

高仿真模拟古代丝织品文物方法探讨

郭敏¹ 邱祖明² 吴顺清² 田志宏^{1*}

(1 长江大学生命科学学院, 湖北荆州 434025; 2 荆州文物保护中心, 湖北荆州 434020)

摘要: 丝织品的老化主要由光、热、化学、生物、机械破坏等因素造成。人工老化模拟古代丝织品对其研究与保护具有重要的意义。目前, 人工老化方法有热老化、光老化、水解老化和土壤包埋等。

关键词: 高仿真丝织品; 老化; 降解特征

中图分类号 TS143 文献标识码 A 文章编号 1007-7731(2010)15-31-02

Research on The Simulation Ageing Methods of Ancient Silk Fabrics

Guo Min¹ et al.

(1 College of Life Sciences, Yangtze University, Jingzhou 434025, China)

Abstract: The ageing of silk fabrics is mainly caused by light and heat, chemical, biological and mechanical damage. The artificial simulation ageing methods have important significance for the research and conservation of ancient silk fabrics. Artificial ageing methods include the hot ageing, the light ageing, the hydrolysis ageing and soil embedding, etc. This paper summarised and discussed the simulation ageing methods of ancient silk fabrics.

Key words: High simulation silk fabrics; Ageing; Degradation

1 古代丝织品文物及其保护

我国是一个历史悠久的文明古国, 考古发掘出的历史文物种类繁多。其中, 丝织品文物具有独特的历史、文化和艺术价值, 是反映人类文明社会发展的具有重要价值的实物^[1]。我国虽然以丝绸之国著称于世, 但遗存的丝织品文物并不是很多, 出土丝织品文物更是非常罕见。

丝绸是由天然蚕丝(又称真丝)织成。它是由蚕儿吐丝、结茧, 再从蚕茧抽丝缫制而成。蚕丝是天然的蛋白质纤维, 由氨基酸借肽键作用聚合而成, 主要含有丝素、丝胶及少量其他物质, 如脂肪类物质、碳水化合物、色素和矿物质等^[2-3]。由于丝织品本身的材料属性决定了它的“弱质”: 易损, 难以保存。因而流传下来的古代丝织品的保护越来越多地引起了人们的重视。

2 丝织品的老化

老化是指聚合物在使用或保存过程中受物理、化学因素的影响, 力学性能变坏的现象。其中的主要反应是聚合物的降解。影响聚合物降解的物理、化学因素很多, 如机械力、热、光、化学介质、微生物等^[4]。

丝织品是由蛋白质组成的高分子材料, 易于受多种因素影响而降解老化。如同高分子聚合物的老化一样, 丝织品的老化是指改变其结构或性能的任何过程。丝织品的损坏和老化主要是由光、热、化学、生物、机械破坏等因素造成, 从而引起形貌、手感、颜色、分子量和结晶度等发生

变化。出土的丝织品由于长期埋藏在地下, 受到各种因素的作用, 纤维发生不同程度的老化, 出土后又受到光和其他各因素的作用, 使其老化速度加快, 变得面目全非, 有些甚至严重脆化、粉化, 触之即成粉末, 给丝织文物的保护与研究带来了很大的困难。

对丝织品文物产生破坏作用的因素是多方面的, 如温度、湿度、光线以及空气中的有害气体及尘埃等。在诸多因素中, 温湿度的影响最为普遍也最为严重。温度过高会加速丝纤维的老化, 加速反应过程, 使纤维中原有的水分蒸发, 造成发脆; 同时, 温度升高还会给细菌的繁殖提供有利的环境^[5]。丝纤维对光线作用很敏感, 对光线中的紫外光部分耐光性更差。真丝长期暴露于光线作用下, 丝蛋白分子发生变性, 断裂, 部分氨基酸, 如酪氨酸(Tyr)、色氨酸(Trp)残基发生光氧化作用而产生有色物质, 导致蚕丝纤维泛黄、发脆^[6]。

总之, 丝织品老化是多种因素共同作用的结果, 彼此之间相互影响。对古代丝织品的老化原因及老化程度的确定, 是研究、选择及评价保护方法的重要依据, 并可为后人提供与丝绸文物保存状况及其变化有关的基本信息资料, 从而使对丝织品的长期跟踪研究、保护成为可能。

3 人工老化的方法

在古代丝织品的保护研究时, 理想的方法是利用天然降解的样品来进行研究。然而, 考古发掘到的丝织品样品

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2006BAK20B02)。

作者简介: 郭敏(1983-), 男, 湖北荆门人, 研究方向: 微生物基因工程。* 通讯作者 收稿日期: 2010-06-29

很少,且其珍贵程度也不允许将其用于科学研究。因此,古代丝织品保护研究由于缺乏合适的实验样品而很难进行。科学研究需要大量的实验样品,而考古发掘不可能提供足够的样品,这就要求必须通过对现代纺织品进行人工老化降解来模拟古代纺织品试样,以满足研究工作的需要。模拟丝织品的老化有助于研究把握单一环境下的老化机理,从而进一步地研究多种因素作用下的老化过程。目前人工模拟古代丝织品的老化方法主要有光老化、热老化、水解老化、土壤包埋等。

3.1 光老化 光作用致丝织品老化,是指文物出土以后,可以通过各种方法对其进行保护,但其影响是不可避免的。丝蛋白大分子在日光或紫外线的的作用下,很容易发生光氧化降解作用即光化学作用。丝是高分子聚合物,当光的能量等于或超过分子间氢键、原子间共价键结合力的能量时,会使蛋白质分子发生变性、断裂。特别是当肽链上存在叔碳时,更易发生光敏反应,有自由基生成,造成链的解离,从而使丝绸的强度明显下降、变色、发脆。紫外光辐射和加热不仅影响丝蛋白的分子结构,同时对丝织物的染料也有作用,这是因为光能和热能均有可能使染料分子结构发生变化^[7]。目前所采用的光老化方法主要是采用氙灯照射,利用全光谱的氙弧灯来模拟阳光中的破坏性光波,包括UV、可见光和红外光。丝织品老化一般采用365nm的紫外光^[8]对现代丝进行光照老化,通过老化时间与强度的控制,可以准确高效的模拟出各个年代古代丝织品的光老化程度。

3.2 热老化 热老化涉及两类老化,一是物理性质的改变,二是化学反应。高分子材料在受热状态下,其聚集态的变化,对性能的影响十分明显。当高分子材料加热达到玻璃化状态后,增加了分子之间的移动,使其他分子(如:染料、漂泊剂、油、降解剂和土壤)更容易深入纤维内部,发生化学反应,产生腐蚀。另外,在玻璃化状态下,分子的取向度也会发生变化。热老化方法一般采用将真丝放入鼓风对流烘箱内加热烘烤的方法,期间经常以蒸馏水喷洒,从而使其达到老化的效果。通过热处理后,真丝纤维会产生失重和黄变,纤维表面出现皱缩条纹,其断裂强度和伸长率下降^[9]。有研究证明,采用间断热老化方式对断裂强度和伸长率的影响较连续热老化大。

3.3 水解老化 埋藏丝织品的土壤中,含有多种酸、碱、盐等腐蚀物质,天生就质弱的丝绸,难以抵御它们的长期侵蚀。同时,地下水(同样饱含酸、碱、盐多种腐蚀物)的长久浸泡,使得丝纤维吸收水分而溶胀,并被水解为氢化纤维素和氧化纤维素,丝绸强度随之下降,时间越长,强度越差,以至于脆弱不堪。水解老化是将样品浸泡于蒸馏水、NaOH水溶液或稀盐酸中处理,通过模拟古代丝织品的老化环境,以酸、碱溶液为介质,对现代真丝纤维进行人工老化。研究表明,真丝纤维经过去离子水、自来水、酸、

碱溶液处理后会失重现象,失重率随处理时间的延长而增加,随酸碱性的增强而提高^[10]。经水解老化后,丝纤维内部结构变得松散,与出土丝织品极为相近。

3.4 土壤包埋 土壤是一种复杂的无机和有机物质的复合物,具备微生物生活所需的各种条件,普遍分布着数量众多的微生物,有细菌、真菌、藻类和原生动物。真丝纤维是一种蛋白质纤维,为微生物的生存、繁殖和活动提供了一个良好的环境。土壤包埋老化是指将现代丝织品埋葬在与考古环境相似的人工条件下,即使其处于湿冻的环境下。土壤老化后,丝织品会出现失重与黄变现象,且随着老化时间的延长程度逐渐加深,真丝纤维经老化后还会遭到严重侵蚀和剥离。国外有研究者将真丝纤维埋于土壤中,研究其生物降解性,发现纤维表面有许多土壤微生物侵蚀的痕迹,同时还发现一些微生物和土壤微粒残留在纤维的内部,说明丝纤维受到侵蚀破坏内部出现了微孔,丝蛋白发生了老化降解^[11-12]。并且,不同区域的土壤对丝纤维的结构和性能影响程度不同,因此,采用土壤老化必须着重考虑文物出土环境的相似性。

以上几种方法为目前国内外学者所常用,都会使丝织品产生一定的失重与黄化,热老化过程中的失重较光老化小,而土壤老化侵蚀最为严重^[13],由此说明各种老化机理存在差异。另有研究者将真丝织物放于深海环境进行老化研究,结果发现纤维表面覆盖有无机物和有机物,纵向出现小纤维,有裂缝和凹槽,纤维直径增大,但其化学结构并未改变,这是由于在深海环境中无氧气存在、低温、无光线等^[9]。

4 展望

高效模拟出老化的仿真丝织品并直接用于实验可以为研究古代丝织品文物提供良好的物质基础。丝织品的老化是许多因素综合作用的结果,但在人工模拟老化丝织品的研究上,尚未发现有多种方法结合运用的报道。其可能的原因是由于单一的方法在一定程度上达到了模拟仿真的效果,可以满足后续试验要求。且多种方法的结合需考虑其交互作用,存在强度与时间等多重控制上的复杂性,尚需要进一步地研究与探讨。

参考文献

- [1] 何瑛. 中国古代丝绸的发展历程简析 [J]. 四川丝绸, 2003, 4: 44-45.
- [2] 李玲. 古代丝绸的老化及其保护 [J]. 江汉考古, 2002, 2: 81-84.
- [3] 李栋高, 蒋蕙钧. 丝绸材料学 [M]. 北京: 中国纺织出版社, 1994, 60-67.
- [4] 周静洁, 林红, 陈宇岳. 古代丝织品老化机理及其保护研究 [J]. 苏州大学学报, 2007, 27(1): 60-64.
- [5] 田金英, 王春蕾. 北京故宫文物霉菌调查研究 [J]. 北方文物, 2002, (3): 100-107.
- [6] 张晓梅, 原思训. 老化丝织品的氨基酸分析 (下转 42 页)

病植原体的不同亚型,此研究为葡萄黄化病植原体的检测提供了一个快速、可靠的方法^[6]。实时荧光 PCR 技术结合了探针特异性、PCR 的灵敏性及荧光检测系统的高灵敏度,为植原体的检测鉴定研究提供了新思路,对提高植原体分子检测技术水平,加快检测实用技术的推广具有重要意义。

2 小结

植原体的几种检测方法,各有优点,也各有缺点。在实际的检测过程中,要根据具体情况选择合适的检测方法。常规 PCR 技术以其准确、快速、灵敏度高等优点被越来越多的研究者所采用;巢式 PCR 技术,经过 2 次 PCR 扩增,克服了植原体在植物体内含量低,难以检测的问题;实时荧光 PCR 技术以其高灵敏度、快速、并且能定量检测的优点被越来越多的研究者重视。

在检测过程中,最好将以上 2 种方法或几种方法结合使用,这样更能保证检测结果的准确性。目前笔者认为比较好的检测方法是将 DAPI 和 PCR 技术结合起来使用:DAPI 荧光染色以其灵敏度高、特异性强、检测时间短、实验操作简单以及费用低等优点可以用于植原体病害的初步诊断;而 PCR 检测结合克隆、测序技术可以从分子水平上进行验证,以此达到对植原体病害的准确检测鉴定。

参考文献

- [1] Bai X, Zhang J, Ewing A, et al. Living with genome instability: the adaptation of phytoplasmas to diverse environments of their insect and plant host [J]. *Journal of Bacteriology*, 2006, 188: 3682–3696.
- [2] 李永, 田国忠, 朴春根, 等. 我国几种植物上植原体的快速分子鉴别与鉴定的研究 [J]. *植物病理学报*, 2005, 35(4): 293–299.
- [3] Doi, Y. M., M. Teranaka, et al. Mycoplasma or PLT-group-like microorganisms found in the phloem elements of plants infected with mulberry dwarf, potato witches' broom, aster yellows or paulownia witches' broom [J]. *Ann Phytopathol Soc Jpn*, 1967, 33: 259–266.
- [4] 史春霖, 张凤舞, 陈子文. 冰冻断裂的枣疯病病树韧皮组织中类支原体的扫描电镜观察 [J]. *微生物学报*, 1984(24): 139–141.
- [5] 金开璇, 汪跃. 紫穗槐带化病中发现类菌原体(MLO) [J]. *植物病理学报*, 1994, 24: 96–96.
- [6] 郭晓军, 田国忠, 赵少波, 等. 抗枣疯病枣树品种的 DAPI 荧光染色检测 [J]. *河北林业科技*, 2003(4): 1–3.
- [7] C. P. Lin, T. A. Chen. Monoclonal antibodies against corn stunt spiroplasma [J]. *Can J. Microbiol.*, 1985, 31(10): 900–904.
- [8] 林木兰, 杨继红, 陈捷, 等. 泡桐丛枝病类菌原体单克隆抗体的研制及初步应用 [J]. *植物学报*, 1993, 35(9): 710–715.
- [9] Jiang, Y. P., Chen, T. A. Production of monoclonal antibodies to peach eastern x-disease and use in disease detection [J]. *Can. J. Plant Pathol*, 1989, 11: 325–331.
- [10] Hsu, H. T., Lee, I-M., Davis, R. E., et al. Immunization for generation of hybridoma antibodies specifically reacting with plants infected with a mycoplasma-like organisms(MLOs) and their use in detection of MLO antigens [J]. *Phytopathology*, 1990, 80: 946–950.
- [11] Kirkpatrick B C, Stenger D C, Morris T J, et al. Cloning and detection of DNA from a nonculturable plant pathogenic mycoplasma-like organism [J]. *Science*, 1987, 238: 197–200.
- [12] 林木兰, 张春立, 杨继红, 等. 用核酸杂交技术检测泡桐丛枝病类菌原体 [J]. *科学通报*, 1994, 36(4): 376–379.
- [13] Deng S J, Hiruki C. Genetic relatedness between two nonculturable mycoplasma-like organisms revealed by nucleic acid hybridization and polymerase chain reaction [J]. *Phytopathology*, 1991, 81(12): 1475–1479.
- [14] Lee I-M. Use of mycoplasma-like organisms (MLO) group specific oligonucleotide primers for nested-PCR assays to detect mixed-MLO infections in a single host plant [J]. *Phytopathology*, 1993b, 84(6): 559–566.
- [15] 廖晓兰, 朱水芳, 陈红运, 等. 植原体 TaqMan 探针实时荧光 PCR 检测鉴定方法的建立 [J]. *植物病理学报*, 2002, 32(4): 361–367.
- [16] Jennifer Berger, Josef Dalla Via, Sanja Baric. Development of a TaqMan allelic discrimination assay for the distinction of two major subtypes of the grapevine yellows phytoplasma Bois noir [J]. *Eur J Plant Pathol*, 2009, 124: 521–526. (责编: 陶学军)
- [7] Becker M A, Tuross N. Initial degradative changes found in Bombyx mori silk fibronin [J]. *Silk Polymers*, 1994, 253–269.
- [8] 张晓梅, 原思训. 丝织品老化程度检测方法探讨 [J]. *文物保护与考古研究*, 2003, 15(1): 36–37.
- [9] Ishiguro Y, Zhou Y, Tajima F. Analysis of biodegradability of silk threads embedded in soil using image processing [C]. *Proceedings, CISC-4*, 2000: 109–110.
- [10] 张晓梅, 原思训. 扫描电子显微镜对老化丝织品的分析研究 [J]. *电子纤维学报*, 2003, 22(5): 447.
- [11] 龚德才, 奚三彩, 孙淑云. 古代丝织品的劣化机理研究方法综述 [J]. *考古与文物*, 2002, 3(3): 91–92.
- [12] 张孝绒编译. 人工老化模拟水解古代纺织品研究 [J]. *文博*, 1997, 5(5): 95.
- [13] 张晓梅, 黄洁, 原思训. 丝织品在老化过程中及老化后在水、乙醇、丙酮中的失重行为 [J]. *文物保护与考古研究*, 2004, 2(1): 18. (责编: 胡贤江)

(上接 32 页) 研究 [J]. *文物保护与考古科学*, 2003, 15(4): 19–22.

- [7] Becker M A, Tuross N. Initial degradative changes found in Bombyx mori silk fibronin [J]. *Silk Polymers*, 1994, 253–269.
- [8] 张晓梅, 原思训. 丝织品老化程度检测方法探讨 [J]. *文物保护与考古研究*, 2003, 15(1): 36–37.
- [9] Ishiguro Y, Zhou Y, Tajima F. Analysis of biodegradability of silk threads embedded in soil using image processing [C]. *Proceedings, CISC-4*, 2000: 109–110.

[10] 张晓梅, 原思训. 扫描电子显微镜对老化丝织品的分析研究 [J]. *电子纤维学报*, 2003, 22(5): 447.

- [11] 龚德才, 奚三彩, 孙淑云. 古代丝织品的劣化机理研究方法综述 [J]. *考古与文物*, 2002, 3(3): 91–92.
- [12] 张孝绒编译. 人工老化模拟水解古代纺织品研究 [J]. *文博*, 1997, 5(5): 95.
- [13] 张晓梅, 黄洁, 原思训. 丝织品在老化过程中及老化后在水、乙醇、丙酮中的失重行为 [J]. *文物保护与考古研究*, 2004, 2(1): 18. (责编: 胡贤江)