

试谈古籍文献的防霉

田周玲 周崇润

在高温、潮湿条件下，纸质古籍文献很容易生霉，从而降低纸张、字迹的耐久性。通常把霉菌引起的破坏作用叫做霉变。霉变是纸质文献受损的重要原因之一，是长期以来普遍受到关注的问题。

霉菌形如绒毛，又称之为丝状真菌，由菌丝供给营养。一种菌丝被称为营养菌丝，像植物的根系一样吸取营养；另一种菌丝能长出繁衍后代的孢子。从菌丝上脱落下来的孢子在很短时间里就能随风扩散。这些孢子生命力极强，只要温湿度等环境条件适宜，就可以附着在有机体的表面发育成新的菌丝，然后再形成新的孢子。如此周而复始，不断繁衍。霉菌与其它微生物一样具有以下特点：1、分布广。在自然界中霉菌无处不在。因此，在日常生活中经常会发现霉变现象。2、代谢旺盛，繁殖快。在适宜的条件下，霉菌能在短期内繁衍很多个后代，促使材料迅速霉变。3、适应性强，易变异。霉菌对营养、空气及温湿度等都具有较强的适应性。只要温湿度等环境条件适宜，就会在纸张等材料上生长繁殖。霉菌不但破坏古籍，而且某些菌种产生的毒素还会危害人体健康，如黄曲霉菌能产生黄曲霉菌素，红色青霉和紫青霉能产生红色青霉毒素等。这些毒素有的损害人体的肝、肾器官，有的损害大脑和神经系统，使人致病。因此，研究霉菌的防治显得尤为重要。

一、霉菌对古籍纸张的损坏

霉菌的生长一开始依赖自身的贮藏物质而生长，所以这些霉菌比较好去除。当菌丝生长到一定阶段，其自身贮藏的物质被逐步消耗完的时候，它们就要从外界环境，即从附着物如纸张和函套中吸取营养物质，进行新陈代谢，继续生长繁殖。

霉菌的新陈代谢非常旺盛。从单位数量来讲，它的代谢强度比人的代谢强度大几百倍，有的甚至达到几十万倍。因此，古籍文献一旦长霉，它就能迅速与古籍文献的制成材料—纸张、胶、浆糊、装订线、油墨等进行物质交换，从中摄取营养。如淀粉、动物胶被霉菌污染后，粘性消失，造成古籍文献的封面、扉页、书页散落。

霉菌还能分泌纤维素酶，加速纸张纤维素的水解。纤维素酶能在常温下起催化作用，其催化效率比一般催化剂高 10 万甚至亿倍。其过程是：纤维素酶首先将纸张纤维分解为纤维素贰糖，再分泌出纤维素贰糖酶，再进一步将纤维素贰糖酶水解成为葡萄糖。纤维素酶能在

3 个月内把纸张纤维素毁去 10%~60%，纸张的牢固性在 5 天内会降低 50%。

霉菌在繁殖过程中，分泌出带色的物质，使文献表面出现了灰、紫、棕、褐等不同颜色的斑点。引起这种现象的部分原因是霉菌生长过程中能分泌有机酸。据资料介绍，霉菌在生长、繁殖代谢中分泌出约有 18~20 种有机酸。主要是乳酸、草酸、丙二酸和富马酸。有学者研究发现：不同的霉菌在生长过程中能分泌出不同种类、不同浓度、不同酸性的有机酸，即使是同一种霉菌生长的不同阶段分泌的有机酸种类也不完全相同。同一种霉菌在不同的生长阶段，产生酸的浓度也不同，一般时间越长，酸的浓度越大。霉菌分泌的有机酸使碱性字迹易褪色。

加上纸张里含有的无机酸（主要由造纸和污染气体带来的），纸张生霉后，纸质古籍文献酸性加强，产生酸老化，机械强度下降，纸质变脆，从而缩短了纸质古籍文献的保存寿命。据有关资料报道，纸张生霉后，pH 值会下降 1~2，3 个月后纸张的耐久性降低一半。因此，今后研究纸张去酸的方法时不仅要考虑去除无机酸，还应考虑如何去除有机酸。因为纸质文献霉菌代谢产生的主要是有机酸，在对纸质文献去酸处理时，应采用混合去酸剂，即它既可以去除无机酸，又可以去有机酸。

二、霉菌的防治方法

霉菌是最低等的生物。它和其它生物一样，在生命活动过程中，与周围的环境有密切的关系。环境条件的改变可使霉菌的形态、生理、生长、繁殖特点引起改变。另一方面，霉菌也能抵抗、适应环境的某些改变。在适宜的环境，霉菌能旺盛的生长繁殖；在不适宜的环境中，霉菌的生长繁殖受到抑制或改变原来的特性；在恶劣环境下，霉菌就会发生死亡。因此，创造霉菌生长的不利条件是防霉的有效途径。

要做好防霉工作，必须增强防霉意识，根据本地区气候等特点，制订周密的防霉计划，主要抓好以下几方面工作。

（1）阻断霉菌营养来源

霉菌生长发育需要一定的营养物质。古籍修裱用的麦粉浆糊内含有一定量的蛋白质和其它营养成分，是霉菌生长的最好养料。一般修裱过的书画、书籍、书盒最易生霉。为了改变这种现状，现在日本，装裱书画用的面粉是经专门去掉面筋以后再使用，其目的是降低面粉的营养成分，阻断或减少修裱工艺给霉菌提供的养料，使霉菌无滋生之地。

（2）控制传染源

古籍文献在入库前要先检查，经化学消毒处理后方可入库，以免传入霉菌。

（3）控制书库的相对湿度

水份是霉菌生长的最基本的营养要素。霉菌细胞中含有大量的水份,一般霉菌含水量为80~96%,霉菌孢子含水量为38.87%。霉菌在相对湿度达到80~96%的时候生长发育最旺盛,此时对纸张的耐久性的影响也最大。霉菌孢子在相对湿度达到38~39%时仍能成活。霉菌依靠它分泌于其细胞壁外的酶,将有机物变成较简单、能溶于水的化合物。周围环境的水份愈高,则细胞与外界间进行的新陈代谢作用愈强,霉菌的发育与繁殖愈快。反之,即使环境中具有足够的养料,如果没有一定的水份,霉菌也不能生长。而水份的来源决定于空气中的湿度。空气湿度的衡量通常采用相对湿度。因此,库房的相对湿度的大小直接关系到古籍的安全问题,一般库房要设有空调机、去湿机等去湿设备,使相对湿度控制在45~65%之间,才能抑制霉菌在古籍上生长繁殖。

(4) 控制书库的温度

在霉菌生长的外界因素中,温度的影响最为密切。霉菌适宜的生长温度是22~28℃。温度的影响表现在两个方面:一方面,随着温度的上升,细胞中生物化学反应速率加快;另一方面,组成细胞的物质,如蛋白质、核酸等都对温度较敏感。如果温度过高,这些物质的立体结构受到破坏,从而抑制霉菌的生长,甚至死亡。因此,霉菌的代谢活动和生长繁殖有一定的温度范围,一般可分为三个温度界限,即最低生长温度、最适宜生长温度和最高生长温度。超出最低或最高生长温度范围,霉菌的生命活动就要受到抑制或中断。因此,对库房温度加以控制,可抑制霉菌的生长。

国家图书馆善本书库的温度要求为18℃~22℃,湿度为50%~60%,实际全年大部分时间的温度均在20℃,相对湿度在50%左右。因此,善本库不易发生文献生霉现象。

(5) 药物防霉

从古到今,人们提出了许多防治书刊霉变的方法。如在书页中夹放芸香叶、烟叶、艾叶、荷花瓣等;用黄檗汁浸染的纸、万年红纸等作书籍的前后扉页;在修补、装订所用的浆糊里配放白矾、百草细末等。几年前,上海博物馆也研究了中草药黄柏中的有效成分对纸张的防霉作用,将黄柏的有效成份加入裱画浆糊,或用黄柏有效成份的提取液浸泡裱画用的纸张,使装裱的书画不易生霉。

随着化学合成工艺的发展,出现了许多合成防霉剂。装裱浆糊中加入一定配比量的防霉剂,是防止纸张生霉的一种方法。合成防霉剂产品种类很多,为了更好地保护古籍,在使用防霉剂用于装裱时,应做好筛选工作。要求选择的防腐剂不仅能起到防霉的作用,而且不能和纸张中的物质发生对古籍有害的化学反应。目前常用的纸张生霉后防霉剂有SF-501熏蒸剂、对硝基苯、五氯酚钠。这些方法虽然有效,但效果单一,工作量大,防治面积小。

(6) 除氧封存

氧气是霉菌(除厌氧菌外)生长的必要条件,但霉菌生长需要的氧气是极其微小的,完全停止氧气的供给并不能杀死霉菌孢子,但能抑制霉菌生长。但此种方法因其价格与提取古籍不方便等,未能普遍使用。

(7) 防尘

尘土是霉菌的载体。在尘埃中有许许多多我们肉眼看不见的霉菌孢子,当它沉降在某一地方,这些地方又具备它生长发育的条件时,就会长出各种霉菌,如果空气中存在过多的灰尘,就成为了霉菌的污染源。因此,库房一定要有行之有效的防尘措施,库房的密封条件要好,进入书库要更换衣服与鞋子,打扫卫生不能用鸡毛掸,也不要扫帚扫地,否则灰尘会到处飞扬,把室外霉菌带进库房内。当库房内达到霉菌生长需要的条件时,库房内古籍就会生霉。机械通风进风口的空气要经过高质量净化器或过滤器,除去库房空气中的霉菌孢子。另据报道:国外一种空气净化器可以除去 95% 以上的可吸入颗粒物。没有空调的书库应进行自然通风,自然通风应在每日清晨洁净时间进行;长期密闭将有利于霉菌生长。所以防尘也是减少霉菌污染的一项措施。

(8) 坚持定期检查

对纸质文献特别是曾经生霉的文献和易生霉的古籍、函套要重点检查,发现霉变要及时处理。遇意外事故如水浸等,要及时进行去湿处理。对古籍书库要长期进行温、湿度监测,控制环境温、湿度在规定的标准范围之内。

三、霉菌的灭除

对于因某种原因已经发生霉变的古籍,可采取以下措施进行消毒灭菌处理。

(1) 气相法杀灭霉菌

对于密封式书柜,可用挥发性药物杀灭霉菌的方法。把一定量的挥发性较强的防霉剂放置到书柜里,关闭好书柜门,让药物在书柜中慢慢地挥发。当防霉剂在书柜中达到一定的浓度后,就起到抑制或杀灭霉菌的作用。一般在雨季来临之前放入防霉剂比较好,因霉菌在雨天极易生长。

(2) 辐射杀菌

紫外线、x 射线、γ 射线、远红外线、钴—60 等都有较强的杀菌的能力。光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。辐射杀菌在古籍保护中一般用在古籍生霉之后,先杀菌,再对霉菌进行清除,这样,清除工作比较彻底。危害库房内古籍文献的霉菌种类很多,它们造成

的损害情况也各不相同，我们只有对症下药，具体情况具体分析，以便最大限度地保护好库房藏品。

(3) 化学药剂消毒法

常用的化学药剂有甲醛、环氧乙烷、五氯酚钠等等。用化学药剂消毒，设备要求比较高，操作比较复杂，需要由专门人员进行。

(4) 微波灭菌法

所谓微波是波长为 0.1~1 米，频率数为 3 万千赫~3 亿千赫范围的电磁波的总称。91.5 万千赫~245 万千赫的微波广泛用于加热。微波加热介质具有自身加热的性质，不需热传导即能瞬时加热，并很快达到霉菌致死的温度，且内外温度均匀，可杀死古籍内外的有害生物。微波处理法不仅可以有效地杀灭文献中的霉菌，驱除潮湿，而且又不损害纸张与字迹，且处理速度很快，又不污染环境。

(5) 臭氧灭霉法

臭氧具有很强的氧化能力，对杀灭大肠菌、赤痢菌、流感病毒、流行性小儿麻痹滤过性病毒处理具有特别效果，对根霉、曲霉、青霉、酵母菌有明显的致死效果。臭氧对于真菌的杀灭机理主要是臭氧破坏了真菌的细胞壁和细胞膜，使得胞内汁液流失，最终导致真菌的彻底死亡；另外臭氧可以破坏不饱和键以及=NH、S、-NH₂ 基团的有机物反应，还能打开苯环。但是氧化性很强的臭氧肯定是纸张氧化的原因之一，臭氧对纸张具有老化作用，因此，臭氧的应用还不广泛。

总之，古籍的霉变是可以预防的。但是，由于霉菌种类繁多，其预防和灭除的方法也不尽相同，因此古籍文献的防霉研究任重而道远。

参考文献：

- 1、李晓华《试谈霉菌对文物的危害及防治》，《东南文化》1996.3 (113): 134-137
- 2、张小敏《霉菌对图书资料的危害》，《唐山师范学院学报》2002.24 (3): 45-46
- 3、张美芳，郭莉珠，阎政，韩秀琴《纸质档案中霉菌代谢物有机酸的分析研究》，《中国档案》2002.12: 27-28
- 4、陶琴《湖北档案》1994.4: 47-48
- 5、陆文军《霉菌与纸张耐久性的关系研究》，《档案学通讯》2003.2: 80-84
- 6、陶琴《霉菌对档案新型材料的危害及预防》，《影像材料》: 52-54

- 7、高国华《几种不同载体档案的防霉和除霉》，《档案保护》1996.9：37-38
- 8、张美芳《臭氧对档案灭菌效果及对纸张物理性能影响的研究》，《档案保护》2002. 2：61-63
- 9、危启正，季学韩，罗资生，汪泳，赵献章《档案文件的微波保护处理》，《档案保护》1994.17
(9)：28-33