

FUZHISUAN ZHILIANG BIAOZHUN
YU FENXI JISHU 

腐植酸质量标准 与分析技术

周霞萍 编著

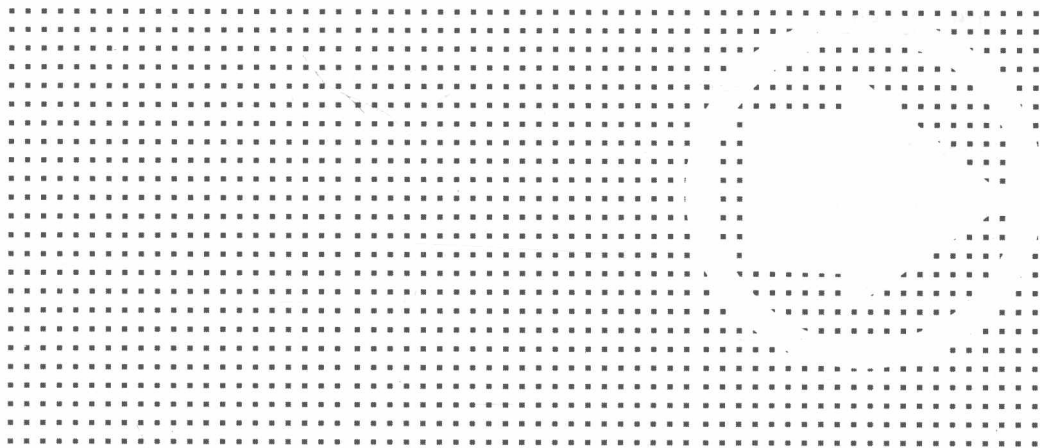


化学工业出版社

FUZHISUAN ZHILIANG BIAOZHUN
YU FENXI JISHU 

腐植酸质量标准 与分析技术

周霞萍 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书在总结近几年国际和国内腐植酸质量标准与分析技术文献的基础上,为促进腐植酸新产品的标准化建设,有针对性地介绍和剖析了腐植酸生物农药、兽药、医药、化妆品、表面活性剂、抗雾霾剂等国家、行业标准和分析技术。本书还整理了美国材料协会 ASTM 系列泥炭腐植酸测试及分类标准,2013 年 ISO 褐煤与柴煤腐植酸标准,腐植酸水溶性液肥,腐植酸铵、腐植酸钠等新修订标准,以及腐植酸药物生产对环境的要求,药品国际注册(ICH)质量要求与法律法规等内容。

本书可供从事腐植酸研究开发、质量检验、生产管理员以及高校相关专业的本科生、研究生使用。



图书在版编目(CIP)数据

腐植酸质量标准与分析技术/周霞等编著. —北京:化学工业出版社, 2015. 11
ISBN 978-7-122-25035-3

I. ①腐… II. ①周… III. ①腐植酸-质量标准②腐植酸-化学分析 IV. ①TQ449

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 204501 号

责任编辑:刘 军 张 艳

文字编辑:孙凤英

责任校对:边 涛

装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市宇新装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张 15 1/4 字数 302 千字 2015 年 11 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:68.00 元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD

天然矿源腐植酸主要是植物遗骸（残体），除脂烷、环烷、芳烃结构外，其组成也离不开木质素、多糖、蛋白质及其衍生物或降解物。

随着天然资源的不断开采，含黄腐酸高的泥煤（泥炭）、褐煤、风化褐煤和风化烟煤愈来愈少，人们期望通过氧化技术、生化技术增加黄腐酸的含量，也期望利用现代生物技术等增加黄腐酸、腐植酸的资源。再生黄腐酸、生化黄腐酸与天然黄腐酸的质量评定能否一致？它关系到腐植酸资源的甄别，黄腐酸、腐植酸产品质量标准的建立，以及黄腐酸、腐植酸改性，黄腐酸生物农药、生物材料、生物医药的质量鉴别等等。

自2007年在中国腐植酸工业协会的组织下，《腐植酸应用丛书》在化学工业出版社出版后，从事腐植酸研究、开创腐植酸企业的人越来越多。腐植酸研发产品如何通过标准化检测、获取商标注册、获得生产和应用许可，尤其是获取生物农药、生物医药等行业的认可，是腐植酸应用推广急需解决的规范性问题，也是本书出版的动力。

本书着重2007年以后修订的国家标准（GB）、国际标准（ISO）、部颁标准（HG、NY、MT）的腐植酸原料、腐植酸肥料、腐植酸工业品的选编，在标准已附分析方法的基础上，进行点评或宽泛性的讨论，对尚待修订的部颁标准的腐植酸新饲料等提出修订建议；对腐植酸药肥、腐植酸生物农药、腐植酸医药品等则采用引入相关标准，讨论比较腐植酸建标的质量技术指标。

本书共十章，第一章到第八章按腐植酸质量标准与分析技术，或引入的相关标准展开并加以讨论。第九章除了引入相关标准的比较讨论外，还选编了药品GMP生产环境的设计标准，第十章也概要编入了腐植酸药物国际标准（ICH）注册的参考准则。本书可供从事腐植酸科学研究、技术开发、教学、生产管理等人员参考。

本书融入了2015年初中央一号文件提倡的推进农业标准化生产的精神，融入了中国腐植酸工业协会2014年11月25日年会以及2015年2月10日关于腐植酸标准化工作的建议；化学工业出版社为本书的策划和编写提出了指导性的意见；唐佳、石新华、方冬冬等研究生参与了本书部分资料的整理，在此一并表示衷心的感谢！

腐植酸质量标准与分析技术的建立与鉴别，利于腐植酸研究开发和生产技术向更精准的方向发展。对本书存在的不足之处，希望读者提出宝贵的意见。

编著者

2015年8月

目 录

CONTENTS

第一章 概述 / 1

第一节 腐植酸及产品标准化的现状	1
第二节 腐植酸工农业产品质量及标准化鉴定的发展途径	2
第三节 腐植酸饲料兽药医药产品质量及标准化鉴定的发展途径	3
参考文献	4

第二章 腐植酸原料的质量标准与分析技术 / 6

第一节 泥炭腐植酸质量标准与分析技术	6
一、ASTM 泥炭实验室测试及分类标准	7
二、对 ASTM D 4427—2013 泥炭测试及分类标准的评价	9
三、ASTM 泥炭纤维含量的实验室测试标准	9
四、ASTM 泥炭沉积厚度的标准估算法	12
五、ASTM 泥炭水渗透率的试验方法	13
六、ASTM 泥炭材料的抽样测试标准与重要性	16
七、ASTM 泥炭和土壤有机质、水分、灰分的测试标准及特点	18
第二节 褐煤腐植酸质量标准与分析技术	22
一、ISO 5073—2013《褐煤和柴煤中腐植酸的测定》	22
二、褐煤及柴煤腐植酸含碳比的测定	24
三、对 ISO 5073—2013 标准的点评与讨论	25
第三节 风化煤原料的质量标准与分析技术	27
一、MTT 1159—2011 煤基腐植酸测定的标准技术	27
二、煤中腐植酸产率 GB/T 11957 的测定要点	30
第四节 生化腐植酸的质量标准与分析技术	31
一、生化腐植酸含量的快速测定法	31
二、生化黄腐酸的絮凝分析法	33
参考文献	34

第三章 腐植酸水溶性液肥的标准与分析技术 / 36

一、《含腐植酸水溶肥料》(NY 1106—2010) 质量标准与讨论	36
二、NY/T 1971—2010《水溶肥料腐植酸含量的测定》	40
参考文献	44

第四章 腐植酸药肥的产品质量与分析技术 / 45

第一节 腐植酸药肥中“肥”的质量标准与分析技术	45
-------------------------------	----

一、HG/T 3276—2012《腐植酸铵肥料分析方法》	45
二、对HG/T 3278—2011农用腐植酸钠肥料分析及评价	60
三、有机矿物源类肥料中黄腐酸含量的测定（审定稿）	69
四、矿物源腐植酸肥料中可溶性腐植酸碳含量的测定	72
五、矿物源腐植酸原料中游离腐植酸碳含量的测定	75
六、矿物源腐植酸原料和肥料中总腐植酸碳含量的测定	77
第二节 腐植酸药肥中“药”的质量标准与分析技术	80
一、腐植酸草甘膦的质量标准与分析技术	80
二、腐植酸-多效唑等农业残留量的检测方法	83
三、腐植酸-多菌灵等咪唑类农药残留量的检测方法 （NY/T 1680—2009）	87
四、腐植酸-毒死蜱等农药残留量的检测方法	89
五、腐植酸药肥对农药残留减量效果的检测	93
第三节 腐植酸药肥的登记注册	96
一、对腐植酸药肥的原药登记规定	96
二、腐植酸药肥的主要类型	97
参考文献	97

第五章 腐植酸生物农药产品质量与分析技术 / 99

第一节 腐植酸复合微生物农药的质量标准与分析技术	99
一、腐植酸复合苏云金芽孢杆菌（GB/T 19567.1—2004）	100
二、对腐植酸-苏云金芽孢杆菌微生物农药的点评	108
第二节 腐植酸复合植物类生物农药的质量 标准与分析技术	109
第三节 免疫食品用腐植酸生物农药的质量标准与分析技术	111
一、免疫食品用腐植酸生物农药的质量标准	111
二、免疫食品有害元素的限量分析	127
第四节 腐植酸生物农药田间试验标准操作规程	138
参考文献	148

第六章 腐植酸工业应用标准及分析技术 / 149

第一节 石油工业开采用腐植酸的质 量标准与分析技术	149
一、《钻井液用腐植酸类处理剂中腐植酸含量的测定》 （SY/T 5814—2008）	149
二、对钻井液用腐植酸类处理剂（SY/T 5814—2008）的点评	151
第二节 能源工业用腐植酸质量标准与分析技术	151
一、HG/T 3589《铅酸蓄电池用腐植酸》	151
二、对HG/T 3589《铅酸蓄电池用腐植酸》的点评	160

第三节 工业除垢水处理剂的质量标准与分析技术	161
一、MT/T 747《锅炉防垢剂用腐植酸钠技术条件》	161
二、对 MT/T 747 锅炉防垢剂用腐植酸钠技术标准的修改建议	163
第四节 腐植酸剂多功能抗霉剂的质量标准与分析技术	164
参考文献	167

第七章 腐植酸兽药饲料产品的分析技术与标准 / 168

第一节 腐植酸钠饲料添加剂的标准	169
一、MT/T 745《饲料添加剂用腐植酸钠技术条件》	169
二、比较 DB33/T 535 浙江省《无公害肉用鹌鹑》兽药标准 的区别	173
三、比较 NY 5125 无公害食品的肉牛饲养兽药禁止使用的药物	173
四、比较 NY 5130《无公害食品 肉兔饲养兽药使用准则》	174
五、比较 NY 5138《无公害食品蜜蜂饲养兽药使用准则》	175
六、比较 NY 5047《无公害食品 奶牛饲养兽医防疫准则》	176
七、比较 NY 5040《无公害食品 蛋鸡饲养兽药使用准则》	177
第二节 国际兽药残留限量与腐植酸钠饲料标准修订的联系	178
第三节 腐植酸钠兽药类质量标准与应用展望	183
参考文献	184

第八章 腐植酸化妆品的产品质量与分析技术 / 186

第一节 腐植酸药妆品的质量标准与分析技术	187
一、腐植酸护肤药妆品的质量标准参考	187
二、腐植酸护发药妆品的质量标准与分析技术	189
第二节 国际化妆品对腐植酸化妆品生产环境的参考	192
一、ISO 22716《化妆品良好生产规范指南》	192
二、ISO 22716 化妆品生产规范合同的法律保护要点	194
参考文献	195

第九章 腐植酸医药的质量标准与分析技术 / 196

第一节 药用级黄腐酸的质量标准	196
第二节 药用级棕腐酸的质量标准	198
第三节 药用级黄腐酸、棕腐酸制药的分析技术	198
第四节 腐植酸医药生产对应的 GMP 医药环境设计规范(拟定)	202
参考文献	213

第十章 腐植酸药物国际标准注册的参考准则 / 214

第一节 腐植酸药物国际注册的质量要求	214
一、黄腐酸、腐植酸作为新原料药的杂质限定参考	215

二、黄腐酸、腐植酸作为新原料药注册的安全性参考	220
三、黄腐酸、腐植酸作为新药制剂的杂质限定参考	221
第二节 ICH 区域内使用的药典文本评价参考	228
第三节 腐植酸药品注册的法律法规参考	231
参考文献.....	232

第一章

概述

腐植酸 (humic acid, 简称 HA) 是动植物 (主要是植物) 残体在微生物以及地球物理、化学的作用下, 经过一系列分解、合成和转化形成的一类无定形芳香-脂肪族大分子有机弱酸混合物。腐植酸的主要组分为黄腐酸、棕腐酸、黑腐酸等, 含有的主要活性基团为羧基、酚羟基、醌基、羰基、甲氧基、氨基等, 具有独特的物理、化学和生理性质。腐植酸广泛存在于土壤、湖泊、河流、海洋以及泥炭、褐煤、风化煤之中, 在自然界中发挥着重要的储碳控碳作用, 也被人为开发提取, 广泛应用于环境、农业、工业以及医药保健品等领域, 发挥着绿色环保、节能减排、健康安全等重要功效。

自 2007 年《腐植酸产品分析及标准》出版后, 腐植酸研究者、生产化验者以及管理者都习惯将该书介绍的方法用于实践, 给学习、工作带来了诸多方便。时隔 8 年, 随着腐植酸原料的不断扩大, 腐植酸新产品的不断涌现, 腐植酸标准化工作重要性的提升, 急需将已修订、制订申报的国际、国家级、部颁级等腐植酸标准汇编成册, 并进行讨论或评价, 以便把握腐植酸在农用品、工业品、兽药、医药等领域的产品质量, 明确规范的检测方法, 参与国家、国际新标准的建立, 对分级利用腐植酸资源, 完善公共管理等均有十分重要的意义。

第一节

腐植酸及产品标准化的现状

腐植酸资源的甄别及产品的标准化检测直接关系到腐植酸产品的注册、生产及推广, 在法制中国和世界各国备受重视。腐植酸产品的标准化技术可防止贸易壁垒, 促进技术的合作。

随着天然资源的不断开采,含黄腐酸高的泥煤(泥炭)、褐煤、风化褐煤和风化烟煤愈来愈少,人们期望通过氧化技术、生化技术增加黄腐酸的含量,也期望利用现代生物技术等增加黄腐酸、腐植酸的资源。再生黄腐酸、生化黄腐酸与天然黄腐酸的质量评定能够统一。

据检索,2012—2014年国际上(ISO或ASTM)修订了泥炭、褐煤腐植酸的多项检测标准,其中泥炭的有机质分析就是总质量减去灰分;国内的褐煤、低阶烟煤、风化煤的仲裁法规定为容量法。国内的腐植酸钠的标准由HG/T 3278—87修改为HG/T 3278—2011颁布,腐植酸铵由HG/T 3276—1999修订为HG/T 3276—2012,煤基腐植酸钾标准2014年底也通过了送审。农业部的含水溶腐植酸有机液肥修改规定了黄腐酸的含量,并于2010年重新颁布,而对《饲料添加剂用腐植酸钠技术条件》(MT/T 745—1997)等至今没有修订的,参考同类饲料的标准文本,感觉饲料级腐植酸钠的标准修订将新增限定。

针对碳系数的不确定,2013年修订的ISO褐煤与柴煤的国际标准中附了重量法测定碳系数的方法;与沈阳农业大学邹德乙、中国腐植酸工业协会韩立新等中国土壤与肥料调理标准委员会(腐植酸工作组)建立的黄腐酸碳、腐植酸碳的容量法国家标准法(试行审批中)正好可以比较选择。中国腐植酸协会测试中心张彩凤提出的应用分子荧光光谱法测定腐植酸碳系数的方法,误差小,从而可依据标准曲线法测腐植酸的含量。由此,本书也编入了在华东理工大学进行分子荧光光谱法测碳的试验及补充。

由于国家标准、部颁标准批准的速度普遍跟不上发展的需要。趁着国家标准委员会的改革方针,中国腐植酸工业协会推出的建立协会(团体)标准的启动,本书也比较并摘取了国家部颁级饲料、农药、兽药、化妆品等相关的标准文本要点,进行拟建新标准的讨论,相信这可以加速我国腐植酸系列新标准的建立,并走向世界的前列。

对腐植酸的工业应用方面,摘要编入了修订的腐植酸钻井泥浆减水剂等、腐植酸锅炉除垢剂、腐植酸铅酸蓄电池等标准文本。

对一些尚未建国家标准、部颁标准的产品,依据《中华人民共和国农产品质量安全法》,农业部NY 1106—2010、NY/T 1970—2010,以及吸收ISO 5073—2013国际标准、国家气象行业标准QX/T 113—2010《霾的观测和预报等级》的规定、其他腐植酸的下游产品标准,客观地鉴定、甄别各原料与产品的结构组分、有机质、元素等,在本书中主要置于讨论的内容。

第二节

腐植酸工农业产品质量及标准化鉴定的发展途径

农产品,是指来源于农业的初级产品,即在农业活动中获得的植物、动物、

微生物及其产品。腐植酸农产品的质量，要求其符合保障人类健康、安全、有利于环境可持续发展的系列标准。

检测技术是支撑和评价腐植酸产品的强大动力。腐植酸农产品包括原料种类、各种肥料产品（叶面肥、冲施肥、膏肥、基肥、微量元素调节肥）都要有对应的标准和分析技术；对在运用的药肥产品（腐植酸-氨基酸药肥、腐植酸-核苷酸药肥、腐植酸-维生素药肥、腐植酸盐药肥）、绿色环保农药产品（腐植酸-代森锰锌；腐植酸-多灵菌；腐植酸-去秀津；腐植酸-草甘膦；腐植酸-赤霉素；腐植酸-微生物菌肥）、研发的生物农药等，除了要建立产品标准外，还要有对土壤环境残留农药的指数指标进行比较验证，也需要多种仪器分析方法的联合运用。

关于应用腐植酸的农产品质量优于用其他肥料、农药农产品的报道已见不少。要做到国内畅销、国际认可，必须走产品质量标准化的路径。让“腐植酸标准”为交流洽谈、产品服务提供便利；让“腐植酸标准”引领研究者、创业者大胆运用新技术，开发腐植酸有机食品、免疫食品、腐植酸生物农药等，并为注册提供依据。这是腐植酸农产品生产发展、贸易自由化的一条必然之路。

工业品，尤其是环境化工品，如腐植酸多功能抗霾剂、泥炭纤维多功能膜材料等，通过增加产业联盟、互联网的功能，可在新兴领域深入而迅速地展开。

第三节

腐植酸饲料兽药医药产品质量及 标准化鉴定的发展途径

业内悉知，近些年腐植酸药用医用产品的研发不断创新，亟待解决的问题是要建立与“腐植酸药品”相关的标准，这需要有国内外认可的原料来源、制药工艺、生产贮存等各个环节配套，才能衡量腐植酸药品质量是否达到用药要求、是否具有稳定性。

在我国，药品标准分两种：一是国家标准，即《中华人民共和国药典》（简称中国药典），收载的品种为疗效确切、被广泛应用、能批量生产、质量水平较高并有合理的质量监控手段的药品；二是卫生部部颁药品标准（简称部颁标准）和地方标准即各省、自治区、直辖市卫生厅（局）批准的药品标准，一些未列入国家药典的品种，将根据其质量情况、使用情况、地区性生产情况的不同，分别收入部颁标准与地方标准，作为各有关部门对这些药物的生产与质量管理的依据。

“标准是一种及格线，国际标准也可以低于某一国家的标准。同时，推行国际行业标准并不影响各国根据各自的情况制定本国的国家标准”。根据目前国际国内腐植酸医药研究的发展趋势，亟须制定的腐植酸饲料、腐植酸兽药、腐植酸医药的原料标准，药用级腐植酸的原药标准，腐植酸免疫调节保健品标准，腐植酸胃黏膜保护剂标准，腐植酸外用贴系列标准，腐植酸作为中药配伍组分的标准，

腐植酸畜牧用原药标准, 腐植酸禽类用原药标准, 腐植酸鱼类用原药标准等用于内服的药品开发都应该建立在功能腐植酸的概念上, 在此发展腐植酸外用药、腐植酸穿戴式医疗器械等, 使腐植酸大健康、大医药的路途愈走愈宽。

通过产品标准净化、规范腐植酸药的市场, 使腐植酸药得到国家和国际药品机构的认可, 推动腐植酸药进一步走向世界的前沿, 制定和推广腐植酸医药的国际行业标准等具有重大意义。在药用级黄腐酸及成药方面倾向于同对应的中药药材标准靠拢, 以及对应结构功能的西药标准靠拢, 应有建立标准的理论依据和动物试验、临床应用试验等依据。腐植酸作为医药应用, 必须要有药效、药理等相关分析; 必须在符合 GMP 的环境下标准化生产, 只有这样才能使某些高端精制的黄腐酸资源对国家和国际医药的发展等做出新的贡献。

参考文献

- [1] 中国腐植酸协会. “腐植酸协会”(团队) 标准“制订计划”(讨论稿). 腐植酸协会(团队) 标准发布工作启动会议手册. 2015.
- [2] 中国腐植酸行业第十三届全国绿色环保肥料(农药) 新技术、新产品交流会论文集. 北京, 2014.
- [3] 庞国芳. 同时测定农产品中多种拟除虫菊酯杀虫剂残留方法的系统研究. 经济日报, 2014-11-04.
- [4] ISO 5073—2013.
- [5] ASTM D 4544—2012.
- [6] ASTM D 2944—2014.
- [7] ASTM D 2974—2014.
- [8] ASTM D 1997—2013.
- [9] ASTM D 4511—2011.
- [10] ASTM D 4427—2013.
- [11] 蔡尽忠, 赖源发, 王理玲. 分子荧光光谱法检测食用油质量方法研究. 广东化工, 2013, (24): 151, 137.
- [12] 张伟, 林琳等. 人血清中血红蛋白的分子荧光光谱法测定. 郑州大学学报: 医学版, 2009, 4 (3): 545-547.
- [13] QX/T 113—2010.
- [14] 朱荷琴等. 我国棉花黄萎病菌致病分化及 ISSR 指纹分析. 植物病理学报, 2012, (3): 225-235.
- [15] 田大刚, 林艳等. 123 份水稻重要品种的 ISSR 核心标记指纹分析. 分子植物育种, 2013, (1): 58-62.
- [16] 朱丹实等. 气味指纹分析在我国食品品质评价中的应用与研究. 食品工业科技, 2012, (20): 355-360.
- [17] 王庆伟等. A 3-fold interpenetrated 1st Cd (II) Network constructed from 4- [(3-pyridyl) methylamino] benzoate acid. 结构化学, 2014, (5): 757-763.
- [18] Zhou Y, Ye L, Zhu X P. Speciation and bioavailability of selenium and arsenic in food by HPLC - ICP-MS. 中国生物学文摘, 2007, (11): 22.
- [19] www. tcmgap. com.
- [20] 李善祥. 产品分析及标准. 北京: 化学工业出版社, 2007.
- [21] 《中华人民共和国农产品质量安全法》(2006 年 11 月 1 日起施行).
- [22] 农业部农药研究所. 农药登记残留田间试验标准操作规程. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [23] 国家药典委员会. 《中华人民共和国药典》2010 版三部. 北京: 中国医药科技出版社, 2010.
- [24] 卢国栋, 张克山等. 兽用疫苗管理与控制的国际标准. 中国生物工程杂志, 2011, (5): 138-141.
- [25] 乔玉辉, 王茂华, 徐娜等. 国际有机农业标准比较及有机认证互认潜力分析. 生态经济, 2013, (3):

50-52, 87.

- [26] 单杨, 刘伟等. 柑橘工业国际标准体系建设研究. 中国食品学报, 2014, (6): 1-8.
- [27] 李京, 王悦, 范慧红. 第3次低分子肝素国际标准品协作标定. 药物分析杂志, 2014, (1): 71-74.
- [28] 杨宝琴. 北京市鱼类传染病造血器官坏死病免疫诊断技术达到国际标准. 水产科技情报, 2014, (93): 164.
- [29] 张南平, 张文娟等. 中药 DNA 分子鉴别标准研究方法. 药物分析杂志, 2014, (11): 2066-2070.
- [30] 袁婷婷, 张乃丹等. 天然药物中植物雌激素样化学成分的研究进展. 中国中药杂志, 2014, (23): 1226-1231.
- [31] Stefano Fogal, Marcello Carotti, et al. Human Tyrosinase Produced in insert Cells. A landmark for the Screening its Activity Molecular Biotechnology, 2015, (1): 45-57.

第二章

腐植酸原料的质量标准与分析技术

腐植酸原料主要来自天然矿源型煤炭腐植酸和生物质技术生化腐植酸。这两类原料有共同性，也有差异性。近年来，国家极其重视腐植酸产品的标准化建设，与化学工业部及中国腐植酸工业协会、中国腐植酸标准化委员会（国家肥料标准化委员会腐植酸工作组）先后修订了十多年前的腐植酸铵、腐植酸钠、腐植酸钻井液用腐植酸类处理剂等旧标准；农业部修订和增加了含腐植酸的水溶肥料等；腐植酸钾、腐植酸碳系数包括生化腐植酸的碳系数等部颁标准或国家标准项目也在申报获准过程中。这对腐植酸产品适合绿色工农业的发展十分有利。

然而，腐植酸产品的标准化建设仍然赶不上新产品的发展，尤其是涉及环保工业、农业的系列调理剂、表面活性剂，涉及免疫调节的腐植酸钠饲料、药用级黄腐酸等，有的需要修订，有的需要新建。相信随着标准化技术的发展，腐植酸原料的系列标准工作会促进更多腐植酸产品的诞生，使腐植酸商品在国际化交换中有评价尺度，对提高资源利用率、实现集约化发展、可持续发展等具有重要的现实意义。

第一节

泥炭腐植酸质量标准与分析技术

泥炭是植物残体腐殖化的初期产物，也是成煤的初级物，按国际通用的植物组成分类，有藓类泥炭、苔草泥炭、木本泥炭三种；按分解程度有强分解、中等分解和弱分解三种；按营养状况可分为贫营养、中营养和富营养三种。按形成条件和植物群落可分为低位泥炭、中位泥炭和高位泥炭（见表 2-1）。如，云南省石

屏县宝秀盆地的泥炭是我国典型的构造盆地型泥炭（富营养草本泥炭）；相似的还有四川、贵州的泥炭。

表 2-1 泥炭的野外鉴定

泥炭种类	颜色在空气中的变化	结构状态	外形特征
藓类泥炭	淡黄-棕色,在空气中变暗	疏松、海绵状	页状薄片,茎呈丝状,叶呈细末状
苔草泥炭	棕色-褐色,在空气中变暗	纤维状,有弹性	根、茎、叶交织呈网状,有时为层状
木本泥炭	暗褐色-深褐色	片状、块状,无弹性	木质片,树片状的硬质薄片

泥炭的性质常用分解度、自然湿度、持水量、密度、容重、孔隙度、酸碱度等指标来表征，其中分解度（R）是最主要的一个指标，与泥炭沥青、腐植酸、易水解物、纤维素、木质素等组分的含量有关。

泥炭的化学组成：腐植酸、沥青质（蜡、树脂、角质、甾类化合物等）、易水解物（半纤维素、黄腐酸、萜类、多糖等）、难水解物（纤维素等）、不水解物（木质素等）。

泥炭矿物质：SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃、CaO、MgO、MnO 和 K₂O，除少量是原始植物带有的，主要是由地表水和地下水冲积组成的。这也是洼地（盆地）型泥炭层含高灰分的特征之一。

鉴于泥炭腐植酸的生物活性组分多，泥炭资源的分类评估、质量控制与标准化检测技术对开发黄腐酸、腐植酸高端产品显得尤为重要。

一、ASTM 泥炭实验室测试及分类标准

ASTM 新修订的 D 4427—2013 标准，通过实验室测试对泥炭样品进行分类。该分类的目的是规范泥炭材料的命名，以便泥炭生产者可以更好地鉴别产品，泥炭消费者可以更好地选择泥炭材料来满足需求。该标准也可以用于泥炭资源评估、环境的影响报告和初步的工程研究。分类参数的选择取决于泥炭的使用与农业、园艺、岩土工程和能源的关系。

1. 术语

- (1) 吸收能力——泥炭可以吸收水的量。使用 D 2980 的测试方法来测试其持水能力。
- (2) 酸度——泥炭在水中的 pH，使用 D 2974 的测试方法。
- (3) 灰分——按照测试方法 D 2974 中描述的方法，烘箱干燥的泥炭燃烧后的剩余物质与干重的百分比。
- (4) 植物成分——泥炭中的纤维组成，包括主要植物的属、种或非正式的植物组织。通过目测观察。
- (5) 纤维含量——通过 150μm、第 100 号的筛子进行湿法筛分之后，得到的干纤维的质量与原始干质量的百分比来表示纤维含量，使用 D 1997 的测试方法。

2. 取样

使用典型的泥炭样品,样品的大小和类型多取决于进行的实验和泥炭的粒度与含水量。当采集样品时,应当准确地鉴别并放置在密封的容器中,防止水分流失。

3. 分类参数

(1) 纤维含量。

- ① 纤维型 (fibric) ——纤维含量 $>67\%$ 的泥炭。
- ② 半纤维素型 (hemic) ——纤维含量在 $33\%\sim 67\%$ 之间的泥炭。
- ③ 生物质型 (sapric) ——纤维含量小于 33% 的泥炭。

(2) 灰分含量——用 D 2974 的测试方法进行测试。

- ① 低灰量——灰分含量 $<5\%$ 的泥炭。
- ② 中灰量——灰分含量在 $5\%\sim 15\%$ 的泥炭。
- ③ 高灰量——灰分含量 $>15\%$ 的泥炭。

(3) 酸度——使用 D 2976 的测试方法来测试。

- ① 强酸性—— $\text{pH}<4.5$ 的泥炭。
- ② 微酸性—— pH 为 $5.5\sim 7$ 的泥炭。

(4) 碱性—— $\text{pH}\geq 7$ 的泥炭

(5) 吸收能力——使用 D 2980 的测试方法进行检测。

- ① 超高吸收力——含水能力超过 1500% 的泥炭。
- ② 高吸收力——含水能力在 $800\%\sim 1500\%$ 之间的泥炭。
- ③ 中吸收力——含水能力在 $300\%\sim 800\%$ 之间的泥炭。
- ④ 低吸收力——含水能力 $\leq 300\%$ 的泥炭。

(6) 植物成分——如果需要植物名称的时候,可以按下面的命名规则命名。

① 单一植物命名,有水藓泥炭、落羽杉泥炭、苔藓泥炭、草本泥炭或者木质泥炭……

② 纤维含量 $\geq 75\%$ 的泥炭需要用植物来源命名。例如:芦苇-莎草泥炭,蜡果杨梅-鳄梨-柳树泥炭,云杉-苔藓-莎草泥炭……此外,应按相对数量排序(数量多的排后)。

注:泥炭纤维含量 $\leq 33\%$,应避免使用植物名称,除非有一个很明显的非纤维部分可以被识别出来(例如,海藻泥炭)。

4. 分类标准的使用

该分类标准主要按纤维含量、灰分含量、酸度、吸收能力和植物来源进行。

例如,一个纤维含量 55% 、灰分含量 8% 、 pH 为 4.7 、含水能力 1200% 、

70%的纤维来自水藓、20%来自苔属植物的泥炭样品，可以命名为半纤维素型的、中灰量的、中酸性的、高吸收能力的苔属植物-水藓泥炭。

二、对 ASTM D 4427—2013 泥炭测试及分类标准的评价

ASTM 新修订的泥炭组分实验室测试分类标准 D 4427—2013 是按照纤维含量、灰分含量、酸度、吸收能力和植物来源等进行的。该标准除了可用于农业、园艺等泥炭资源的评估、环境的影响报告和初步的工程研究外，还可以作为药用级黄腐酸资源的筛选标准，以及仿生泥炭（生物腐植酸）的分类标准等。

(1) 业内皆知，泥炭等腐植酸的农业应用等已经相当成熟。泥炭等黄腐酸在兽药、医药等高端应用领域有不少研究成果，但是作为销售量大的兽药、医药产品尚没有。主要原因是泥炭的资源地不同，植物种类、组成结构的不确切所造成的。如果能按 D 4427—2013 泥炭分类标准中，以纤维含量 $\geq 75\%$ 的知名植物泥炭为原料，并进一步确定其功能组成（如萜类、白藜芦醇等多酚类）、分子级数，再结合中药质量标准，或作为半合成的西药组分，通过药效团加以结构修饰等，那么从药用级泥炭黄腐酸，经成药技术，发展到各种商品化黄腐酸、腐植酸药物的日期将不远了。

(2) 同样，以生物质为原料的生化腐植酸在农业应用上也多结硕果。比较泥炭分类标准中纤维含量 $\geq 75\%$ 的植物泥炭原料，完全有理由直接以某些知名植物为原料，通过生物技术（仿生泥炭的黄腐酸技术），研制出人类放心的兽药、医药等。而且现有植物源的低聚糖、半纤维素和果胶质等，比天然泥炭的还多些。这是仿生泥炭技术开发的一个潜在点。从实际意义上说，是运用现代生物技术开发药物。而仿生泥炭只是植物原料梯度利用的最后产品。

(3) 该标准中的纤维素含量也属于泥炭难水解物，通常在提取腐植酸后进行。泥炭纤维素的测定标准在下面的 D 1997—2013 标准中给予介绍。

三、ASTM 泥炭纤维含量的实验室测试标准

泥炭纤维含量的多少涉及在农业和园艺（如覆盖、土壤有机质富集等）、岩土测量（诸如强度、可压缩性、透气性等）、工业化学品制造（如生产蜡、活性炭、药品等）以及能源（如直接燃烧、甲醇生产、天然气生产等）等方面的用途。

ASTM 新修订的 D 1997—2013 泥炭样纤维含量的实验室测试标准，也可用于非泥炭的土壤有机质测定。该测试方法简单，无需复杂的设备。采用国际标准（SI 单位）表示标准值，计量泥炭（干重）的纤维含量。

1. 测试方法

将已知质量的整块未干燥泥炭浸渍在 5% 六偏磷酸钠分散剂中约 15h，然后将该材料通过一个 150 μm （第 100 号）的筛子，用自来水平缓流动的洗涤。留在筛