

我国古代认识和利用微生物的成就

门大鹏 程光胜

(中国科学院微生物研究所,北京)

微生物,顾名思义,是指那些微小的、靠肉眼难以看到或看清的生物,一般包括病毒、细菌、放线菌和真菌(酵母菌和霉菌都属其中)四大类。因为它们个体很小,在显微镜发明之前,人们并未直接认识到这些生物的存在。但是,这并不是说它们和人类的关系不密切。事实上,自人类出现之始,就在许多方面和它们打交道,在利用有益微生物和防除有害微生物方面,不断积累着经验。

几千年来,我国劳动人民在认识和利用微生物方面,有过许多重大发明创造,在中华民族的文明宝库中,它们像一颗颗晶莹的明珠,放射着中国人民聪明才智的光辉。

在这里,我们打算谈谈我国古代在与工业、农业和医学有关的微生物学方面的某些重大成就。

一、独具一格的制曲和酿酒

根据历史记载,我国酿酒历史至少有四、五千年。殷墟出土的商代甲骨文中,有和现代汉字形体相似的鬯字。在殷墟中发现的酿酒场地遗址,证明早在三千多年前,我国的酿酒事业已经相当发达。

用谷物酿酒,须经过把淀粉分解成葡萄糖(糖化)和把葡萄糖转化成酒精和二氧化碳(酒精发酵)两个主要过程。记叙殷商历史的书籍中,有“若作酒醴、尔惟曲蘖”的字句,说明当时酿酒是用长了微生物的谷物(曲)和发芽的谷物(蘖)。但是,在汉代以前,酿酒已经只用曲了。当时,由于制曲时利用了某些有利条件,曲中应该大量含有混杂生长着的霉菌和酵母,分别起

着糖化和酒精发酵的作用。用这种曲酿酒,可以使糖化与酒精发酵两个过程连续而又交叉地进行,今天称这种方法叫复式发酵法。这是我国劳动人民在酿酒工业中的一大发明。我国出产的风味别致、驰誉世界的绍兴黄酒善酿、茅台白酒,都是复式发酵法不断发展中产生的名酒。古代西方用麦芽酿成啤酒,直到今天,西方各国主要的谷物酒,仍然是用麦芽糖化,再加入酵母进行酒精发酵(例如威士忌酒、伏特加酒等)。在十九世纪末,欧洲人在研究了我国的酒曲后,才知道我国这种独特的方法,并称作“淀粉发酵法”。

《礼记·月令仲冬篇》中,提出过六个酿酒要素,其大意是:用的谷物必须备齐,曲蘖生产必须及时,浸谷蒸饭必须清洁,用水必须清澈无味,陶器必须精良,温度控制必须得当。在《周礼》中还有“五齐”、“三酒”等的记载。我们可以认为,“五齐”是指酿酒过程中的五个阶段,“三酒”是发酵成的不同类型的几种酒。这充分表明,早在三千年前,对曲蘖酿酒的观察已很周到,对曲中微生物的生长发育规律已有一定认识,酿酒技术已经相当进步了。

东汉时,曹操曾向皇帝上疏提出一种“九酝酒法”,也就是连续投料的方法。这样可以防止由于糖度过高抑制发酵,酿成的酒自然更加醇厚了。直到今天,我国江浙一带的喂饭酒,仍然采用这种方法制造。应当指出,二千年前总结过的这种方法,和今天发酵工业中连续投料或流加的方法,所依据的原理是相同的。

从有关制曲酿酒的我国古代著作中,还可以见到,在很早以前,我国就已经有了许多发酵技术方面的创造,如用酸浆调节发酵,加热杀菌以防止酒变质,加蜡或加油消除泡沫等。

在制曲酿酒方面,特别应该提到红曲。这

是我国劳动人民的一项重大发明。据历史记载，红曲的出现不会晚于十世纪。宋代诗人苏轼曾有过“夜倾闽酒赤如丹”的诗句，可见用红曲酿成的酒，在宋代已相当普遍了。在长期生产实践中，人们学会了用明矾处理大米使其维持酸性，分期加水调节通气量和时摊时聚以调节品温等特殊手段，使具有耐酸、耐热、耐缺氧的特性，并兼具糖化和酒精发酵能力的红曲霉能够长透大米粒内外，这充分显示了当时培养微生物技术的高超。红曲是我国特产，不仅可以酿酒，又是一种无害的食品染料，并且还可以作医药。

用曲治病，早在春秋时代就有记载，但专门生产药用曲的记载，首见于南北朝的梁朝（公元502—557），明代已把药用曲特称为神曲。今天，神曲仍是民间常备的一种消食、行气、健脾、养胃的药物。

在制曲技术发展的漫长过程中，还分化出专用于酿醋、制酱和醃制食品的各类曲。酿醋是使酒精进一步氧化成醋酸，在西方是以酒为原料进行醋酸发酵而成的。《周礼》中有“醯人”的记载，“醯”是当时的醋，说明至少在二千五百年前，我国就知道制醋了。到六世纪时，已有用谷物作原料进行固体发酵酿醋的萌芽，后来就全用谷物直接酿醋了。用谷物由固体发酵酿醋，是我国酿醋方法的特点，由于曲中微生物种类多，使醋中除醋酸外，还有像乳酸，葡萄糖酸等有机酸，因而醋的风味更好。制酱，是利用曲中微生物产生的蛋白酶，将豆类、肉类等食品中大量含有的蛋白质分解成氨基酸等水解产物。这是我国首创的。据《周礼》记载，酱大致也是在二千五百年前出现的。日本有关文献说，制酱的方法，在七世纪前后由鉴真传到了日本。

随着制曲技术的发展，人们对微生物活动的认识愈来愈深入，观察也愈加仔细了。我国古代已有不少观察微生物活动的记录。有一些方法也与近代微生物学所采用的方法相接近。因此，曲的质量不断提高，种类逐渐增多，用途也日趋专一，也就是说，由于巧妙地掌握了条件，使曲中有用的微生物愈来愈占优势。例如，

早在周代，王后穿的黄色礼服叫做曲衣，说明当时的曲中黄曲霉已占显著优势，使曲呈现美丽的黄色。东汉时期，有些酿酒方法中，用曲量已由原来的百分之几十降低到百分之几，这表明曲的用途已由糖化发酵剂变成使所需微生物繁殖的菌种了。如果曲中的微生物不是相当纯，就难以保证酿酒的成功。晋代已有曲中加入中草药的记载，由于中草药里含有某些有助于微生物生长的物质，曲中的微生物能长得更好，酿出的酒也具有特殊风味。北魏时期，曲的形式已几乎全部是成块的“饼曲”了。这种曲，表面有利于曲霉生长，内部则有利于根霉和酵母的繁殖。到宋代，已知道制曲时把优良的老曲涂在培养前的生曲表面，即所谓“传醅”的方法。这类似于今天的接种操作，曲的质量就更易保证了。正是通过千百年来的选育，我国的曲中有着许多生产能力极强的菌种。例如小曲中的根霉，其糖化力之强，是罕见的。

北魏时期贾思勰所著《齐民要术》一书，是世界上完整地保存下来的一部杰出的农业科学著作，在微生物学方面，该书也有着丰富的内容，它记录了我国当时农业和农村手工业中应用微生物知识的许多重要史实，有些还上升为比较系统的规律性认识。在微生物学发展史上，它是一部重要经典。在该书中提出，曲成熟的标准是“五色衣成”，实际上是指曲中长满了微生物，包括有各种颜色的霉菌；把醋酸的形成和醋酸菌形成的膜（衣）联系起来，并意识到了“衣”是有生命的物质。该书还指出，白醭（很可能是糙膜酵母形成的膜）是对酿酒有害的。贾思勰用“鱼眼汤沸”这样生动的语言描述了酒精发酵时二氧化碳释放的现象。还应当指出，贾思勰在该书中，把制酱用的、以麦粒制成的曲（黄衣）、面粉制成的曲（黄蒸）和发芽的谷物（蘖）放在一起列为一章来论述，这表明它当时已经意识到这三者之间的内在联系。现在看来，这些都是与水解蛋白质和淀粉的水解酶类有关的。可以说，作者已经有了类似今天所称“酶制剂”的朦胧意识。

最后还应指出，几千年前我国劳动人民创

造的用淀粉质原料制曲，是一种利用固体培养物保存微生物的好办法。这种方法曾被外国研究霉菌的学者所钦佩，认为中国是最早能很好地保存菌种的国家。因为在干燥条件下，微生物处于休眠状态，其活性易于保持不变。这种方法所依据的原理一直应用到今天。

二、用肥和养土——利用微生物提高地力

早在春秋战国时期，我国劳动人民已经知道腐烂在田里的杂草可以使庄稼长得茂盛。并且已经懂得用腐烂的野草和粪作肥料了。我们知道，腐烂是微生物的活动结果，所以，当时已经开始利用微生物的活动来提高地力了。

豆科植物根部的根瘤菌有固定大气中氮素的能力，因此豆科植物在提高土壤肥力上具有重要作用。早在六世纪前，我国就有了与豆类作物换茬或间作谷物的耕作制度，而种植豆科植物作绿肥的记载还更早。到十八世纪三十年代，英国才有了轮作制，其它国家，如德、俄等国，才大规模种植绿肥。

长期以来，我国农民就知道把多年种过豆科植物的土壤移到新种植豆类的田里去，以保证新种植豆类的良好生长，人们称这种方法叫“客土法”，现在看来，这实际上是接种根瘤菌，这是近代使用细菌肥料的萌芽。在我国成都平原的农民早就采用一种接种根瘤菌的方法，这就是在收获大豆后，把大豆根连同根瘤和泥土捣碎，掺入少量草木灰揉成小团，用稻草包扎好，以备次年大豆拌种用。这是“客土法”的进一步发展，实际上是原始的细菌肥料。

三、我国古代的免疫思想和种痘法

大家都种过牛痘，从小就领受过人工免疫

的好处。毛主席对种牛痘的作用作过精辟的说明：“为什么要种牛痘？就是人为地把一种病毒放到人体里面去，实行‘细菌战’，跟你作斗争，使你的身体里头产生一种免疫力。”

种痘预防天花，是我国劳动人民的伟大创造。由古代医书所载史实来看，早在三世纪，我国劳动人民就知道用病犬脑预防狂犬病，用携带了病原体的恙螨研成粉末治疗丛林斑疹伤寒，这是免疫思想的萌芽，这种防治疾病的方法，是疫苗制作的起步之端。

相传大约一千年前，我国已有种人痘预防天花的方法。后来，逐渐发展成了痘衣法、痘浆法、旱苗法和水苗法。例如十六世纪的明代隆庆年间，就有一种“宁国府太平痘苗”，据说这种痘苗出现以后，“相传再无种痘有死者”。可见它是一种稳定的弱毒疫苗。十九世纪初的一本著作《种痘心法》中，谈到了这种疫苗的选育过程，说这是由于连续传代而使其毒力丧尽，免疫原性却很好地保存着。这种培养人痘苗的方法，基本上符合现代疫苗制作的科学原理。

十七世纪前，我国已相当广泛地采用种人痘预防天花的方法。因此，随着当时国际交往的发展，这种方法先后传到了俄、日、朝、英等国。后来英国医生发明牛痘，巴斯德研制成多种疫苗，应该说，都可能受到过人痘应用实践经验的启示。这充分说明，科学技术是人类共同创造的财富。

我国古代认识和利用微生物的成就是巨大的，在人类征服自然的斗争中做出了很大贡献。对这些古代遗产，我们应该进一步加以整理、研究，并予发扬光大。在华主席为首的党中央领导下，我们深信，沿着党的十一大路线，在向科学技术现代化进军的斗争中，我国的微生物学也将迅速赶超世界先进水平。