

## 酵母菌

李明霞

(中国科学院微生物研究所, 北京)

上一期介绍了酵母名称, 酵母与人类的关系以及酵母的分类。本文将继续介绍酵母的鉴定与酵母在自然界中的分布。

### 一、酵母的鉴定

酵母在外观上与其他真菌及放线菌很容易区别, 但与细菌相比常因菌落都表现出粘质奶油状而容易混淆, 但只要镜检一下细胞的大小和形状也就不难区分了。酵母个体比细菌大, 通常宽为 1—5 微米, 长约 1—10 微米, 绝大多数是出芽繁殖。而细菌则不出芽, 宽 0.5 微米左右, 长 0.5—10 微米左右。所以对一个未知菌株首先要分离成单一的纯菌株, 而且通过镜检确定是酵母后, 才能按酵母鉴定之常规进行鉴定。

酵母本身形态较为简单, 在鉴定时需要借助很多生理测定, 其测定项目近年来日益增多。但只有把形态生理等各方面都弄清楚, 才能对这一酵母正确地定名。按照娄德 1970 年酵母的鉴定法仅在生理项目中就有 15 项。但这些项目还有主、次之分。首先根据繁殖情况可把它们分几大类: 即有孢子酵母、无孢子酵母、掷孢酵母和冬孢酵母。在形态培养特征和生理中也以形态为主, 按形态基本上可分到属, 再根据生理而分种。

#### (一) 形态

在观察酵母的无性繁殖、有性繁殖、假菌丝等时都需要分别作各种特殊培养才能正确地判断, 这也要有一个过程, 如果试验不充分, 培养时间不够, 都会造成错误的结果, 甚至把应能产生各类孢子的酵母全都归入无孢子酵母。

酵母无性繁殖主要是芽殖, 少数为芽裂, 个别为裂殖等。

所谓芽殖是在成熟的酵母细胞上生一小芽, 芽细胞到一定时候脱离母细胞后可继续成长再继续出芽产生新个体, 有时芽长大后可以暂时不立即脱落。如果在母细胞的各个方向出芽, 则为多边芽殖(图 1—1),

这时细胞都是圆形, 椭圆形或腊肠形, 大多数酵母都是这种形态。如果只在细胞二端出芽, 为二端芽殖, 此时细胞常为柠檬形(图 1—2)。如果在三端出芽, 细胞就呈三角形(图 1—3), 这种情况较少。酵母如果总在一端出芽, 并在芽基处形成横隔, 这时细胞呈瓶形(图 1—4), 这种又出芽又生横隔的情况叫做半裂殖或芽裂。在二端芽殖中生横隔的就是二端芽裂。此外, 个别象梗孢酵母属的酵母是在细胞上生一到几个小梗, 梗上端再生一个细胞, 成熟后可在小梗上断裂或暂不断裂再继续生小梗(图 1—5)。裂殖酵母属不能出芽, 只在细胞上生一横隔而断裂, 此时细胞常呈圆柱形(图 1—6)。

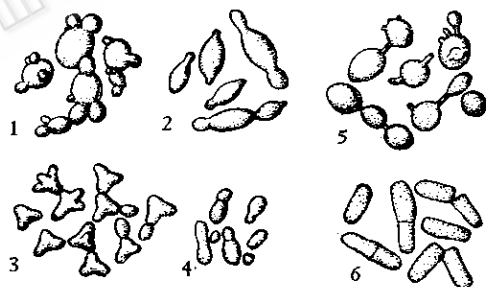


图 1 酵母之无性繁殖

1. 多边芽殖; 2. 二端芽殖; 3. 三边芽殖;  
4. 一端芽殖; 5. 出梗芽殖; 6. 裂殖。

有些酵母能产生掷孢子, 即在细胞上生小梗后再生掷孢子, 此掷孢子到一定时候能随小梗上分泌的液滴而射出(图 2), 此现象很象担孢子菌中担孢子的特征, 这种掷孢酵母在系统关系上被认为很接近于担孢子菌。

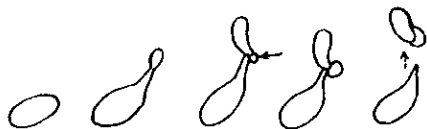


图 2 酵母掷孢子之形成与射出过程

酵母的有性繁殖主要是形成于囊孢子, 这种能形

本文附图由乐静珠同志绘制。



成子囊孢子的酵母称为有孢子酵母。但近年来发现,在无孢子酵母中如红酵母、假丝酵母、球拟酵母等在适当条件下可以成对地接合,出现类似黑粉菌的生活史,能产生双倍体的冬孢子,这种酵母称作冬孢酵母(图3),在系统上列为异担子菌纲。

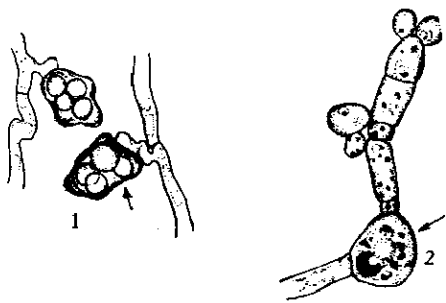


图3 酵母中发现的冬孢子

1. 多边形冬孢子; 2. 圆形冬孢子。

酵母产生子囊的方式可以由二细胞接合而形成,或不经接合为孤雌生殖,需接合的又根据接合的情况分二类,凡由二个大小相似的细胞接合的称同形接合,如果一大一小就称异形接合,有时接合现象退化只呈现一个突出物。酵母的子囊孢子形状较多(图4),酵母子囊孢子形状对有孢子酵母的分属常是重要依据,如圆形、短卵形孢子常出现在酵母属(*Saccharomyces*)等。礼帽形、钢盔形孢子常出现在毕赤酵母属(*Pichia*)和汉逊酵母属(*Hansenula*)等。胡桃形孢子出现在许旺酵母属(*Schwanniomycetes*)。运动帽形孢子出现在魏克汉酵母属(*Wickerhamia*)。但只靠孢子也不能完全肯定各属,还需有其他形态和生理依据。酵母的子囊孢子数一般为1—4个,有些属的孢子数也可多到几十个,如克

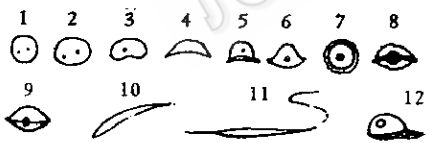


图4 酵母之子囊孢子

1. 圆形; 2. 椭圆形; 3. 肾形; 4. 新月形; 5. 礼帽形; 6. 钢盔形; 7. 圆形痣面; 8. 胡桃形; 9. 土星形; 10. 针形; 11. 针形具鞭; 12. 运动帽形。

拉弗酵母属(*Kluyveromyces*)和魏克汉酵母属(*Wickerhamia*)。

酵母分类除根据细胞形态和子囊孢子、掷孢子、冬孢子外,还要注意其产生真菌丝、假菌丝的情况。酵母在液体培养基或人为的缺氧情况下,酵母本身可延长,向一端出芽再延长,其结果形成象藕似的一节,并可出有分枝,这种结构称为

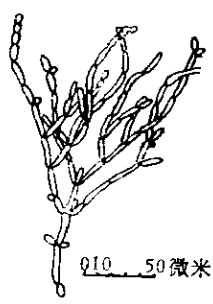


图5 酵母之假菌丝

假菌丝(图5),这与真菌丝的先成丝状体再生横隔的情况不同,假菌丝又因分枝与芽子的排列不同而分几种类型。

## (二) 培养特征

注意液体培养与固体培养的特征。

1. 液体培养 酵母增殖的结果在培养液中可形成菌膜(浮膜),而底部有不少沉淀。菌膜也是分类上的一个重要特征,凡有菌丝的酵母其膜较厚而坚硬,有些膜则很薄干而变皱,有时还可沿试管壁上升。大多酵母都能生环(试管壁上之菌环)或岛(即液面上飘浮的菌体)。

2. 固体培养 酵母在固体培养基上增殖的结果形成菌落。菌落的颜色、光泽、质地、表面和边缘的情况均需注意。

## (三) 生理

酵母鉴定的生理项目有十几个,最重要的是碳源和氮源的利用情况,有些项目只作为参考或仅对鉴定某些特殊的属种有用。

1. 碳源 碳源很重要,是酵母构成体质的原料,碳素几乎占酵母体的一半,同时碳水化合物分解可供酵母生命活动所需的能量,酵母对碳源的利用方式根据它所具酶系和条件的不同而有发酵与同化之分。发酵又称缺氧呼吸,其最终产生二氧化碳和乙醇。同化又称有氧呼吸,其最终产生二氧化碳和水,并产生大量的能量。所以测碳源发酵时只要在嫌气条件下,看酵母在液体培养基中是否产生二氧化碳气体(一般采用杜氏管或艾氏管),测碳源同化时是在氧气充分的情况下,主要根据是否生长菌体(一般用生长图形法,生长缓慢的酵母可用液体法)。

酵母利用碳源时还有一些规律,凡某一酵母能发酵某种糖的就一定能同化这种糖,反之凡能同化某种糖的却不一定能发酵这种糖。此外酵母如果能发酵葡萄糖的就一定能发酵果糖和甘露糖。根据这些已知的规律就可在大量鉴定工作中减少一定的工作量。至于所测试的碳源按照娄德1952年的方法测发酵只用六种糖即葡萄糖、半乳糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖、棉子糖。但现在测发酵时却增加到十几种碳源。而测同化时又包括其他醇类、酸类等增加到30多种。只得适当掌握。

2. 氮源 酵母利用不同氮源的能力也被用于对酵母的分类。因酵母一般都能利用蛋白胨、天冬素等氮源,所以并不常用这些氮源来分类,只有硝酸盐是常用的测试氮源,这一项很重要,甚至用于区分属。

3. 其他生理项目 如酵母分解杨梅苷。酵母能否生长在无维生素的培养基上,能否生长于高渗透压的培养基上,酵母的耐高温程度、酵母的产酸、产胞外类



淀粉、水解尿素、分解脂肪、产酯、明胶液化、抗放线菌酮(actidione)、牛奶酪化等,这些项目在分类上对不同属的重要性都不同,可灵活运用。

上述形态、生理等各测定项目的具体方法,可参考有关专著此处不详细介绍,原则上方法越标准越好,但也要适当根据需要与可能来进行。总之要正确地鉴定一株酵母,要了解它分类上的地位,是一件很细致的工作,所费人力和时间都比较多。

## 二、酵母在自然界的分布

酵母在自然中生活和繁殖情况与自然地理因素和气候条件有关,而且与其他微生物之间也有关,如其他真菌、细菌、放线菌、原生动物等,它们所产生的代谢产物如抗菌素、有机酸等能抑制酵母生长,也有些微生物可以把某些物质转成有效成份供酵母利用。如有些霉菌(丝状真菌)和细菌能分泌胞外酶来水解纤维素和木糖胶产生出纤维二糖和D-木糖,就能被酵母利用而繁殖,所以所有与树和树虫有关的酵母都能利用纤维二糖和D-木糖作为单一的碳源。在一些含淀粉多的基物上也常是先由霉菌等把淀粉分解产生出简单的糖,酵母再接着利用而生长繁殖。酵母与动植物也有关系,在动物中从昆虫到热血动物,植物中从藻类到脉管植物都与酵母有一定关系。但大多数酵母均以腐生生物的形式生活,只有少数为寄生类型。

### (一) 植物方面

植物的叶子上所以有酵母是因为树木的叶子上可分泌出含糖汁液供给酵母生长所必需的碳源等。叶子上酵母群系和数目常随季节而有变化,例如有人研究牧草叶子上酵母数在一年内夏末最多达 $10^4$ /克,而且夏末时大都是红色酵母,认为可能含胡萝卜素的种比无色素的种对阳光有更好的保护作用。此外发现几乎多数由叶片上得到的酵母都能产生粘质荚膜,据统计叶子上所得的酵母种类主要是无孢子酵母,有孢子酵母较少。

植物的花上有酵母主要因花上有花蜜可供酵母的营养,又有昆虫的传布酵母就可存在于花上并传布到各处,但花上的酵母量出入也很大。在全年中夏天花上酵母最多,在某些地区有人研究约60—70%有酵母,而季节过早只有20—30%有酵母,并认为酵母与花的类型间没发现有什么联系,花上主要也是无孢子酵母占多数,也有部分耐高渗透压的酵母。

树干的汁液和流出物,如不同落叶树的渗出液中多数也有酵母,据研究其酵母群体一旦建立起来后,往往只有几个种,比较稳定。

植物致病酵母不多,如针孢酵母属(*Nematospora*)和类酵母的真菌阿舒氏囊霉属(*Ashbya*),都可为害橡子、番茄、棉花塑果、大豆、柑桔果实。

### (二) 动物方面

在昆虫体上常带有酵母,这与它本身之活动场所有关,因此它所带的酵母之种类与数量均不固定,如蜜蜂、蟑螂、天牛、象鼻虫等都被人们研究过。此外酵母本身也可以是某些昆虫所喜爱的食物,如在果蝇肠道里常有酵母。

酵母还常发现于高等动物的消化道中,因动物消化道中的食物可以喂养酵母,据报道以及我们在北京地区对动物粪便中作的调查,食草动物的粪中酵母较多,杂食动物其次,食肉动物如狮、虎等的粪中酵母极少。酵母对人畜的致病作用不很大,但也有几个种能引起皮肤、粘膜的病变,甚至深部感染侵入内脏,或引起中枢神经系统的疾病。有些假丝酵母的种能引起人的鹅口疮,同时有些酵母在人的指甲、足趾缝、头发、眼、骨、血液、肾脏、心脏、呼吸道等处均有发现,应当加以注意。此外隐球酵母属、瓶形酵母属、丝孢酵母属、球拟酵母属、红酵母属中也有一些种与人畜致病有关。

### (三) 土壤

土壤中酵母比霉菌、细菌少。土壤的作用象是重要贮藏所,土壤中的酵母大都存在于表面5—10公分的上层土壤,再往下酵母细胞就迅速减少,到20—30公分处仅有少数细胞。同一地区同一深度的不同季节,酵母的组成也有很大区别。土壤如果肥沃些,特别是有水果残渣等的果园土壤中酵母较多。至于土壤中酵母的群系则受多种条件影响,如不同属种酵母本身的寿命、土壤中活的生物的竞争,死的动植物残体的存在等,特别是抗菌素等物质的影响较大。此外土壤本身的质地、湿度、深度,以及所处的位置受日光照射的程度等都与酵母的群系有关。

此外各种酒类的酿造处所、蜂蜜、糖浆、蜜饯、酒曲、木材纸浆、乳制品、贮存的香肠、肉类、谷物、水果等,肉质的真菌如败坏的蘑菇等都有酵母存在,只要人们耐心地寻找,在各类基物上能发现不同类型的酵母,供人们研究和应用。