

中外科学家发明家丛书

巴斯德



中国国际广播出版社，

53B-7 + 655
BSD

中外科学家发明家丛书

巴斯德

高志敏 编著

目 录

一、勤奋求学的时代	(1)
二、步入化学之门	(6)
三、发酵之迷	(10)
四、生物是自然发生的吗?	(14)
五、葡萄酒的疾病	(20)
六、与蚕病搏斗	(23)
七、对医学研究的贡献	(27)
八、拯救牛羊	(30)

九、预防鸡霍乱和猪霍乱	(33)
十、战胜狂犬病	(39)
十一、七十寿辰	(44)

路易·巴斯德（公元 1822—1895 年）是 19 世纪中叶到末叶的法国著名科学家。他一生从事于科学上的各项研究，神奇地完成了化学和生物学上许多重大工作，创建了近代微生物学，率先向微生物发起了进攻，给人类带来了极大的福祉。巴斯德一生都在努力帮助或解救别人的痛苦和困难。他具有一颗拯救苦难人类的爱心，被誉为“爱的科学家”。

一、勤奋求学的时代

1822 年 12 月 27 日，巴斯德生于法国的多尔。他的曾祖父克洛德·艾蒂安·巴斯德是德雷西埃伯爵家的农奴，父亲让·约瑟夫·巴斯德是一位制革工人，母亲让娜·艾蒂安内特也没受过什么教育。小巴斯德有一个姐姐和两个妹妹。在巴斯德很小的时候，他们举家迁往阿尔布瓦，他的父亲仍从事鞣皮行业。巴斯德在这里度过了他的童年时代，读完了小学和中学。

巴斯德小的时候，是一个很平常的孩子。在小学校里他的成绩不很好，在班上属于中间略好而已。那时候，小学老师喜欢把学生分成几个小组，挑选最好的学生来带头朗读。小巴斯德非常希望能当上这个带头人，带着大家一块朗读多神气啊。可是，他一次也没有被选上。

小巴斯德不喜欢和其他小孩一起玩粗暴的游戏，而是喜欢静静地画画，他的画画得不错。阿尔布瓦的许多人看了他

的画，都称赞说：“哦，的确很出色。路易是个艺术家。”巴斯德的父亲想的却是希望儿子在学问上有长进。

小学毕业后，巴斯德升入中学。在中学里，巴斯德也没有取得很好成绩，但他学习非常认真，做课时总要反复推敲每一道题目的答案，不怕别人讥笑自己脑子慢，具有深思熟虑的心性。中学校长罗马奈先生观察到巴斯德的这一心性，他认为：“路易·巴斯德的考试成绩不怎么好，一点也不突出。可是他有良好的心性，非常热心且思虑深入。如能诱导他发挥这一长处的话，他必能成为杰出人物。”

这位罗马奈先生是第一个发现巴斯德才干的人，也是给予巴斯德一生很大影响的人。由于罗马奈先生的教导，在巴斯德心中植下了景仰伟人伟业的种子。

在巴斯德临近中学毕业时，罗马奈校长指点他报考法国两所鼎鼎大名的学校之一——高等师范学校。另一所为高等理工科学学校。法国的伟人多出于这两所学校。1838年10月底，未满15岁的巴斯德来到巴黎，准备大学入学的资格考试。由于思乡心切，巴斯德11月中旬便返回阿尔布瓦的母校继续读书。阿尔布瓦中学没有哲学课。1839年巴斯德转到弗朗什孔泰镇的布桑松皇家中学学习，准备高等师范学校的考试。巴斯德拼命用功，偶而也提笔作画。1840年8月，他通过了大学资格考试，成绩并不突出，他想继续准备，再参加考试。法国的考试制度极为严格，考试成绩都是跟着人一辈子，并影响其以后的生涯。

暑假过后，布桑松皇家中学的校长雷佩考聘请巴斯德担任学校的辅导教师。巴斯德问校长：“我的成绩并不很好，比我强的人多的是。请问为什么聘请我呢？”

“如你所说，成绩比你好的人是有的。但是，成绩好的人不一定能成为好老师。教育工作，单单脑筋好是不行的。人要实在、认真、热心才是最重要的。你具有这些优点，所以推荐你为助教，请接受吧。”

巴斯德欣然地接受了聘请，在准备大学入学考试的同时，指导学生的功课。巴斯德秉性认真，学生们都非常尊敬他，听从他的教导。

1842年8月，巴斯德考取了高等师范，名列22人中的第14名，成绩仍不太好。巴斯德觉得“这样的成绩，实在难以令人满意”。他决心明年重考。

这年10月，巴斯德和好友夏普易同赴巴黎读书，寄宿在同乡巴尔贝先生经营的学生公寓里。这一次的巴斯德不再是前次的小孩子了，而是以辅导教师的身份进入学生公寓。住宿费只有普通学生的三分之一，但他要辅导青年学生复习初等数学。辅导之后，再到圣路易中学上学。由于巴斯德经常帮助公寓做许多事情，非常勤快，因此，巴尔贝先生免除他的全部寄宿费用。

1843年，巴斯德在圣路易中学成绩优秀，获得了两张奖状。8月，他以第四名的优异成绩考上了高等师范学校。

成为高等师范理科学生的巴斯德更加努力用功。被誉为

花都的巴黎有各种各样、形形色色的游乐场所，对于这一切，认真读书的巴斯德却视而不见，一上完课，他不是去图书馆，就是去实验室，直到毕业。

远在家乡的父亲很了解自己儿子的个性，每次来信都要叮嘱他：“我们都很担心你用功过度。”要他照顾好自己。

好朋友夏普易在学校规定可外出的时间找到巴斯德，“巴斯德，去散散步吧！”巴斯德的回答一定是：“正在实验中，没法去散什么步啊。”“但现在外出时间啦。”“就是外出时间，实验不做完不行。”“现在实验室内只有你一个人，还有谁在做实验呢？大家都到巴黎街上透气去了……”“只我一个也没有关系。我想做实验，我喜欢在实验室里。”“……我知道了。不过，要是因为用功过度而弄坏了身体，也是不好的，你父亲好担心啊。”“好了，不要管我好不好？我的实验不能中途停止。”好朋友不能使巴斯德离开实验室，只好静静的坐在实验室的角落里，等待着巴斯德把实验做完。

有时，巴斯德拗不过夏普易，只好说：“好了，散步去吧。”他们经常到学校附近的卢森堡公园散步。谈论的话题离不开两人的功课。夏普易对巴斯德谈他的哲学，巴斯德对夏普易谈他的科学。夏普易说：“不管什么时候去找你，总见你搬东弄西的忙着实验。你竟不觉厌倦，真令我奇怪！”巴斯德笑了，“不只是你，连理科学的学生们也很奇怪，他们把我叫做‘实验室的蛀虫’哩。”“实验是那么好玩吗？”

“与其说好玩有趣，不如说是课堂上听到的事情，不做个实验来证明确确实实，我就安不下心来。”“一一实验的话，很麻烦。”“是麻烦，时间长的实验，一般的人都会中止，可是不做到底就静不下来。”“你真有耐心。”“有一回，化学课上讲到提炼磷的方法，我就实际地试了一下，到肉店买骨头来烧，然后用硫酸处理磨细的骨灰，终于成功地提炼出 60 克的磷。当时我非常高兴。初次尝到了做科学家的乐趣。”对于不善玩乐而只知用功的巴斯德来说，与好友散步树荫下，倾谈他所喜爱的学业是一大乐事。

被同学们称做“实验室蛀虫”的巴斯德，在临近毕业之前，还在专心地做实验，而其他同学则全力以赴地准备毕业考试去了。所以，巴斯德的毕业考试成绩并不是很好。学士学位名列第七。物理学资格考试共 14 人参加，在录取的 4 人中，他名列第三。巴斯德在学生时代并没有显现天才的鳞爪。

1846 年，巴斯德从高等师范毕业，那年他 23 岁。

高等师范毕业的巴斯德本来应该到地方的中学担任教师。可是，年轻的化学家巴拉尔先生（发现了溴元素）请教育部长任命他为研究室助手。巴斯德认为能在这位年轻的优秀学者手下工作，实在是太幸运了，他非常感谢恩师巴拉尔先生。

二、步入化学之门

担任高等师范学校研究室助手的巴斯德，边做助手工作，边做博士论文。巴斯德与 A·劳伦特合作，对结晶学的某些理论进行检验。这对巴斯德今后从事的研究是有一定影响的。1847 年 8 月，巴斯德通过了博士论文，获得博士学位。他的化学论文是“亚砷酸饱和量的研究——关于亚砷酸钾、亚砷酸铵的研究”，物理论文是：“关于液体旋偏振现象的研究。”

巴斯德整天呆在研究室里，研究他在学生时代就感兴趣的“酒石酸”。

酒石酸是瑞典化学家谢勒于 1770 年在葡萄酒精中叫做“酒石”的硬皮中发现的。它在医药和染料工业中有着重要的用途。1820 年凯斯特纳于设在唐恩的酒厂制造酒石酸时，发现了副酒石酸。1828 年 G·吕萨克提议命名副酒石酸为外消旋酸，确定这种酸在化学成分上与酒石酸相同。由于吕萨克提出副酒石酸结构上的异构性概念，这种化合物变得重要了。毕奥和 E·米切尔里希确定，酒石酸及其衍生物溶液旋光向左，而外消旋酸及其衍生物对旋光没有影响。1844 年米切尔里希在一篇简报中提出，酒石酸和副酒石酸的铵钠盐在结晶形状和原子排列方面是相同的，而光学活性却相反。

巴斯德生来就很有耐性，经过长时间的仔细观察，他发

现酒石酸可分为两类结晶，第一类为酒石酸和酒石酸盐的结晶，其上有细小的晶面，这些晶面只存在于半数结晶的棱和相似的角上，形成半面晶形。这类晶体的映象不能与结晶体本身重合。酒石酸盐的偏振光之所以向左，巴斯德认为与分子的内部结构有关，形态上的不对称，与分子的不对称是一致的。第二类结晶是在研究副酒石酸中发现的特殊的结晶，某些晶体的面向右，某些晶体的面向左。巴斯德将结晶面向右和结晶面向左的不分拣开。将等量的两种晶体溶液混合后，用旋光仪观察，发现溶液没有光学活性，方向相反的偏振光恰好相互抵消，也就是左旋和右旋的外消旋酸。

对于这一新发现，巴斯德兴奋得心跳手颤，几乎无法再度控制仪器。“知道了，知道了，都知道了！”他大叫着冲出研究室，一把抱住正在走廊里的物理实验的助手。被抱住的助手莫名其妙，吃惊地问：“怎么啦，巴斯德先生？知道什么了？”“发现了，我有新发现了。”“到底发现什么了？”过了好一阵，巴斯德才平静下来，“好吧，听我说。”他热情地、详细地向这位助手说明自己的发现。

巴斯德的恩师巴拉尔，对他的发现，视如自己的成就般的高兴。在科学院的图书室里，巴拉尔得意地向院士们报道了巴斯德新发现的经过和内容。

科学院的毕奥对巴斯德的发现极为关切。巴斯德将左旋结晶和右旋结晶送给毕奥检查，得到了毕奥的肯定。毕奥称巴斯德的发现“是美妙的发现！”并拉着巴斯德的手说：“我

一生深爱着科学。所以，你的这一发现，使我高兴得可以听到自己的心跳。”毕奥接着又说：“这样的大发现，不能放着不管。你的研究报告，我要在科学院正式发表。”他联合巴拉尔和另外三名学者，将此一研究报告向科学院提出。

就在巴斯德准备与毕奥共同从事于新的研究时，教育部下了一道命令，派巴斯德出任迪尊中学的物理教师。因为凡是高等师范学校的毕业生，必须要在中学教一段时间的书，这是义务。

毕奥先生对教育部的决定也感到遗憾，他认为巴斯德起码也要被任命为大学的副教授，因为，此时他已获得大学教授资格，可以胜任这一职务。

1848年11月，巴斯德告别了恩师们，心怀遗憾地离开了研究工作，赴迪尊中学报到。在中学里，巴斯德热心努力地教导学生，争取做一名好的教师。

由于恩师帮助，巴斯德在不久之后被任命为斯特拉斯堡大学的副教授。

1849年1月15日，巴斯德抵达斯特拉斯堡。布桑松中学时的同学贝尔坦（早巴斯德两年考入高等师范学校，早已提任斯特拉斯堡大学物理教授）热情的接待了他，并领他参观了学校。

巴斯德到达斯特拉斯堡大学后15天时，向这所大学的校长递交了一份申请书。这份申请书的内容使校长大吃一惊。刚来不久的巴斯德申请校长批准他向校长女儿玛丽的求

婚。巴斯德的父亲也特地来到斯特拉斯堡（巴斯德的母亲已于前一年的5月去世）。校长批准了巴斯德父子的求婚，并定下这年的5月29日为巴斯德和玛丽的结婚日。玛丽不仅是一位善良的妻子，也是巴斯德的得力助手。她有力地支持了巴斯德非常不善于做的那部分工作，使巴斯德能专心于自己的工作。

娶得钟爱的女子为妻的巴斯德，重又步入研究工作。

巴斯德继续从事结晶体的研究。他最初发现的左旋结晶和右旋结晶是在粗酒石酸精制留下的母液中得到的。那么能不能用酒石酸来制备出外消旋酸呢？远在巴黎的恩师们也非常关心巴斯德的研究。

1853年6月的一天，巴斯德打电报告诉恩师毕奥和塞纳蒙：他用人工转换的方法，由酒石酸制备出外消旋酸。同时还得到中性的、不旋光的酒石酸。至此，巴斯德共发现34种不同的酒石酸，即右旋酒石酸、左旋酒石酸、左旋和右旋结合的外消旋酸，以及不旋的酒石酸。

对于巴斯德的这一成就，巴黎药学协会马上给予奖励。该协会曾经宣布要对发明副酒石酸制造法的人颁发奖金。

法国政府授予巴斯德荣誉军团勋章，以表彰他在结晶学上所作出的贡献。

巴斯德的研究工作揭示了酒石酸的“同分异构”现象。这一科研成果对立体化学起了决定性的推动作用，并开辟了新的途径。

三、发酵之迷

1854年9月，巴斯德被任命为法国北部里尔理学院教授兼教务长。

1856年的夏天，制酒商 M·比尔找到巴斯德，说他的甜菜糖发酵酒精出了毛病，糖液变酸了，请巴斯德帮他找出事故的原因。巴斯德当时并不懂得发酵，但他还是同意帮助比尔查找问题的原因。每天一有空，他就到比尔先生的工厂去。

早在20年前，卡尼亚尔·德·拉图尔在法国、泰奥多尔·施旺在德国就分别发现：通过分裂而繁殖的细胞里有一种能使酒精发酵的酵母。他们揣测：细胞在生长过程中对糖有影响。柏采留斯假定，催化作用在有机体内终止。

当时，法国的发酵工业相当发达。为什么在甜菜汁里加进酵母，就能发酵成酒精呢？当时的化学家认为，发酵是化学变化。酵母也许是活的生物，但一经发酵，酵母就死了。发酵是死了的酵母分子的震动，引起甜菜汁分解的结果。

巴斯德在比尔先生来访前的四个月里，曾想着一个问题“发酵是什么？”所以他对比尔提出的这一研究题目非常热心。

巴斯德认为发酵应该是活的酵母引起的。他开始了酵母的实验。

巴斯德把一些酵母液过滤，在过滤液里加些糖和白灰，然后把试管放在烘炉里。

一般说，化学变化比较容易观察和证实。把一种化合物，倒入另一种化合物，很快就能看出变化。要证明发酵是活的生物引起的变化，得有耐性，因为这种变化需要时间，慢得很。巴斯德是个急性子。他一夜又一夜地不睡觉，不安地在房间里走来走去，想看到底会有什么变化。他从烘炉里取出一根玻璃管，对着灯光摇一摇，闻一闻。他站着不动，入神地发呆。他把试管扔了，用拳头死劲地捶着桌子，自言自语地说：“一定有一种方法，我非找出来不可。”他思索着：也许是自己太性急了。

巴斯德这样不厌其烦地试验呀，试验，他做了一百多次试验。最后，酵母液发浑了，变成了灰色，他高兴极了。这说明：酵母是活的，它们在活动呢，巴斯德小心翼翼地取出一滴发浑的酵母液，放在显微镜下面一看，显微镜底下，那些小小的长圆形的小东西都能活动，它们是活的小生物。

巴斯德把从工厂里取回的变酸和未变酸的样品，分别放在显微镜下检查。他发现在没有酸的样品中，可以看到成簇的酵母菌，它们是小圆球形的。在变酸的样品中，看到的却是小得多的长圆条形的小生物。它们呈单独或不规则排列的群体。巴斯德把这种拉长了的球状物叫做乳酸酵母，也叫做酵素。现在我们知道这种拉长了的球状物叫做乳酸链球菌。

巴斯德告诉比尔，正常的酒精中只有小圆球形的小生

物；而在变酸的酒精中，却有比小圆球小得多的长条形的小生物。他要比尔在甜菜中加那种大一些的、圆形的发酵小生物。要是在甜菜汁中发现了那种小一些的长条形的小生物，就不要了，趁早倒掉。不要再花气力去干那些没有收获的事。巴斯德以这种简单的观察法来判断发酵进行的好或不好，使酒精酿造失败的次数大为减少。

巴斯德的发现，促进了法国发酵工业的发展。

巴斯德把酵母菌接种到含有酵母浸出物和糖液的试管里，培养后产生典型的酒精发酵。把变酸样品的沉淀物接种到含有酵母浸出物、糖液和碳酸钙的试管里，培养后产生的产品不是酒精，而是乳酸。

巴斯德把两种发酵与两种形态上不同的生物联系了起来，提出了全新的发酵理论，认为发酵的真正原因是微生物。这一观点他是在 1857 年的《关于乳酸的记录》一文中提出的。在这篇论文里。他用改变添加到培养基中碳酸钙量的方法，第一次证明了 PH 对微生物代谢的影响。这篇论文被公认为是经典著作，它不仅使人们知道了发酵的本质，还建立了导致传染病里由特定病因引起的概念。同时巴斯德在论文中提出了配制培养基的基本原理，即碳源、氮源、盐类、维生素和 PH 等。这篇论文为现代微生物学和微生物化学奠定了基础，使微生物学由推测、观察时期，发展到培养时期。

1857 年，巴斯德调往巴黎的母校——高等师范学校，

担任行政副校长兼理科主任，继续从事酒精发酵的研究。找不到适合做研究室的房子，他就把一间学校弃置的阁楼改造成研究室。巴斯德在洞穴般的研究室里进行研究工作。

在培养酵母的实验中，有一次，巴斯德在培养基中偶然没有加入酵母浸出物，却加了酒石酸铵。接种酵母菌后，酵母菌生长繁殖了。

巴斯德对发酵液中的酒石酸铵进行测定，发现铵盐减少了，也就是被酵母菌利用了。

经过进一步的试验证明，酵母菌在没有糖和氮源的条件下能生长；在只有糖的培养基中，酵母可以发酵，但不能繁殖；在加有糖和氮源（酵母浸出物或铵盐）的培养基中，酵母菌可以发酵，也能够进行繁殖。

巴斯德在这年12月向法国科学院提出了论述酒精发酵的论文。巴斯德的结论是：没有活的酵母菌参与，糖绝不会进行酒精发酵。这说明了有生命的酵母菌和糖发酵的酒精之间的因果关系。

在这以后，巴斯德研究了氧气对酵母菌生长和酒精发酵的影响。在有氧时，酵母菌生长旺盛。产生1份酵母菌体要消耗8—10份的糖。在无氧时，酵母繁殖菌体的量变少，产生1份酵母菌体要消耗60—80份的糖，同时产生大量的酒精。这一工作开创了用定量方法研究微生物代谢的先例。酵母菌发酵糖除产生酒精和二氧化碳外，巴斯德还测出产生甘油、琥珀酸及测定不出来的其他产物。

由于巴斯德研究酒精发酵和乳酸发酵作出了杰出的贡献，法国科学院于1860年1月30日授予他实验生理学奖。

从1861年起巴斯德开始研究醋酸发酵和制酸了。他发表了许多将理论和工业生产相联系的论文。当时人们对醋酸发酵已有了深入研究，了解了酒精经氧化生成醋酸的化学过程。这一概念与德国制醋的方法相同。巴斯德研究醋酸发酵后发现，微生物对发酵是重要的，酒转变为醋是由醋酸醱酵母（醋酸菌）完成的。醋酸菌在发酵液表面形成菌膜，有时是平滑的，有时是有皱纹的，摸上去有油腻的感觉。醋酸菌的生长需要空气，不然就会死去，它从空气中吸取氧，把酒精氧化为醋酸。在发酵过程中，醋酸菌占优势，醋化便可成功。如果染有杂菌，醋化就会失败，在醋化完成之后，如果醋酸菌继续进行氧化，醋酸便进一步氧化为二氧化碳和水。这就给制醋业带来危害。

为了防止杂菌污染和醋酸菌的进一步氧化，巴斯德提出接种醋酸菌，发酵完成之后，用55℃加热的方法抑制醋酸菌和杂菌的活动和生长。用这种方法制醋，可提高产量3—5倍，并大大减少了醋酸的挥发。

四、生物是自然发生的吗？

巴斯德的研究证明，甜菜汁变成酒精是酵母菌活动的结