

轻化工产品

防霉技术

● 吕嘉栎 主编



化学工业出版社
化学与应用化学出版中心

轻化工产品防霉技术

吕嘉桢 主编

化学工业出版社

化学与应用化学出版中心

·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

轻化工产品防霉技术 / 吕嘉彬主编. — 北京: 化学工业出版社, 2003. 9

ISBN 7-5025-4795-9

I. 轻… II. 吕… III. ①皮革制品-防霉②造纸工业产品-防霉 IV. ①TS56②TS76

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 085491 号

轻化工产品防霉技术

吕嘉彬 主编

责任编辑: 路金辉

文字编辑: 于 岚

责任校对: 凌亚男

封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社 出版发行
化学与应用化学出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市前程装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 20 字数 543 千字

2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7 5025 4795-9/TQ·1818

定 价: 45.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

内 容 提 要

本书根据霉变微生物的生物学特性和轻化工产品物质组成特点，全面分析了霉变的根源和机理，概括地介绍了轻化工产品防霉技术的原则、方法和措施，并对防霉效果进行了综合评价。同时有针对性地就皮革、造纸、纺织品、食品、饲料、化妆品、涂料、中药等方面，系统地介绍了霉变发生的原因、途径和国内外防霉技术现状。

本书涉及面广、信息量大、实用性强，可作为从事化工类或轻化工类等生产技术人员、科研人员和高等院校相关专业师生的参考用书。

前 言

自然界中因微生物引起的霉变几乎涉及各个领域，每年全球因霉变所造成的损失是极其巨大又难以确切估计的，同时给环境和人类健康造成极大的危害。因此，防霉一直是人们日常面临的难题。添加防霉剂防霉，历史悠久，取得了很好的效果。但是，随着社会的发展和进步，人类对健康和环境的日益重视，加之，中国加入世界贸易组织后，国际贸易中对产品质量及其安全性的严格要求和卫生质量检验的日益严格，对中国轻化工产品的出口限制很大。为了与国际轻化工产品的加工和贸易接轨，适应轻化工产品可持续发展的需要，以防霉剂为主要措施的防霉技术已不能适应新形势下的产品要求，必须采取综合防治方法与技术防止霉变的发生。为此，在国内目前缺乏轻化工产品防霉技术方面专著的情况下，我们在参考国内外最新技术资料的基础上，结合多年的科研、教学和生产体会编著成此书，以满足防霉技术新的需求。

本书首先根据霉变微生物的生物学特性和轻化工产品物质组成特点，全面分析了霉变的根源和机理，有针对性地采取阻断微生物污染途径和适当添加防霉剂防止霉变的发生；概括地介绍了轻化工产品防霉技术总的原则、方法和措施，将微生物学与防霉学有机地结合起来，并强调预防霉变的重要性；对防霉效果的评价，分别从防霉剂的筛选、防霉剂防霉效力检测、制品防霉效力检测和制品的微生物学检测等方面进行综合评价，结合防霉实例加以说明，可操作性强。另外，本书还分别从皮革、造纸、纺织品、食品、饲料、化妆品、涂料、中药等方面，全面系统地介绍了霉变发生的原因、途径和国内外防霉技术现状。该书涉及面广，信息量大，实用性强。本书可供化工或轻化工等行业生产技术人员、科研人员和大学的相关专业师生参考。

本书由陕西科技大学吕嘉枬主编。其中吕嘉枬撰写第一、第二、第三章；王学川撰写第四章；张吕辉撰写第五、第八、第九、第十章；周建华撰写第六章；刘树兴撰写第七章；秦俊哲撰写第十一章。全书由吕嘉枬进行统稿。在编写过程中得到了陕西科技大学博士生导师李临生教授的大力支持和指导。张大为、舒国伟、陈明、张春芳、孙明、冯见艳等在文献查阅等方面做了一定的工作，在此表示衷心的感谢。由于作者水平有限，加之轻化工产品防霉技术实践性强，学科交叉点多，涉及面广，书中难免有疏漏和不妥之处，敬请读者指正。

编 者

2003 年 7 月

目 录

第一章 轻化工产品的霉变	1
第一节 引起轻化工产品霉变的微生物	2
一、细菌及其生物学特性	2
二、放线菌及其生物学特性	8
三、酵母菌及其生物学特性	10
四、霉菌及其生物学特性	13
五、蕈菌及其生物学特性	17
六、轻化工产品霉变中常见的微生物	19
第二节 霉变微生物的分离与鉴定	43
一、分离鉴定的目的	43
二、分离纯化的基本设备与操作要求	44
三、获得纯培养的方法和操作过程	48
四、各类微生物的分离与鉴定方法	58
五、常用微生物菌种保藏方法	64
第三节 轻化工产品霉变机理	66
一、轻化工产品的物质组成	67
二、微生物对轻化工产品分解作用的选择性	69
三、轻化工产品的基质条件与微生物的适应性	72
四、轻化工产品的外界环境条件与微生物的适应性	79
参考文献	83
第二章 轻化工产品霉变的防治	85
第一节 阻断微生物污染的途径	85
一、生产用水的卫生要求	85
二、加工原料的卫生要求	86
三、厂址、环境的卫生要求	88
四、厂房、设施的卫生要求	88
五、人员的卫生要求	93

六、产品包装的卫生要求	95
七、仓储、运输管理的卫生要求	96
八、工业“三废”的卫生要求	98
第二节 添加防霉剂防霉	99
一、防霉剂的发展简史	99
二、防霉剂的概念与分类	100
三、防霉剂作用机理	126
四、防霉剂的要求	130
第三节 轻化工产品防霉技术发展前景和建议	135
参考文献	139
第三章 防霉效果检测	140
第一节 防霉剂的筛选	140
一、试验前的准备	140
二、防霉剂的筛选	146
三、防霉剂的特性试验	153
第二节 防霉剂效力检测	157
一、抑菌圈法	157
二、平板倾注法	157
三、点菌法	157
四、稀释培养法	157
五、扩散法	158
六、MIC 值的测定	159
七、MBC 值的测定	161
八、细菌定量杀灭试验	161
第三节 材料或制品添加防霉剂后防霉效力检测	163
一、抑菌圈法	163
二、自然暴露法	165
三、温室悬挂法	165
四、土壤埋没法	166
五、灭菌率或增减值的测定	167
六、微生物防腐挑战试验	168
七、培养基法	168
第四节 防霉试验的标准化	169

一、防霉试验的标准化	169
二、防腐试验的标准化	169
三、抗菌试验的标准化	170
第五节 防霉效力检测举例	170
一、异噻唑啉酮的作用机理	170
二、异噻唑啉酮的防腐杀菌试验	170
三、异噻唑啉酮的防霉效果评价	183
第六节 轻化工产品的微生物学检测	184
一、菌落总数的检测	184
二、大肠菌群数的检测	186
三、酵母菌、霉菌数量的检测	187
参考文献	188
第四章 皮革防霉	190
第一节 制革、毛皮原料皮的防腐	191
一、制革原料皮的防腐	192
二、毛皮原料皮的防腐	197
三、用于原料皮处理的其它防腐、消毒剂	199
第二节 皮革、毛皮的防霉	201
一、皮革涉及的防霉剂的种类	201
二、皮革防腐剂和防霉剂的发展	203
第三节 国内外皮革、毛皮防腐和防霉剂及其应用	208
一、国内的皮革、毛皮和制品上的防腐剂和防霉剂	210
二、国外相关公司的皮革、毛皮和制品上的防腐剂和防霉剂	218
第四节 加脂剂与皮革的防霉处理	246
一、羊毛脂加脂剂的霉变与防霉	246
二、有关皮革防霉研究	255
第五节 纳米材料在皮革抗菌防霉上的应用	259
一、纳米材料及其发展	259
二、纳米材料在皮革领域的研究	261
三、无机纳米抗菌剂杀菌机制、优点及其纳米材料在皮革防霉抗菌 方面的借鉴	265
四、无机纳米材料在鞋类抗菌中的应用	268
参考文献	273

第五章 造纸防霉	276
第一节 造纸木材防霉技术	276
一、霉变途径	276
二、防治措施	278
三、木材防霉、防腐剂	279
第二节 纸浆、纸张防霉技术	298
一、霉变途径	298
二、防治措施	307
参考文献	309
第六章 纺织品防霉	311
第一节 纺织品防霉抗菌概述	311
一、纺织品防霉抗菌的意义与作用	312
二、纺织品防霉抗菌剂	313
三、纺织品防霉抗菌技术概况	328
第二节 棉纺织品防霉抗菌技术	331
一、棉纺织品防霉抗菌的原因	331
二、棉纺织品防霉抗菌技术	332
第三节 麻纺织品防霉抗菌技术	356
一、麻纺织品防霉抗菌的原因	356
二、原麻仓储防霉技术	356
三、接枝和改性整理法	357
四、化学防霉剂法	358
第四节 丝纺织品防霉抗菌技术	359
一、丝纺织品防霉抗菌的原因	359
二、防止真丝绸发霉的方法	360
第五节 毛纺织品防霉抗菌技术	363
一、毛纺织品抗菌防霉的原因	363
二、羊毛抗菌防霉技术	364
第六节 合成纤维及其织物防霉抗菌技术	367
一、合成纤维及其织物防霉抗菌的原因	367
二、涤纶纤维及其织物的防霉抗菌技术	368
三、聚酰胺纤维及其织物防霉抗菌技术	374
四、腈纶纤维及其织物抗菌防臭技术	379

五、丙纶纤维及其织物防霉抗菌技术	383
参考文献	386
第七章 食品防霉	391
第一节 食品的霉变及其防治	391
一、食品霉变的原因	391
二、食品霉变的防治措施	393
三、食品工业常用的防霉剂简介	408
第二节 焙烤食品防霉	437
一、焙烤食品霉变途径	437
二、焙烤食品防霉技术	438
第三节 粮食防霉	446
一、粮食中的霉菌及其霉菌毒素	446
二、粮食防霉技术	450
第四节 果蔬及其制品防霉	457
一、果蔬及其制品中的霉菌	457
二、果蔬及其制品防霉技术	458
第五节 其它食品防霉	462
一、调味品防霉技术	462
二、肉制品防霉技术	464
三、茶叶防霉技术	466
四、无泥皮蛋防霉技术	466
参考文献	467
第八章 饲料防霉	471
第一节 饲料的霉变途径	472
一、原料因素	472
二、加工因素	472
三、防霉剂因素	472
四、贮藏、运输因素	473
第二节 饲料霉变的防治措施	473
一、饲料原料的霉变防治	473
二、饲料加工过程的霉变防治	474
三、添加防霉剂	475
四、贮藏、运输过程的霉变防治	476

五、国外饲料防霉技术	476
第三节 饲料防霉剂	477
一、饲料防霉剂概论	477
二、常用化学合成防霉剂	481
三、常用生物源防霉剂	490
四、抗氧化剂	496
五、进口饲料防霉剂商品介绍	501
参考文献	502
第九章 化妆品防霉	504
第一节 化妆品防霉、防腐发展历史简介	504
第二节 化妆品中微生物污染途径	508
一、化妆品的一级污染	509
二、化妆品的二级污染	510
第三节 化妆品霉变的防治措施	511
一、化妆品一级污染的防治	511
二、化妆品二级污染的防治	518
参考文献	542
第十章 涂料防霉	544
第一节 涂料的霉变	544
一、涂料的霉变途径	544
二、微生物对涂料黏合剂的分解作用	546
第二节 霉变的防治措施	548
一、涂料原料的选择	548
二、配方工艺	548
三、加入化学防霉杀菌剂防霉	549
四、涂料中常用的防霉杀菌剂	550
第三节 涂料防霉杀菌剂的使用方法	573
一、物理掺和法	574
二、化学结合法	575
三、发展趋势	576
参考文献	577
第十一章 中药防霉	578
第一节 中药的霉变	579

一、霉变对中药质量的影响	579
二、引起中药霉变的微生物种类	580
三、中药发生霉变的主要因素	582
第二节 中药材防霉	585
一、产地环境与防霉	585
二、种源繁育与防霉	586
三、栽培管理与防霉	587
四、采收加工与防霉	590
五、包装、运贮与防霉	593
第三节 中药饮片防霉	594
一、中药炮制概要	594
二、饮片贮存中的霉变	598
三、饮片贮存防霉技术	602
第四节 中药制剂防霉	612
一、中药制剂常见的质变现象	612
二、引起中药制剂霉变的因素	613
三、中药制剂防霉技术	614
四、中药制剂防霉效果检测	620
参考文献	623

第一章 轻化工产品的霉变

轻化工产品大都是直接或间接用动植物作为原料制成的，如皮革制品、造纸制品、食品、化妆品、饲料、涂料、中药、橡胶等。它们含有微生物需要的各种营养物。因此，不但其上分布着大量的、种类各异的微生物，且一旦遇适宜的温、湿度时，还会大量生长繁殖，引起严重的霉腐变质；有些产品虽用无机材料制成，如光学镜头、金属材料、陶瓷、玻璃等，但也会被多种微生物破坏。这些都会给工农业生产、国防、医疗保健、科研和文化卫生等带来严重的后果。全球每年因微生物引起的霉腐变质而造成的损失极其巨大，又难以估计。因此，有人把微生物带来的灾害称为“菌灾”。

本书论述的霉变，是广义上的霉变，是霉腐变质的总称。指的是各种材料和工农业产品凡是因微生物的作用而发生变质、破坏的现象。霉变通常有4种类型：①霉变（mildew, mouldness），狭义的霉变，专指由霉菌引起的劣化；②腐烂或腐败（putrefaction, rot），主要指含水量较高的产品经细菌生长、繁殖后所引起的变软、发臭性劣化；③腐朽（decay），泛指在好氧条件下，微生物酶解木质素或纤维素等物质而使材料的力学性质严重下降的现象，最常见的是担子菌类引起的木材或木制品的腐朽；④腐蚀（corrosion），主要指由硫酸盐还原细菌、铁细菌或硫细菌等引起的金属材料的侵蚀、破坏性劣化。不同的霉腐变质，引起的微生物各不相同。

因此，要防治霉变的发生，就必须首先找到微生物的污染源，研究各种工农业产品上霉腐微生物的分布、种类、生物学特性、霉变机理等，这样才能有的放矢，寻找适合的防治方法，才能收到良好的防霉效果。

第一节 引起轻化工产品霉变的微生物^[1~8]

一、细菌及其生物学特性

细菌 (bacteria) 是一类细胞细短、结构简单、胞壁坚韧、多以二等分裂方式繁殖和水生性较强的原核生物。自然界中分布广泛, 绝大部分都是腐生性微生物。在温暖、潮湿和富含有机物质的地方都有大量细菌的存在, 常常在其栖息地会散发出一股特殊的臭味或酸败味, 固体食品或制品表面会出现一些水珠状、鼻涕状、黏糊状等色彩多样的小突起, 这些小突起往往会拉丝, 用手摸时, 常有黏、滑的感觉。如果在液体中出现混浊、沉淀或液面漂浮“白花”, 并伴有小气泡冒出, 也说明其中可能长有大量细菌。细菌繁殖的结果, 有些可以引起动物和植物的传染性疾病, 如结核杆菌、伤寒杆菌、霍乱弧菌等。有些引起制品霉腐变质, 给人类的生活和生产带来巨大的危害。因此, 必须对它们有一个较全面的认识 and 了解。

(一) 细菌的菌体形态

细菌的菌体形态包括球菌、杆菌和螺旋菌三大类型, 每一类型中又包括形态各异的很多种类 (图 1-1、图 1-2、图 1-3), 是鉴别细菌的重要依据。

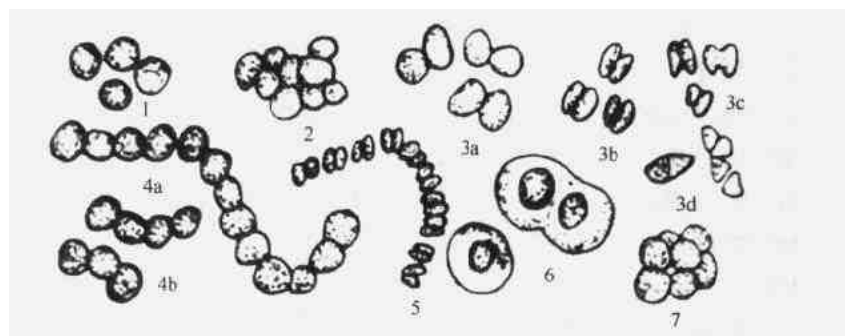


图 1-1 球菌形态及其排列方式

1—微球菌; 2—葡萄球菌; 3a, 3b, 3c, 3d—双球菌; 4a, 4b—链球菌;
5—含有双球菌的链球菌; 6—具有荚膜的球菌; 7—八叠球菌



图 1-2 各种杆菌形态



图 1-3 螺旋菌和弧菌的形态

1. 球菌 (coccus)

菌体呈圆球形或类圆球形。大多数球菌的直径为 $0.5 \sim 1.2 \mu\text{m}$ 。根据球菌在繁殖时的分裂方向及分裂后细胞的排列情况，又可以将球菌分为葡萄球菌、双球菌、链球菌、四联球菌和八叠球菌等。

(1) 葡萄球菌 (staphylococcus) 在多个不同方向的平面上分裂后，很多个球菌无规则地堆集在一起呈葡萄串状，如金黄色葡萄球菌。

(2) 双球菌 (diplococcus) 在一个平面上分裂后，常成对排列，如肺炎双球菌 (*Diplococcus pneumoniae*)。

(3) 链球菌 (streptococcus) 在一个平面上分裂后，常呈长短不同的链状排列。如乳链球菌 (*Streptococcus lactis*)。

(4) 四联球菌 (tetrads) 在两个相互垂直的平面上分裂，常常由四个菌体成正方形排列。

(5) 八叠球菌 (sarcina) 在三个相互垂直的平面上分裂，常以八个菌体有规则地堆叠在一起，呈正方体形。

2. 杆菌 (bacillus)

大多数杆菌的大小为 $(1\sim5)\mu\text{m}\times(0.5\sim1)\mu\text{m}$ ，菌体呈杆状。其大小差别很大，有些杆菌可长达 $10\mu\text{m}$ ，有的甚至呈长丝状。根据排列情况可分为单杆菌、球杆菌、链杆菌、棒状杆菌、梭状杆菌等。

(1) 单杆菌 (bacillus) 菌体单个散在排列，肠杆菌属于这一类型，如大肠杆菌。

(2) 球杆菌 (cocci bacillus) 菌体很短，几乎呈椭圆形，如布氏杆菌。

(3) 链杆菌 (streptobacillus) 菌体常呈链状排列，如保加利亚乳杆菌、枯草芽孢杆菌。

(4) 棒状杆菌 (coryneform bacillus) 菌体的一端膨大呈棒状，如北京棒状杆菌。

3. 螺旋菌 (spirillar acterium)

螺旋状的细菌。若螺旋不足一环者，则称为弧菌 (vibrio)，满2~6环的小型、坚硬的螺旋状的细菌称为螺菌 (spirillum)，而螺旋周数多、体长而柔软的螺旋状的细菌称为螺旋体 (spirochaeta)。

(二) 细菌的细胞结构

细菌细胞的结构可分为基本结构和特殊结构。

1. 基本结构

即不同种类的细菌都具有的结构，包括细胞壁、细胞膜、细胞质、核质体、内含物。

(1) 细胞壁 是细菌细胞的外壁，坚韧，有弹性，起固定菌体形状和保护菌体的作用。其质量约为细胞干重的10%~20%，厚度约10~30nm，革兰氏阳性菌 (G^+) 的细胞壁较革兰氏阴性菌 (G^-) 细胞壁厚而致密。

细菌细胞内有高浓度的无机盐离子和营养物质，其渗透压为0.5~2.5MPa(5~25atm)。由于细胞壁的坚韧结构，可承受细胞内的高渗透压。

细胞壁的主要成分是肽聚糖 (peptidoglycan)。肽聚糖是原核细胞型微生物特有的物质，由聚糖骨架、四肽侧链和交联桥三部分