之处，在所难免。欢迎批评指正。

工作中曾得中国科学院南京土壤所席承藩教授及蒋剑敏先生和南京大学陈义教授及许智芳先生以及西南农学院陈兆畦教授的热心支持和帮助。中国科学院西北水保所张与真负责大部分标本的分析化验并参加资料整理工作。蚯蚓分类学特征，引用陈义教授许多已刊资料。天津师范学院林兰泉提供一些生态观察资料。江苏海安县饲料公司葛律、朱建国提供许多田间养殖的宝贵经验和资料。天津市科委及市饲料研究所戚文仲等提供部分人工养殖的试验资料。吉林生物所于德江等也提供一些东北蚯蚓的养殖和越冬资料。西北水保所唐克丽副教授提供微结构磨片、赵润青副总技师帮助拍片、黄凯负担全书插图的清绘工作。出版社梁玉衡编辑给予热心帮助。在此一并致谢。

编著者

一九八〇年十月

# 目 录

## 前言

第一章 蚯蚓的生物学特性 .....	1
1.1 蚯蚓的形态构造和机能 .....	1
1.2 蚯蚓的化学及生物化学组成 .....	7
1.3 蚯蚓的繁殖方法及生活周期 .....	10
1.3.1 繁殖方法 .....	10
1.3.2 生活周期 .....	15
第二章 蚯蚓的生理 .....	18
2.1 蚯蚓的呼吸及循环生理 .....	18
2.2 蚯蚓的消化代谢及排泄生理 .....	21
2.3 蚯蚓的感觉和内分泌 .....	25
2.4 蚯蚓的再生生理 .....	29
第三章 蚯蚓的生态 .....	31
3.1 蚯蚓在我国土壤中的分布和数量 .....	31
3.1.1 分布 .....	31
3.1.2 数量 .....	32
3.2 蚯蚓的生活习性 .....	39
3.3 蚯蚓的生长发育与环境条件的关系 .....	42
3.3.1 温度对蚯蚓生长发育的影响 .....	42
3.3.2 水分对蚯蚓生长发育的影响 .....	45
3.3.3 土壤溶液对蚯蚓的影响 .....	48
3.3.4 有机物质对蚯蚓的影响 .....	52

3.3.5	土壤机械组成对蚯蚓活动的影响 .....	56
3.3.6	土壤盐分对蚯蚓的影响 .....	57
3.3.7	农药及化肥对蚯蚓的影响 .....	59
<b>第四章</b>	<b>蚯蚓分类概况及我国主要蚯蚓的分类学特征 .....</b>	<b>63</b>
4.1	分类概况 .....	63
4.2	我国主要蚯蚓的分类学特征 .....	65
4.2.1	巨蚓科 .....	65
4.2.2	寒蟥科 .....	74
4.2.3	正蚓科 .....	75
4.2.4	链胃科 .....	80
4.2.5	八毛科 .....	81
<b>第五章</b>	<b>蚯蚓对土壤肥力的作用 .....</b>	<b>83</b>
5.1	蚯蚓在土壤物质循环中的作用 .....	84
5.2	蚯蚓对土壤结构形成的作用 .....	87
5.3	蚯蚓对土壤腐殖质含量及组成的影响 .....	95
5.4	蚯蚓对土壤养分富集及有效性的影响 .....	100
5.5	蚯蚓对土壤微量元素的影响 .....	104
5.6	蚯蚓对土壤 pH 和碳酸钙的影响 .....	107
5.7	蚯蚓对土壤代换能力的影响 .....	110
5.8	蚯蚓对土壤机械组成的影响 .....	112
5.9	蚯蚓对土壤通透性的影响 .....	113
5.10	蚯蚓对土壤微生物的影响 .....	116
<b>第六章</b>	<b>蚯蚓在农林业生产中的应用 .....</b>	<b>119</b>
6.1	蚯蚓对作物产量的影响 .....	119
6.2	蚯蚓对林木及果树生长的影响 .....	121
6.3	蚯蚓对牧草生长和产量的影响 .....	124
6.4	利用蚯蚓变革土地利用方式, 促进农林牧增产的途径 .....	125
6.5	利用蚯蚓的生物动力探索“免耕节能”的途径 .....	127

第七章	蚯蚓在畜禽和水产养殖中的应用	130
7.1	蚯蚓在家畜饲养中的应用	130
7.2	蚯蚓在家禽和水产养殖业中的应用	132
7.3	利用蚯蚓饲养畜禽的方法	135
第八章	蚯蚓在环保、医药及食品中的应用	137
8.1	利用蚯蚓保护环境,化废为利的途径	137
8.1.1	处理垃圾及废渣生产有机肥料	137
8.1.2	利用蚯蚓富集和处理重金属污染	139
8.2	蚯蚓在医药中的应用	140
8.2.1	古代医用概况及处方简介	140
8.2.2	近代中外医用概况及制备方法	141
8.3	利用蚯蚓作为人类的食品	144
第九章	蚯蚓的养殖方法	145
9.1	养殖方法	145
9.1.1	简易养殖法	145
9.1.2	田间养殖法	154
9.1.3	工厂养殖法	158
9.2	饲料的处理及投料方法	161
9.3	养殖条件的控制和调节	163
9.4	蚓粪及卵茧分离的方法	168
9.5	蚯蚓采收的方法	169
第十章	蚯蚓养殖和利用中应注意的问题	174
10.1	天敌和寄生	174
10.1.1	天敌	174
10.1.2	寄生	175
10.2	蚯蚓利用中应注意的问题	177
10.2.1	病害预防	177
10.2.2	残毒预防	179
10.2.3	注意生态平衡	180



附录 .....	182
一、蚯蚓标本的采集保存和解剖的方法.....	182
二、蚯蚓有机饲料的化学成分.....	184
主要参考文献.....	187

# 第一章 蚯蚓的生物学特性

## 1.1 蚯蚓的形态构造和机能

蚯蚓是环节动物门 (Annelida), 寡毛纲的陆栖无脊椎动物。它的身体由许多环节组成, 这是蚯蚓身体的主要特征。每一个体节大都具有同样的构造。通常前部体节较大, 后部体节逐渐变小。环节的数目, 尽管由于蚯蚓的科、属和种的不同而有较大的变化, 但大多数蚯蚓, 大约在 60 至 320 节范围内变动, 有些热带蚯蚓环节可多达 600 节或更多。有许多种在每一环节之内还分为 3 个或 5 个浅沟, 叫做次生环节或体环。这主要和每一环节的内部构造有关。

第一个体节叫围口节, 也是蚯蚓的头部。头节除了口孔外, 还具有一个突出的特点, 即在口的前部有一个非常灵活的口前叶。它的形态可分为六种 (图1)。凡口前叶和围口节连为一体的称为合叶, 与围口节截然分开的称为前叶。口前叶稍伸入围口节的称为前上叶, 伸入围口节超过一半的称为上叶, 全部穿



图 1 口前叶的类型

过围口节的称穿入叶，介于前叶和上叶之间的称混合叶。口前叶的形态对蚯蚓种的鉴定，具有一定的意义。

蚯蚓在前进或摄食时，口前叶起了凿土、触角、嗅觉和摄取食物的作用。

蚯蚓身体前部一般具有比较粗壮而强韧的肌肉。体表颜色也较深，后部比较细弱或扁平，颜色也较浅。

当蚯蚓发育到性成熟时，在身体的前部出现一个环带，也叫“生殖带”，一般长度占3—12节。环带的颜色和身体的其它部分有明显的不同。有的呈乳白色，俗称“白颈”，有的呈肉红色、红棕色或米黄色。环带的形态有环状也有马鞍状。但部分蚯蚓，如杜拉属的几个种，环带的形态不太明显。环带在身体的位置、形态、长短和颜色，是蚯蚓分类中，一个非常重要的特征。

蚯蚓全身看起来，好像很光滑，但用放大镜或立体显微镜观察，就可看到除了第一节外，全身的环节都有刚毛分布。刚毛的排列，有环生、密对生、疏对生和宽对生（图2）。刚毛的数量除环生以外，一般每节有4对。在蚯蚓身体左右二侧，各有4个纵列。通常用字母a、b、c、d来标记。刚毛a和b，c和d一般成对靠近，距离大小则视不同的种而异。因

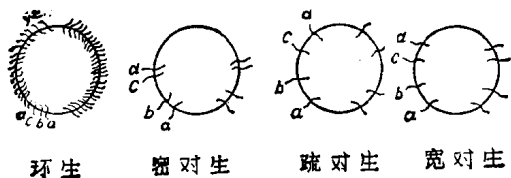


图2 刚毛排列类型

此，刚毛的排列和位置，对鉴别蚯蚓有重要意义。

刚毛是蚯蚓运动的重要器官。蚯蚓利用它抓住土壤颗粒并支撑身体在土中或地表移动。要证实蚯蚓是否有刚毛，假如没有显微镜，可以把蚯蚓放在报纸或硬纸板上。当它爬动时，可以听见，刚毛和纸板磨擦时，发出微弱的沙沙声，以此证实刚毛的存在。

刚毛除了支撑身体移动外，在某些节上，还有一些变态的刚毛。特别是性刚毛，在蚯蚓交配时具有重要的作用。

生殖孔的位置往往分布在腹面环带的前后，有的种也可能在背面。随着种的不同，位置也有较大差异。一般雄孔有1—2对，雌孔一个或一对。多数的种有2—3对受精囊孔(图3—1、2、3)。

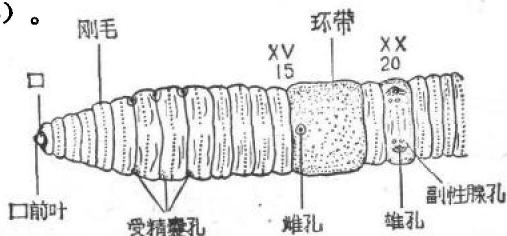


图3—1 环毛属蚯蚓腹面外部形态

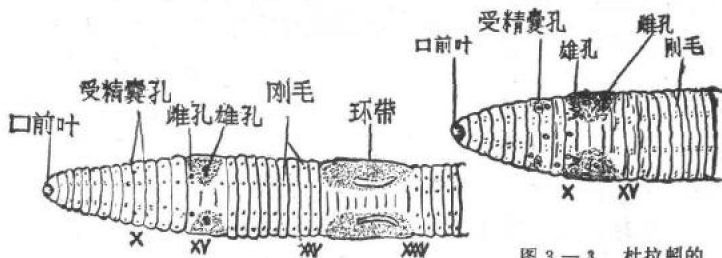


图3—2 异唇蚓的外部形态

图3—3 杜拉蚓的外部形态

图3 蚯蚓的外部形态

蚯蚓在腹面两侧，每节通常都有一对肾孔，有的蚯蚓如环毛蚓，每节体壁上肾孔很多，但肉眼一般不容易看到。而蚯蚓背部，节与节之间可以看到每一节间沟各有一个小孔，称为“背孔”。其中异唇属、爱胜属、正蚓属和环毛属都比较明显，而杜拉属、合胃属背孔则不太明显。

蚯蚓的皮肤是由表皮细胞、底细胞、蛋白腺、粘液腺和角质膜组成的。表皮细胞分泌一层薄的透明的角质膜，覆盖表皮外面。皮肤表面的光滑，是由于角质膜的缘故。蚯蚓皮肤的腺细胞，能分泌粘液，润滑表面的角质膜。这可防止身体干燥并减少运动时的磨擦力。当蚯蚓遇到剧烈刺激时，粘液腺细胞分泌大量粘液到体表。粘液迅速变成薄膜包住身体。体表粘液膜的形成对蚯蚓遇到不良环境时有重要的保护作用。

某些蚯蚓的表皮，在夜间能够发光。但夜光现象并非经常发现。有人认为发光的原因可能是由于蚯蚓分泌液中的细菌引起的。因为许多细菌，生命活动中的分泌物，在化学反应下能释放出光能。

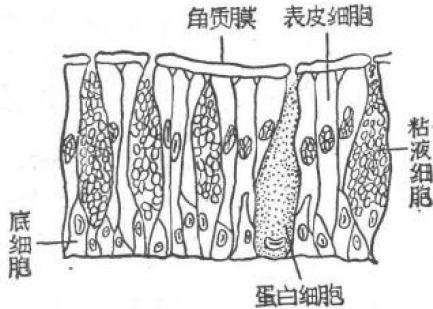


图4 蚯蚓表皮构造剖面图

蚯蚓体壁的肌肉约占全身体积的35—46%，有一些种可多达50%。它的身体象二个套管一样，外面的管壁是体壁，里面的管壁是肠壁（图5）。二壁之间是充满液体的体腔。体

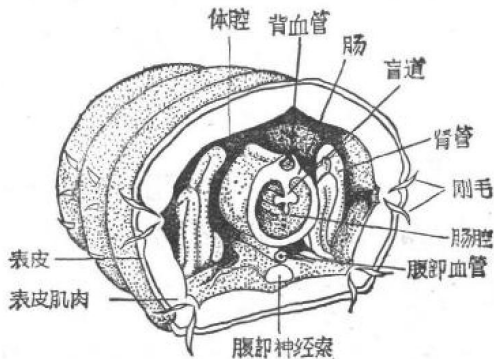


图5 蚯蚓体节构造横断面图

腔的特性和高等动物的腹腔相似。内脏位于其中，并蒙上一层薄的上皮，叫做腹膜。在体腔内左右二面有系膜连结肠和腹壁。体腔还有相应的体节，每节之间有隔膜。体腔内充满体腔液。这对肌肉的工作效率和蚯蚓的活动，都有很大作用。因为任何液体无论在多大的压力下，不能被压缩。所以体腔液在一定程度上代替了蚯蚓体内所缺乏的骨骼。当蚯蚓体腔肌肉收缩时，里面体液压力增加，由于体液不能压缩，蚯蚓表面体压增强，而使身体变得十分坚强。所以当蚯蚓钻入坚硬的土壤时，虽然它的身体非常柔软，但体腔液却使它具有足够的硬度和抗压能力。使它能顺利地钻入土中，并在地下挖掘孔道。由于蚯蚓的收缩运动，体腔液可穿过隔膜的孔，向前或向后流动。体腔细胞中有多粒的淋巴细胞、变形细胞和分支的粘细胞，具有输送养料和排泄的功用。体腔液一般呈碱性，遇到刺激或损害时能从背孔喷射出来，达到防护和润湿身体表面的作用。

蚯蚓从口到肛门，是一条直的管子。其中可分为口腔、咽头、食道、嗦囊、砂囊（胃）、肠道和肛门（图6）。

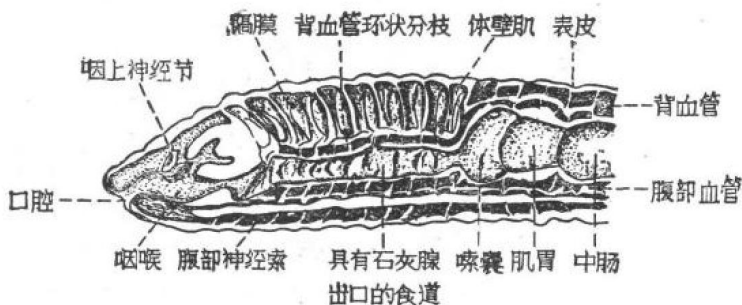


图6 蚯蚓身体构造（前部）纵断面图

口腔无齿但有褶皱，后面连咽头。在咽壁层有大量的咽腺，它们的开口部位都在咽喉部分。咽腺分泌粘液润湿食物，它的作用类似其它动物的唾液腺。咽腺还分泌消化蛋白质的物质。在碱性环境中，它和脊椎动物胰腺酶的作用相似。所以蚯蚓在口腔中，已初步具有对蛋白质的化学加工作用。

从咽到食道是一条狭窄的圆形管子，管壁有发达的肌肉。在食道侧面有1—5对石灰腺。有些种则分布在食道的厚管壁中，因此外面不易看到。据史蒂芬森认为，石灰腺的功能可能有几个方面即：将肠里吸收的过剩的钙或碳酸钙，分泌出来以中和土壤和食物中的酸度。调节体内的酸碱平衡。吸收氧气和排除呼吸的二氧化碳等。当然钙腺的作用未必到此为止。

食道的后面是体积膨大的肠管叫做嗦囊。嗦囊具有薄而有弹性的膜，因此有很大的伸缩性，便于聚积吞入的食物。

嗦囊之后是砂囊也称肌胃，胃壁是由环肌和纵肌层组成。而且环肌层内部特别发达，有“羽状”构造。胃壁上也有许多腺体。胃的功用是磨碎食物并使土壤矿物颗粒和有机物质互相磨擦，使食物和矿物颗粒细碎。

胃的后面是中肠，一直通到肛门。中肠肠腔有背褶和盲道并行，横断面呈马蹄形（见图5）。这种形态主要是增加肠表面的吸收面积。

盲肠内壁上皮细胞，有大量分泌粘液和消化酶的腺细胞，能分泌消化蛋白的蛋白酶，以及脂肪酶，纤维素酶，肝糖水化酶，转化酶，氧化酶等等。其性质和高等动物的胰脏相似。肠壁也有一些腺细胞。消化和吸收主要在胃和中肠进行。最后10—20节叫做后肠。这部分肠腔没有背褶，在这里已停止吸收作用。而只完成粪粒的形成。这些粪粒在土壤学上，是很有价值的团粒结构。最后由肛门排出体外。

## 1.2 蚯蚓的化学及生物化学组成

蚯蚓干重约为鲜重的12—21%，水分占鲜重的79—88%。在蚯蚓干体的化学组成中（表1），主要有蛋白质，脂肪，碳水化合物和灰分。其中蛋白质的含量约占干重的53.5—65.1%，脂肪含量为4.4—17.38%，糖原等碳水化合物11—17.4%，矿质灰分7.8—23%。

蚯蚓蛋白质的组成中含有18—20种氨基酸。包括赖氨酸、苏氨酸、色氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、缬氨酸、苯丙氨酸、蛋氨酸、精氨酸、组氨酸、天门冬氨酸、谷氨酸、丝氨



表 1 蚯蚓的化学组成

蚯 蚓	干 重 (%)	蛋白质 (%)	粗脂肪 (%)	肝 糖 (%)	灰 分 (%)	资料来源
威廉环毛蚓	19.20	63.5	13.7	10.4	9.5	张与真
天锡杜拉蚓	15.30	62.2	6.41	13.2	14.6	张与真
赤子爱胜蚓	11.01	62.16	4.36	—	7.77	天津饲料所
红色爱胜蚓	16.38	61.3	4.50	17.0	15.0	弗伦奇
大红正蚓	17.38	53.5	6.07	17.4	23.07	弗伦奇
硬实正蚓	18.70	56.9	17.38	11.0	9.2	杜宗及拉丰

酸、脯氨酸、丙氨酸、甘氨酸、半胱氨酸、酪氨酸等（表 2）。

其中对人体必需的 8 种氨基酸如赖、苏、亮、异亮、缬、苯丙、色、甲硫氨酸等，以及家禽必需的 12 种氨基酸，蚯蚓不但具备，而且含量也较丰富。例如赖氨酸含量达到 4.9—5.7%、亮氨酸达 4.7—4.9%、苏氨酸达 3.0%、缬氨酸达 2.3—2.5%。此外还含有 9—10% 的谷氨酸。因此作为动物的高级蛋白饲料，它的营养价值达到甚至超过秘鲁鱼粉。不同的蚯蚓，在氨基酸的组成上也有一定差异。例如，两个不同的蚯蚓种，在 11 种氨基酸中，有 10 种是相同的。其中一个种，含有蛋氨酸，没有苏氨酸。而另一个种含有苏氨酸而没有蛋氨酸。这可能为今后蚯蚓种的鉴别提供一个生物化学指标。

蚯蚓表皮比整体含有更高的蛋白质，含量约达 80%。其它 20% 是半乳糖、戊糖和己糖胺。在表皮的蛋白质中含有 16 种氨基酸（表 3）。其组成类似牛皮的氨基酸。其中苏氨酸、亮氨酸和丝氨酸、缬氨酸、谷氨酸比牛皮含量还高，但精、