

对纸质文物霉菌危害的防治

李 蔓

提要:纸质文物因其材质关系,容易老化,变黄、变脆、发霉、虫蛀,是各类文物中较难保存的藏品之一。引起大多数纸质文物损害的最常见的因素包括:酸性物质、光照、相对湿度、污染、虫害和人为因素等。该文主要就霉菌对纸质文物的化学和物理防护展开讨论,对比两类防治法的优缺点,以寻求最佳的解决办法。

一、引言

造纸是我国古代杰出的四大发明之一,自西汉以来,各地遗留和保存着大量的纸质文献资料及图书档案等,它们是人类极其宝贵的文化遗产财富,对于研究人类社会的进步和科学技术的发展有着十分重要的价值。纸质文物通过各种形式,承载着漫长的文学发展历史,承载着漫长的绘画艺术发展历史,承载着漫长的书籍发展历史……它不仅信息量庞大,更是也是不可再生的宝贵文化遗产。

随着岁月的流逝,历经沧桑和反复翻阅使用,有的纸张已经逐渐损坏有,有的未及陈列而长期保存在库房中的纸质文物,也会因外界环境的影响发生变黄、褪色、变脆以及酥粉等现象。纸质文物本体的主要组成成分为纤维素、半纤维素、果胶^①,还有在其上书写或作画而遗留的墨汁或颜料等,其中纸质中的纤维素容易受大气环境中有害气体和光的影响,大气环境中的有害气体和光会使纸张发黄变脆、强度下降、脆裂等;纸质文物还容易受虫类的蛀食、霉菌的腐蚀;纸质文物还易受水灾和火灾等大自然不可制约力量的破坏;还易受到战乱和各种政治性因素的人为破坏。至使今日人们手中有一本古版书籍,或一幅古代书画,已是异常珍贵,有些古籍善本、珍贵书画一种或一幅的拍卖价甚至已逾百万,可见现存的纸质文物弥足珍贵。所以如何做好纸质文物的保护

工作,是从事这项工作的人们的当务之急^②。在所有破坏纸质文物的因素中,本文以霉菌为例,浅谈纸质文物的防治,以此对于纸质文物的保护起抛砖引玉的作用。

二、霉菌的防治

(一) 霉菌的定义

霉菌是丝状真菌、多细胞的低等植物,凡生长在营养基质上,而形成绒毛状、蜘蛛网状或絮状菌的真菌,称为霉菌。它分布极广,种类很多,约有4万种左右。霉菌是由细长的菌丝与孢子所组成。菌丝的主要作用是吸取养料,孢子的作用是繁殖后代。纸质文物中存在着大量的霉菌孢子,能否对纸质文物造成危害,取决于环境条件(即温度、湿度、光线、PH值),当然养料和氧是不可缺少的因素。常见危害纸质文物的霉菌有曲霉属、短梗孢属、枝孢霉属、青霉等霉菌。

(二) 霉菌的危害

当纸质文物感染霉菌时,霉菌就会以纸、淀粉浆糊、胶料以及油墨等作为养料,毁掉纸质文物制成材料。据试验,霉菌在3个月内能毁坏纤维的10~60%,由于纸的纤维素被破坏,而引起纸的机械强度降低。据资料介绍,长了霉的书在5天内纸的坚韧性,降低了50%。霉菌在吸取营养过程中,会分解出有机酸,使纸张的酸性剧烈增加,试验证明长了霉的书籍纸张,在几个月内酸性增加了两倍。霉菌孢子在生长、繁殖过程中,

会分泌出各种色素,以致在绘画、书籍上出现各种颜色的斑点(红、黄、灰、紫、棕、黑、褐等色)。这些斑点不仅污染绘画、书籍,掩盖图案、字迹,而且使纸张变脆、腐烂。霉菌在纸上繁殖时,使纸纤维变得湿润和胶黏,以致造成书页黏结。尤其在高湿、堆压的情况下,黏结成纸砖,难以揭开^③。而且霉菌还会产生有害毒素,危及人体健康。

(三) 霉菌的防治

霉菌对纸质文物的危害不仅包括霉菌以文物为培养基,对文物本体的破坏,还包括在代谢过程中所分泌的色素对文物表面的污染,因此,对它的防治包括灭菌和除斑两个过程。

1. 灭菌

霉菌对纸质文物具有极大的杀伤力,纸张一旦滋生了霉菌就必须及时处理。目前我国对于纸质文物的灭菌方法分为化学方法和物理方法两大类。

化学方法现在比较常用是酒精擦除法、熏蒸法。因为二氧化碳、环氧乙烷与二氧化碳混合气体和磷化氢气体等不仅价格便宜,而且在常温下是液体使用起来比较安全,所需要的熏蒸设备要求也不高,适宜的温湿度(温度 20 摄氏度以上,相对湿度为 70%以上)也较易达到^④,因此此法应用较多。

物理方法有低温冷冻法、缺氧法、微波辐射法、 γ 射线辐照法等,但它们的技术性都比较强,耗资大,在具体实施中有一定的难度。

(1) 化学防霉技术 纸质文物化学防霉杀虫技术主要有擦除处理、熏蒸防霉技术等。

涂擦处理

医学上常用酒精消毒灭菌。近些年来,有些工作者尝试使用高纯度的医用酒精来消除纸质文物上的霉菌,觉得其既经济实惠,又便于操作,且对人危害较小,而实践证明,这确实为一种行之有效的方法。

酒精灭菌的原理是:高纯度的酒精极易与水结合,因为酒精分子中含有羟基(-OH),水分子中含有氢(H⁺)离子,它们通过化学作用相互吸引,使酒精分子和水分子很容易结合在一起,从而夺

取了纸张中所含有的水分,严重地危及霉菌的生理活动,并且,包裹于微生物细胞表面的细胞膜是一种选择渗透性膜,它可以使水分子自由通过,按照生物学上的渗透作用原理,低浓度溶液很容易渗进高浓度溶液中,所以,当酒精与霉菌相遇时,很容易“夺取”霉菌菌丝细胞体内的水分,使细胞因缺乏必需的水分而死亡,因此高纯度的酒精不仅能杀死霉菌中的直立菌丝,而且沿着直立菌丝渗进营养菌丝体内,从而干净彻底地杀死霉菌^⑤。

利用酒精除霉杀菌时,一般是使用柔软洁净的纱布,蘸取高浓度的酒精溶液,依照字画生霉的程度,对发霉部位进行反复擦拭,霉菌严重的地方要反复多次地擦拭。但在使用时要注意:一是酒精易燃、易挥发,要注意防火;二是酒精易溶解,能溶解一些墨水等有机物,要尽量避免多次直接擦涂字迹而导致字迹模糊不清。

除此之外,还可以使用二氯苯、烟草甲等化学药品进行灭菌,但使用前要首先弄明白其化学性质及去霉的机理,先在局部点验后,视其效果,再大面积使用。

熏蒸处理

当纸质文物受潮发霉面积很大且分布集中时,通常可以使用纯的二氧化碳或是环氧乙烷与二氧化碳的混合气体以及磷化氢气体来熏蒸处理,从而可以对文物进行去霉处理。

熏蒸防霉技术主要是采用化学熏蒸剂,在密闭的场所释放出有毒气体,在空气中达到一定浓度后,可以抑制霉菌生长的技术。使用的熏蒸剂主要有二氧化碳和环氧乙烷、磷化氢等。

二氧化碳和环氧乙烷混合气体熏蒸处理

一般的做法是在一个密闭空间中冲入混合气体,当达到一定浓度时,可以抑制生物的呼吸,使其因为呼吸困难而死亡。环氧乙烷是一种最简单的环醚,常温下是无色气体,有乙醚的气味、有毒,其化学性质活泼,能与许多化合物起加成反应。二氧化碳和环氧乙烷混合气体的灭菌效果效果较好。

利用二氧化碳和环氧乙烷灭菌前要事先做好准备:①制作一个不锈钢消毒罐,耐压强度应大

于 $2\text{kg}/\text{cm}^2$ (也可用密封较好的聚乙烯塑料袋来代替); ②用专用钢瓶盛装 30:70 的环氧乙烷与二氧化碳混合气体; ③选择白天气温在 $24^\circ\text{C}\sim 25^\circ\text{C}$, 比较干爽的天气进行。使用时, 把待处理的发霉的文物置于消毒罐内, 然后向罐内充气, 密闭 20 小时左右取出, 即能达到较好的效果。

磷化氢熏蒸处理

磷化氢是一种被广泛用于粮食、食物的熏蒸剂, 其对纸质文物去霉也较好。磷化氢是一种无色的剧毒气体, 具有强烈的大蒜臭味, 其对纸张霉菌有强烈的杀毒作用, 而且其渗透力很强, 扩散性好, 能渗透纸张正常摆放的各个部位, 故去霉效果十分彻底。

化学防霉技术中的熏蒸防霉技术所采用的熏蒸剂, 一般对人体都有一定的毒害作用, 从人性化的角度出发, 不值得推荐。

(2) 物理防霉技术。物理防霉技术主要有充氮防霉技术、低温冷冻法、微波辐射法、 γ 射线辐照法等。

充氮防霉技术

充氮防霉技术主要是将氮充入高压容器里使纸质中的微生物缺氧而亡, 对环境不会造成污染。

低温冷冻防霉技术

低温冷冻防霉技术主要是利用冷藏装置将温度调至霉菌生存的温度以下, 使霉菌死亡的技术。该技术具有灭菌效果好、对图书纸张和字迹无不良影响、对人体无毒无害等优点, 是一种比较好的纸质文物防霉技术, 只是这种技术操作起来有点繁琐, 而且每处理一批纸质文物所需时间相对较长^⑥。

辐射杀菌

霉菌在可见光的长时间照射下会引起细胞死亡而杀死霉菌, 这主要是由于光氧化作用引起的。在有氧的条件下, 光线被细胞内的色素吸收后, 致使霉菌死亡。这种光线一般为日光中的紫外线, 紫外线杀菌是因为霉菌的脱氧核糖核酸(DNA)在波长为 260nm 左右时对紫外线有强烈的吸收高峰, 当 DNA 吸收了紫外线后, 形成胸腺嘧啶聚体失去了复制能力, 阻碍了蛋白质的合成, 从而导致细胞死亡, 而 x 射线、 γ 射线、远红外线、钴-60、微波等对

霉菌都有较大的影响及杀菌能力。辐射杀菌在文物保护中一般用在文物生霉之后, 先杀菌, 再对霉菌进行清除, 这样, 清除工作比较彻底。

2. 去霉斑

纸质文物上的霉斑不仅会影响观赏、产生难闻的气味, 而且还会成为新的霉菌滋生的温床, 因此必须尽快去除。去除霉斑, 可用 0.5% 高锰酸钾溶液, 用毛笔涂在霉渍污点处, 待高锰酸钾溶液由红变为茶色后, 再涂 2% 草酸溶液, 使涂有高锰酸钾的部位由茶色渐变为白色。当茶色褪净后立即用清水淋洗, 把残余的化学药剂洗去, 以免对纸质文物产生损害^⑦。

三、两类防霉技术的优缺点

从上述多种防霉技术资料可见: 化学防霉技术的优点是灭菌效果好, 见效快, 有效延续时间长; 缺点则是容易造成环境污染, 危害人体的健康, 另外那些挥发性的药物有些难免会与纸质文物产生化学作用, 使纸质变色、变脆等; 而有些会使霉菌产生抗药性, 使防霉效果不断减弱; 还有的化学药物易燃、易爆, 容易产生安全隐患。有些单位为了减少排放出来的毒气污染, 把库房搬到郊外, 将熏蒸设施置于楼顶之上, 结果是只保护了纸质文物却污染了环境, 使纸质文物的保护与环境保护两者的矛盾无法解决。虽然理论上是毒气排放出来以后便不会残存, 没有残留及污染问题, 但事实上少量的残存还是无法避免的, 鉴于此, 对于纸质文物防霉技术的方法使用问题上, 化学防霉技术中的多数应经谨慎试验筛选, 不可滥用。

物理防霉技术是用物理手段创造特殊的环境, 使菌类的机能、生存条件遭到破坏而死亡, 从而达到防霉的目的, 由于这类技术多数不会造成环境污染, 故在防霉技术方面较化学防霉技术具有更人性化、更广阔的发展前景。如低温冷冻防霉技术, 虽然工作程序比较繁琐, 但对人体无伤害, 而且只要有经费有地方建立大型的冷冻库, 工作效率就会大大提高。物理防霉技术中的充氮防霉技术、低温冷冻防霉技术和绝氧、施压防霉技术都值得推荐, 它们比化学防霉技术更胜一筹, 更人性化、更能实现纸质文物的保护、环境保护与

第一线工作人员健康保护的高度统一。

很多纸质文物也是难以再得到的,人的健康与生命也是必要的,如何合理选择、使用各类防霉技术而使第一线工作人员的健康和纸质文物的妥善保护不再成为矛盾,这个问题值得研究和探讨。纸类文物入库前使用物理防霉技术中的充氮防霉技术或低温冷冻防霉技术或绝氧、施压防霉技术等对纸类文物进行一次处理,可以起到一定的防霉作用,当然要比彻底地解决纸质文物的防霉杀虫问题还需要掌握“以防为主,防治结合”的方针,应该从大环境控制着手,破坏霉菌的生存条件。

四、结语

综观上述适宜霉菌生长的温、湿度数据及适宜纸质保管的温、湿度数据可见:纸质文物应置于既不利于霉菌生长,又适宜纸类保管的温、湿度环境中,也就是保持室温在20℃以下,湿度在40%~60%之间,加之化学防霉技术和物理防霉技术的综合运用,则可以达到既控制霉菌生长,又防霉,更延缓纸质文物老化的三全其美的效果^⑧。此外,还有库房内外的环境卫生也不容忽视,只有做到窗明柜净,沟渠畅通,那么霉菌也就失去了生存的土壤,这也是一个非常关键的环节,同时又是一份相当耗费劳动力的旷日持久的工作。

总之纸质文物的防霉工作,就是要做到既要保护文化遗产,又要保护环境,更要保证第一线工作人员的健康。

参考文献:

- ①王博《影响纸质文物的五大环境因素》,中国文物科学研究,2009,(02):62-66
 - ②李玉虎《档案保护工作中亟待研究的几个重大课题》,图书情报知识,2009,(3):117-119
 - ③朱兰英《档案霉菌的危害及其防治》,兰台世界,2004,(12):18-19
 - ④管晓卉,杨璐《从档案图书的保管谈霉菌的危害和防治》,档案与建设,2004,(11):14-15
 - ⑤冯慧芬《从档案霉菌的危害看预防的必要性》,机电兵船档案,2004,(3):3-5
 - ⑥张志琼,陈修德《档案保护的重大利好——专家称低温杀虫灭菌柜前景看好》,四川档案,2006,(4):23
 - ⑦李晓华《试谈霉菌对文物的危害及防治》,东南文化,1996,(3):134-137
 - ⑧李玲《档案馆库房温湿度对档案寿命的影响》,黑龙江史志,2005,(6):28
- (作者:西北大学文化遗产学院)