# 专业科研论文

| 序号 | 论文题目 | 作者姓名 | 发表时间 | 发表刊物或方式 | 检索收录类型 | 获奖情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 东西方传统插花艺术对比 | 闵宪梅 | 2018.01 | 艺术科技 | 一般期刊<br>中国知网 | 无 |
| 2 | 城市公共园林绿地梨锈病的发生与防治 | 耿云红 | 2017.10 | 南方农业 | 一般期刊<br>中国知网 | 无 |
| 3 | 浅谈草本花卉在园林绿地中的应用 | 闵宪梅 | 2017.10 | 科技经济导刊 | 一般期刊<br>中国知网 | 无 |
| 4 | 浅谈园林植物钻蛀性害虫的防治 | 耿云红 | 2016.11 | 农技服务 | 一般期刊<br>中国知网 | 无 |
| 5 | 对淄博湿地公园景观设计分析 | 闵宪梅 | 2016.10 | 科技经济导刊 | 一般期刊<br>中国知网 | 无 |
| 6 | 山东省淄博市海棠种植大户畅谈海棠品种走势 | 赵莉 | 2016.02 | 北京农业 | 一般期刊<br>中国知网 | 无 |
| 7 | 茶多酚与海藻酸钠膜对鲜切雏菊保鲜的影响 | 赵莉 | 2015.06 | 北方园艺 | 北大核心<br>中国知网 | 淄博市第十六届自然科学优秀学术成果 三等奖 |
| 8 | 氮添加对紫花苜蓿根区土壤养分及土壤微生物量的影响 | 赵莉 | 2014.12 | 水土保持研究 | 北大核心<br>中国知网 | 淄博市第十五届自然科学优秀学术成果 三等奖 |
| 9 | 校园植物景观配置于植物文化－以淄博职业学院为例 | 闵宪梅 | 2014.11 | 科技风 | 一般期刊<br>中国知网 | 无 |
| 10 | 复合香辛料浸提液对切花菊保鲜效果的影响 | 赵莉 | 2014.10 | 北方园艺 | 北大核心<br>中国知网 | 淄博市第十五届自然科学优秀学术成果 一等奖 |
| 11 | 绿色植物在办公室空气污染防治中的作用 | 耿云红 | 2014.09 | 才智 | 一般期刊<br>中国知网 | 无 |
| 12 | 黄瓜幼苗对镉胁迫下外源一氧化氮与铁氰化钾的响应 | 高荣侠 | 2014.05 | 北方园艺 | 北大核心<br>中国知网 | 淄博市自然科学优秀学术成果三等奖 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 13 | HPLC-ELSD法测定酸奶中乳糖的含量 | 李公斌 | 2011.11 | 食品研究与开发 | 北大核心<br>中国知网 | 无 |
| 14 | 山东省野生花卉的开发及在园林上的利用概述 | 耿云红 | 2011.09 | 现代园艺 | 一般期刊中国知网 | 无 |
| 15 | 人工授粉对不同品种孔雀草结实率的影响 | 高荣侠 | 2011.05 | 北方园艺 | 北大核心<br>中国知网 | 无 |
| 16 | 硫酸酯化黑木耳多糖的抑菌功能 | 李公斌 | 2011.02 | 食品研究与开发 | 北大核心<br>中国知网 | 无 |
| 17 | 黑木耳多糖硫酸酯化制备工艺及红外光谱分析 | 李公斌 | 2008.12 | 东北林业大学学报 | 北大核心<br>中国知网 | 无 |
| 18 | 黑木耳多糖与Fe(Ⅱ)螯合物的制备工艺及红外光谱研究 | 李公斌 | 2006.05 | 食品工业科技 | 北大核心<br>中国知网 | 无 |

艺术科技 Art Science and Technology ◎艺术研究◎

东西方传统插花艺术对比

闵宪梅

（滨博职业学院，山东 滨博 255314）

摘 要：插花艺术和别其他艺术一样，带有一定的文化特征。因地域、文化、审美、鉴赏等方面不同，故在传感表达、植物宜花、侧重评情也不不相同。以中国和日本为代表的东方插花注重运用线条、注求自然、色彩淡雅、花材量少、注重意境表达。西方插花讲究几何图案造型，多运用浓重色彩，表现鲜明效果。通过东西方花艺的对比研究，为日后插花艺术的发展和研究做好理论参考。

关键词：东西方插花艺术；特点与风格；技巧与造型；对比

现今花艺的发展，让我们再重新梳理东西方传统花艺特点、风格、技巧等内容。由于地域、环境及文化背景的不同，插花艺术分为东方式插花和西方式插花。东方插花形式追求线条美，注重自然美，采用色彩淡雅少量花枝表现出深邃的意境。西方插花形式为几何图案造型，多运用浓重色彩，表现鲜明效果。花朵艺术性的排列即规今成为群组排列，表现出五彩缤纷的色块，让人赏心悦目。

1 插花花艺定义

插花插花艺术是以解材切花花材为主要素材，通过艺术构思和剪裁整形与摆插来表现自然美与生活美的一门造型艺术。[1]插花艺术运用各个要素，按照技法和艺术加工，将插花作品安置在容器中，突出以小见大的自然景观，再现出自然之美、生活之美、艺术之美。由于民俗、文化差异，插花又分为东方插花和西方插花艺术。

2 东西方插花花艺起源与发展趋势

2.1 插花起源

东方式插花起源于中国，据记载，中国插花源于佛前供花。[2]先秦时出现原始的花坛、插花等，隋唐时，社会成为国花，宫廷花等小社会盛宴，此时出现了花瓶；宋代出现“瓶之花”，插花进入社交礼仪活动，以花品、花德高意人化教化，对后世影响颇大。随着插花艺术日趋成熟，并随着文化、宗教等的交流开始传入日本。

西方插花起源于文明古国埃及，早在古国埃及就有运用新鲜植物材料用作装饰目的的做法。[3]借助于各地文化的交流和贸易往来，插花艺术逐渐传入欧洲等各个国家。文艺复兴之后，插花艺术也快速发展起来，此时插花形式也多样化，形成了规整对称的几何轮廓造型，表现出图案美、形态美大堆头式插花风格。

2.2 插花的发展趋势

随着社会进步，人类的需求不断提高，文化和经济的不断发展，东西方插花文化也频繁交流学习，彼此相互借鉴对方所长、精髓，共同进步和发展，开创出插花艺术发展的新局面，出现现代自由花艺的创作。

东方插花吸取西方插花的各种长处，把色彩美和图案美应用到东方式插花艺术中，开始尝试运用图案美、花材美、色彩美来表达出丰满饱整之美。把崇尚人的力量、人的精神情感融入作品中。

西方插花则侵取东方插花线条造型的特点，也开始注重用枝、叶、花各要素表现线条美，通过由点成线再成面的造型原则，不断运用各种要素造成构图的线条之美，突破了规整几何图形造型的限制，让作品更显得活泼、生动、有韵律、耐人寻味。西方插花构图也发生变化，开始崇尚自然，力求表现花材自然的形态美和色彩美。

3 东西方传统花艺构图与表现技巧差异

3.1 东方传统插花艺术的构成与表现技巧

（1）中国传统插花艺术的特点与构成。地域的差异造就了不同的民族特性及历史文化背景，也形成了各具特色的插花艺术。距今已有几千年历史的中国传统插花艺术是大自然的崇拜和升华，也是中国传统艺术“自然崇论”的典型体现，它呈现出真、善、美或不、恶、人的特征与风格。虽然深不同，称号也不同，却都表达了东方人的哲学思想。

传统插花追求空间之美、线条之美，一条线在能表现出最大的空间的最美（平远、深远、高远）而且此“三远”形成之线以曲线最为优美。借此有天、地、人的哲学思想。花则作为素材基础，分为上、中、下，配合事物与时机，以强调花单自然生命与插花空间意义之整体性，表达出作者创作情感和作品探远意境。

中国传统插花崇尚自然，在构图上力求自然，追求意境。在传统的插花构图中没有明显的几何中轴线，是以不对称动态均衡为原则，强调枝条、疏叶与花朵在不对称中表现出旁白天开的美妙自然姿态及富于变化的动态均衡韵律，表达作者的思想，使作品意蕴富深邃的意境。在东方花艺中花最长的花枝称作“第一枝花枝”，以花基部位置来获得，以“第一枝花枝”为参照，再创作出第二枝和第三枝。

（2）中国传统插花的表现技巧。插花的表现技巧，第一，符合植物自然生长规律，配花第，插花时各枝条的差距插口应集中靠拢，上敷下展，姿态自然（包括花材和花型）；第二，借鉴同类艺术创作的艺术手法，融书法画理于插花中，讲究线条叠差不齐、主次分明、虚实结合，刚柔并济；第三，讲求意境，寓意于花，熟悉地运用花意与花语突出作品主题，意境优美。

（3）日本插花艺术。日本插花是东方式插花的另一代表，起源于中国的佛堂供花，传到日本后，在发展的各个历史阶段，都在不断地接受中国插花艺术的影响。[3]随本国国情、文化、经济的发展，先后产生了各种流派，也形成了日本插花的主要形式，作品注重天、地、人三位一体的和谐统一。

3.2 西方传统插花的构成及表现技巧

（1）西式传统花艺的特点与风格。西式传统花艺以轴线划分空间，多表现出对称空间，变化在于花材种类、色彩。

第一，运用花材种类多，用量大，表现出繁荣的堆头式插作。第二，突出几何轮廓，用花数量多、色彩艳丽，富有理性等特点，更强调表现人工的雕琢之美，其花型也以花朵所组出的形状来定型，轮廓清晰、立体感强。第三，追求奔放，可以通过对轮廓表现出作品主题，直接阐明创作目的。例如，用花朵代表爱情的主题。第四，西方插花强调色彩运用，突出色彩的炫艳，大多作品鲜艳亮丽，富心悦目，装饰效果极佳。

（2）西式传统花艺的表现技巧。第一，运用几何图形表现技巧：花材在创作中只作为造型要素的点、线、面及色彩进行设计，追求团块面面构整体效果，突出表现出图案之美、形态之美、花材之美和装饰美的花艺风格；第二，运用浓重艳丽的色彩表现技巧：在艺术创作中色彩是最能引人瞩目、最具感染力的审美因素之一。西方传统花艺往重花材的浓重色彩表现，多选色彩艳丽、花朵大的花材进行组合，每件作品用花量大，有花木繁盛之感，创造出热（下转第151页）



艺术科技 Art Science and Technology ◎创新管理◎

传统文化为核心的休闲文化”的相关商业服务。第二，化妆所——长期驻扎在武汉，传播中国传统文化及具地域特色的楚文化窗口。因为六艺体验馆强调开发楚传统文化的中心地位，并占有在武汉建立实体机构固实现策略优势的先机。

（2）强调内容控制。第一，近期主要功能——开展六艺技能素质拓展课程体验。第二，中、远期功能——中小型文化展览、演艺活动、礼仪活动等以传统文化为特色的策划活动。形成文山中国传统文化特色的现代服务型商业实体空间。向大型商业、文化交流场所方向发展，辅以大型文化展览、商务会议、学术交流等内容。

4.2 六艺体验馆的服务宗旨

（1）跨地域文化传播与推广。一方面，依托武汉这一大的市场，以传播和推广传统文化为核心责任，逐渐扩大至辐射各地域文化的交流与传播，实现武汉与省内城市与城市间的交流；另一方面，通过六艺体验馆的实体平台，反向深入挖掘以楚北为核心的楚文化魅力及其相应地域文化生产力，实现文化对于城市的包装与经营，为楚北楚文化的建设发展贡献智慧和力量。

（2）跨时间文化挖掘与传播。一方面，六艺体验馆响应新时代的教育资源优势，联合各类校园学社团，挖掘传统文化资源，利用传统文化研究与传承，保护并弘扬本时代魅力和地方影响力的传统文化；另一方面，六艺体验馆将致力于传统文化的传承与创新工作，寻找传统文化与现代生活的结合点，形成有历史文化底蕴的现代商业体系。

4.3 六艺体验馆的概念模式

六艺体验馆是提供文流、康体、娱乐等服务的现代商业机构，“六艺体验馆”便是以提供传统文化的现代体验和交流为主的现代文化传播机构。

具体而言，六艺体验馆的概念模式存在商业模念和文化模念之分。

（1）商业概念。地方政府、企业的汉文化交流合作机构。六艺体验馆将与地方政府、企业建立良好合作关系，为主或为地方政府、企业的官方商业合作机构，提供以传播传统文化、促进文化交流与商业合作为特色的策划与执行服务。

策划、开发、推广、经营文化产品的品牌机构。当前，文化产品策划、开发、推广及经营存在巨大的商业空间。体验馆将利用其实体平台的优势，联合地方政府、企业，通过商业和文化手段增加文化产品的附加值，最终确立体验馆的品牌地位。

（2）文化概念。商业化的文化交流平台。在这里文化是明码标价的“消费品”，体验馆通过其商业价值的实现完成文化交流的使命。

传统文化元素会集与交流的窗口。这里提供了一个固定的现代人体验传统文化的场所，基本远开放的传统文化窗口。

保护地方传统文化遗产的组织。这里将通过对传统文化商业价值的挖掘，以及在商业外的对传统文化的传播与传承，实现对传统文化遗产的保护。

5 结语

巍巍中华，五千年文明璀璨，三十年风云变幻，当中国市场经济经历高速发展，人民物质生活条件极大改善，西方管理之术大行其道之时，随之而来的全球性经济危机、社会道德滑坡、精神匮乏等一系列社会问题，使中国传统文化精华以趋势重现，同时西方思想中众多问题的产生也使得全球各国在寻找新的思路以重构商业社会的价值观、管理思维，中国传统文化的复兴和发展已是大势所趋、人心所向。

六艺体验馆这种全新的可营、可听、可触摸的传统文化体验馆的建设将丰富传统文化建设内涵，融于传统文化建设解明的外显形式和特色展示。通过传统六艺的体验，打开一扇窗，礼教中华传统文化、感受往数之美，将所学之“礼”融入现实生活，培养一个懂事明理、善于学习、自主独立、自信积极的融融有礼的群子，最终实现对优秀传统文化的传承与发扬。

参考文献：

[1] 陶国强. 儒家所“六经”为“六艺”考[J]. 中国哲学史，2006（4）.

[2] 钱穆. 所以形学今古文平议[M]. 北京：商务印书馆，2001：200-202.

[3] 刘邦鑫. 浅谈“汉服”与中华礼仪复兴[J]. 青年文学家，2014（29）.

[4] 乔舒亚·库珀·雷默. 美色中国[M]. 社会科学文献出版社，2006：16.

作者简介：谭冠春（1979—），女，硕士，武汉职业技术学院讲师，研究方向：新闻传媒、戏剧、中国传统文化。

（上接第116页）浪漫快的气氛。

4 东西方传统花艺造型差异

4.1 东方传统插花花艺的基础造型

一般花型多由三个主枝构成主架，以“第一枝花枝”为参照，分别插出第二枝和第三枝，然后再在各主枝周围根据主题要求，运用长短不一的花枝进行内部空间填充，继而表现出作品的意境。基础造型可分为直立型、直上型、倾斜型、平展型、下垂型等。

4.2 西式传统插花花艺的基础造型

（1）按观赏方向分。单面观花型，如常见的三角型、扇型、L型、倒T型、不等边三角型等传统花型。此类花型为一侧观赏（即正面观赏），多陈设在角隅、电视台等靠墙地方。

多面观花型，如常见的半球型、水平型、圆锥型等花型（即为四面观），此类花型焦点位置可以是中心位置，也可是四个侧面聚焦的点，创作者根据需求进行变化。还有一类S型、新月型等花型（即为两面观），焦点分为主辅两个焦点，常摊于花型2/3处，此类花型多陈设会议桌、餐桌或宾馆前台。

（2）按造型结构分。对称式花型，作品外形轮廓清晰，整齐对称，属于平衡呈的对称的静态平衡，是以长或短轴线进行分隔空间。创作者在创作中既可以把花材的种类与色彩平均分布在中轴两侧，即完全对称，也可以将同类或同色的花材集中堆作，为非完全对称，如三角型、扇型、倒T型、半球型、水平型等花型都可以进行对称式创作。

不对称式花型，作品外形轮廓不对称，属于平衡型的非对称的动态平衡，突出表现几何图形、常见的有L型、S型、不等边三角型、新月型等。[5]

5 结语

东西方传统插花花艺各有鲜明的优势，随着社会进步、人类需求的提高，经济与文化的发展，两者不断进行切磋交流，共同提升，也对现代自由式插花花艺的发展提供了创作理论和技法基础。

参考文献：

[1] 张虎，毛闽英. 插花艺术[M]. 中国农业出版社，2010.

[2] 刘金海. 插花技艺与盆景制作[M]. 中国农业出版社，2009.

[3] 侯庆彬. 插花艺术[M]. 吉林师范大学出版社，2009：33-34.

# 城市公共园林绿地梨锈病的发生与防治

耿云红
(淄博职业学院制药与生物工程系，山东淄博 255314)

**摘 要** 近年来，淄博市把梨树作为一种绿化树种栽种于公园、学校等公共绿地，既可观花又可观果，丰富了园林景观。但梨树锈病发病比较普遍，有时会造成锈病的大流行。基于此，论述梨锈病的症状特点、发病规律，分析了发病条件，并提出了防治方法，以期为当地园林植保工作者防治梨锈病提供参考。

**关键词** 梨锈病；园林绿地；防治措施
**中图分类号**：S436.612 **文献标志码**：B DOI：10.19415/j.cnki.1673-890x.2017.29.017

随着物质生活水平的提高，人们对园林绿化的要求也越来越高，果树常被作为特殊树种用于园林绿化。而梨树近年来在淄博更是被广泛种植于公园、学校等公共绿地。

梨锈病也称为赤星病，土名红隆、羊胡子，在淄博乃至全国各地均有发生，该病主要危害叶片、叶柄、新梢，也危害幼果，引起叶片干枯、幼果畸形、脱落，严重影响其观赏价值和食用价值。

## 1 梨锈病的病原、寄主植物

### 1.1 病原

梨锈病的病原为梨胶锈菌，属于真菌门、担子菌亚门、冬孢菌纲、锈菌目、柄锈菌科、胶锈菌属。该病原需要在两类不同的寄主上完成其生活史，属于转主寄生[1]。

### 1.2 寄主植物

梨锈病除为害梨树外，还为害木瓜、山楂、海棠等植物，在这些第一寄主上产生性孢子器及孢子器，其第二寄主（转主寄主）有铅柏、龙柏、圆柏、刺柏等，可在其上产生冬孢子角。

## 2 梨锈病的症状特点

### 2.1 在第一寄主上的症状

2.1.1 叶片上的症状

受害叶片的叶正面出现散目不等橙黄色或橘红色具光泽的小斑点，后逐渐扩展为近圆形橙红色病斑，表面密生橙黄色小粒点为病菌的性孢子器。天气潮湿时，病斑可溢出蜜黄色黏液，内含无数的性孢子[1]。黏液干燥后，小粒点变黑，叶正面凹陷，叶背面隆起处长出灰黄色的“羊胡子”状物。此为病菌的锈孢子器，成熟后的散出大量黄褐色的锈孢子。之后病斑变黑导致叶枯，病斑较多时，梨树叶片早期脱落。

2.1.2 幼果上的症状

初期症状类似叶片上的症状，病部稍微凹陷，著生橙黄色的小粒点。后期病斑表面产生灰黄色、类似“羊胡子”的锈孢子器，形成木栓状硬疤，可导致病果生长停滞形成畸形果，容易早落。

2.1.3 叶柄、果柄、新梢上的症状

与果实上的症状大体相似，病部肿起，病斑上著生橙黄色性孢子器和“羊胡子”状锈孢子器，最后病部产生龟裂，易引起落叶、落果、新梢折断等[2]。

### 2.2 转主寄主上的症状

病菌为害松柏、龙柏、圆柏、刺柏等转主寄主，初期在其小绿枝或其针叶、鳞叶上产生淡黄色病斑，稍隆起。至年3月左右病斑破裂，形成球状或近球状的菌瘿，吸水膨胀后，长出红褐色或咖啡色的冬孢子角，圆锥形，冬孢子角吸水被裂后散出纺锤形或长椭圆形的冬孢子，黄褐色胶状体，所以往往被人误以为是植物“开花”了。

## 3 梨锈病的发病规律及条件

### 3.1 发病规律

病菌以多年生的菌丝体形成的菌瘿在松柏类植物的病部组织越冬，翌年早春显露冬孢子角，成熟后散发冬孢子，冬孢子萌发后在其上形成担孢子，担孢子不直接侵染松柏等转主寄主，但可以随风飘散，落在梨树等第一寄主的叶片上，在叶正面产生橙黄色的性孢子器，散发性孢子，在叶背面则产生“羊胡子”状的锈孢子器，产生锈孢子[3]。锈孢子不再侵染梨树等第一寄主，而是借助风雨传播至松柏等转主寄主上侵染其针叶或鳞叶、新梢等部位，并再其上进行越夏、越冬，如此循环。通过调查，淄博地区梨树一般5月开始发病，6月为发病盛期，7—8月发病逐渐减少。

### 3.2 发病条件

3.2.1 植物配置情况

梨锈病菌需要在两类不同的寄主上才能完成其生活史，四此梨、木瓜、山楂、海棠等第一寄主植物不能与松柏等转主寄主近距离栽植在一起，否则易造成锈病的发生与流行。

3.2.2 气候情况

梨锈病的发生与流行与气候条件关系密切，尤其是气温、降雨、风力。通过调查在淄博地区，温度在17～20 ℃时利于冬孢子、担孢子的萌发，尤其是3—6月，温度适宜，再加上天气时阴时晴或阴雨连绵雨量大、有风时，利

（下转第34页）

收稿日期：2017-09-01
作者简介：耿云红（1980—），女，山东淄博人，硕士，讲师，研究方向为生物及农林技术。





### 2.3 加强农民病虫害防治工作的培训

国家需要增加经费投入，加强公益性植物保护技术服务的力度，通过热线电话、科技讲座、田间学校等形式，对农户进行病虫害防治上的技术性指导；全面提高农户施药水平，培养科学用药理念，从而对农业生产的安全起到保障作用。

### 2.4 科学使用农药防治病虫害

一是分辨病虫为害症状，了解病虫情况，对症下药，尽量选择低毒高效的农药。二是按照标准配制农药的浓度，禁止随意加大用量或增加浓度。同时，使用喷水良农药，三是掌握喷药技巧，对农作物茎、叶进行针对性的喷射。控制喷药速度，根据虫害发生的部位进行下同的施药方法。四是根据害虫的生理特性和活动时间规律，选择合适的时间施用农药，加强农药效果。

### 2.5 加强对农药市场的管理

一是严格监督经营单位。全面彻查农药经营用户，取缔无证经营和不合理经营商户。统一管理农药经营户，促进农药市场安全有序发展。二是规范经营行为。完善各项管理制度，记录所有在销农药的来源和去处，使农户可以放心选购和使用。

### 2.6 大力推广无公害产品生产技术

合理运用化学农药，将物理、化学、生物三种防治措施有机结合，并综合运用，保证农产品的安全质量。

### 2.7 其他策略及注意事项

在农作物栽培上，采用合理的轮作制度；选择抗性较强的优良作物品种，种植前对种子进行针对性的消毒；提高科学施肥的水平，重视有机肥的使用和植物微量元素的补充，增强作物抗病虫害能力；保护有益生物，增加害虫的天敌。

## 3 结语

病虫害的防治工作不仅要重视防治效果，还要注重安全和环保。在保证农作物产量和质量上，同时注意不对周围生态环境造成破坏。因此，要加强农业病虫害防治工作的良好开展，需要引进先进的科学技术，为农民提供及时准确的检测预报。还要注重培养农民科学用药的意识，监管农药市场；大力推广无公害技术措施，以预防为主，治理为辅，以生物手段为主，化学、物理手段为辅，促使农作物健康稳定发展，从而促进我国农业的可持续发展。

**参考文献**

[1]邱建.农作物病虫害防治存在的问题及对策[J].农业与技术,2017(1):117-118.
[2]孟文华.浅议农作物病虫害防治中存在的问题及其对策[J].南方农业,2016(3):46.
[3]许立祥.农作物病虫害防治中存在的问题及对策分析[J].科技创新与应用,2015(31):288.

（责任编辑：赵中正）

（上接第32页）
于担孢子的萌发、传播和侵染，发病较重。

## 4 梨锈病的防治

### 4.1 合理配置植物

梨树等植物不要与松柏类植物近距离栽植在一起，阻断锈菌完成其生活史的生长。如果有条件，及时清理果里的松柏类转主寄主。

### 4.2 松柏类转主寄主的防治

梨树等第一寄主如果处于公园或学校等公共园林绿地，已有的松柏类转主寄主不能清除时，应及时对松柏等进行治理[4]。3月中上旬萌芽发芽前，先剪除松柏类植物上的菌瘿和冬孢子角，然后喷20%粉锈宁500～1 000倍液，或0.4°～0.5° Bo石硫合剂消灭越冬菌源，抑制冬孢子萌发成担孢子。6月至7月上旬正是梨锈菌释放锈孢子的时期，可喷洒20%粉锈宁乳油500～1 000倍液或15%～20%三唑酮可湿性粉剂2 000～3 000倍液或0.3°～0.5° Bo的石硫合剂或0.3%五氯酚钠混合液等，10～15 d喷洒一次，一般防治两三次便可及时消灭锈孢子对松柏类植物的侵染。

### 4.3 梨树等第一寄主的防治

梨树萌芽期至展叶后25 d内喷药防护，可以阻断担孢子的传播与侵染。在淄博地区可在3月下旬至4月下旬喷药，一般每隔10～15 d喷一次，连喷3次即可。在阴雨连绵、雨水多的年份，可以适当多喷几次。药剂可以选择20%粉锈宁乳油1 000～1 500倍液、50%退菌特可湿性粉剂1 000～2 000倍液、25%敌力脱乳油2 000～3 000倍液、10%速保利可湿性粉剂3 000～4 000倍液、50%代森锌可湿性粉剂500～1 000倍液，这些药剂交替轮换使用，可以基本上控制梨锈病的发生。如若防治不及时，叶片或其他部位已经发病出现了橙黄色的性孢子器，也可喷洒上述药剂以控制其为害。

**参考文献**

[1]袁敏,林立,段玮,等.苹果锈病和黑锈病的综合防控[J].西北园艺,2012(4):26-27.
[2]张鸿.梨锈病发生规律及防治对策[J].现代园艺,2011(12):39.
[3]刘美胜,孙夏萍.梨锈病发病规律及综合防治技术[J].河北果树,2016(6):13-18.
[4]张波,张彦玲.梨锈病的发生与防治[J].植物医生,2011,24(1):19-20.
[5]何宝坤,李华刚.梨锈病大发生原因分析及防治措施[J].农技服务,2014,6(4):146.

（责任编辑：赵中正）





# 浅谈草本花卉在园林绿地中的应用

闵宪梅
(淄博职业学院 山东 淄博 255314)

**摘 要**：随着生态环境的的建设，园林绿地建设也加快步伐，草本花卉作为园林绿地建设中重要组成部分，亦备受关注。本文结合笔者的经验从草本花卉的分类、作用和应用方面加以介绍。旨在为园林建设者提供一些帮助。

**关键词**：草本花卉；园林绿地；应用
**中图分类号**：TP928.73 **文献标识码**：C **文章编号**：2096-1995(2017)30-0075-02

花卉作为一种观赏植物，给人们带来五彩缤纷的世界，被人们在室内和室外广泛应用。而在园林绿地里观中应用更是具有多变性与灵活性。本文以草本花卉为主题，介绍其分类、作用和应用。

## 1 草本花卉分类

1.1 根据形态特征分

（1）线性花材，指外形表现出笔直直立的花卉，如一串红、虾蟆菊、金鱼草、假龙头、羽扇豆。在造景中可以做中心花材或背景花材，进行开阔、群植，增加绿地景观立体层次。

（2）团块状花材，指外形呈现出近圆形、块状的花卉，如百日草、万寿菊、孔雀草、矮牵牛、金盏菊、非洲菊、郁金香、勋章菊、荆目菊、波斯菊等，在造景中可以片植、群植构成图案，为观赏花材。

（3）异性花材，指外形不规则、结构别致，如鹤望兰、百合、蝴蝶兰等，在造景中可以做中心花材，可增添南国风情的味。

（4）散点花材，指花枝细小、一枝朵花，具有小巧玲珑灵秀的感觉，如藿香蓟、香雪球、小雏菊等，在造景中进行片植、行植，常构成图案或为林下、花境镶边的花材。

1.2 根据生态习性分

（1）一、二年生花卉：指生长周期为一年或二年的植物，如矮牵牛、三色堇、一串红、万寿菊、百日草等，在园林绿地中常做时令花材进行时令组盆摆放或盛花花坛，多为节日用花。

（2）宿根花卉：指生长周期为多年，地下根不进行变态肥大的多年生草本花卉，如荷尾、萱草、玉簪、菊花、菊类等，在园林绿地中可做地被形成花境、专类园或中心花材。

（3）球根花卉：指地下根变态肥大并能安全越冬的多年花卉，如美人蕉、郁金香、仙客来、唐菖蒲、大丽花、小丽花等，在园林造景中可上体花材或中心花材。

（4）水生花卉：指在水中或沼泽地生长的花卉，如荷花、睡莲、凤眼莲、千屈菜、金鱼藻等，在园林造景中常做水景不可缺少的花材。

## 2 草本花卉在园林绿地中作用

（1）装饰性强：花卉在园林绿地中多以花坛、花境、花架等形式应用，展示出花卉群体美，能够美化环境，扮靓生活，让人赏心悦目驻足流连，在应用中注意讲究与环境协调和，注意主景与配景搭配。

（2）具有生命活力：园林植物是园林规划设计中是唯一具有生命力的元素，季相表达突出，草本花卉类型多样，花色丰富，花期各异，以花坛为例，人们能够欣赏到春季花坛、常见花材有三色堇、矮牵牛、金盏菊、万寿菊等；夏季花坛，常见花材有百日草、细裂孝、一串红等；秋季花坛，常见花材有菊花、一串红、矮牵牛等；冬季花坛，常见羽衣甘蓝。在一年四季中展示出草本花卉多彩多姿的世界，人们也会感受到草本花卉独特的魅力。

（3）改善城市环境：草本花卉是绿地建设重要组成部分，只要水分适宜、气候良好都能够自然生长。能够固土防沙、吸收尘埃、降低噪音。而在造景中还可以起到导游路、分割空间作用。

## 3 草本花卉在园林绿地中应用

在十一五和十二五规划中，指出生态环境保护与修复，至长园林绿化发展规划事项也提到目程上来。而园林建设中草本花卉的应用是绿地造景中不可缺少的组成部分，发挥着特殊的作用。因为草本花卉独特的形态特征、生态习性和花期不同的特点，被需应用到花坛、花境、花台、花架。

3.1 在花坛中的应用

花坛是园林绿地建设中常见一种应用形式，常划分了盛花花坛、模坛花坛、位置一般布置在广场中心、雕塑底座周围、喷泉周围、建筑物中心轴线线上、建筑周围、高架桥空白区域、高速公路旁、构图形式多为几何图形、山直线和曲线构成，与周围环境相互协调。盛花花坛主要由观花草本植物组成，表现盛花群体的色彩美或梅丽的景观。多采用观花草本为主体，株型整齐、株丛紧密、开花繁茂，花期一致，花期较长，10～60cm的矮性品种，易移植、覆盖强。盛花花坛按平面长和宽比例不同分为花丛花坛、带状花丛花坛、花境。花丛花坛是平面纵轴与横轴长度1:1—1:3，做主景，带状花丛花坛是短轴为了1m、长轴与短轴比应大于3—4倍（花带），做配景。花境是短轴小于1m，长轴与短轴大于4倍，做配景（镶边）。花坛植物配置采用为开植表现出花卉群体美，配置原则注意植物和谐、色彩和谐、构图和谐。常见草本花材为矮牵牛、菊花、三色堇、万寿菊、雏菊、羽衣甘蓝等。

模坛花坛由低矮的观叶植物或花叶美美的植物组成，表现群体组成的精美图案或装饰纹样。多采用植株低矮（5—10cm）、分枝密、发枝强、耐修剪、枝叶细小观花、观叶草本花卉。并以少量观花植物做图案进行配置。图案常见样云、蕾章、彩带等。模坛花坛可分为毛毡花坛和浮雕花坛，毛毡花坛是由各种植物组成精美的装饰图案，植物修剪成同一高度，表面平整，苑如毕丽的地毯。常见草本花材为半支莲、雏菊、藿香蓟、红叶苋、半边莲、彩叶草等藿香蓟、三色堇、大叶红、小叶红、绿草、白草等，浮雕花坛是依花坛纹样变化，植物高度有所不同，模坛凸起或凹陷，整体上呈现浮雕效果。除了采用木本植物外，也可以运用草本花卉布置，如秋海棠、菊花、香雪球等表现水平花相的植物。

3.2 在花境中的应用

花境模拟自然界中林地边缘地带多种野生花卉交错生长的状态，运用艺术手法设计的一种长带状花卉应用形式也称为镶边花坛。主要布置在林缘、水边、园路、建筑的角隅、建筑物周围、宽阔草坪和树丛中间等地方。多种植物交错布置模拟形成自然界缤交林表现出混合之美。花境可分为单面观花境和四面观花境，单面观花境造景时需要注意背景的选择，可以是树林、墙体、栅栏、挡土墙等作背景，从外向内表现出山低洞高的植物配置。四面观花境则是突出中心花材高、四周花材低，表现出立体层次感。常应用的花材有以当地露地越冬，不需特殊管理的宿根草本花卉为主，兼顾一些小灌木及球根和一年生花卉。有较长花期、花期分散于各季并有较高的观赏特性。为了表达出自然风景的景观还可以运用花叶芦竹、矮灌苹、细圣竹子、鸢尾草等宿根花卉，再配有置石就像走在出间小路上，曲径通幽处，禅房花木深、有回行自然、返扑归真之感。

不论哪种类型的花境，造景时都要体现出不同种类花丛间交错布置表达出四季有景、三季有花的景象。

3.3 在立体景观中的应用

立体景观也是园林绿地中常见一种形式，能够使和谐宽阔的绿地富有层次变化。常布置在广场中、建筑周围、绿地中、道路两侧或中心绿带。常见花材有观叶类的垂直草莓植物、如爬山虎、五叶地锦、常春藤、合果芋等，增加城市绿量、净化空气、美化环境的重要方法。另一类为观花类草本花卉，运用特殊的布置手法，将花材置于花器、花饰、花箱中，设计形成各种造型或图案。常见轮廓有柱形、球形、长方形等形状，图案根据环境需要和设计意图无固定要求，仍然以表现图案美、群体美为主。常选择的植物有矮牵牛、藿香蓟、雏菊、五色草、彩叶草、矮化秋海棠等花卉。

3.4 在花台中的应用

是将花卉种植在高出地面的台座上而形成的花卉景观，也称为高设花坛。常设在广场、庭院、阶旁、出入口两边、墙下、窗户下等处。植物配置讲究形式美法则，表现出节奏与的律，多种与统一、对比和调和，采用左材根据设计意图和环境进行选择，如天竺葵、矮牵牛、金盏菊、百日草、郁金香等花材都可运用到花台中。

总之，草本花卉是园林绿地造景中不可缺少的一类园林植物，在绿地应用中起到重要的作用。根据植物类型的不同，环境的不同，采取不同的应用类型，而设计人员可以在原有的应用类型中，不断创新变化各种造型是未来应用的发展趋势。

**参考文献**

[1]于云卿,王雅方.草本花卉在园林造景中的应用研究[J].园艺园林,2012(06).
[2]焦林.草本花卉在园林造景中的应用[J].现代园艺,2014(9).





（上接P78）杂，为安全施工建立了超前地质预测预报系统，通过超前地质预报，结合隧道掌子面图岩的变化，对前方工程地质和水文地质情况做出推断，为确定合理的施工方案提供依据。

2.4 超前支护

2.4.1 长管棚施工

隧道进出口段工程地质条件较差，用 Φ108×6.0 注浆管棚进行预加固。

2.4.1.1 套拱施工

采用 C25 混凝土套拱做管棚固定墙，套拱在明洞外轮廓线以外，紧贴掌子面，套拱内埋设用四根 T25 型钢制作而成的钢拱架作为模架，然后与管棚钢管焊成整体，待支撑稳固后，内外模采用 5cm 木模安装，按设计布筋和安装孔口管，保证布筋、孔口管的位置和角度准确，然后进行套拱混凝土的施工，待套拱混凝土强度达到 85% 时开始长管棚的施工。

2.4.1.2 搭设钻机施工作业平台

作业平台用方木按“井”字形搭设，顺序由下向上，由两边向中间，依据孔位依次搭好，方木间以铁钉连接牢固，防止钻孔时钻机倾斜、摇动、不均匀下沉而影响钻孔质量。

2.4.1.3 钻进作业

根据地质条件和施工条件，每个洞口采用 1 台履带式管棚机平行作业，并在导洞管口编号施工顺序从低孔开始、由两侧往中间方向对称进行施工，钻孔时钻机距工作面距离一般情况不少于 2m，钻机摆设钻杆方向与导洞管方向一致，钻孔平顶进长管棚钢管。

2.4.1.4 扫孔

用 Φ108mm 岩芯管进行扫孔，目的是清除孔内岩碴和顺通孔道，岩芯管长度不小于 2.5m 为宜，长度稍长更好。如遇下管困难，连续扫孔几次，同时借助高压空气吹洗，直到孔内清扫干净。

2.4.1.5 顶管

Φ108mm×6 钢管管壁打孔、布孔以梅花型布置，孔径为 10mm，孔间距为 15cm，导管尾部留 40cm 不钻孔的止浆段，导管加工成 3m、6m 长两种规格，为使钢管接头错开，加工钢管时将钢管进行管节编号，根据加工的钢管节搭配好，并做好记录待用。

2.4.1.6 注浆

注浆采用单液浆，当岩体止浆效果不好时，改用水泥－水玻璃双液注浆。注浆机械选用两台 BW－250/50 型注浆泵进行。长管棚注浆按固结管棚周围有限上体设计，浆液扩散半径不小于 0.5m，注浆采用分段注浆。

2.4.2 超前小导管及注浆施工

超前小导管及注浆用于软弱围岩地段。通过打入小导管及注浆形成管棚支护环，改善围岩力学性能，封堵地下水，预固拱部软弱岩体，然后再进行开挖，一次开挖不大于 1.5 倍钢支撑间距，断面形成后立即进行初期支护，然后进行下一循环。

## 3 结束语

本文通过对某高速公路隧道洞口工程施工技术的阐述和分析，强调洞口工程施工安全质量的重要性，而施工过程中应在综合分析施工现场各种不良地质因素的影响下，提出相应行之有效的施工方案指导施工，提高洞口工程的施工质量，保障隧道洞口的安全稳定。

**参考文献：**

[1][2][3]JTJ071-2003，公路工程质量检验评定标准 [S]. 北京：人民交通出版社，2003.
[2] JTJ042-94，公路隧道施工技术规范 [S]. 北京：人民交通出版社，1994.
[3]李宁.某隧道施工方案 [Z].2017.
[4]胡明亮，九峰山特长隧道进口段长管棚预加固施工技术 [J]. 铁道建筑，2008（3）.

# 浅谈园林植物钻蛀性害虫的防治

耿云红
（淄博职业学院制药与生物工程系，山东 淄博 255314）

**摘要**：本文列举了淄博常见的钻蛀性害虫，分析了钻蛀性害虫的危害特点，并提出了有效的防治方法，以期更好地保护园林植物的健康生长。

**关键词**：淄博；园林植物；钻蛀性害虫；防治

园林植物的生长常常受到钻蛀性害虫的侵害，致使大量植物受害，给园林绿化带来了不可估量的损失。采取有效的措施防治钻蛀性害虫是园林工作中的重点与难点。

## 1 园林植物钻蛀性害虫分类

园林植物钻蛀性害虫总是隐藏在树体内，危害树干和枝桠的害虫，幼虫蛀食导致植物的输导组织严重破坏，并形成许多虫孔或隧道，导致树势衰弱。

通过实地调查和查阅文献，我博常见的园林植物钻蛀性害虫包括：鞘翅目的天牛类（如星天牛、光肩星天牛、桑天牛、双条杉天牛等），吉丁虫类（如六星吉丁虫），小蠹虫类（如柏肤小蠹）；鳞翅目的木蠹蛾类（如咖啡木蠹蛾、梨木蠹蛾、梨木蠹蛾等），透翅蛾类（如桃透翅蛾等）；膜翅目的茎蜂类（如月季茎蜂）等。

## 2 钻蛀性害虫的危害特点

2.1 生活隐蔽，表面很难相对稳定

除成虫期暴露在外外，其它各虫态均在树皮部、木质部背隐蔽生活，受环境条件影响小，天敌少，虫口密度相对稳定。

2.2 “水期性害虫”，幼虫危害严重

主要危害生长衰弱的树木，故称之为水期性害虫。

幼虫钻蛀植物的主干、树枝，蛀道内布满木屑及大量虫粪，阻碍了养分、水分的输送，严重者导致树势衰弱甚至枯萎死亡，一旦受侵害后，植株很难恢复生机。

## 3 园林植物钻蛀性害虫防治

3.1 建立钻蛀害虫监测预警系统

首先，通过性信息素或者黑光灯诱杀，调查钻蛀性害虫的种类、侵害部位和程度等；第二，对钻蛀害虫各虫态的发生时间及其消长规律详细记录；第三，科学、及时的指导植保人员有的放矢地采取相应防治措施。

3.2 园林类易蛀木修剪防治

适地适树，加强抚育管理，合理修剪，适时灌水与施肥，促使植物健康生长，是预防钻蛀性害虫大发生的根本途径。

3.3 人工物理机械防治

3.3.1 人工捕杀

利用成虫羽化后在树冠活动（补充营养、交尾和产卵）的一段时间，人工捕杀成虫。

3.3.2 灯光诱杀

对有趋光性的钻蛀害虫，如桑天牛、木蠹蛾等，在成虫期，可采用黑光灯诱杀。

3.3.3 饵木诱杀

许多蛀干害虫，如天牛、小蠹虫等喜欢在新伐倒木上产卵繁殖，因而可在这些害虫的繁殖期，人为地放置一些木段，供其产卵，待卵全部孵化后进行剥皮处理，消灭其中的害虫。

3.3.4 寻找产卵刻槽或剥除卵块

根据天牛的产卵习性，寻找产卵刻槽，可用锤击、手剥等方法消灭其中的卵。有的在树干翘皮缝隙处产卵，可采取刮树皮的方法，去除卵块。

3.3.5 铁丝钩杀幼虫

在树干上寻找新鲜粪洞之处，用细铁丝或其他利器从虫孔伸入钩杀幼虫。

3.4 生物防治

3.4.1 以鸟治虫

我国鸟类资源十分丰富，80%以上都是捕食害林害虫的益鸟。与蛀干害虫关系密切的是啄木鸟。可能注鸟巢于4米以上的树干上来招引益鸟。

3.4.2 以虫治虫

钻蛀害虫的种类天敌主要是管氏肿腿蜂、赤眼蜂、花绒寄甲蓝天牛的有效天敌，而北京植物园研发的微蠕防治双条杉天牛、吉丁虫、小蠹虫等十分有效。

3.4.3 以菌治虫

山东用白僵菌粘青蒿注虫孔或 $5\times10^8$~$10^8$/ml 白僵菌液喷注虫孔防治梨木蠹蛾，死亡率在95%以上。

3.5 化学防治

3.5.1 树干涂白

害虫产卵前，将涂白剂（生石灰5 kg + 石硫合剂原液0.5 kg + 硫磺0.5 kg + 食盐0.5 kg + 动物油100 g + 水40 kg）涂在园林树木的树干上、分叉处，预防害虫产卵。

3.5.2 喷洒喷药

在成虫活动期，可用胃毒剂或触杀剂对树冠喷药。近年来，利用触破式微胶囊剂（如辛硫磷微胶囊缓释剂）进行喷雾效果较好，或选一且触触剂干，胶囊释破裂使农药接触成虫。

3.5.3 注射熏蒸剂

清除虫道中的木屑和虫粪后，将久效磷乳油等熏蒸剂，用注射器从虫孔注射进去，并用黄泥封口。

3.5.4 插毒签、熏毒片

将磷化铝片剂用镊子塞到虫孔里面，立即用黄泥密封，杀虫率可达100%。磷化锌毒签插孔法，简单有效，杀虫率在95%以上。

3.5.5 树干输液

树干输液就是将具有内吸作用的杀虫剂稀释液注入木质部，使其在树体内随蒸腾液流均匀地达到树体各部位。目前市面上比较好的产品是天牛一插灵。

3.5.6 根部埋（施）药

早春树芽刚刚萌动时，使用内吸传导药剂（如地蛆平、一蛀树无虫等）在根部埋施，然后浇透水，可以有效杀死幼虫，持效期长达4-6个月。

## 4 小结

总之，我们要遵循“预防为主、综合治理”的原则，科学防治钻蛀性害虫，以保证园林植物健康成长。

【参考文献】
[1] 廖春飞. 浅谈园林植物病虫害的发生与防治措施 [J]. 中国农业信息, 2014 (5): 103-104.
[2] 王晓霞. 浅析园林植物钻蛀性害虫的防治 [J]. 现代园艺, 2011,19:49.
[3] 王辉. 浅谈园林植物钻蛀性害虫的有效防治方法 [J]. 科学中国人, 2015 (5): 374.
[4] 肖保民. 园林植物钻蛀害虫的防治方法 [J]. 植物医生, 2011,24 (1): 23-24.
[5] 包加祯, 马健国, 孙文祥, 等. 园林植物钻蛀类害虫嗜食性特点及其利用 [J]. 湖北农业科学, 2009,11:2749-2751.

**作者简介**：耿云红（1980.11-），女，汉族，山东淄博人，现任职于淄博职业学院制药与生物工程系，讲师，研究方向：生物及农林技术。





# 对淄博湿地公园景观设计分析

闫宪梅
（淄博职业学院 山东 淄博 255314）

**摘 要**：城市湿地公园是城市中特殊的景观，城市湿地资源为城市生态文明的建设和谐城市生态安全的重要基础系统之一。湿地景观设计是在保护和恢复湿地的基础上进行一项工程建设。本文从湿地景观构成要素进行分析，提出景观设计建议原则。

**关键词**：湿地景观；景观设计原则
**中图分类号**：G246 **文献标识码**：C **文章编号**：1005-1309(2015)28-0098-01

淄博经济社会发展“十三五规划”建议提出践行绿色发展理念，着力推进生态淄博，营造生态环境质量持续改善，强化生态保护和生态修复。在湿地公园淄博地区保护体系的基础上概念分析，提出景观设计建议原则。能够真的重要建设。

## 1 湿地公园景观的构成要素

湿地公园景观构成的基本要素分为水体景观、植物景观和文化景观，三者相互交融、相互影响。

### 1.1 水体景观要素

湿地水体景观主要由水域景观、河岸景观及近河陆域景观三部分形成。

水域景观即水域风光，以河流水体为中心，在地貌地貌、气候、生物及人为活动等因素的综合下形成的不同类型水体景观为总称。主要通过水深、流速、水质等水体性质来表现水体流动感觉。或湍流急、或岩岸起伏或阔面沿海的静水，可聚焦雾飞瀑、倒影、跌水、喷泉等，如淄博源泉山庄泉瀑布。（图下）剪与坚岸，修剪包括地形、河岸、浅岸、堤、如淄博大芦湖、马踏湖湿地中的水体表现出静态景观。

岸带景观是湿地公园中必不可少的要素之一，岸带的结构决定了各类水体功能，其本身对于湿地水陆之间的物质交换与能量流动起重要关联性的作用。岸带景观不仅具有安全保护功能，景观观赏功能以及资源教育功能，更重要的是它可以维持和水陆生态系统的生态平衡，缺少以上任何一种功能，将将会发现湿公园有缺陷的弊端。干旱易受水位、洪涝等影响形成的浅滩，建筑和沙洲等景观，以及不同的设计思想，如湿地公园、沙洲岸线、块石岸线、乔石或灌丛岸等。淄博湿地公园常常多是结构分层和夹心层式，应该使层次感丰富，或和谐且、或渐或变、或连续或间断的线性带景观。

近岸陆域景观主要是指为方便游人离岸的需水设施（如游水平台、水榭、亭廊、栈道）、组织游客游览的近岸道路景观（如门楼、园桥）和提升湿地意境的人造景观小品等。淄博湿地公园概况与景区设计中，快速生态线性进行建议，在接受自然规律的前提对一定程度不要过度开发。

### 1.2 生物植被要素

主要包括湿地植物景观和湿地动物景观。

（1）湿地植物景观主要是指湿生植物、挺水植物、浮水植物和沉水植物的配置来表现。可根据环境条件和群落结构特性进一步比较在空间分布，时间分布方面进行安排。使其高效运行达到净化水质，并形成优美的景观效果和可持续利用的生态系统。包括水平空间配置和垂直空间配置。水平空间配置指水域平面上配置不同的植物群落，垂直空间配置指沿湿度从湿岸至湖心，随水深的不同分别选用不同的水生植物，即湿生植物群落、挺水植物群落、浮水植物群落、沉水植物群落。根据湿地景观规模、干、枝、叶、花、果等，能选不同乔灌搭配的湿地绿化景观。淄博湿地或园林植物有观赏、食用、药用、香料、芳香、蜜源、观花、观叶、观果、观干、观枝、观根、观形、观姿、观色、观声、观味等。利用湿地植被的松柔、枯荣、开花等分布特点，采芦苇、菖蒲、睡莲等配置方法形成层次。如：桃、李、樱桃、海棠、山杏等多利景观形态。例如大芦湖的湿地芦苇荡、马踏湖中的金莲花等。

（2）湿地动物景观的本体主要为湿地水鸟、湿地昆虫和观赏鱼类等。湿地动物是湿地公园的可移动景观可以为湿地公园增添生气。如盐碱马鸡湖的运水鱼、鸥鸟、鸬鹚、长耳鸮、猫头鹰、鹰、鹭鸶、鸭、鹅、鹤、鹅、鸡、鸭、鹅、鹅、鹅

第21卷第6期 水土保持研究 Vol.21, No.6
2014年12月 Research of Soil and Water Conservation Dec., 2014

# 氮添加对紫花苜蓿根区土壤养分及土壤微生物量的影响

赵 莉
(淄博职业学院 制药与生物工程系, 山东 淄博 255314)

**摘 要**:采用人工氮添加研究了紫花苜蓿根区土壤养分及微生物量对不同氮添加水平[CK,低氮LN,10 g/(m²·a);中氮MN,20 g/(m²·a);高氮HN,30 g/(m²·a)]的响应。结果表明:氮添加对紫花苜蓿根区土壤养分及微生物量的影响表现为正的增加效应,对根区土壤全氮含量无明显影响($P>0.05$);土壤养分及微生物量随氮素的添加量先增加后降低趋势,均表现为MN>HN>LN>CK,这中水平的氮添加对紫花苜蓿根区土壤微生物量增加效应最为明显;除了土壤全氮以外,不同水平的氮添加处理下土壤养分和微生物量均与CK达到差异显著水平($P<0.05$);紫花苜蓿根区土壤微生物量对氮添加的敏感性高于土壤养分,其中土壤活性有机碳是不同水平氮添加处理后紫花苜蓿根区土壤养分变化的敏感指标,Pearson相关性分析表明,土壤微生物量和土壤养分与土壤含水量之间具有较强的正相关,二者与土壤pH有较强的负相关,表明了氮添加处理下紫花苜蓿根区土壤理化因子、养分和微生物量等地下生态系统各指标之间的统一性及相互作用和影响。

**关键词**:氮添加;紫花苜蓿;根区;土壤养分;土壤微生物量
**中图分类号**:S812.5 **文献标识码**:A **文章编号**:1005-3409(2014)06-0035-06

# Effects of Nitrogen Addition on the Soil Nutrient and Microbial Biomass in Root Zone of *Medicagosativa*

ZHAO Li
(*Department of Pharmaceutical and Biological Engineering, Zibo Vocational Institute, Zibo, Shandong* 255314, *China*)

**Abstract**: By using a manual nitrogen addition method, the responses of the soil nutrient and microbial biomass in root zone of of *Medicagsativa* to different nitrogen addition levels such as CK, LN [10 g/(m² · a)], MN [20 g/(m² · a)], HN [30 g/(m² · a)] were examined. The results indicated that the nitrogen addition stimulated the soil nutrient and microbial biomass in root zone, but no significant effect of nitrogen addition on soil total nitrogen in the root zone was observed($P>0.05$). The soil nutrient and microbial biomass in root of *Medicagsativa* first increased and then decreased with nitrogen additions which showed the order of MN>HN>LN>CK. In all treatments, the soil nutrient and microbial biomass in root zone of *Medicagsativa* except the soil total nitrogen were significant higher than CK ($P<0.05$). The sensibility to nitrogen addition of soil microbial biomass in the root zone of *Medicagsativa* was higher than that of soil nutrient, and soil active organic carbon was the sensitive indicator to change of soil nutrient in the root zone of *Medicagsativa* of all treatments. Pearson correlation analysis showed that soil microbial biomass and nutrient had a significant positive correlation with soil moisture and negative correlation with soil pH which illustrated the uniformity of underground ecosystem such as soil physical and chemical factors, nutrient and microbial biomass or other various indicators.

**Key words**: nitrogen addition; *Medicagsativa*; root zone; soil nutrient; soil microbial biomass

氮素是植物所需的基本元素之一,在植物的生长过程有着重要作用[1-2]。植物—土壤系统是一个相互作用、相互影响的有机整体,一方面,植物的生长以土壤作为基础支撑通过根系吸取养分,另一方面,植物生长及其凋落也在不断改变着土壤理化性状及微生态环境[3-4],植物根系分泌有机物质不断地进行呼吸。

收稿日期:2014-06-03 修回日期:2014-07-16
作者简介:赵莉(1979—),女,黑龙江省伊春市人,讲师,主要从事城市园林景观设计。E-mail:zhaolee1979@163.com



影响土壤理化性质及养分分布特征等[5-7]。

紫花苜蓿(*Medicagsativa*)属多年生快速牧草,产量高、品质好、抗逆性强、适应性强、营养丰富、生态适应性广、较好的固氮能力和保持水土功能等[8-10],有利于调节气候和改善农业生态环境。在生长发育过程中吸取土壤中的养分远远不够,其中施氮是调节和控制紫花苜蓿营养物质平衡的一项重要措施[11-12]。由于紫花苜蓿是各部分协调的生命系统,氮添加会改变植物生长过程中各产物的分配与转运以及根系的分泌等生理生态活动等,这些变化将对植物根区土壤生态环境产生一定的影响[13-14]。近年来,国内外学者对紫花苜蓿的研究多集中于施肥水平对其产量的影响,尚未涉及氮添加条件下紫花苜蓿根区土壤养分的响应情况。鉴于此,本试验研究和探讨了不同梯度的氮素添加对紫花苜蓿根区土壤养分的影响,旨在了解氮添加对紫花苜蓿根区土壤养分的影响,确定紫花苜蓿生长所需最佳氮素添加,从而为紫花苜蓿合理建设、高效生产以及可持续利用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

试验场地位于山东农业大学校内农场。冬季少严寒,年均气温10~15℃,最冷月(1月)平均气温-6.6℃左右,最热月(8月)平均气温28.6℃左右,年降雨量800~1 200 mm,无霜期200~250 d,适合紫花苜蓿生长。

### 1.2 试验材料及样地设置

供试材料为紫花苜蓿,根据紫花苜蓿基本生理特性和同类氮添加试验及当地氮沉降量设置3个氮添加水平:低氮添加[LN,10 g/(m²·a)]、中氮添加[MN,20 g/(m²·a)]和高氮添加[HN,30 g/(m²·a)],以无氮添加为对照(CK),试验地原作菜地,试验前测定土壤养分及理化性质各指标,土壤pH值为8.2,含水量为9.23%,容重为1.47 g/cm³,电导率为69 μs/cm,有机碳含量为14.28 g/kg,活性有机碳含量为1.34 g/kg,全氮含量为2.16 g/kg,碱解氮含量为36.51 mg/kg,全磷含量为2.07 g/kg,有效磷含量为53.84 mg/kg,微生物量碳为57.81 mg/kg,微生物量氮为11.35 mg/kg,微生物量磷为8.27 mg/kg。

随机区组设计(包括对照)12个小区,每个小区3 m×4 m=12 m²,各小区间保留10 m宽缓冲带,2013年4月1日开始整地,4月中旬进行穴播,株距35 cm,行距45 cm,每穴3~5粒,待种子发芽后(5月下旬)进行首次施氮,添加氮素为$NH_4NO_3$,采用$NH_4NO_3$混合20 L自来水均匀喷洒,对照组没有氮添加仅施加20 L自来水。于8月采用相同方法再次等量施加氮素,11月中旬采集紫花苜蓿根区土壤,每个小区重复3次,每次取样分为2份,一份用塑封袋密封用于测定土壤含水量、理化性质及养分各指标,另一份迅速于4℃保温箱保存测定土壤微生物量,并在取样点附近取相应的环刀土测定土壤容重。

### 1.3 测定方法

新鲜土样采用烘干法测定土壤含水量以后自然风干(20 d)去除有机碎片后过2 mm筛,pH采用电极电位法测定(1∶5.0土水比),电导率EC采样P4多功能测定仪(Multiline P4 Universal Meter,WTM公司,Germany)测定,然后研磨过0.5 mm筛用于土壤养分测定。有机碳采用重铬酸钾氧化—外加热法测定,全碳采用NaOH碱溶—钼锑抗比色法测定(日产UV-1601分光光度计),有效磷采用$NaHCO_3$浸提—钼锑抗比色法测定,全氮采用半微量凯氏定氮法测定(意大利产DK6,UDK140分析仪),碱解氮采用$NaOH-H_3BO_3$法测定[15],4℃保存的新鲜土样中采用重铬酸钾—$K_2SO_4$浸提法测定土壤微生物量碳、氮、磷,将浸提液解冻,过滤后直接在Multi N/C3000(德国)上测定,其中重铬酸钾高温氧化的微生物体中的碳,氮被浸提出来的比例分别为0.38,0.45[16]。

统计分析:Excel 2003和SPSS 18.0进行数据统计和方差分析,LSD进行多重比较(显著水平设置$P<0.05$)和单因素方差分析(One-way ANOVA),Pearson相关系数检验土壤养分及微生物量与土壤理化性质之间的关系,Origin 7.5作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 氮添加对紫花苜蓿根区土壤理化性质的影响

土壤容重是土壤紧实度和土壤结构的评价指标。由图1可知,随氮素的添加紫花苜蓿根区土壤容重呈降低趋势,说明氮添加减小了土壤容重,促得土壤紧实度增加,土壤结构变差,这与紫花苜蓿根系在土壤中的空间分布有关。

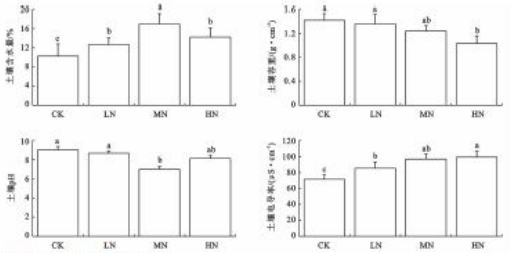
土壤含水量受大气降水、地表蒸发、植物吸收蒸腾及土壤特性等影响,土壤含水量氮素的添加先增加后降低趋势,并且各水平的氮添加均与对照达到显著差异水平($P<0.05$),中度氮添加水平达到最大,表现为MN>HN>LN>CK,说明了氮添加在一定梯度上增加了紫花苜蓿根区土壤入渗和持水能力,从而增加了土壤含水量。

土壤pH值受氮添加的影响则不显著,整体来看,土壤pH值随氮素的添加呈先降低后增加趋势。



并且均小于对照,中度氮添加水平最小,与对照达到显著差异水平($P<0.05$),但低水平和高水平的氮添加与对照均为达到显著差异水平($P>0.05$),说明了氮添加一定梯度上降低了紫花苜蓿根区土壤pH,从而促进了根区养分的吸收和利用。

不同水平的氮添加显著影响了紫花苜蓿根区土壤电导率,土壤电导率随氮素的添加呈逐渐增加趋势,增加的幅度逐渐减弱,并且各水平的氮添加均与对照达到显著差异水平($P<0.05$),在高氮添加水平达到最大值,说明了氮添加在一定梯度上增加了紫花苜蓿根区土壤可溶性离子数目,进而增加了根区土壤电导率。




注:不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),下同。

图1 氮添加对紫花苜蓿根区土壤理化性质的影响

### 2.2 氮添加对紫花苜蓿根区土壤养分含量的影响

由图2可知,氮添加对紫花苜蓿根区土壤养分具有较大影响,随氮素含量的增加土壤各养分平均含量呈先上升后下降趋势,总体表现为MN>HN>LN>CK,除了土壤全氮以外,不同水平的氮添加处理下土壤养分指标均与CK达到差异显著水平($P<0.05$),说明氮添加能够增加紫花苜蓿根区土壤养分含量,但对土壤全氮含量没有显著的增加效应,对土壤其他养分具有显著增加效应,以中度水平的氮添加对紫花苜蓿根区土壤养分含量增加效应最为明显。综合比较可知,氮添加对紫花苜蓿根区土壤养分表现为迅速增加的过程,与对照相比,不同水平氮添加(LN,MN,HN)处理下土壤有机碳分别增加了27.45%,53.80%,41.18%;活性有机碳分别增加了33.57%,88.73%,66.20%;全氮分别增加了19.26%,16.06%,2.75%;碱解氮分别增加了34.6%,58.3%,51.7%;全磷分别增加了54.73%,64.21%,32.63%;有效磷分别增加了33.48%,50.54%,47.30%,其中土壤活性有机碳的增加幅度高于土壤其他养分指标,说明氮添加对紫花苜蓿根区土壤养分含量具有明显影响,这可能是由于氮添加后紫花苜蓿根区需要吸收较多的土壤养分以供生长繁殖,从而导致紫花苜蓿根区土壤养分明显增加,然而对土壤活性有机碳的增加效应高于土壤其他养分指标,说明了土壤活性有机碳是不同水平氮添加处理后紫花苜蓿根区土壤养分变化的敏感指标。此外,通过不同水平氮添加处理后紫花苜蓿根区土壤各养分的均值及标准误条件算可得,氮添加处理下土壤有效养分变异系数较高,说明氮添加对土壤有效养分的空间变异影响较大。

### 2.3 氮添加对紫花苜蓿根区土壤微生物量的影响

由图3可知,氮添加对紫花苜蓿根区土壤微生物量的影响与土壤养分保持一致,也即随氮素含量的增加土壤微生物量呈先上升后下降趋势,总体表现为MN>HN>LN>CK,并且不同水平的氮添加处理下土壤微生物量均与CK达到差异显著水平($P<0.05$),说明氮添加能够增加紫花苜蓿根区土壤微生物量,对土壤微生物量具有显著增加效应,以中度水平的氮添加对紫花苜蓿根区土壤微生物量增加效应最为明显。与对照相比,不同水平氮添加(LN,MN,HN)土壤微生物量碳分别增加了62.80%,75.99%,62.85%;微生物量氮分别增加了69.23%,90.59%,75.21%;微生物量磷分别增加了86.96%,98.91%,79.35%。



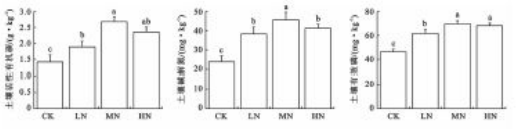



图2 氮添加对紫花苜蓿根区土壤养分的影响

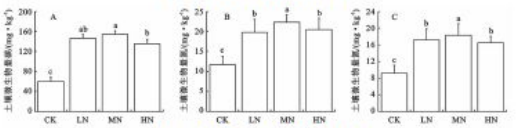



图3 氮添加对紫花苜蓿根区土壤微生物量的影响

### 2.4 紫花苜蓿根区土壤理化性质与土壤养分和土壤微生物量的Pearson相关关系

如表1所示,由表1的结果可知:土壤含水量与有机碳、活性有机碳、全氮、全磷、有效磷、微生物量碳和微生物量磷呈极显著正相关($P<0.01$),与碱解氮和微生物量氮呈显著正相关($P<0.05$),土壤容重有机碳、活性有机碳、有效磷、和微生物量碳呈极显著负相关($P<0.01$),与全氮和微生物量氮呈显著负相关($P<0.05$),土壤pH与活性有机碳和微生物量碳呈极显著负相关($P<0.01$),与有机碳、全氮、有效磷、微生物量氮呈显著负相关($P<0.05$),土壤电导率与活性有机碳呈极显著正相关($P<0.01$),与有机碳、全氮、有效磷、微生物量碳和微生物量磷呈显著正相关($P<0.05$)。

表1 紫花苜蓿根区土壤理化性质与土壤养分的相关关系

| 指标 | 有机碳 | 活性有机碳 | 全氮 | 全磷 | 有效磷 | 碱解氮 | 微生物量碳 | 微生物量氮 | 微生物量磷 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 含水量 | 0.937** | 0.992** | 0.852** | 0.869** | 0.915** | 0.716* | 0.913** | 0.823* | 0.756** |
| 容重 | -0.762** | -0.853** | -0.523* | -0.217 | -0.652** | -0.235 | -0.745** | -0.556* | -0.317 |
| pH | -0.470* | -0.787** | -0.497* | -0.206 | -0.551* | 0.125 | -0.735** | -0.472* | -0.239 |
| 电导率 | 0.523* | 0.789** | 0.492* | 0.376 | 0.453* | 0.235 | 0.661* | 0.387* | 0.257 |

** 相关性在0.01水平上显著(双侧),* 相关性在0.05水平上显著(双侧)。

## 3 讨论与结论

氮添加对紫花苜蓿根区土壤理化性质、土壤养分和土壤微生物量均具有一定的影响(图1,2,3),由此表明紫花苜蓿根区微环境对于氮添加较为敏感。图1的结果表明氮素促进了紫花苜蓿根系的大量生长和繁殖,增加了根区土壤的孔隙,从而导致根区土壤容重的降低[17-20],并且紫花苜蓿通过降低根区pH,增加根区土壤养分的溶解而提高土壤养分和有效养分含量[21-24],结合表1的结果来看,氮素添加增加紫花苜蓿根区土壤养分和微生物量主要是由于增加了根区土壤含水量和降低了根区土壤pH的共同作用结果。

综合图 2 和 3 可知，氮添加对紫花苜蓿根区土壤养分及微生物量的影响表现为正效应，不同水平的氮添加均能显著提高紫花苜蓿根区土壤养分和微生物量，随氮素的添加土壤养分和微生物量均呈先增加后降低趋势，表现为 MN>HN>LN>CK，对紫花苜蓿根区土壤全氮含量的影响不显著（$P>0.05$），但土壤全氮含量均高于对照，说明氮添加有利于紫花苜蓿根区土壤氮素的积累。从整体上来看，氮添加对紫花苜蓿根区土壤全氮影响也表现为正效应，主要是由于紫花苜蓿具有固氮作用，有利于提高土壤氮素含量，随着生长的发育其根部形成大量的根瘤菌，固氮功能增强，将空气中的氮素固定到土壤中，同时根系产生一些有机分泌物和部分腐烂根系，增加土壤中的养分[21-24]。通过进一步的分析可知，氮添加对紫花苜蓿根区土壤微生物量的增加幅度明显高于土壤养分，也即土壤微生物量对于氮添加的敏感性高于土壤养分，说明紫花苜蓿根区土壤系统内部因子处于动态变化和平衡中，而不同水平的氮添加影响紫花苜蓿根区微生态环境[25-26]。由表 1 的结果可知，土壤微生物量和土壤养分与土壤含水量之间具有较强的正相关；二者与土壤 pH 有较强的负相关，表明了氮添加处理下紫花苜蓿根区土壤理化因子、养分和微生物量等地下生态系统各指标之间的统一性及相互作用和影响。

氮添加对紫花苜蓿根区土壤养分影响的过程较为复杂，受施氮量、频率、方式、时间、土壤物性以及环境因子等综合影响[14-22,26]，本研究区保证了相同的土壤基质和环境条件，结果表明中水平的氮添加[20 g/(m² · a)]对紫花苜蓿根区土壤养分各指标的增加效应达到最大，pH 也达到最低，促进了根区土壤养分的吸收和利用，而高水平的氮添加则导致紫花苜蓿根区土壤养分的微弱减小，降低了土壤容量和土壤养分。氮添加处理下紫花苜蓿在生长繁殖过程中，势必会加大对土壤中有效养分的吸收利用[14-16,26]，因此氮素添加越多，紫花苜蓿对土壤有效养分的吸收越剧烈，但这种吸收作用在一定的氮素控制范围内，高水平的氮添加[30 g/(m² · a)]可能会引起紫花苜蓿营养单一而生长受阻，超出了紫花苜蓿根区吸收养分的范围，导致土壤养分及理化性状开始退化，造成其产量和品质的降低，也有可能造成试验区土壤氮素饱和，引起土壤酸化等多种负面效应[26-34]。综合来看，中水平氮添加[20 g/(m² · a)]对紫花苜蓿根区土壤养分影响最大，而土壤活性有机碳增加幅度最大，是氮添加对紫花苜蓿根区土壤养分表现最为敏感的指标。本研究添加氮素后，紫花苜蓿根区土壤养分、理化性质及微生物量均显著优于对照，表明了氮添加有利于紫花苜蓿根区土壤系统营养物质的循环和腐殖质的形成等，促进土壤有效养分的增加。

紫花苜蓿在生长过程中需要大量营养元素和水分，虽然其根系发达，耐干旱，保水固土效果显著，但多年种植会引起土壤深层干燥化，最终导致紫花苜蓿的严重衰退。有报道称多年种植紫花苜蓿会导致土壤干燥化和不可持续利用[35-38]，结合本试验的研究结果，我们未来应在氮添加的基础上长期研究紫花苜蓿种植年限及种植密度对其根区土壤养分的影响。综上而言，氮添加对紫花苜蓿根区土壤生态学性质会造成一定影响，但关于其内在作用机制还不清楚，因此，关于此方面我们还需深入展开研究，重点研究氮添加对紫花苜蓿根区土壤养分、水分的需求动态、光合作用产物、根系分泌物的分配等方面的影响。

参考文献：


[1] Janssens I A, Dieleman W, Luyssaert S, et al. Reduction of forest soil respiration in response to nitrogen deposition[J]. Nature Geoscience, 2010, 3(5): 315-322.

[2] Holzinger G W, Schindler D E, Hobbie W O, et al. A coherent signature of anthropogenic nitrogen deposition to remote watersheds of the northern hemisphere[J]. Science, 2011, 334(6052): 1545-1548.

[3] Maskell L C, Smart S M, Bullock J M, et al. Nitrogen deposition causes widespread loss of species richness in British habitats[J]. Global Change Biology, 2010, 16(2): 671-679.

[4] Kommann C I, Linzel S, Grübling J W, et al. Influence of biochar on drought tolerance of Chenopodium quinoa Willd and on soil-plant relations[J]. Plant and Soil, 2011, 345(1/2): 195-210.

[5] Chalk P M, Magalhães A M T, Inácio C T. Towards an understanding of the dynamics of compost N in the soil-plant-atmosphere system using $^{15}$N tracer[J]. Plant and Soil, 2013, 362(1/2): 373-388.

[6] Lu Y, Zhou Y, Nakai S, et al. Stimulation of nitrogen removal in the rhizosphere of aquatic duckweed by root exudate components[J]. Planta, 2014, 239(3): 593-600.

[7] Nardi P, Akutso M, Pereira-Tanaka J, et al. Effect of methyl3,4-hydroxyphenyl propionate, a Sorghum root exudate, on N dynamic, potential nitrification activity and abundance of ammonia-oxidizing bacteria and archaea[J]. Plant and Soil, 2013, 367(1/2): 627-637.

[8] Arangioglo L, Molero G, Erice G, et al. Plant physiology and proteomics reveals the leaf response to drought in alfalfa(Medicago sativa L.)[J]. Journal of Experimental Botany, 2011, 62(1): 111-123.





[9] Gallego-Giraldo L, Jikumaru Y, Kamiya Y, et al. Selective lignin downregulation leads to constitutive defense response expression in alfalfa(Medicago sativa L.)[J]. New Phytologist, 2011, 190(3): 627-639.

[10] 王丹，何峰，谢开云，等. 施氮对紫花苜蓿生长及土壤氮含量的影响[J]. 草业科学，2013，30(10)：1569-1574.

[11] Annolin M C, Fusconeco M L, Sánchez-Díaz M. Relationship between photosynthetic capacity, nitrogen assimilation and nodule metabolism in alfalfa(Medicago sativa)grown with sewage sludge[J]. Journal of Hazardous Materials, 2010, 182(1): 230-236.

[12] Ping C, Zhenzong S, Hailong C, et al. Effects of different fertilization on output and plant height of Alfalfa[J]. Crops, 2013(3): 91-94.

[13] 张飞，田长彦，陈慧，施氮和刈割对盐角草生长及盐分累积的影响[J]. 草业学报，2012，21(2)：99-106.

[14] 邵彩彩，马效国，沈兆敏，等. 苜蓿后茬冬小麦对氮素的响应及土壤氮素动态研究[J]. 草业学报，2005，14(4)：82-88.

[15] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京：中国农业出版社，2000.

[16] Brookes P C, Landman A, Pruden G, et al. Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: a rapid direct extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil[J]. Soil Biology and Biochemistry, 1985, 17(6): 837-842.

[17] 王合凤，廖敦忠，张喜欢，等. 控制性根系分区交替灌溉对玉米根区土壤微生物及作物生长的影响[J]. 中国农业科学，2006，39(10)：2066-2062.

[18] 赵志红. 半干旱黄土区氮素输入量和养分添加对苜蓿草地和刈割草地植株生产力及土壤生态化学计量特征的影响[D]. 兰州：兰州大学，2010.

[19] 李军，陈兵，李小芳，等. 黄土高原不同干草类型苜蓿草地深层土壤干燥化效应[J]. 生态学报，2007，27(1)：75-85.

[20] 韩雪梁，王彦荣. 紫花苜蓿对干旱胁迫适应性的研究进展[J]. 草业学报，2005，14(6)：3-13.

[21] 杨玉海，陈宝宇，李卫红，等. 准噶尔盆地西北缘新疆杨林地利用对土壤养分变化的影响[J]. 中国沙漠，2006，26(1)：94-100.

[22] 樊军，郝明德，邵明安. 黄土高原沟壑区苹果园土壤深层干燥化与氮素消耗[J]. 自然资源学报，2004，19(2)：203-208.

[23] 王志强，刘宝元，路炳军. 黄土高原半干旱区土壤干层水分恢复研究[J]. 生态学报，2003，23(9)：1944-1950.

[24] 马海霞，贾晓红，杨艺，等. 不同氮肥添加剂对紫花苜蓿氮品质的影响[J]. 草业学报，2010，19(1)：124-130.

[25] 贾正明，刘慧霞，王益奎. 刈割对紫花苜蓿根系生长影响的相关分析[J]. 西北植物学报，2004，24(2)：215-220.

[26] Hinsinger P. Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: a review[J]. Plant and Soil, 2001, 237(2): 173-195.

[27] 刘瑞祯，陶志宏，李宝，等. 宁南旱区紫花苜蓿土壤干层水分特征及时空动态[J]. 自然资源学报，2009，24(4)：662-673.


学术论坛

# 校园植物景观配置与植物文化

## ——以淄博职业学院为例


闫宪梅

（淄博职业学院，山东淄博　255314）



[摘　要] 校园文化是高等院校的灵魂，而校园植物景观文化是文化的记忆，对学生有潜移默化的熏陶作用，具有深刻作用。淄博职业学院为例，以期为我的校园植物配置及民俗特色，通过植物景观配置及民俗特色，形成清雅纯朴生活氛围，塑造师生和谐的人文环境和价值观。



[关键词] 校园景观；配置；植物文化


校园是学生成长的摇篮，优美和谐的校园环境对学生的成长有着重要的作用，而校园植物景观是校园文化建设重要组成部分，又是校园校园环境的主要组成部分之一。淄博职业学院作为全国示范高职院校之一，非常注重校园植物景观建设，校园植物景观营造能够营造优美的校园环境，陶冶情操，对师生学习和生活的压力，在感官上的舒适和愉悦，对学生和教师生作用，从而实现人造环境、环境育人的功能。园林植物文化也能帮助学生形成正确的人生观和价值观。

## 一、淄博气候简况

淄博市地处温带，夏季受海洋性季风的大陆性气候，四季特征分明，全市年平均气温为 12.3~13.1℃之间，7 月份为最高，平均气温 25.2~26.8℃，1 月份为最低，平均气温 -2.6~3.9℃。年平均降水量 640.5 毫米，年平均无霜期为 190~220 天，最短为 169 天。淄博职业学院位于淄博新区。

## 二、我校绿化植物种类概况

高校园林植物通常以时令树和时令树作为基调树，时令树以雪松、柏树、水杉、圆柏、海棠等松柏和阔叶树，灌木以月季、木、毛白蜡、广玉兰、白玉兰、银花、白蜡、石榴、蜀桧等为主，并配置一定数量的色彩叶，如紫荆、桃桃、黄栌、红枫、黑叶等，从而形成富有特色的校园景观。

在淄博职业学院校园植物配置中，按照植物种类分为乔木、灌木、地被植物。

乔木类：雪松、龙柏、法桐、白蜡、国槐、女贞、塔形、柳枝木、广玉兰、柳树、青桐、毛白杨、国槐、龙爪槐、柳树、黄金槐、合欢、早柳、垂柳、皮树、小叶杨、杜仲、柳树、海棠、白蜡、玉兰、海棠、五叶地锦、国外、柳树、七叶树、东京樱花、西府海棠、日本晚樱、金银木、郁李、长春大桥、悬铃、木槿、苦楝、紫玉兰、梅树。

灌木类：梅花、梅树、大叶黄杨、小叶黄杨、小楝、海棠木楝、樱桃、紫荆、石榴、红叶石楠、金叶女贞、紫荆、小叶女贞、金脂、丁香、红瑞木、石榴、木槿、贴梗海棠、迎春、黄栌、红瑞木、碧桃草、紫叶小檗、月季。

基本植物：迎春、紫藤、金银花。

水生植物：荷花、芦苇、水草。

草坪及地被植物：半茎草、白三叶、二月兰、或是大花金鸡菊、玉簪。

竹类：早竹。

## 三、我校植物景观配置

园林植物配置，就是运用自然界中的乔木、灌木、藤本、竹类和草本、地被植物，不仅要满足科学性，而且要达到艺术性，小到科学合理的配置，创造出优美的景观效果。

进行合理植物配置，能够形成特殊的校园景观文化，植物生理发产生美的同时，会产生香味散发，驱蚊虫蝇，增强交融，达到人与人的沟通。随着淄校区新建的教学小楼，小叶女贞灌木并以桃树作为主调设计绿化花坛，直接与教学楼的衔接。在人体绿化地带以工为主，要为教师、工、管、医、艺、外语、社会事业的教育教学提供的专业区位，中国科学技术省百年世界级大学，整体外国方式来。无地能不成方圆。

南校区的读书广场，运用柳叶树和树叶树。白蜡和国槐巧妙的融合，构成时代气息的春季学生能在阅览上学习的读书；知晓古代日出云天的夏季学生能在绿地草坪下阅读的读书；知晓丰满果实的秋季学生能公彩色的空间内欣赏的读书；知晓当门前梅花的冬季学生能下雪或知己的梅花等一幅画面。

北区行政楼前是在门口的两个主体路系统多之间的花园，与“南”学校的行政楼相对，突出主题或教环境，同时满足学校学子能在校园家园之间，又配置人性景观和谐知音，调节学校绿化。在平时上有一位日常的用园林等级标准进行园艺专业区的中以工为主，由红枫和柳叶的绿色彩或柳叶状。行政楼前面是采用乔木和灌木的结合，同时园林植物高度、西府海棠、月季、彩叶草、小龙柏、小叶女贞、国外国了个方所，分别为植物有特点的种。

西区：1 口袋用都叶小楝，小龙柏设计成观赏花坛，的摆在草坪中种植绿化，丁香、玉兰、小楝等小乔木。

教学楼区环境绿化配置雪松、国槐、紫荆、小叶杨、白蜡、银杏、玉兰、紫玉兰、柳树、石榴、海棠观赏花，栽植乔、灌、草等食用形式。

校园北区配置采用植物观赏性：樱花、红花槐、柳叶、紫荆、迎春、二月兰，以教学生的最佳区。

通路是联系校园与区的纽带，校园主干道要密枝叶开阔，透视性好等乔木，如杨、金钟、樱花；校园小路可例的植物，主要以观赏为主，可选柳叶、白蜡等小乔木。

## 四、校园植物文化

每种植物都有它独特的文化内涵，校园就是一个植物性生长环境学习的场所，可以在校园的树上悬挂标牌，注明中文名、拉丁名、英文名以及科属种类。同时，当人们置身于植物园中，高度文明开阔，清新空气，产生满足的效果。最后，植物文化能够绿化地球有人口的最佳品质，可以使人们产生正确的人生观和价值观，丰富人们的内心世界。

西区教学楼片植的梅树，都知道“梅树一叶落，天下皆知秋”；音乐学学子的桂花香，自古闻知；北区道“国槐五叶”大学生用物高度有多远，她说，情报，高兴，乐学心；马蹄花闻意勇敢，坚强；大叶黄杨寓意不畏严寒不屈不挠的精神；广玉兰寓意美丽，高洁，好开，纯洁；实训楼的刺槐的五角状寓意清雅之风，净化空气，象征着人平等，每片都十瓣四角，每天条和广场所的玫瑰，寓意都学习中学技术要有“当地”的精神；日本樱桃花瓣为生命，单瓣一生一世永不枯萎，象征的就是忠诚。它的寓意是勤劳，勇敢，智慧；观到寓意无邪和爱；丁香花外观是多姿姿，它寓意着大爱，丁香花香味，清香，象征学校的良好校风，丁香寓意清气的力量。所以种表达学生的强心科学，品德高尚。


[参考文献]

[1] 胡晓芳. 高职院校园林景观文化探讨[J]. 现代农业科技，2012.

[2] 陶建文. 浅谈高职院校园林植物景观设计. 林业科学研究，2013.

# 绿色植物在办公室空气污染防治中的作用

敬云红　淄博职业学院制药与生物工程系

摘要：办公室空气污染已直接影响到人们的健康及工作效率，是亟需采取的室内环境问题之一，而利用绿色植物导入办公室空气是一种比较经济有效的方法。本文介绍了办公室空气污染的来源及危害，阐述了绿色植物防治办公室空气污染的作用机理，指出植物的选择和应用，以期为清洁办公室空气提供一定指导意义。

关键词：办公室；空气污染；绿色植物

## 引言

随着现代社会经济的高速迅猛发展，人们生活水平的日益提高，室内空气污染问题日趋严重。办公室作为现代上班人员工作的主要场所，部环境的优劣直接影响员工的身体健康和工作效率。近年来，由于办公室装修材料、办公设备等使用大量合成板材，使室内空气中甲醛等化学物质成为污染目标严重[1]。

## 一、办公室空气污染物的种类及其危害

办公室内的空气污染受很多因素影响，其污染成分未知大体可分为3类，即化学类污染物和生物类污染物[2]。

### （一）化学类污染物

随着办公室装修热度持续高涨，使用装修物材料各种各样，其中不乏污染物质的材料。一些污染产品在后续办公中的应用，为办公人员创造便利的同时，也产生污染了办公室内的空气，危害人们的健康。如：甲醛、苯系物、挥发气体、氨氡、粉尘、烟雾。

### （二）生物类污染物

生物类污染物的工作环境是潜在有对患者感染病的病人，空调等。室内空气污染物中主要包括真菌、细菌、病毒，生物体有机成分等，有些有机成分能引起人的病理体，有毒物质能引起人体的过敏反应，危害人体健康。

## 二、绿色植物在治理办公室空气污染中的作用机理

研究表明，绿色植物通过呼吸作用，发挥有益气体净化空气，吸附粉尘、硝酸溶液、杀灭空气中的微生物，提高人体免疫功能等。

### （一）制造氧气，清新空气

绿色植物通过光合作用，吸收空气中的二氧化碳，释放出氧气，从而可以调节空气中氧气和二氧化碳的比例，保持办公室内空气清新[3]。

### （二）吸收有害气体，净化空气

植物种种方面以吸收室内甲醛、一氧化碳、二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物、氨气、氯化氢等污染物，并通过酶的化学性质分解形成自身营养成分有机物，从而降低这些污染物的浓度。

### （三）杀灭病菌

绿色植物在生长过程中可以释放出大量的杀菌物质挥发成分，可以杀灭空气中大量的细菌、霉菌等，减少空气中的有害微生物。

### （四）吸收灰尘、粉尘

绿色植物可以通过叶片上的绒毛、黏液等吸附，过滤空气中的烟雾、粉尘等，起办公室中天然的“除尘器”。植物也可以吸附空气中的重金属，减少空气污染。

## 三、办公室内绿色植物的选择和应用

每种植物的生长习性不同，吸收有害气体的能力也不同，应根据情况进行选择，把绿植物在能承载范围内摆放于办公室的空气环境。

### （一）根据办公室大小、光线情况进行选择

根据建议，办公室内的植物数量不宜过多，一般每间7～10平方米的房间，可以摆放2-4盆盆径25厘米左右的小盆栽植物，30-40平方米的房间，可以摆放2盆大型植物搭配2-3盆小型的植物。

不同的植物对光照强度要求不一样，应不同部位的办公室光照条件不同，因此应根据办公室内的光照条件进行选择。

### （二）根据办公室内污染物种类进行选择

1.吸收甲醛等有害气体的植物

（1）蕨类：有空气净化专家的美誉，一盆蕨类就等于几盆生物空气清洁器，可吸收甲醛、一氧化碳、二氧化碳等有害物质，尤其对甲醛吸收特别强。

（2）百合：能吸收空气中的有害有害气体，一般在房间内养3-3盆即可，能在24小时内吸收甲醛、氨、氧化碳、二氧化碳、苯乙烯等物质。

（3）常春藤：最适合吸收甲醛，能有效吸收空气中的甲醛、二氧化碳、二氧化硫、苯乙烯等物质。

（4）绿萝：生命力很强，吸收有毒物质的能力也很强，可以降低不经意间从纸张和衣物上散发的甲醛，同时还可以吸收空气中的甲醛、二氧化碳、二氧化硫、苯乙烯等物质。

（5）吊兰：能吸收甲醛，每小时能吸收大约30微克的甲醛，因此被认为是最有效的“空气净化器”。在夜间以吸收电脑显示器照射时所释放的二氧化碳为主要作用。

（6）雅皮兰：可清除各种有毒物质，可以吸收空气中的氧化碳、二氧化硫、氟化氢等有害气体。检测还证明它可吸入颗粒物污染，对室内装修后残留有较为明显作用。

可以：热带、亚热、温带、沙漠、盆栽、水生等可以吸收电器辐射的二氧化碳、一氧化碳、氨、苯蒸汽、硫蒸汽等有害气体。

2.吸收病菌的植物

（1）发财树：能通过光合作用吸收有害气体释放氧气，对杀死细菌释放生物杀气有一定作用。

（2）君子兰：株高半的株子兰，一盆夜晚吸收1个小时空气，释放80%的氧气，在1几平方米的办公室内有2盆君子兰就可以吸收掉室内的细菌。

（3）铁树木：叶片可以从烟雾生活的空气中吸收后产下相关有害物质，并通过光合作用将空气吸入无害的物质。

3.杀灭病原体的植物

（1）文竹：含有植物芳香油成分，可以清除空气中的细菌和病毒，具有杀菌功能。

（2）仙人掌：具有强烈的刺表现的作用，在对付污染方面，仙人掌是最为有效的绿植。

（3）非洲紫罗兰：产生抗菌物质性质具有显著抗杀菌作用，可使人放松、提高工作效率。

## 小结

综上所述，办公室内空气污染的危害已渐渐来越多的人所认识和重视，而绿色植物作为“天然净化器”能经济有效地吸收办公室空气污染物，对解决我们的室内空气环境发挥了重要作用。

参考文献：

[1]刘晓，刘晓辉.办公环境——办公室空气污染的危害及防治对策的探讨[J].生态环境，2009，（7）：191-193.

[2]朱成，郑敏荣.浅谈办公室空气污染及其防治措施[J].科学导报学报，2009，1（1）：119-122.

[3]李晓光，吴庆.盆栽室内绿植的室内环境的优点[J].价值工程，2012，（6）：298.

作者简介：高荣侠（1981-），女，硕士，讲师，现主要从事园艺教学等工作。E-mail:gaorl1408163.com。

基金项目：国家“973”重点研究计划项目（2010CB10000），国家自然科学基金青年项目（30800751），国家大宗蔬菜产业技术体系青椒项目（CARS-25-D-03）。
收稿日期：2013-12-13







# 黄瓜幼苗对镉胁迫下外源一氧化氮与铁氰化钾的响应

高荣侠

（淄博职业学院，山东 淄博 255013）

摘　要：以“津研4号”黄瓜为试材，研究了一氧化氮和铁氰化钾对镉胁迫的缓解作用。结果表明：以硝普钠为外源一氧化氮供体可以显著缓解镉胁迫对黄瓜幼苗生长的抑制，硝普钠可以促进幼苗的生长，缓解镉胁迫对幼苗生长的抑制作用；铁氰化钾处理后与镉相比，无明显变化；镉毒害后，叶片表现出明显的失绿现象，通过施加硝普钠提高了叶片中色素的含量，提高了叶片的净光合速率、蒸腾速率和气孔导度；同时，硝普钠可以提高镉胁迫下黄瓜叶片中抗氧化酶的活性及抗氧化能力，降低了两二酯和 $H_2O_2$ 积累。

关键词：黄瓜；镉胁迫；一氧化氮；铁氰化钾；缓解效应
中图分类号：S642.2　文献标识码：A　文章编号：1001-0009(2014)07-0001-04

镉(Cd)是所有重金属中毒性最强的一种元素，镉进入土壤环境后由于不能被化学过程或微生物降解，不仅对土壤本身的环境造成严重污染，容易形成土壤生态地恶性循环，并且影响地上植物自身的正常生长，还会通过食物链对人类的健康造成威胁[1]。

一氧化氮广泛分布于生物有机体中，是生物体内重要的信号分子，在生物体呼吸作用、根系生长、器官衰老、植物胁迫响应等生长发育过程中具有重要作用。研究表明[2]，施加100 μmol/L的硝普钠(SNP)，可以使番茄幼苗净光合速率(Pn)、蒸腾速率(Tr)和气孔导度(Gs)在镉胁迫下含量升高，只有胞间 $CO_2$ 浓度(Ci)含量下降，说明硝普钠对缓解镉胁迫下的光合作用下降作用显著。

黄瓜(*Cucumis sativus* L.)是我国种植范围最广、供求量最大的蔬菜种类之一。近年来，镉污染对黄瓜产量与质量的影响日趋严重，该试验研究了外源一氧化氮(NO)供体SNP处理和铁氰化钾处理对黄瓜镉胁迫的缓解作用，以期为NO在缓解植物镉胁迫中的应用提供参考。

## 1　材料与方法

### 1.1　试验材料

供试材料为“津研4号”黄瓜(*Cucumis sativus* L. “Jinyan No.4”)品种。

营养液配方分为大量元素和微量元素，大量元素：$Ca(NO_3)_2$ 5 mmol/L，$KNO_3$ 5 mmol/L，$MgSO_4$ 2 mmol/L，$KH_2PO_4$ 1.0 mmol/L；微量元素：$H_3BO_3$ 25.6 μmol/L，$CuSO_4$ 0.95 μmol/L，$ZnSO_4$ 1.0 μmol/L，$(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ · $4H_2O$ 0.473 μmol/L，$MnSO_4$ 10 μmol/L，螯合铁50 μmol/L。

### 1.2　试验方法

黄瓜种子常规浸种催芽，待发芽后播于育苗盘，用营养液洗涤，每盆8 L营养液，定植6株。试验设3个处理：100 mM $CdCl_2$ 处理(Cd)，100 mM $CdCl_2$ +100 μM 硝普钠(Cd+SNP)，100 mM $CdCl_2$ +100 μM 铁氰化钾处理(Cd+SF)，以营养液为对照(CK)。$CdCl_2$、硝普钠及铁氰化钾均在培养3 d后添加，分别在5 d和10 d后取样检测。

### 1.3　项目测定

干物质重测定：用自来水冲洗干净后再用去离子水洗净，将地上部和地下部分开，105℃杀青15 min，70℃烘至恒重，称量。光合参数采用Li-6400便携式光合系统测定；抗氧化酶液提取参照Moerschbacher等[3]的方法；超氧化物歧化酶(SOD)活性测定参照Gisenopolitis等[4]的方法；过氧化氢酶(CAT)活性测定参照Kruus等[5]的方法；抗坏血酸过氧化物酶(APX)活性测定参照Nakano等[6]的方法；过氧化物酶(POD)活性测定参照Moerschbacher等[3]的方法；丙二醛(MDA)含量测定采用Herth等[7]的硫代巴比妥酸法；$H_2O_2$ 含量测定采用Brennan等[8]的四氯化钛还原法；二苯代苦味酸基自由基(DPPH)清除能力、羟自由基(·OH)清除能力测定均参照Monda等[9]的方法。

### 1.4　数据分析

采用DPS软件对数据进行方差分析及最小显著差异性检验(Duncan's新复极差法，$P<0.05$)。

## 2　结果与分析

### 2.1　外源一氧化氮对镉胁迫下黄瓜幼苗生长的影响

由图1可以看出，Cd胁迫下，黄瓜幼苗的地上部和根干重均明显降低，施入硝普钠后，干重均明显升高；铁氰化钾处理的黄瓜幼苗的地上部干重和根干重与镉胁迫相比没有显著变化，说明铁氰化钾作为氧化物提供的 $CN^-$ 对黄瓜幼苗的生长无明显作用；因此，硝普钠释放出NO后虽然会有副产物 $CN^-$ 的产生，但对幼果影响不大，从而证实了NO是著缓解了镉胁迫对黄瓜幼苗生长的抑制作用。

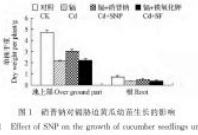



图1　硝普钠对镉胁迫黄瓜幼苗生长的影响

Fig 1　Effect of SNP on the growth of cucumber seedlings under Cd stress





### 2.2　外源一氧化氮对镉胁迫黄瓜叶片各色素含量的影响

植株受Cd毒害后最常见的现象是叶片发黄，其可能原因是Cd胁迫导致叶片养分不均衡，该研究中Cd处理后，黄瓜叶片呈现出明显的失绿现象(图2)，加入硝普钠后明显著逆转了叶片失绿。从表1可以看出，Cd胁迫下，叶片中的类胡萝卜素、叶绿素a、b和总光合色素含量明显的比CK中少；加SF的黄瓜叶片中各色素含量与Cd处理相比无显著变化，硝普钠处理的类胡萝卜素、叶绿素a、b和总光合色素含量到Cd处理相比则显著升高，但与对照相比还是显著降低的。说明NO提高了叶片中各色素含量，缓解了镉胁迫对幼苗叶片的伤害。

表1　硝普钠对镉胁迫下黄瓜叶片各色素含量的影响

Table 1　Effect of SNP on different pigments of leaves of cucumber seedlings under Cd stress

| 处理 Treatment | 对照 CK | 镉 Cd | 镉+硝普钠 Cd+SNP | 镉+铁氰化钾 Cd+SF |
|---|---|---|---|---|
| 叶绿素a含量 Chlorophyll a content /mg·g$^{-1}$ FW | 1.41±0.05a | 0.08±0.01c | 0.84±0.07b | 0.70±0.06a |
| 叶绿素b含量 Chlorophyll b content /mg·g$^{-1}$ FW | 0.85±0.04a | 0.18±0.02c | 0.53±0.02b | 0.55±0.03a |
| 类胡萝卜素含量 Carotenoid content /mg·g$^{-1}$ FW | 0.36±0.03a | 0.18±0.01c | 0.29±0.04b | 0.30±0.02a |
| 总色素含量 Photosynthetic pigments content /mg·g$^{-1}$ FW | 2.63±0.04a | 1.02±0.02c | 1.42±0.04b | 1.44±0.04a |

注：同列不同小写字母代表在0.05水平下差异显著。下同。

Note: Different lowercase letters in the same column mean significant difference at 0.05 level. the same below.

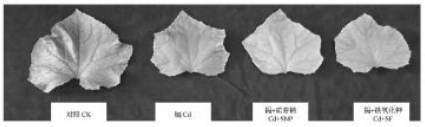



图2　硝普钠对镉胁迫下黄瓜幼苗叶片的影响

Fig 2　Effect of SNP on the leaves of cucumber seedlings under Cd stress

### 2.3　外源一氧化氮对镉胁迫下黄瓜叶片光合作用的影响

由表2可以看出，Cd胁迫下，黄瓜叶片的净光合速率(Pn)、蒸腾速率(Tr)和气孔导度(Gs)明显受到抑制，Ci明显增高。加入硝普钠后，Pn、Tr和Gs值得到显著提高，且降低了黄瓜叶片Ci值，铁氰化钾处理则无明显

表2 硝普钠对镉胁迫下黄瓜叶片光合作用的影响

Table 2 Effect of SNP on the photosynthesis of cucumber seedlings leaves under Cd stress

| Parameter | 对照 CK | 镉 Cd | 镉+硝普钠 Cd+SNP | 镉+铁氧化钾 Cd+SF |
|---|---|---|---|---|
| 净光合速率 Pn /(μmol·m⁻²·s⁻¹) | 12.57±0.75a | 7.87±0.56c | 12.13±0.79b | 8.21±0.96c |
| 蒸腾速率 Tr /(mmol·m⁻²·s⁻¹) | 14.15±0.47a | 2.78±0.44c | 6.48±0.78b | 2.83±0.62c |
| 气孔导度 Gs /(mol·m⁻²·s⁻¹) | 0.42±0.04a | 0.08±0.01c | 0.29±0.03b | 0.10±0.02c |
| 胞间 $CO_2$ 浓度 Ci /(μL·L⁻¹) | 265.00±5.00a | 354.47±4.93a | 303.47±2.89b | 345.36±3.93a |

变化,说明NO可以减轻Cd胁迫对幼苗叶片的伤害。

2.4 外源一氧化氮对镉胁迫下黄瓜叶片荧光参数的影响

图3反映了叶绿素荧光参数的变化情况。Fv/Fm表示光反应中心PSⅡ的原初光能转化效率,结果表明,Cd处理显著抑制了黄瓜叶片中的Fv/Fm,而硝普钠的处理显著缓解了这一状况。加入铁氧化钾的处理,与Cd处理相比则没有显著变化,由此也可以看出,硝普钠提供的NO提高了黄瓜叶片中荧光性能,缓解了Cd胁迫对叶片荧光参数的抑制。

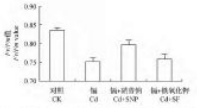



图3 硝普钠对镉胁迫下黄瓜幼苗叶片荧光参数的影响

Fig.3 Effect of SNP on the Fv/Fm of cucumber seedlings leaves under Cd stress

2.5 外源一氧化氮对镉胁迫下黄瓜幼苗叶片丙二醛(MDA)和$H_2O_2$含量的影响

MDA和$H_2O_2$含量的多少反映了植物受逆境胁迫的程度。从图4可以看出,镉胁迫下,黄瓜叶片MDA和$H_2O_2$含量显著增加,硝普钠处理的MDA含量和$H_2O_2$含量高于镉处理,铁氧化钾处理的MDA含量和$H_2O_2$含量与Cd处理相比没有明显差异,说明NO可以缓解镉胁迫造成的膜脂过氧化作用。

2.6 外源一氧化氮对镉胁迫下黄瓜幼苗叶片抗氧化酶活性的影响

从图5可以看出,镉处理对黄瓜幼苗叶片SOD、

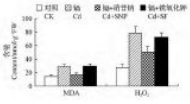



图4 硝普钠对镉胁迫下黄瓜幼苗叶片MDA含量和$H_2O_2$含量的影响

Fig.4 Effect of SNP on MDA content and $H_2O_2$ content of cucumber seedlings leaves under Cd stress

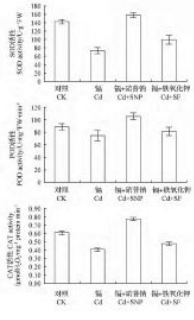



图5 硝普钠对镉胁迫下黄瓜幼苗叶片抗氧化酶活性的影响

Fig.5 Effect of SNP on antioxidant enzyme activity of cucumber seedlings leaves under Cd stress

POD、CAT活性均有明显的抑制作用,硝普钠显著地缓解了镉的胁迫抗氧化酶活性,分别比对照高了9.36%、16.01%和21.42%。

2.7 外源一氧化氮对镉胁迫下黄瓜幼苗叶片抗氧化能力的影响

由图6可以看出,与对照处理相比,镉胁迫处理显著抑制了黄瓜幼苗叶片的抗氧化能力,使其DPPH自由





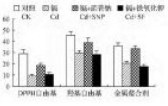



图6 硝普钠对镉胁迫下黄瓜叶片抗氧化能力的影响

Fig.6 Effect of SNP on antioxidant ability of cucumber seedlings leaves under Cd stress

基清除能力、羟基自由基清除能力和铁离子螯合能力分别降低了68.11%、35.23%、42.63%。与镉处理相比,硝普钠处理下黄瓜幼苗叶片的DPPH自由基清除能力、羟基自由基清除能力和铁离子螯合能力显著提高,分别提高了9.80%、32.00%、61.32%。而SF处理对黄瓜幼苗叶片的抗氧化能力没有明显的影响。说明NO可以显著缓解镉胁迫,提高黄瓜幼苗叶片的抗氧化能力。

## 3 结论

叶片黄化是植物常见的镉毒害症状,该试验中随着$Cd^{2+}$浓度的增加,黄瓜幼苗叶片的黄化程度明显加重,而NO提高了叶片中类胡萝卜素、叶绿素a、叶绿素b和总光合色素含量,缓解了镉胁迫对幼苗叶片的伤害。

外源NO能显著提高黄瓜叶片的净光合速率,提高镉胁迫下黄瓜幼苗叶片抗氧化酶的活性和抗氧化能力,降低MDA和$H_2O_2$含量,从而缓解镉胁迫造成的膜脂过氧化作用。

### 参考文献

[1] 刘艳松.镉胁迫对黄瓜幼苗根系吸水的影响及外源钙的改善作用[D].西安:西安建筑科技大学,2011.

[2] 任小林,张少颖,于建雄.一氧化氮与植物成熟衰老的关系[J].西北植物学报,2004,24(1):167-171.

[3] 赵庆杰,史国安,董新纯.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业科学技术出版社,2002:119-121.

[4] Meneschacher B.M-Nell U.M-Flatt B.Et al.Lignin biosynthetic enzymes in stem rust infected-resistant and susceptible non-transgenic wheat lines[J].Physiological and Molecular Plant Pathology,1988-33(1):33-46.

[5] Gianopolitis C N.Ries S K.Superoxide dismutases.I.Occurrence in higher plants[J].Plant Physiology,1977,59:309-314.

[6] Kraus T E-Fletcher R A.Paclobutrazol protects wheat seedlings from heat and paraquat injury.Is detoxification of active oxygen involved? [J].Plant and Cell Physiology,1994-35(1):43-52.

[7] Nakano Y.Asada K.Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts.[J].Plant and Cell Physiology,1981,22:867-880.

[8] Herch R L.Packer L.Photoperoxidation in isolated chloroplasts I kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation[J].Archives Biochemistry and Biophysics,1984,121:189-198.

[9] Brennan T-Frankel C.Involvement of hydrogen peroxide in the regulation of senescence in pea[J].Plant Physiology,1977,59:411-416.

[10] Maeda K D.Adams C-Ertel N.Biologically important thiols in aqueous extracts of spices and evaluation of their *in vitro* antioxidant properties[J].Food Chemistry,2010,118:509-513.

## Response of Exogenous Nitric Oxide and Potassium Ferricyanide Under Cadmium Stress in Cucumber Seedlings

GAO Rong-xia

(Zibo Vocational College,Zibo,Shandong 255033)

**Abstract**:With "Jinyan No.4" as experimental material,the roles of nitric oxide and potassium ferricyanide in alleviating cadmium stress were studied.The results indicated that using SNP as an exogenous NO donor could significantly relieve the inhibition of cadmium stress on the growth of cucumber seedlings.SNP could promote the growth of seedlings and alleviate the inhibitory effect of cadmium stress on cucumber growth.Potassium ferricyanide processing compared with cadmium treatment had no obvious change.Cadmium toxic resulted in an obvious chlorosis of leaves,however,SNP additive treatment increased the pigment content,and improved net photosynthetic rate,transpiration rate,and stomatal conductance.Meanwhile,SNP could increase activities of antioxidant enzymes and antioxidant capacity and decrease contents of MDA and $H_2O_2$.

**Key words**:cucumber;cadmium stress;nitric oxide;potassium ferricyanide;alleviating effect





# HPLC-ELSD法测定酸奶中乳糖的含量

李公斌*,辛秀兰**

(1.淄博职业学院,山东 淄博 255314;2.北京电子科技职业学院,北京 100029)

摘 要:研究酸奶中乳糖含量的测定方法,采用HPLC-ELSD法分别测定酸奶中的糖的含量,结果表明:乳糖在8 μg-50 μg范围内线性关系良好,相关系数$r_{lac}$=0.999 6,该方法快速、简便、灵敏度高、重现性好,是测定酸奶中乳糖含量的理想方法。

关键词:酸奶;乳糖;高效液相色谱-蒸发光散射法(HPLC-ELSD)

## Determination of the Water-soluble Sugars in Red Raspberry by High Performance Liquid Chromatography with Evaporative Light Scattering Detector(HPLC-ELSD)

LI Gong-bin[1],XIN Xiu-lan[2,*]

(1.Zibo Vocational Istitute,Zibo 255314,Shandong,China;2.Beijing Electronic Science and Technology Vocational College,Beijing 100029,China)

**Abstract**:The method of testing lactose in yoghurt by HPLC-ELSD was studied.The result shows that the linear relation of lactose is good in the respective range of 8 μg-50 μg.The relative coefficient is 0.999 6 respectively.This method is rapid,simple and accurate with high sensitivity and reproducibility,which is an ideal way to detect lactose in yoghurt.

**Key words**:yoghurt;lactose;HPLC-ELSD

酸奶(Yoghurt)是以牛乳或马、羊乳经过乳酸菌发酵而成的乳制品,口感好,助消化,易吸收,是人们喜爱的营养饮品。酸奶具有爽口的酸味和独特的风味而且比鲜奶更有营养,对人体有保健作用,饮用酸奶可克服乳糖不耐症、降低胆固醇、抑制癌症、美容等作用,作为一种保健食品,其益生功能也越来越引起人们的重视,是目前国内乳品业中发展最快的乳制品之一,并越来越多地被广大消费者所接受。

世界上的有色人种,特别是中国人,喝牛奶或冲饮奶粉等乳制品后,会有腹胀、腹鸣、腹痛等现象,这主要是由于人体内缺乏"乳糖酶",不能将乳糖分解消化而引起的,在医学上称之为"乳糖不耐症"。乳糖是牛乳、乳粉或酸奶中特有的成分,测定酸奶中乳糖的含量对于研究酸奶的制作过程具有重要的意义。测定乳糖的方法有旋光仪法[1]、硫代硫酸钠滴定法[2]、斐林氏试剂直接滴定法[3]等,这些方法需要较长的检验时间,复杂的设备及各种高独性试剂和熟练的操作技能。

高效液相色谱法测糖,通常使用示差折光检测器

基金项目:山东省高等学校优秀青年教师国内访问学者项目

作者简介:李公斌(1969—),男(汉),副教授,博士,研究方向:生物活性因子及功能食品。

*通信作者

drugs.2000,9(11):2519-2535

[5] Ribeiro J A.Purinergic inhibition of neurotransmitter release in the central nervous system[J].Pharmacology&toxicology 1995,77(5):299-305

[6] Yu L,Zhao J,Li S P,et al.Quality evaluation of Cordyceps through simultaneous determination of eleven nucleosides and bases by RP-HPLC[J].J Sep sci,2006,29(7):953-958

[7] 国家药典委员会.中华人民共和国药典(一部)[M].北京:化学工业出版社,2010:350

[8] 梁洪庆,程舟,杨荣伦,等.HPLC定量分析冬虫夏草的主要核苷类有效成分[J].中药材,2008,31(1):58-60

[9] 丁晓,胡丰林,杨德贵,等.冬虫夏草及其无性型菌株发酵液中核苷类成分的HPLC法定量分析[J].食品与发酵工业,2006,32(6):97-99

收稿日期:2011-03-17



(RID)进行检测,但RID检测灵敏度较低,而且受外界因素影响较大,蒸发光散射检测器(ELSD)作为一种新型的通用型质量检测器,基于不挥发性样品颗粒对光的散射程度与其质量成正比而进行的检测,对没有紫外吸收、荧光或电活性的物质以及产生末端紫外吸收的物质均能产生响应,ELSD稳定性好,灵敏度高,无溶剂峰干扰,弥补了HPLC传统检测器的不足[4-6],本文采用高效液相色谱与低温型蒸发光散射检测器联用(HPLC-ELSD)测定了酸奶中乳糖的含量,研究和建立一种快速、准确、直接测定乳糖的方法。

## 1 材料与方法

### 1.1 仪器与试剂

Agilent-1100高效液相色谱仪:美国安捷伦公司;AR2140电子分析天平:奥豪斯国际贸易(上海)有限公司;GSY-II型恒温水浴锅:北京医疗设备厂。

乳糖(分析纯):北京奶牛中心;D-果糖(分析纯):北京奥博星生物技术责任有限公司;D(+)葡萄糖(分析纯):天津市华东试剂厂;D(+)蔗糖(分析纯):北京化工厂;各种糖标样的纯度均大于99%,乙腈为色谱纯试剂,试验用水为二次蒸馏水。

酸奶:市售。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 色谱条件

色谱柱为ODS HYPERSIL C18柱(100 mm×4.6 mm,5 μm);流动相:乙腈:水(体积比)(73:27);流速为1.0 mL/min,柱温25 ℃,Alltech-ELSD2000蒸发光散射检测器参数:载气为氮气,流速2.2 mL/min;漂移管温度85 ℃。

#### 1.2.2 色谱峰的确定

称取各标准品25 mg,分别溶于50 mL容量瓶中,分别在1.2.1色谱条件下进样,记录各标准品的保留时间,混标色谱图与之相比较,根据保留时间确定各色谱峰成分。

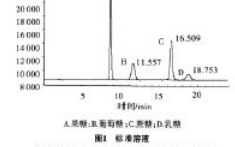
#### 1.2.3 样品溶液的配制

准确称取10 g酸奶,加入4 mL乙酸锌溶液和4 mL亚铁氰化钾溶液,移入250 mL容量瓶中,加入50 mL蒸馏水,摇匀后定容至刻度,沉淀30 min,过滤去25 mL后收集滤液到试管中[8],用0.45 μm的微孔滤膜过滤,滤液供HPLC-ELSD分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 线性关系考察

分别准确称取果糖、葡萄糖、蔗糖、乳糖各1 250 mg,于50 mL容量瓶中,分别用双蒸水溶解,定容至刻度配制成25 mg/mL的标准液,分别准确移取上述标准溶液各1 mL于25 mL容量瓶中用双蒸水溶解,定容至刻度,制成混合标准溶液,将上述标准溶液按1.2.2色谱条件进行分析,果糖、葡萄糖、蔗糖、乳糖标准品的保留时间分别为8.725、11.557、16.509、18.753 min,可以把4种单糖完全分开。取上述单糖标准溶液,分别按4、8、12、16、20、40、50 μL进样(标准溶液图谱见图1),以测得的峰面积(A)为纵坐标,各种糖含量m(μg)为模坐标进行回归,各组分线性方程、相关系数及线性范围见表1。




A.果糖;B.葡萄糖;C.蔗糖;D.乳糖

图1 标准溶液

Fig.1 The chromatograms of standard solution

表1 葡萄糖、果糖、蔗糖、乳糖标准曲线

Table 1 The determination standard curves of glucose、fructose、sucrose and Lactose

| 组分 | 回归方程 | r 相关系数 | 线性范围/μg |
|---|---|---|---|
| 果糖 | A=91 119m-362 038 | 0.999 9 | 8-50 |
| 葡萄糖 | A=58 177m-423 800 | 0.999 5 | 12-40 |
| 蔗糖 | A=77 821m-344 484 | 0.999 8 | 8-40 |
| 乳糖 | A=38 222m-231 226 | 0.999 6 | 8-50 |

### 2.2 精密度试验

取同一样品溶液重复进样5次,乳糖峰面积测量值的相对标准偏差(RSD)为0.23%,酸奶样品HPLC-ELSD图谱见图2。

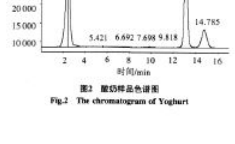



图2 酸奶样品色谱图

Fig.2 The chromatogram of Yoghurt

2.3　加样回收试验

在已知乳糖含量的酸奶样品中，加入1.0 mg/mL的糖标准品，在测定条件下连续进样5次，计算其回收率和相对标准偏差（RSD），结果见表2。

表2　样品的加标回收率

Table 2　Results of recoveries test

| 组分 | 样品量/(mg/mL) | 加入量/(mg/mL) | 测得量/(mg/mL) | 回收率/% | RSD/% |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.5 | 1.000 | 2.58 | 103.2 | |
| 2 | 1.5 | 1.000 | 2.56 | 102.4 | |
| 3 | 1.5 | 1.000 | 2.55 | 102.0 | 0.228 |
| 4 | 1.5 | 1.000 | 2.57 | 102.8 | |
| 5 | 1.5 | 1.000 | 2.56 | 102.4 | |

2.4　样品测定

取3种酸奶样品，按上述样品溶液制备方法及色谱条件测定，以外标法计算含量，结果见表3。

表3　酸奶中乳糖含量

Table 3　The contents of Lactose in Yoghurt

| 样品 | 乳糖/(mg/g) | 乳糖的含量/% |
|---|---|---|
| 1 | 37.5 | 3.75 |
| 2 | 25.8 | 2.58 |
| 3 | 30.5 | 3.05 |

## 3　讨论

3.1　流动相的选择

根据糖分子都含有极性集团的特点，选用极性较大的溶剂乙腈作流动相，因为糖在乙腈中的溶解度较小，所以，采用乙腈和水作为流动相，实验发现，乙腈在流动相的比例增大，可有效改善色谱峰形，有利于各组分的基线分离，但乙腈比例增大不利于糖的溶解，当增加流动相水的比例时，分析时间变短，但水的比例过大，蔗糖和乳糖组分的出峰时间相互靠近，不易实现基线的分离。通过实验比较了乙腈∶水（体积比）为80∶20、73∶27、70∶30、50∶50等不同比例的流动相，结果发现乙腈∶水（体积比）为73∶27时果糖和葡萄糖、蔗糖和乳糖达到完全的分离，而且分析时间最短，适合酸奶中乳糖的分析。

3.2　ELSD参数的选择

主要为漂移管温度和载气流速的选择，设定原则为使信噪比达到较高的水平。当漂移管温度85 ℃，载气流速为2.2 mL/min时，噪音最小，此时信号最强，故确定此条件为测定用条件。

3.3　测定方法的选择

糖类物质的含量测定通常采用高效液相色谱（HPLC）连接示差折光检测器（RID）的方法，但其灵敏度不够，不能测出样品中的较低蔗糖量。而蒸发光散射检测器（ELSD）灵敏度远远高于示差折光检测器，且使用的样品很少，对糖的分离效果很好。因此，本研究对酸奶样品进行了简单的前处理后，采用HPLC-ELSD法建立了酸奶中乳糖的测定方法。使用该法，蔗糖、乳糖可得到很好的分离。该法也可用于果糖、葡萄糖、蔗糖的测定。

## 4　结论

采用HPLC-ELSD法测定酸奶中的乳糖的含量，在本实验条件下，其线性范围为8.0 μg~50.0 μg，相关系数r=0.999 6。本方法操作简便、稳定，结果准确、灵敏度高、重现性好，克服了示差检测器检测糖类时灵敏度低、系统平衡时间长、不能进行梯度的缺点，而且在20 min内即能完成对各种糖的良好分离，是检测水溶性糖的理想方法。

参考文献：


[1] 李述信，译. AOAC分析方法手册[M]14版. 北京：中国光学学会光普专业委员会，1986:515-516

[2] 日本食品工业学会《食品分析》编辑委员会. 食品分析方法（上册）[M]. 郑州粮食学院《食品分析方法》翻译组，译. 成都：四川科学技术出版社，1983:142-143

[3] 中华人民共和国卫生部，中国国家标准化管理委员会. GB5009.1-2003 食品卫生检验理化部分 [S]. 中华人民共和国国家标准. 北京：中国标准出版社：29-30，46-85

[4] 李云雁，潘易秋. 高效液相色谱-蒸发光散射法测定橘汁糖的组成[J]. 食品科学，2006，27(4):190-192

[5] 林俊，刘红生，蔡建宝. 高效液相色谱-蒸发光散射检测法测定烟草中的水溶性糖[J]. 分析化学研究简报，2005，33(11):1596-1598

[6] 宋宏辉，陈大梅，赵勇. HPLC-ELSD法测定大鼠血清中低聚糖的研究[J]. 中国抗生素，2008，33(3):77-79

[7] 王艳颖，胡文忠，庞坤. 高效液相色谱-蒸发光散射法测定苹果中可溶性糖的含量[J]. 食品与发酵工业，2008，34(6):129-131

[8] 中华人民共和国卫生部，GB/T5009.7-2003 食品卫生检验方法理化部分（一）[S]. 中华人民共和国国家标准. 北京：中国标准出版社：49


收稿日期：2011-04-20



# 山东省野生花卉的开发及在园林上的利用概述


耿云红

（淄博职业学院制药与生物工程系，山东　淄博　255013）



摘　要：山东省野生花卉资源丰富，各地均有分布，野生花卉以其特有的观赏价值和巨大的开发利用潜力而越来越受到人们的重视。文章综述了山东省野生花卉的资源现状和在园林绿化中的应用情况，并提出了可行性的开发利用措施。


关键词：山东省；野生花卉；资源概况；开发利用；园林绿化

## 1　山东省野生花卉资源调查情况及研究状况

### 1.1　山东省野生花卉资源的分布与种类

山东省位于黄河下游，属于暖温带季风性气候区，植被种类多，尤其在崂山、昆仑山、蒙山等山区蕴藏着众多野生花卉资源。

在山东1730余种野生高等植物中，据统计有400余种野生花卉观赏价值较高，从这些野生花卉习性上及其在园林上的应用进行分类，花灌木有70～80种，草地宿根花卉268余种，1,2年生花卉30余种，水生花卉13种，球根花卉18种，藤本花卉24种。

### 1.2　山东省野生花卉资源的开发利用现状

在已知的山东省野生花卉中只有很少一部分被开发利用，形成商品优势的种类更少，大多数野生花卉仍然沉寂山林，如乌头、卷丹、柳兰、报春花类等。

青岛、五莲、济南等地利用野生花卉较多，青岛引种了大量山茶、崂山百合、天目琼花等；五莲在园林绿化中应用野生杜鹃；济南在绿化中大量应用土三棱。

通过调查发现，目前山东省野生花卉基本处于无管理状态，一般任其自生自灭。对于野生花卉的开发利用和引种驯化，也没有制订相应的政策，野生花卉资源破坏较为严重。

## 2　野生花卉在山东园林绿化中的应用状况

### 2.1　用作花坛、花境栽植

花境是参照野生花卉的自然生长状态，经过艺术提炼在设计的带状地段，在花境里配置些野生花卉，可以表现野生花卉本身所特有的自然美。

把不同花色、不同姿态、不同叶形和花形、不同花期的野生花卉植株与当地的栽培花卉进行合理地配置，可形成具有野趣的观赏花境。据调查，在山东野生花卉种类中萱草、玉簪、地肤、野鸢尾、扫帚菜、荠菜、石竹等植物经常在花境栽植。

### 2.2　布置岩石园和水景园等

落新妇、千屈菜、红蓼等植物栽植在池塘、湖面等处，配置得当可以增加水上的层次美，美化水体景观。

红果剪秋、野鸢尾、玉簪、矮斗菜等植物栽植在岩石边，与其它岩生花卉科学配置，可以形成花石相间、绚丽多彩的岩石园景观。

另外，野凤仙花喜潮湿的环境，我省一般用于山谷林下阴湿处，装点树下及山脚单调处。

### 2.3　布置公园、植物园等

在植物园、森林公园等处，为了创造舒适的游憩环境，可群植或散置萱草、白头翁、地肤、马蔺、紫花地丁、蒲公英等野生花卉在公园的空旷地、山坡上、岸边、小路旁，可以形成美丽的花境，达到回归大自然的境界。

另外，在居民区绿地中也可应用野鸢尾、萱草、马蔺、紫花地丁等野生花卉。

### 2.4　布置药用园或食用园

部分野生花卉植物如千屈菜、曼陀罗、紫花地丁、红蓼等的某些部位是优良的药用成分，而马齿苋、扫帚菜、荠菜的叶片均可食用。所以可将这些植物布置在药用园或食用园。

## 3　山东省野生花卉的开发利用对策

### 3.1　制订法律法规，加强宏观管理

要制订严格的法律法规对野生花卉进行依法保护，依法管理。政府还应出台相应的政策，鼓励研究部门、花卉生产者在野生花卉方面加大资金投入。

### 3.2　加强引种驯化工作

对于已经成功进行引种驯化、栽培的种类，要继续加强管理，争取尽快在园林绿化和室内装饰中推广；对于尚未开发利用的种类，要继续进行深入研究，加快育种步伐，争取培育出具有竞争力的品种。

### 3.3　发挥当地野生花卉优势，扩大特有野生花卉的利用范围

山东省野生花卉丰富，其中也有一些特有种类，要进行合理的开发和利用，增加野生花卉在山东省园林绿化中的利用度，使野生花卉进一步被群众所接受。正确运用植物造景理论合理配置植物，充分发挥野生花卉的优点，体现其价值。

### 3.4　协调园林设计者和花卉栽培者之间的关系

长期以来，在园林设计者和花卉栽培者之间存在一个矛盾，因此，解决二者的关系是解决野生花卉开发的关键因素之一，政府可以起到协调作用。

要提高现代园林设计者对本土野生花卉资源重要性的认识，在进行设计时，适当增加具有特色的野生花卉品种，引导花卉栽培者多栽培野生花卉，使野生花卉能广泛应用于城市绿化当中。

参考文献


1　胡胜辉，宋春文，魏宋秀. 野生花卉在哈尔滨园林绿化中应用途径的探讨[J]. 中国林副特产，2007(6)

2　陈德，郑永宣，林元雪. 中国野生花卉资源的研究现状及展望[J]. 世界林业研究，2004(4)

3　戴泽龙，赵兰勇，杨美玲等. 山东省野生花卉资源的分布与开发利用[J]. 山东林业科技，1999(1)


（责任编辑　杜芊宇）

作者简介：耿云红（1980.11—），女，汉族，山东淄博人，现任职于淄博职业学院制药与生物工程系，讲师。

# 人工授粉对不同品种孔雀草结实率的影响

高荣侠

(淄博职业学院,山东 淄博 255013)

摘　要:对不同品种的孔雀草 $F_2$ 代植株进行人工授粉,对人工授粉与自然授粉花朵的结实率进行比较研究。结果表明:品种间结实率存在差异。20 号品种的结实率最高,13 号品种的结实率最低;除 6 号、7 号与 13 号品种外,舌状花植株的结实率比筒状花植株的结实率要高;人工授粉的结实率普遍比自然授粉的结实率高,除 3 号与 6 号品种外,其中 8 号品种授粉处理下结实率的差异最为显著,2 号品种的差异最小。

关键词:孔雀草;结实率;人工授粉;品种

中图分类号:S 681.9　文献标识码:A　文章编号:1001－0009(2011)05－0105－04

孔雀草(*Tagetes patula*)为菊科万寿菊属 1 a 生草本植物。别名小万寿菊、臭菊,株高 20～40 cm,茎多分枝,细长壁紫色,叶对生或互生,羽状全裂。头状花序顶生,分舌状花和筒状花,筒状花先端 5 裂,通常多数转变为舌状花而形成重瓣类型。花型有单瓣型、重瓣型、鸡冠型等。花色以黄色系为主,有淡黄、金黄、桔黄、金黄加红褐色边等。花期可从 6 月致霜降,适应性强。因原产墨西哥,喜充足阳光,但在半荫处也能生长开花,喜温暖但能耐旱霜。耐旱能力极强,对土壤要求不严,根系再生能力强,耐移植,病虫害少。对土壤和肥料要求不严格,盛夏酷暑期花量较少,育苗期短,从播种到开花仅需 70 d。

孔雀草花期长,花朵绚丽多姿,花茎长度合适,且易栽培,可用来美化城市,装点园林。由于一串红承受不了“五一”的低温,又经不起“十一”的早霜,盛夏的酷暑可使大多植株呈半死状态。因此,孔雀草已逐步成为花坛、庭院的主体花卉。它的橙色、黄色花极为醒目,为所栽之处平添了不少生机。孔雀草有药用和保健功能,花叶可以入药,有清热化痰、补血通经的功效,能治疗百日咳、气管炎、感冒。俄罗斯高加索地区居民常食用孔雀草,有延年益寿之效。除此之外,孔雀草的根系能分泌一种化学物质,可以杀死土壤中的线虫。欧洲人经常在种农作物之前先种孔雀草,以此作为生物防治线虫的一种好措施。

作者简介:高荣侠(1981－),女,硕士,助教,现主要从事园艺学教学与研究工作。

收稿日期:2010－12－17

目前我国很多地方在园林景观设计上都采用孔雀草,成为盆花应用上的一大热点。但是我国现用的孔雀草种子都是从国外进口,国内产种较少,因此,生产成本就相应提高。随着人们生活水平的提高、对环境的美化要求就越高,孔雀草势必能顺应市场的需求,需求量增大,此时,国内选育出优良品种的孔雀草已是势在必行。

## Studies on Drought Stress of Two Kinds of *Selaginella* P. Beauv. Plants

LIU Xuan[1], ZHOU Guang-zhu[1], WANG Xiao-lei[2], WANG Hai-yan[3], GU Zhao-yu[1]

(1. Shenyang Agricultural University, College of Forestry, Shenyang, Liaoning 110866; 2. Shenyang Qipanshan International Forest Scenic Zone Management Committee, Shenyang, Liaoning 110161; 3. Chaoyang Garden Management Office, Chaoyang, Liaoning 122000)

**Abstract**: The comparative study was conducted on drought stress of *Seluginella tamariscina* and *Selaginella sanguinolenta*. The results showed that in the periods of drought stress of two plants, conductance rate and MDA content both rise, while chlorophyll content decrease, and SOD activity rise firstly and decrease finally, however *Selaginella sanguinolenta* decrease earlier than *Selaginella tamariscina*. And chlorophyll content and SOD activity could be used as *Selaginella tamariscina* and *Selaginella sanguinolenta* drought resistant physiological index.

**Key words**: *Selaginella tamariscina*; *Selaginella sanguinolenta*; drought stress; drought resistance





花期、花型、花色、株型、抗性以及结实率都是成为优良品种的因素,所以要对孔雀草的结实率进行研究。该试验对不同品种的孔雀草 $F_2$ 代植株采用人工授粉的手段,在品种内杂交尝试提高孔雀草的结实率,并同时进行品种的纯化。

## 1　材料与方法

### 1.1　试验材料

不同品种孔雀草见表 1。硫酸纸、毛笔、酒精、记号笔、标签纸、木棍、药剂等材料从市场购买。

表 1　不同品种孔雀草材料

| 品种 | 名称 | 来源 |
|---|---|---|
| 2 | *Tagetes patula nana* | 荷兰 |
| 3 | *Tagetes patula nana petite Gold* | 荷兰 |
| 4 | *Tagetes patula nana Tangerine* | 荷兰 |
| 5 | 孔雀草 小黄雀 | 英国 |
| 6 | 孔雀草 橙黄色 | 甘肃酒泉 |
| 7 | 孔雀草 橘黄色 | 甘肃酒泉 |
| 8 | 孔雀草 红金 206-14 | 甘肃酒泉 |
| 9 | 孔雀草 橘红色 914 | 甘肃酒泉 |
| 13 | 孔雀草 黄边花芯 | 甘肃酒泉 |
| 13 | 孔雀草 红色 206-08 | 甘肃酒泉 |
| 20 | 孔雀草 | 荷兰 |

### 1.2　试验方法

1.2.1　选株移栽　8 月下旬,在孔雀草植株中按不同的品种分别选取优良植株。品种内分舌状花和筒状花。每个品种舌状花选 2～6 盆,筒状花选 2～6 盆。在 $F_1$ 代中已被鉴定具有优势的品种多选几盆。所选植株生长直立,分枝多,茎秆健壮。将所选植株按次序移到温室中排列整齐,用标签纸作好品种同以及舌状花与筒状花之间的标记,插入滴灌,进行管理,在记录本上作好记录。

1.2.2　亲本植株和花序的选择　9 月上旬,孔雀草花蕾开始透色。在开花期,每个品种选择分别由舌状花和筒状花所采的种子播种的后代各 2～4 盆,每盆选 3～8 朵花序(具体情况视植株生长情况与花序质量而定)。选择生长直立,生长势好,分枝均匀,花蕾饱满,未受虫害的植株;选择花茎粗壮且比较大的花蕾或已开放但花药未开裂的花序,挂上标签,其余再分枝的花蕾全部摘除。

1.2.3　套袋　将硫酸纸做成 15 cm×10 cm 规格的口袋,三面封口,再将已透色的花蕾分别套上硫酸纸袋,用回形针将袋口别好,花茎剪的用木棍支撑,一定做到套得严密。

1.2.4　授粉　待袋内花朵开放后,母本柱头呈现“r”时进行授粉,每个品种在舌状花后代与筒状花后代植株上各留 3～5 朵花序自交,即套袋后自然授粉;还有 3～5 朵花人工辅助授粉。授粉在晴朗的天气状况下进行,这时空气湿度较小,易取花粉,以上午 9:00～10:00、下午 12:00～14:00 为好。授粉的具体方法:将植株轻轻倒下,用手轻弹花序,花粉散落在硫酸纸袋上,再用毛笔将花粉授到同品种的其它花序上。不同品种,需换毛笔,用过的毛笔在酒精里洗后涼干后再使用。授粉后立即套好袋。授粉的花序要挂牌,作好标记,牌上注明处理方法,授粉时间;每朵花序授粉 2～3 次。

1.2.5　去袋　大约 1 周后,花序的柱头已经萎蔫,此时及时去袋,避免袋内湿气过重,花朵发霉。

1.2.6　种子采收　授粉后,花蕾膨大,20 d 后,花序总苞变褐,种子成熟,此时采种。每个株系分别采收,分别包装,每朵花序的结实率分别记录。具体方法:拍断花茎,倒出所有小花,区分有无种子的小花。饱满的、黑亮的、坚硬的为成熟种子;干瘪的、无光泽的为没有种子。记下成熟种子的数目和总数。

1.2.7　花期管理　为防止套袋不严、脱落或虫害,保证结果准确可靠,套袋期间应注意检查,以便及时采取补救措施。雌蕊有效期过去后,应及时摘袋。提供良好的肥水条件及通风透光条件。及时摘除多余的花蕾与没有处理的花果。对易倒伏的植株,应在其旁边插木棍。还要注意防治病虫害,主要是斜纹夜蛾、采用药剂喷置和人工捉虫结合的方法。对于危害严重的植株应及时移除。授粉套袋等过程往温室进行,温室有防风网,蓟台紧密套袋,保证品种内严格自交。

## 2　结果与分析

### 2.1　不同品种孔雀草结实率的差异

不同品种的孔雀草的结实率均有显著差异。从表 2 可看出,不管是自然授粉还是人工辅助授粉,20 号品种的结实率最高,达 49.98%,13 号品种的结实率最低,仅 14.73%。4 号、8 号与 15 号品种的结实率相对较高,分别为 41.55%、39.49%、33.33%。因为它们基因型的差异,导致自交亲和力的不同,所以结实率不同。

### 2.2　同一品种不同授粉处理对结实率的影响

孔雀草人工授粉结实率和自然授粉相比有着明显的不同。除了 3 号与 6 号品种自然授粉结实率比人工授粉结实率高外,其余所有的品种,人工辅助授粉的结实率要比自然授粉的结实率高,其中差异最大的 8 号品种,差异达 19.14%,差异最小的是 2 号品种,为 5.21%(表 3)。

### 2.3　同一品种舌状花与筒状花种子后代结实率的差异

孔雀草按瓣形可分为舌状花与筒状花。同一品种舌状花与筒状花种子播种后植株的结实率存在差异。从表 4 可看出 6 号、7 号与 13 号品种筒状花植株的结实率比舌状花植株的结实率高,其余的品种舌状花植株的结实率较高。两瓣形间的结实率差异最显著的是 20 号品种,高达 37.92%,其次是 2 号品种,为 27.37%;差异最小的是 6 号与 13 号,分别为 3.99%、4.06%。





表 2　孔雀草 $F_2$ 代不同品种结实率

| 品种 | 2 号 | 3 号 | 4 号 | 5 号 | 6 号 | 7 号 | 8 号 | 9 号 | 13 号 | 15 号 | 20 号 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 结实率/% | 30.48 | 17.96 | 41.55 | 3.2 | 19.22 | 27.45 | 39.49 | 26.32 | 14.73 | 33.33 | 49.98 |

表 3　孔雀草 $F_2$ 代同一品种不同处理结实率

| 品种 | 2 号 | 3 号 | 4 号 | 6 号 | 7 号 | 8 号 | 9 号 | 13 号 | 15 号 | 20 号 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 自然授粉/% | 23.74 | 16.79 | 40.46 | 27.50 | 10.57 | 26.35 | 15.57 | 12.27 | 27.63 | 37.53 |
| 人工授粉/% | 29.05 | 16.46 | 56.10 | 13.38 | 35.33 | 45.49 | 30.80 | 19.68 | 39.69 | 48.32 |

表 4　孔雀草 $F_2$ 代不同品种筒状花与舌状花结实率

| 品种 | 2 号 | 3 号 | 4 号 | 6 号 | 7 号 | 8 号 | 9 号 | 13 号 | 15 号 | 20 号 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 筒状花结实率/% | 11.33 | 8.96 | 35.46 | 21.44 | 35.29 | 29.86 | 17.86 | 16.53 | 26.73 | 27.23 |
| 舌状花结实率/% | 38.79 | 22.11 | 48.53 | 17.49 | 25.08 | 47.79 | 24.80 | 12.47 | 39.08 | 65.15 |

### 2.4　不同品种舌状花与筒状花播种后代结实率的差异

同一瓣形的孔雀草植株的结实率因品种的不同而不同。从表 4 可看出,孔雀草 $F_2$ 代舌状花植株中 20 号品种的结实率最高,为 65.15%;4 号、8 号、15 号及 2 号品种结实率也相对较高;结实率最低的是 3 号品种,仅 12.47%。从表 4 还可看出,孔雀草 $F_2$ 代筒状花植株中,4 号品种结实率最高,达 35.46%;其次是 7 号品种,为 35.29%;结实率最差的是 3 号品种,仅 8.96%。

### 2.5　不同品种不同瓣形不同授粉处理下结实率的差异

从表 5、6 可看出,孔雀草 $F_2$ 代舌状花植株中,6 号品种人工辅助授粉比自然授粉结实率要低;自然授粉时 13 号品种结实率最低,20 号最高;人工辅助授粉时 6 号品种结实率最低,20 号最高。$F_2$ 代筒状花植株中,3 号与 6 号、13 号品种人工辅助授粉结实率比自然授粉结实率低;自然授粉时,3 号品种结实率最低,4 号最高;人工授粉时,3 号品种结实率最低,8 号品种结实率最高。

表 5　孔雀草 $F_2$ 代不同品种舌状花不同处理结实率

| 品种 | 2 号 | 3 号 | 4 号 | 6 号 | 7 号 | 8 号 | 8 号淀 | 9 号 | 13 号 | 15 号 | 20 号 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 自然授粉/% | 36.63 | 14.29 | 48.02 | 27.25 | 17.37 | 38.86 | 15.38 | 20.49 | 11.32 | 34.48 | 53.44 |
| 人工授粉/% | 40.78 | 39.38 | 55.78 | 12.55 | 41.14 | 54.79 | 15.94 | 27.31 | 16.98 | 41.40 | 77.51 |

表 6　孔雀草 $F_2$ 代不同品种筒状花不同处理结实率

| 品种 | 2 号 | 3 号 | 4 号 | 6 号 | 7 号 | 8 号 | 9 号 | 13 号 | 15 号 | 20 号 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 自然授粉/% | 21.09 | 12.28 | 35.84 | 27.76 | 21.28 | 21.25 | 13.65 | 13.84 | 19.80 | 25.07 |
| 人工授粉/% | 24.21 | 7.31 | 56.50 | 15.88 | 49.30 | 38.80 | 39.06 | 15.55 | 36.25 | 29.38 |

## 3　讨论

试验结果表明,$F_2$ 代结实率随品种、瓣形、授粉处理的不同而不同,也与管理水平、气候条件及斑纹夜蛾的危害有关。品种不同,花粉、雌蕊所携带的基因也分别不同,交配亲和性也不同,交配不亲和可能是由于父母本亲缘关系远近有关。孔雀草瓣形有舌状花与筒状花之分,同一品种舌状花与筒状花所得种子播种后代的结实率存在着明显差异,大多数品种舌状花后代的结实率较高,其原因尚需进一步研究。该试验中对孔雀草的授粉处理主要有 2 种:自然授粉与人工授粉,结果显示 3 号与 6 品种自然授粉的结实率比人工授粉的结实率高,这说明 3 号与 6 号品种自花结实能力较强。

通过试验观察,9 号、13 号、15 号、20 号品种的花冠直径较大,瓣丽夺目,生长势也较好,且只有花粉多的特点;9 号与 13 号在所有的品种中结实率相对较低,而 15 号与 20 号品种在所有的品种中结实率相对较高。5 号品种是从美国引进,该品种自交结实率特低,只有 3.2%。但该品种开花最早、株高最矮、分枝强、花期长,利用价值很高。

## 4　结论

通过试验观察与比较,20 号与 15 号品种结实率高且花朵大而绚丽,花粉多,分枝均匀,植株直立,是父母本的优良品种。4 号品种结实率也很高,但其它性状表现一般。

经比较,舌状花的结实率普遍比筒状花好,差异最大的是 20 号与 2 号,在播种 $F_1$ 代时可以多采收这 2 种花的舌状花上成熟的种子,以提高后代的结实率。2 号品种、8 号品种舌状花后代与 3 号品种筒状花后代在 2 个授粉处理下的结实率相差不大,$F_1$ 下一代的授粉处理中可以不用人工授粉,从而减少了工作量和工作强度。

5 号品种由于花期长,开花早,可作为盆栽花坛花卉材料,而且 5 号品种植株最矮,也适于地被植物开发。





在该试验中,该品种的结实率最低,只有 3.2%,所以育种中适于作母本,杂交中不用去雄,从而减少了人力、物力,推进了孔雀草育种的进程。

### 参考文献

[1]　王博兰.花卉新品种的选育途径[J].郑州农业高等专科学校学报,2000,17(3):46-48.

[2]　唐恬,陈济华,王仕玉.切花菊育种问题探讨[J].云南农业大学学报,2001,64:46-49.

[3]　张远民,李军,刘爱荣.孤立菊开花生物学及杂交育种技术探讨[J].种子,2001(2),30:31,34.

[4]　宋林阳,张沁,胡雪莲.控释花肥在盆栽万寿菊上的肥效研究[J].山东农业大学学报,2002,33(2):134-139.

[5]　张京瑞,潘会堂.我国引进国外观赏植物的现状和对策[C]//第度平,姜恭煦.中国花卉科技进展—第二界全国花卉科技信息交流会论文集,2001,157-166.

[6]　崔艳,万年鑫[M].中国花卉盆栽,2002(9):11.

[7]　孙虹,刘.代早花种子“摘花瓣”[J].中国花卉报,2001-12-27.

[8]　刘晓辉,车代弟,张学洋.一二年生草花种子的采收与种子品质关系研究[J].北方园艺,2003(5),52-53.

[9]　钟彩林,石彩林,钱奇霞.几种草本花卉繁育试验[J].浙江林学院学报,2005,20(4),108-110.

[10]　孙晓梅,雷艾山,刘熙泽.不同授粉方法对鲁中心粒胚莴苣种合杂交结实率影响的研究[J].辽宁农业科技,2002(2),6-9.

[11]　唐恬.菊花杂交结实率与杂交种子发芽率问题探讨[J].西南林学院学报,2004,24:200-203,208.

[12]　王艳,任吉君.花卉花卉育种瓶颈与发展策略[J].种子,2002(5),37-39.

[13]　张文莲.浅谈万年菊的栽培与应用[J].青海农林科技,2002(4),62-63.

[14]　张嘉君,罗凤霞.花卉常规杂交育种的研究进展[J].沈阳农业大学学报,2003,32(4),317-320.

[15]　王新国,徐汉红.趋避效、杀虫植物万寿菊的研究进展[J].西安联合大学学报,2002,5(2),5-10.

[16]　郭亚.花卉杂物高种繁育在实际生产中的应用[J].北方园艺,2000(6),40-42.

[17]　程金水.园林植物育种学[M].北京:中国林业出版社,2000,129-130.

[18]　Pirker G-Moslinger T-Kofler D Y, et al. Cross-reactivity with Tagetes in Arnica contact eczema[J]. Contact Dermatitis. 1982, 26(4), 217-219.

[19]　Welsh J R. Fundamentals of plant genetics and breeding[J]. New York: John Wiley and sons. 1981, 162.

[20]　Kate J-Mill M. Differences in ploidy levels of inter-specific hybrids obtained by reciprocal crosses between *Primula sieboldii* and *P. kisoana*[J]. Theor Appl Genet. 2000, 101, 690-696.

## Influence of Man-pollinating on Setting Percentage of Different Varieties *Tagetes patula*

GAO Rong-xia

(Zibo Vocational Institute, Zibo, Shandong 255013)

**Abstract**: The enfluence of man-pollinating on different varieties *Tagetes patula* $F_2$ generation plants was tested and compared the setting percentage of man-pollinating to that of natural pollination. The results showed that difference exists among the setting percentage of different varieties. Variety No. 20 had the highest setting percentage, however, variety No. 13 had the lowest. Except variety No. 6, No. 7, No. 13's setting percentage of straps was higher than discoid flowers. The setting percentage of man-pollinating was generally higher than that of natural pollination, except variety No. 3, No. 6, and the difference of the setting percentage in variety No. 8 by two pollinating disposal was the most notable, however, the difference was the lest in variety No. 2.

**Key words**: *Tagetes patula*; setting percentage; man-pollinating; variety

# 大棚蔬菜发生冻害的补救措施

1　蔬菜受冻后,不能立即闭棚升温,只能使棚内温度缓慢上升,让受冻组织逐步吸收因受冻而失去的水分。

2　在棚内搭遮阳棚,防止阳光直射受冻蔬菜。气温高时,要全部遮盖,其余时间部分遮盖,使棚内保持适宜的温度湿度,当受冻组织恢复活力后,逐步减少遮荫。

3　用喷雾器喷水,可增加棚内空气湿度,促进受冻组织吸水恢复活力。

4　受冻严重的枝叶,要及时剪除并清到棚外,以免霉变诱发病害。

5　植株受冻后,易遭受病虫害侵袭,应及时喷洒　些保护剂和杀虫杀菌剂并结合追肥,加强管理,尽快使其恢复生长。

# 硫酸酯化黑木耳多糖的抑菌功能

李公斌
(淄博职业学院，山东 淄博 255013)

**摘　要**：探讨硫酸酯化黑木耳多糖不同取代度、不同时间对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌和黑曲霉的影响。通过抑菌试验证明，硫酸酯化黑木耳多糖对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌有不同程度的抑制，抑制作用可达16 h~20 h。对黑曲霉的孢子萌发也有一定的抑制现象。

**关键词**：硫酸酯化黑木耳多糖；金黄色葡萄球菌；大肠杆菌；黑曲霉；抑菌功能

## The Study on the Antimicrobial Functions of the Sulfated Auricularia Polysaccharides

LI Gong-bin
(Zibo Vocational Institute, Zibo 255013, Shangdong, China)

**Abstract**: The effects of degree of substitution of Auricularia Polysaccharides and acting time to *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* and *Aspergillus niger* spores. The antimicrobial tests indicate that sulfated AAP has a certain inhibition for the yellow staphylococcus and *E. coli*, with an inhibiting time of 16 h~20 h. Moreover, AAP also has a certain inhibition on the germinations of black aspergillus spores.

**Key words**: sulfated Auricularia Polysaccharides; *Staphylococcus aureus*; *Escherichia coli*; *Aspergillus niger*; the antimicrobial functions

自20世纪80年代以来，多糖的化学修饰已成为多糖构效关系研究的重要手段，也是发现和研制多糖类药物的重要途径。多糖化学修饰包括硫酸酯化、羧甲基化、磷酸酯化、亲磷酸氨化等等，其中硫酸酯化可导致原多糖的生物活性明显改变。硫酸酯化多糖(Sulfated Polysaccharides)除已证实具有抗凝血作用外，近年来不断发现它有多种生物活性，如增强免疫功能、抗肿瘤、抗病毒等，特别是抗艾滋病病毒(HIV)活性，使硫酸酯化多糖的研究成为多糖研究领域内的一个新热点[1-3]。香菇多糖、牛膝多糖、高山红景天多糖、黄精多糖的硫酸酯化的研究已经取得了一定的进展[4-7]。

黑木耳多糖(Auricularia Polysaccharides，AAP)具有抗肿瘤、抗凝血、抗衰老、降血脂、提高免疫功能等多种功能[8-9]。本项研究进行硫酸酯化黑木耳多糖对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌和黑曲霉的影响实验，为黑木耳多糖的应用研究，积累了有价值的参考数据，也为其在食品、医药方面的应用提供参考。

作者简介：李公斌(1969—)，男(汉)，副教授，博士，研究方向：生物活性因子与功能食品。

## 1　材料与方法

### 1.1　材料

黑木耳多糖(AAP)及其硫酸酯化多糖(AAP-$S_1$，AAP-$S_2$，AAP-$S_3$取代度分别为0.32，0.64，1.0)，本试验室制备；菌种：大肠杆菌(*Escherichia coli*)，25922黑龙江省省微生物应用研究所；金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*)，25923黑龙江省微生物应用研究所；黑曲霉(*Aspergillus niger*)：黑龙江省微生物应用研究所提供；葡萄糖、AR，天津市东丽区天大化学试剂厂；蛋白胨、牛肉膏、琼脂：北京奥博星生物技术责任有限公司；吐温-80 CP，天津市科密欧化学试剂开发中心；其它试剂皆分析纯。

振荡培养箱(HZQ-X100)：哈尔滨市东明医疗仪器厂；紫外可见分光光度计(T56PC)：上海光谱仪器有限公司；光学显微镜(CH30型)：日本OLYMPUS公司。

### 1.2　试验方法

#### 1.2.1　硫酸酯化黑木耳多糖对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌的抑制作用

菌种传代：在无菌环境下，用接种环将菌种从斜面培养基上轻轻刮拭下来，接种到试管内的斜面上，以之字形画线。将原菌株封口，试管加盖包扎好，放置冰箱内，贮存备用。

种菌液的制备：在无菌的环境下，用接种环将菌种从斜面培养基上轻轻刮拭下来，接种到装有4 mL~5 mL液体培养基试管中，轻轻摇动接种环，尽可能多的将菌种接种到液体培养基中，然后放置在37 ℃培养箱中培养24 h，备用。

在液体培养基中对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌抑制作用的测定：取20 mL营养液体培养基倒入三角瓶中作为0号样，再将4个三角瓶各倒入39 mL营养液体培养基，然后再加入样品，使其浓度为0.5 mg/mL，高压蒸汽(灭菌，121 ℃，20 min)。用移液管在种菌液中取1.0 mL，加入每一个三角瓶中，以本加菌液的培养基作为参比液，每4 h测定在640 nm下的吸光光度值。

#### 1.2.2　硫酸酯化黑木耳多糖对黑曲霉孢子的抑制作用

黑曲霉孢子悬浮液的制备：黑曲霉接种在马铃薯葡萄糖培养基上，(28±2) ℃的温箱中培养4 d，无菌条件下，取孢子加到马铃薯液体培养基中，再加入1滴~2滴吐温-80，配成10⁴个孢子/mL，备用。

黑木耳多糖对黑曲霉孢子抑制作用的测定：无菌条件下，取黑曲霉孢子悬浮液5 mL，加入样品溶液5 mL(马铃薯液体培养基配制)，使样品终浓度分别为0.5，1.0，2.0 mg/mL。(28±2) ℃的温箱中培养一定时间，显微镜下观测黑曲霉孢子的萌发率。

## 2　结果与分析

### 2.1　硫酸酯化黑木耳多糖对金黄色葡萄球菌的抑制作用

AAP-S和AAP在液体培养基中对金黄色葡萄球菌24 h的吸光度的测定结果，见图1。

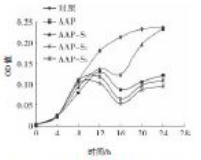



**图1　AAP-S与AAP在液体培养基中对金黄色葡萄球菌生长的影响**

**Fig.1　Effects of AAP-S and AAP on *Staphylococcus aureus* growth in liquid medium**

由图1可知，金黄色葡萄球菌的生长规律为0 h~4 h是生长繁殖期，4 h~16 h是指数增长期，16 h以后，基本达到生长平衡。AAP和AAP-S对金黄色葡萄球菌生长的抑制作用可划分为3个阶段：①抑制期，此阶段金黄色葡萄球菌数量少，与样品的接触少，其生长规律没有改变，但由于样品对菌产生抑制作用，使菌的数量减少，导致吸光度降低；AAP-$S_2$，AAP-$S_3$此阶段为0 h~8 h；而AAP-$S_1$，AAP此阶段为0 h~12 h。②抑制期，一方面菌群数量增加，导致与样品的接触增加，死亡数量增加，并沉淀下来，从而使吸光度降低；另一方面，不被抑制的金黄色葡萄球菌可能发生变异，对AAP产生了降解利用，降低了AAP的浓度，导致吸光度下降。AAP-$S_2$，AAP-$S_3$此阶段为8 h~16 h，AAP-$S_1$，AAP此阶段为12 h~16 h。③抑制失效期，此阶段样品失去了对金黄色葡萄球菌的抑制，菌群数量逐渐增长，吸光度逐步增长，约为16 h以后。

AAP-S与AAP对金黄色葡萄球菌的抑菌能力依次为AAP-$S_2$>AAP-$S_3$>AAP-$S_1$>AAP>AAP-$S_1$。

### 2.2　硫酸酯化黑木耳多糖对大肠杆菌的抑制作用

AAP-S在液体培养基中对大肠杆菌28 h的吸光度的测定结果见图2。



[1] Wurzburg O B. Modified Starches. Properties and uses[M]. Boca Raton: CRC press, 1986: 187-211
[2] 张力田.变性淀粉[M].广州:中南理工大学出版社,1992:144-164
[3] 金惠平,魏建平.食用淀粉酸性酶催化水解生产工艺的设计与研究[J].中国粮油学报,2005,20(5):70-71
[4] 张慎辉,李永立,付海蓝,等.淀粉碱化处理对羟丙基化反应的影响[J].天津大学学报,1993(1):124-131
[5] Kessel H. Determination of the functional group and the average degree of substitution of carboxymethyl starch[J]. Starch, 1985, 37(10): 334-336







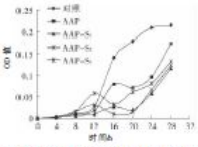



**图2　AAP-S与AAP在液体培养基中对大肠杆菌生长的影响**

**Fig.2　Effects of AAP-S and AAP on *Escherichia coli* growth in liquid medium**

从图2可知，AAP-S对大肠杆菌的抑制作用与金黄色葡萄球菌相似，也分3个阶段，但阶段的起始时间不同。对大肠杆菌的抑菌能力依次为AAP-$S_2$>AAP-$S_3$>AAP-$S_1$>AAP-$S_2$>AAP>AAP。

### 2.3　硫酸酯化黑木耳多糖对黑曲霉孢子萌发的影响

AAP-S在液体培养基中对黑曲霉孢子萌发率的测定结果见图3。

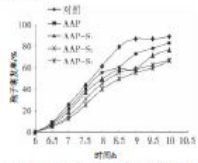



**图3　AAP-S与AAP在液体培养基中对黑曲霉孢子萌发的影响**

**Fig.3　Effects of AAP-S and AAP on the germination of *Aspergillus niger* spore in liquid medium**

从图3可知，黑曲霉孢子在6 h之前没有萌发，萌发率为0，6.5 h萌发率为8.4 %，7 h~8.5 h，萌发率由25.4 %迅速增加到79.6 %，8.5 h后，萌发率增长缓慢，9.5 h为87.2 %，10 h为89.2 %，基本稳定。硫酸酯化黑木耳多糖对黑曲霉孢子萌发率有一定的抑制作用，在8.5 h时对萌发率降低最多。AAP-$S_1$，AAP-$S_2$，AAP-$S_3$，AAP分别降低21.5 %，23.8 %，30.2 %和19.1 %。

## 3　结论

硫酸酯化黑木耳多糖的抑菌试验结果表明，其对金黄色葡萄球菌抑制作用可达16 h AAP-S与AAP对金黄色葡萄球菌的抑菌能力依次为AAP-$S_2$>AAP-$S_3$>AAP>AAP-$S_1$。

对大肠杆菌抑制作用可达16 h~20 h，对大肠杆菌的抑菌能力依次为AAP-$S_2$>AAP-$S_3$>AAP-$S_1$>AAP。对黑曲霉的孢子萌发也有一定的抑制现象，在8.5 h时对萌发率降低最多。AAP-$S_1$，AAP-$S_2$，AAP-$S_3$，AAP分别降低21.5 %，23.8 %，30.2 %和19.1 %。

**参考文献：**
[1] Wittmann M, Schoch D, Andrei G, et al. Antiviral activity of low-MW dextrin sulphate (derived from dextrin MW 1000) compared to dextrin sulfate sample of higher MW[J]. Antiviral chemistry and chemotherapy, 1999, 23(23):35-46
[2] Moulaire M O, Moore J P, Hansenal D F. Investigation into the mechanism by which sulfated polysaccharide inhibit HIV infection in vitro[J]. AIDS Res Hum Retroviruses, 1992, 8(1): 19-24
[3] Wang S C, Fang J N. Preparation and structural analysis of a sulfated derivatives of Lentinan[J]. Acta Biochim Biophys Sin, 1999, 31(5): 594-597
[4] Tian G Y, LI S T. Synthesis of Ashyranthes hidentata polysaccharide sulfate and its antivirus activity[J]. Acta Pharm Sin, 1995, 30(2): 107-111
[5] Zhang L P, Han L P, Wang Y Q, et al. Purification and characterization of sulfation polysaccharide BS ASL from pleurotus citrinopileatus[J]. J Mil Sci, 1999, 15(4): 205-209
[6] 夫德生,于贵敏.黑木耳多糖抗凝作用的实验研究[J].中国农业大学学报,1994,13(2):1601
[7] 李海,陈春勇,杨凤兰.黑木耳抗血小板聚集作用的初步研究[J].中西医结合杂志,1988,8(1):411
[8] 周雅平,陈绍华,王淑如.黑木耳多糖和银耳多糖的抗衰老作用[J].中国药科大学报,1989,20(5):303-306
[9] 申建和,陈绍华.木耳多糖、银耳多糖和银耳孢子多糖的降血脂作用[J].中国药科大学学报,1989,20(6):34-41

第 36卷 第 12期　　东 北 林 业 大 学 学 报　　Vol.36 №12
2008年 12月　　JOURNAL OF NORTHEAST FORESTRY UNIVERSITY　　Dec 2008

# 黑木耳多糖硫酸酯化制备工艺及红外光谱分析

李公斌　　王振宇
(福建职业学院, 福州, 350011)　　(东北林业大学)

**摘　要**　为探讨黑木耳多糖的最佳硫酸酯化工艺, 研究了氯磺酸与吡啶体积比、多糖溶液与酯化试剂的体积比、反应温度、反应时间等因素对黑木耳多糖硫酸酯化的影响. 通过正交试验, 以多糖硫酸取代度作为考察指标, 优选出最佳硫酸酯化工艺: 氯磺酸与吡啶体积比 5∶1; 多糖溶液与酯化试剂的体积比 2∶1; 酯化温度为 50℃; 反应时间为 1.5 h. 红外光谱研究显示硫酸基与黑木耳多糖形成硫酸酯化合物.

**关键词**　黑木耳多糖; 硫酸酯化; 制备工艺; 光谱分析
**分类号**　TQ28

Sulfated Esterifying Technology of Polysaccharide from Auricularia auricula and IR Spectrum Analysis

(Department of Biological Engineering, Fujian Vocational Institute, Fuzhou 350011)　　P. R. China; Wang Zhenyu (Northeast Forestry University)

(Journal of Northeast Forestry University, 2008, 36(12): 66-68)

An experiment was conducted to study the effects of volume ratio of chlorosulfonic acid to pyridine and polysaccharide solution to esterifying reagent, esterifying temperature and esterifying reaction time on esterifying properties of Auricularia auricula Polysaccharide (AAP). Orthogonal test design aimed to discuss the optimal sulfated esterifying technology for sulfated AAP. The optimal preparation conditions for sulfated AAP were: chlorosulfonic acid to pyridine 5∶1; polysaccharide solution to esterifying reagent 2∶1; esterifying temperature 50℃; esterifying reaction time 1.5 h. Infrared spectrum analysis shows that sulfated compounds formed.

**Key words**　Polysaccharide from Auricularia auricula; Sulfated esterifying; Preparation technology; Spectra analysis

自 20世纪 80年代以来, 多糖的化学修饰已成为多糖构效关系研究的重要手段, 也是发现和研制多糖类药物的重要途径. 多糖化学修饰包括硫酸酯化、羧甲基化、磷酸酯化、氨磺酸氧化等等, 其中硫酸酯化可导致原多糖的生物活性明显改变. 硫酸酯化多糖(Sulfated Polysaccharides)除已证实具有抗凝血作用外, 近年来不断发现它有多种生物活性, 如增强免疫功能、抗肿瘤、抗病毒等, 特别是抗艾滋病病毒(HIV)活性, 使硫酸酯化多糖的研究成为多糖研究领域内的一个新热点[1-3]. 香菇多糖、牛膝多糖、高山红景天多糖、黄精多糖的硫酸酯化的研究已经取得了一定的进展[4-6].

黑木耳多糖(Auricularia Polysaccharides, AAP)具有抗肿瘤、抗凝血、抗衰老、降血脂、提高免疫功能等多种功能[7-10]. 本研究对黑木耳多糖进行硫酸酯化修饰, 并进行了红外光谱的研究, 为多糖的修饰及其构效关系的研究, 积累了有价值的参考数据, 也为其在医药方面的应用奠定了基础.

## 1　材料与方法

黑木耳多糖(AAP)由实验室制备; 氯磺酸分析纯(上海亭新化工试剂厂); 吡啶分析纯(天津市泰兴试剂厂); 甲酰胺分析纯(沈阳市新兴试剂厂); 三氯乙酸分析纯(天津市光复精细化工研究所); 氯化钡分析纯(天津市东丽区天大化学试剂厂); 明胶生物试剂(天津市化学试剂三厂).

AVATAR360型 FT-IR红外光谱仪(美国 NICOLET公司); 精密数显酸度计 PHS-3型(上海天达仪器有限公司); FMS-8A加热磁力搅拌器, 天津欧诺仪器仪表有限公司; ALC-110.4电子天平, 北京赛多利斯仪器系统有限公司; TDA-8002水浴锅, 天津市泰斯特仪器有限公司; XW-80A旋涡混合器, 江苏海门市其林贝尔仪器制造公司; 756PC型紫外可见分光光度计, 上海光谱仪器有限公司; HHS型电热恒温水浴锅, 上海博迅实业有限公司医疗设备厂.

硫酸基总质量浓度测定, 氯化钡-明胶浊度法[11]. 以硫酸钾作为标准物, 做 2个平行组(A、B). 分别与氯化钡-明胶溶液(5%氯化钡、0.5%明胶)和 0.5%明胶溶液混合, 室温静置 15 min后, 测定 360 nm处光吸收, 以 2组光吸收值之差(A-B)对硫酸基质量浓度做标准曲线.

标准曲线为: $X=0.005\,9Y-0.002$, $R^2=0.999\,5$. 其中, $Y$ 是样品在 360 nm处的吸光度, $X$是待测液的质量浓度.

硫酸酯化黑木耳多糖制备方法[12-13]: ①酯化试剂. 吡啶(使用前用 3A分子筛脱水)在冰水浴中冷却至 0℃, 搅拌下加入不同比例的氯磺酸即可, 保存于冰箱备用. ②氯磺酸甲酰胺法. 分别取 AAP溶于甲酰胺(使用前用 3A分子筛脱水)中, 加入适量的酯化试剂, 一定温度下反应适当时间. 20% NaOH中和至 pH=6.0, 蒸馏水透析 3d, 5倍乙醇沉淀, 丙酮洗涤, 冷冻真空干燥. 精确称量 AAP及其硫酸酯化多糖各 3 mg分别溶于 3 mL 1 mol·L$^{-1}$ HCl溶液中, 封管, 100℃水浴 1 h取 0.2 mL进行样品分析, 操作同标准曲线.

取代度公式: $D_s=(1.62\times S)/(32-1.02\times S)$. 其中, S为样品的质量分数.

正交试验设计: 选取酯化的氯磺酸与吡啶体积比(A)、多糖溶液与酯化试剂的体积比(B)、反应温度(C)、反应时间(D)为 AAP硫酸酯化的主要考察因素, 以多糖硫酸酯取代度为考察指标, 采用 $L_9(3^4)$正交试验优选硫酸酯化工艺. 因素水平详见表 1.

第一作者简介: 李公斌, 男, 1969年 1月生, 福建职业学院生物工程系, 博士研究生.
通讯作者: 王振宇, 东北林业大学林学院, 教授.
收稿日期: 2008年 4月 18日.
责任编辑: 潘　华.



表 1　因素水平分析

| 水平 | A | B | C/℃ | D/h |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 3.0 | 1.0 | 50 | 1.0 |
| 2 | 4.0 | 2.0 | 60 | 1.5 |
| 3 | 5.0 | 3.0 | 70 | 2.0 |

注: A表示氯磺酸与吡啶体积比; B表示多糖溶液与酯化试剂的体积比.

红外光谱分析: Thermo Nicolet FTIR Spectrometer傅立叶变换红外光谱仪, 溴化钾(KBr)压片, 测定范围为 4000~400 cm$^{-1}$.

## 2　结果与分析

### 2.1　氯磺酸与吡啶体积比对多糖硫酸酯取代度的影响

取 AAP溶于甲酰胺中配成 2%溶液, 8.0 mL搅拌下加入酯化试剂(4.0 mL, 60℃). 氯磺酸与吡啶体积比分别为 1∶1, 2∶1, 3∶1, 4∶1, 5∶1, 反应 2 h后, NaOH中和, 透析, 冷冻干燥, 计算 $D_s$值, 以此确定酯化试剂的最佳配比.

当氯磺酸与吡啶体积比为 1∶1, 2∶1, 3∶1, 4∶1, 5∶1时, 黑木耳多糖硫酸酯取代度分别为 0.96, 1.20, 1.23, 1.36, 1.09, 由此可知, 黑木耳多糖硫酸酯取代度随氯磺酸与吡啶体积比值的增加而增加, 到 4∶1时达最大值 1.36, 再增加比值, 出现黑木耳多糖发生碳化现象. 所以酯化试剂的最佳配比为 $V_{氯磺酸}:V_{吡啶}=4:1$.

### 2.2　黑木耳多糖溶液与酯化试剂的体积比对多糖硫酸酯取代度的影响

取 AAP溶于甲酰胺中配成 2%溶液, 搅拌下加入酯化试剂($V_{氯磺酸}:V_{吡啶}=4:1$). 使二者的体积比分别为 1∶3, 1∶2, 1∶1, 2∶1, 3∶1, 4∶1, 60℃, 反应 2 h后, NaOH中和, 透析, 冷冻干燥, 计算 $D_s$值, 以此确定黑木耳多糖溶液与酯化试剂的最佳体积比.

当黑木耳多糖溶液与酯化试剂的体积比为 1∶3, 1∶2, 1∶1, 2∶1, 3∶1, 4∶1时, 黑木耳多糖硫酸酯取代度分别为 0.16, 0.29, 0.66, 0.72, 0.58, 0.41. 黑木耳多糖溶液与酯化试剂的体积比为 1∶3, 1∶2时出现碳化现象, 并造成 AAP降解, 使取代度降低. 当比值 1∶1时, 取代度迅速增加到达最大值 0.66, 随后开始下降. 所以多糖溶液与酯化试剂的最佳体积比为 1∶1.

### 2.3　酯化温度对黑木耳多糖硫酸酯取代度的影响

取 AAP溶于甲酰胺中配成 2%溶液, 搅拌下加入酯化试剂($V_{氯磺酸}:V_{吡啶}=4:1$). 使二者的体积比为 1∶1, 分别在 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90℃温度下, 反应 2 h后, NaOH中和, 透析, 冷冻干燥, 计算 $D_s$值, 以次确定最佳酯化温度.

当酯化温度为 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90℃时, 黑木耳多糖硫酸酯取代度分别为 1.24, 1.30, 1.33, 1.45, 1.53, 1.05, 0.78. 取代度随温度的升高, 取代度随之增加, 到 70℃时达最大值 1.53, 在 80, 90℃时出现碳化现象. 所以酯化反应的最佳温度为 70℃.

### 2.4　酯化时间对黑木耳多糖硫酸酯取代度的影响

取 AAP溶于甲酰胺中配成 2%溶液, 搅拌下加入酯化试剂($V_{氯磺酸}:V_{吡啶}=4:1$). 使二者的体积比为 1∶1, 70℃, 分别反应 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 h后, NaOH中和, 透析, 冷冻干燥, 计算 $D_s$值, 以次确定最佳酯化时间.

酯化反应时间为 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 h时, 黑木耳多糖硫酸酯取代度分别为 0.81, 0.96, 1.14, 1.22, 0.86, 0.70, 0.54. 黑木耳多糖的取代度随时间增加, 取代度在增大, 到 1.5 h时达最大值 1.14, 之后逐渐降低. 在 2.5 h后, 出现碳化现象. 所以 AAP的酯化最佳时间确定为 1.5 h.

### 2.5　正交试验设计

根据表 1分别在不同条件下, 进行黑木耳多糖硫酸酯的制备. 正交试验结果见表 2.

表 2　正交试验结果

| 序号 | A | B | C | D | $D_s$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 0.55 |
| 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0.66 |
| 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 0.65 |
| 4 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0.58 |
| 5 | 2 | 2 | 3 | 3 | 0.62 |
| 6 | 3 | 2 | 1 | 2 | 0.93 |
| 7 | 1 | 3 | 1 | 3 | 0.57 |
| 8 | 2 | 3 | 2 | 2 | 0.41 |
| 9 | 3 | 3 | 3 | 1 | 0.58 |
| $T_1$ | 1.70 | 1.86 | 2.16 | 1.82 | |
| $T_2$ | 1.69 | 2.13 | 1.64 | 2.06 | |
| $T_3$ | 2.16 | 1.56 | 1.75 | 1.64 | |
| $Y_1$ | 0.57 | 0.62 | 0.72 | 0.61 | |
| $Y_2$ | 0.56 | 0.71 | 0.55 | 0.69 | |
| $Y_3$ | 1.72 | 0.52 | 0.58 | 0.61 | |
| R | 0.16 | 0.19 | 0.17 | 0.08 | |

从表 2可以看出, 6号试验($A_3B_2C_1D_3$)结果最好, 取代度为 0.93. 极差分析显示, 影响 AAP硫酸酯化因素的主次顺序: B>C>A>D. 影响结果最显著的因素是多糖溶液与酯化试剂的体积比. 最佳的硫酸酯化工艺为氯磺酸与吡啶体积比 5∶1, 多糖溶液与酯化试剂的体积比 2∶1, 酯化温度为 50℃, 酯化反应时间为 1.5 h.

一般来说, 高温、高氯磺酸比例、反应时间长, 产物的取代度高, 但是高温, 时间长容易造成多糖的降解及结构的破坏. 试验中有炭化现象. 氯磺酸比例过高, 虽然得到较高取代度的产物, 但是得率低. 原因可能是反应酸度过高引起多糖的降解.

### 2.6　黑木耳多糖硫酸酯的红外光谱分析

黑木耳多糖及其硫酸酯的 FT-IR见图 1和图 2所示. 比较图 1和图 2的 FT-IR光谱, 黑木耳多糖硫酸酯在 1630, 1400, 1000 cm$^{-1}$左右均有多糖的骨体特征吸收. 在 1254.77 cm$^{-1}$时出现了明显的 S=O不对称振动吸收, 817.54 cm$^{-1}$时为 C-O-S的拉伸振动, 1038.23 cm$^{-1}$处的 C-O-H和 C-O伸缩振动明显减弱, 证实了硫酸基与 AAP形成硫酸酯化合物.

## 3　讨论

通过正交试验, 确定了黑木耳多糖的最佳硫酸酯化工艺: 氯磺酸与吡啶体积比 5∶1, 多糖溶液与酯化试剂的体积 2∶1, 酯化温度为 50℃, 反应时间为 1.5 h.

FT-IR光谱显示硫酸基与黑木耳多糖形成硫酸酯化合物.

多糖的硫酸酯化有用 Wolfrom法和 Nakanno法. 前者适用于吡喃型多糖的硫酸酯化, 后者适用于呋喃型多糖的硫酸酯化. AAP在 806.89 cm$^{-1}$处的吸收峰表明为吡喃型多糖, 故采用 Wolfrom法进行硫酸酯化.

多糖硫酸酯的抗病毒活性与分子量、硫酸基取代度、糖苷

键结构，给药途径等有关[1]，其中原代度是主要的影响因素，因为硫酸基的引入可以改变多糖的立体构象，而构象的改变往往是生物活性变化的决定因素。

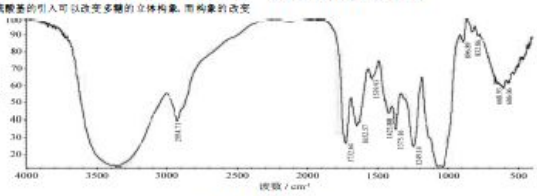



图1 黑木耳多糖的FT-IR光谱

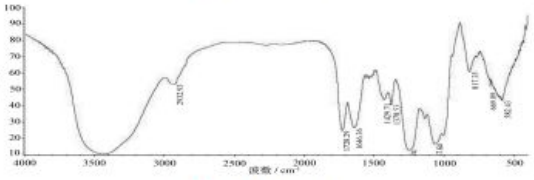



图2 黑木耳多糖硫酸酯的FT-IR光谱


参 考 文 献

[1] Wiseman M, Scobie D, Anderton G, et al. Antiviral activity of low MW dextran sulfate (derived from dextran MW 1000). Antivir Chem Chemother, 1998, 9(1): 35-46.

[2] Koenigsdorf M, Wernicke W, Pohl S, et al. Inhibition of human immunodeficiency virus type 1 by dextran sulfate. Virology, 1988, 165: 445-446.

[3] Mecham M O, Moore J P, Bloomer D E. Investigation into the mechanism by which sulfated polysaccharides inhibit HIV infection in vitro. AIDS Res Hum Retrovirol, 1992, 8(1): 19-24.

[4] Wang S C, Tang J N. Polysaccharide and protein isolated from cultivated Auricularia auricula-judae. Acta Bot Boreal-Occidentalia Sin, 1999, 19(5): 594-597.

[5] Tao G Y, Li S T. Studies of extracellular polysaccharide sulfate and its antiviral activity. Acta Pharm Sin, 1995, 30(2): 107-111.

[6] Zhang L F, Hou L P, Wang Y Q, et al. Purification and characterization of sulfated polysaccharide RSAS. Acta Pharmaceutica Sinica, 1999, 15(4): 205-209.

[7] 苏晓生，于金娥. 黑木耳多糖抗凝血作用的实验研究[J]. 华中农业大学学报，1994，13(2)：160.

[8] 李晓，陈春雷，杨沐生. 黑木耳粗多糖复合物抗肿瘤作用的初步研究[J]. 中西医结合杂志，1988，8(1)：41.

[9] 陈春雨，陈成华，王淑红. 黑木耳多糖和银耳多糖的抗衰老作用[J]. 中国药科大学报，1989，20(5)：303-306.

[10] 申建和，陈成华. 木耳多糖、银耳多糖和银耳孢子多糖的降血脂作用[J]. 中国药科大学学报，1989，20(6)：34-41.

[11] Stevens J, Hunt R E. Antiviral activity of sulfated polysaccharides. Antiviral Res Rev, 1992, 125: 303-306.

[12] Gonzalez A, Sierra A, Niebla S, et al. Structural features of sulfated glucomannan. Carbohydr Polymer, 1992, 34: 113-116.

[13] Stone A L, Melton D J, Lewis M S. Structure-function relations of heparin-mimetic sulfated vinyl polymers as inhibitors of human immunodeficiency virus-1 infection in vitro. J Biomed Polym Mater, 1998, 15(7): 697-712.


收稿日期：2006-01-09
作者简介：李公斌（1969-），男，博士，研究方向：生物活性天然产物与功能食品。



# 黑木耳多糖与Fe(Ⅱ)螯合物的制备工艺及红外光谱研究

李公斌，王振宇
（东北林业大学，黑龙江 哈尔滨 150040）

摘 要：黑木耳多糖（AAP）具有重要的生理功能，铁是人体必需的化学元素之一，将二者螯合，既可强化黑木耳多糖的生理活性功能，又可将其作为一种补铁剂。本论文对黑木耳多糖与Fe(Ⅱ)的螯合工艺进行了研究，探讨了黑木耳多糖与Fe(Ⅱ)的比值、体系的pH、Fe(Ⅱ)的初始浓度、螯合时间等因素对黑木耳多糖螯合性能的影响，通过正交实验，以黑木耳多糖与Fe(Ⅱ)的螯合率为考察指标，优选出最佳螯合工艺为Fe(Ⅱ)的初始浓度为5mg/mL，pH为3.0，黑木耳多糖与Fe(Ⅱ)的比值为5:1，螯合2h。红外光谱研究表明，AAP与Fe(Ⅱ)发生了螯合作用。

关键词：黑木耳多糖；螯合；Fe(Ⅱ)；制备工艺；FT-IR

Abstract: Auricularia polysaccharide (AAP) has an important physiological active function. Iron is one of the necessary elements for man. The chelate of AAP and iron may enhance the function of AAP on one side, and be used as an agent for supplement of iron on other side. In this paper, The effects of four factors: ratio of AAP and Fe (Ⅱ), initial concentration of Fe (Ⅱ), pH and chelate time on the preparation of AAP-Fe were determined by orthogonal test. The preparation technics for AAP-Fe optimized with chelate ratio as the index of investigation including the initial concentration of initial Fe(Ⅱ) was 5mg/mL, pH of Fe(Ⅱ) solution was 3.0. The proportion of AAP to zinc was 5:1, the chelate time was 2h. The AAP-Fe complex formation is also proved by FT-IR.

Key words: Auricularia polysaccharide; Fe(Ⅱ); preparation technology; IR spectrum

中图分类号：TS201.2 文献标识码：A
文章编号：1002-0306(2006)05-0136-03

黑木耳多糖（Auricularia Polysaccharides，AAP）具有抗肿瘤、抗凝血、抗衰老、降血脂、提高免疫功能等多种功能[2-4]。铁为哺乳动物所必需的微量元素，缺铁可损害免疫功能，缺铁动物的中性白细胞杀菌活性降低，微生物感染的发病率和死亡率增加[5]，铁是以亚铁离子形式在十二指肠及空肠近端吸收，口服亚铁盐（$FeSO_4$）是治疗缺铁性贫血的药物之一，但它难以被吸收。因此，选择铁螯合物的配位剂仍是仿生化学的重要课题[6]。铁与氨基乙酸[7]、蛋氨酸[8]等的螯合已有报道，与黑木耳多糖的螯合还未见报道。本文选用黑木耳多糖作为螯合剂，系统研究其与Fe（Ⅱ）的螯合条件，并对螯合物进行了傅立叶红外光谱研究，为其在食品、医药、保健品及功能材料方面的应用奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

黑木耳多糖（AAP） 本实验室制备，硫酸亚铁（$FeSO_4 \cdot 7H_2O$） 分析纯，天津市耀华化学试剂有限责任公司。

原子吸收分光光度计 TAS-986型，北京普析通用仪器有限公司；雷磁精密pH计 PHS-3C型，上海精密仪器有限公司； 振荡培养箱 HZQ-X100型，中国哈尔滨市东明医疗仪器厂；FT-IR 红外光谱仪 Avatar 360型，美国NICOLET公司。

### 1.2 实验方法

1.2.1 Fe(Ⅱ)吸附容量测定（静态法） 根据AAP与Fe(Ⅱ)螯合的主要因素，即AAP与Fe(Ⅱ)的比值、螯合时间、pH、铁离子的初始浓度等，通过正交实验，确定最佳螯合工艺。

准确称取一定量的AAP，加入待螯合的Fe(Ⅱ)溶液，置于振荡培养箱中，30℃，振荡速度150r/min，静沉，吸取液体稀释，原子吸收光谱法测定Fe(Ⅱ)的浓度。实验中Fe(Ⅱ)溶液的pH用稀硫酸或稀氨水调节。

1.2.2 螯合率的计算

螯合率用下式计算 $A(\%)=\frac{C_0-C}{C_0}\times100\%$

式中，$C_0$是吸附前溶液中Fe（Ⅱ）的浓度（mg/mL）。





$C$是吸附后溶液中Fe(Ⅱ)的浓度（mg/mL）。

1.2.3 正交实验设计 采用$L_9(3^4)$正交实验优选螯合工艺，因素水平详见表1。

表1 因素水平表

| 水平 | 因素 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | A时间（h） | B比值 | C初始浓度（mg/mL） | D pH |
| 1 | 2 | 4 | 4 | 2 |
| 2 | 4 | 5 | 5 | 3 |
| 3 | 6 | 6 | 6 | 4 |

1.2.4 傅立叶红外光谱分析 KBr压片，4000-400cm⁻¹区间扫描红外吸收。

## 2 实验结果

### 2.1 螯合时间对AAP与Fe(Ⅱ)螯合的影响

取$FeSO_4 \cdot 7H_2O$溶于蒸馏水中，配成Fe(Ⅱ)浓度为4mg/mL的溶液，按AAP与Fe(Ⅱ)的比值为4:1加入多糖，自然pH、30℃、150r/min，分别在1、2、4、6、8h取溶液，静沉后，取上清液进行Fe(Ⅱ)的浓度测定，计算螯合率，以此确定最佳螯合时间。

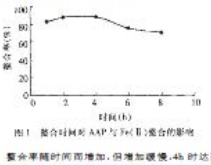



图1 螯合时间对AAP与Fe(Ⅱ)螯合的影响

螯合率随时间而增加，但增加缓慢，4h时达到最大值，为89.08%，所以最佳螯合时间确定为4h。

### 2.2 比值对AAP与Fe(Ⅱ)螯合的影响

取$FeSO_4 \cdot 7H_2O$溶于蒸馏水中，配成$Fe^{2+}$浓度为4mg/mL的溶液，按AAP与Fe(Ⅱ)的比值为1:1、2:1、3:1、4:1、5:1、6:1加入多糖，自然pH、30℃、150r/min，螯合时间4h，静沉后，取上清液进行Fe(Ⅱ)的浓度测定，计算螯合率，以此确定最佳螯合比值。

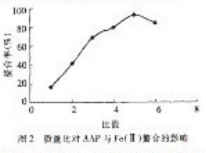



图2 螯合比对AAP与Fe(Ⅱ)螯合的影响

螯合率随AAP与Fe(Ⅱ)的比值的增加而增加，到5:1时达到最大值，为92.89%，所以黑木耳多糖与Fe(Ⅱ)的最佳质量比确定为5:1。

### 2.3 Fe(Ⅱ)初始浓度对AAP与Fe(Ⅱ)螯合的影响

取$FeSO_4 \cdot 7H_2O$溶于蒸馏水中，配成Fe(Ⅱ)的初始浓度为1、2、3、4、5、6mg/mL的溶液，按黑木耳多糖与铁离子的比值为5:1加入多糖，自然pH、30℃、150r/min，螯合4h，静沉后，取上清进行Fe(Ⅱ)的浓度测定，计算螯合率，以此确定最佳螯合比例。

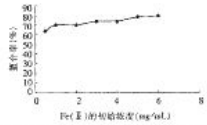



图3 Fe(Ⅱ)的初始浓度对AAP与Fe(Ⅱ)螯合的影响

螯合率随Fe（Ⅱ）初始浓度的增加而增加，在5mg/mL时增加缓慢，选取5mg/mL的Fe(Ⅱ)初始浓度进行进一步实验。

### 2.4 pH对AAP与Fe(Ⅱ)螯合的影响

取$FeSO_4 \cdot 7H_2O$溶于蒸馏水中，配成Fe(Ⅱ)的初始浓度为5mg/mL的溶液，调pH为1、2、3、4、5，按黑木耳多糖与铁离子的比值为5:1加入多糖，30℃、150r/min，螯合4h，静沉，取上清进行Fe(Ⅱ)的浓度测定，计算螯合率，以此确定最佳螯合比例。

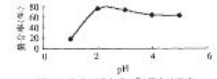



图4 pH对AAP与Fe(Ⅱ)螯合的影响

在pH为1.0时，AAP对Fe（Ⅱ）的螯合率很低，pH到2.0时，螯合率陡然增大，并达到最大值74.54%，再增加pH，螯合率减少，到5.0时产生$Fe(OH)_3$沉淀，无法增加pH。

### 2.5 正交实验结果

正交实验结果详见表2。

以极差R的大小确定最佳工艺，影响AAP与Fe(Ⅱ)螯合的因素的主次顺序，A>C>B>D。通过直接比较，可以看出第2处理螯合率最高，最佳的螯合工艺为Fe(Ⅱ)的初始浓度为5mg/mL，pH为3.0，AAP与Fe(Ⅱ)的比值为5:1，螯合2h，即$A_2B_3C_2D_2$。

### 2.6 产物的红外光谱分析研究

AAP和AAP-Fe的FT-IR见图5 a、b。

在3384.03cm⁻¹、1038.73cm⁻¹处，AAP的-OH的伸缩振动峰在形成AAP-Fe后向高波数移动，并且受到1733.33cm⁻¹处是-COOH的C=O伸缩振动峰。



?1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表2 正交实验结果

| 实验号 | A | B | C | D | 螯合率（%） |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 70.06 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 91.94 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 84.58 |
| 4 | 2 | 1 | 2 | 3 | 74.03 |
| 5 | 2 | 2 | 3 | 1 | 78.21 |
| 6 | 2 | 3 | 1 | 2 | 76.11 |
| 7 | 3 | 1 | 3 | 2 | 74.57 |
| 8 | 3 | 2 | 1 | 3 | 71.95 |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 1 | 77.55 |
| $K_1$ | 255.58 | 227.66 | 227.12 | 234.82 | |
| $K_2$ | 228.35 | 242.10 | 243.52 | 242.62 | |
| $K_3$ | 234.07 | 258.24 | 237.36 | 230.56 | |
| $k_1$ | 85.19 | 75.89 | 75.71 | 78.27 | |
| $k_2$ | 76.12 | 80.70 | 81.17 | 80.87 | |
| $k_3$ | 74.69 | 79.41 | 79.12 | 76.85 | |
| R | 10.50 | 4.81 | 5.46 | 4.02 | |

AAP 在形成 AAP–Fe 后明显变翻，红外的这种位移和变翻说明铁离子与 AAP 中的–OH 发生了螯合作用。

## 3 结论与讨论

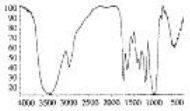
### 3.1 结论

本研究利用 AAP 对 Fe(Ⅲ)进行螯合，结果表明，AAP 对 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 中 Fe(Ⅲ)的螯合最佳工艺为：Fe(Ⅲ)的初始浓度为 5mg/mL；pH 为 3.0；黑木耳多糖与 Fe(Ⅲ)的比值为 5∶1；螯合 2h。

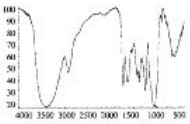
红外光谱研究显示，AAP 与 Fe(Ⅲ)发生了螯合作用。

### 3.2 讨论

$FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 的水溶液不溶于乙醇，在醇沉时，要调节好乙醇浓度，使铁盐溶解而 AAP 沉淀；AAP–Fe 的物化性质及其能否作为食品铁强化剂还有待于进一步研究。




a. AAP 的 FTIR 光谱图




b. AAP–Fe 的 FTIR 光谱图

图5 AAP 与 AAP–Fe 的 FTIR 光谱图

参考文献：

[1] 齐晓宇,于炎湖.黑木耳多糖抗肿瘤作用的实验研究[J]. 华中农业大学学报, 1994,13(2):160-1.

[2] 李晓,陈春美,等. 黑木耳抗血小板聚集作用的初步研究[J]. 中西医结合杂志, 1988,8 (1):41-1.

[3] 周繁萍,等.黑木耳多糖和银耳多糖的抗衰老作用[J].中国药科大学学报,1989,20(5):303-306.

[4] 申建和, 陈波华.木耳多糖、银耳多糖和银耳孢子多糖的降血脂作用[J]. 中国药科大学学报, 1989, 20(6):34-41.

[5] 郑建仙编著.功能性食品(第三卷)[M].北京:中国轻工业出版社,1999.103.

[6] 计亮年,黄庭煌.生物无机化学导论[M].广州:中山大学出版社,1992.9-14.

[7] 赵惠敏,周俊英,等.氨基乙酸螯合铁的研究[J]. 河北师范大学学报(自然科学版),2000,24(2):232-233.

[8] 黄泽元,王瑞辰,等. 食品营养强化剂蛋氨酸亚铁螯合物合成工艺研究[J]. 中国粮油学报,1999,14(4):25-27.

?1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net