

大麻高温蒸煮工艺及抗菌性探讨

摘 要

本文研究了将大麻落麻转化成为粘胶用浆粕的工艺，以及转化过程对大麻原有性能的影响。文中所用的加工方法是对大麻落麻进行高温蒸煮，对蒸煮工艺做了细致的研究。同时，对在不同高温蒸煮条件下的大麻落麻中的化学成分和形态变化做了分析。

研究中分析大麻纤维天然抑菌的原因以及高温蒸煮加工对抑菌性的影响，证明了大麻纤维上存在的有效抑菌成分，并初步分析和验证了四氢大麻酚等成分为有效抑菌成分组成及其在大麻纤维上的分布，为进一步开发同时具备良好纺织性能和抑菌性能的大麻纤维纺织产品、提高大麻落麻的利用率做了有益的探索。

关键词：大麻，粘胶浆粕，四氢大麻酚，抑菌性

THE DISCUSSION OF THE BOILING OF THE HEMP AND THE ANTIBACTERIAL ABILITY

ABSTRACT

This thesis mainly studies the technique about to change hemp fiber into viscose and how the process affects the performance of the hemp. We treat the hemp with chemical in high temperature and try to achieve a good method of treatment. The configuration and the component on the hemp have been analyzed during the process.

We can prove that the antibacterial ability of hemp is derived from THC and identify it from the fiber. Fundamentally, We also study the distribution of THC in hemp fiber. This study will help to improve the spinning ability of hemp fiber and to retain the antibacterial ability at the same time.

Keywords: hemp; viscose pulping; THC; antibacterial ability

□	3.6 大麻的抗菌性
□	□3.6.1 大麻中有效的抗菌成分
□	□3.6.2 高温蒸煮加工对抗菌性的影响
□	4. 结论
□	参考文献
□	致谢
□	学术论文清单

独创性声明

本人声明所呈交的学位论文是本人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。据我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得北京服装学院或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示谢意。

学位论文作者签名： 签字日期：2005年1月2日

学位论文授权使用授权书

本学位论文作者完全了解 **北京服装学院** 有关保留、使用学位论文的规定，有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和磁盘，允许论文被查阅和借阅。本人授权 **北京服装学院** 可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文。

（保密的学位论文在解密后适用本授权书）

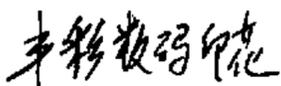
学位论文作者签名：

导师签名：

签字日期：2005年1月2日

签字日期：2005年 之月 3日

学位论文作者毕业后去向：

工作单位：

通讯地址：

电话：84810567

邮编：

0. 前言

大麻是具悠久栽培历史的有多种用途的经济作物，是地球上大部分温带和热带地区都能生长的一种强韧、耐寒的一年生草本植物^[1]。现在所种植的大麻有两种基本类型：纤维用和药用。纤维用大麻通常种植在气候温和的地方，用于纺织品、绳索和造纸。它们很少或没有毒品性。药用大麻通常生长在更温暖、更干燥的地方，其纤维用处很小。药用大麻，即通常所说的可制造毒品的大麻，只是某些地区的少量高四氢大麻酚含量的品种，因其中含有致幻成瘾的毒性成份四氢大麻酚、成为毒品之一，而被禁种。大多数大麻，因为四氢大麻酚的含量很低而不能作为毒品吸食。纤维上的少量四氢大麻酚却使得纤维具有抑菌的功效。

大麻原产亚洲和近东。大麻是中国最早应用的纺织材料之一，我国传统上作为经济作物而种植。大麻生产在古代社会占有重要地位，用途十分广泛。

但是，作为纺织原料，大麻的可纺性能较差。棉花传入中原地区后，大麻逐渐退出了衣着用料范围，成为绳索、麻袋、防水布和造纸材料。随着现代化纤工业的发展，大麻绳索也逐渐退出了历史舞台。

在全世界都在崇尚绿色、环保概念的今天，有着悠久历史的大麻再一次进入人类的视野，作为一种健康、环保的“绿色纤维”日益走俏国际市场^[2]。大麻纤维制成的纺织面料具有许多其它织物不具备的优良品质，包括天然抑菌、清凉爽身、柔软舒适、屏蔽紫外线辐射、耐热等等。

为改善大麻纤维的可纺性，特别是提高大麻落麻短纤维的利用率，一条可行的思路是对大麻落麻进行高温蒸煮，将其转化为纤维素浆粕，然后再将浆粕纺成丝。但是这样也会存在大麻优良的抗菌性能缺失的可能。根据上述加工思路，研究高温蒸煮过程对大麻抑菌性能的影响对实现上述意图有重要的意义。

1. 文献综述

1.1 大麻简介

大麻原产亚洲和近东。早在史前，中国、波斯及近东地区就会利用大麻纤维。据史书记载，4000多年前，中国大麻的种植已遍及全国。粗大麻衣称为布衣，长期为底层百姓和军队所用，以致“布衣”成了庶民的代名词。精细的大麻衣则是贵族享用的服装面料，诗经中有“麻衣如雪”的生动记载。密度高达三十“升”(约合每十厘米四百八十根)的大麻布，薄如蝉翼，珍贵异常，规定用来做天子和王侯的麻冕。大麻衣冬可御寒，夏可避暑。春秋战国时大麻已逐渐成为人们的主要衣料。到东汉魏晋之后，大麻在北方盛及一时。

日本最早用作纺织原料的纤维就是大麻。意大利等国，为了取得大麻纤维，在公元前就栽培大麻，并由此传遍欧洲。美国在殖民时代早期开始栽培大麻。智利栽培大麻已有400年。阿根廷栽培大麻历史也较长，但数量不多。^[3]

19世纪，大麻已成为世界最主要的纺织纤维之一，也是主要的绳索用纤维，全球需求量激增。此后，由于黄麻、棉花、西沙尔麻等的竞争，价格比大麻低，使性能优越的大麻的生产和使用受到很大影响。

当前，由于大麻织品的独特风格和优异性能，并在回归大自然思潮驱使下，世界上掀起了大麻纤维服饰热，又一次推动了大麻生产。加工精良的大麻纤维可纺成35~40英支的纱，其织物柔软、光洁，外观似亚麻制品，80年代中国大麻产量已占世界大麻产量的1/3左右，居世界第一位。^[4]

亚洲以及欧洲部分地区，主要用人力种植大麻，意大利已部分机械化，美国已高度机械化。大麻靠下端的叶片一旦转黄，就可以收获麻茎。雄株双雌株提前1~2周收获，有些国家和地区采用手拔或刀割。如需要用大麻子榨油，可推迟雌株收获期，以使麻子成熟，但会使纤维变粗。在使用机械收获的地区，很难做到像人力收获那样把雌雄株分别收获，只能用折衷办法，致使有些纤维过粗、有些则过细。美国以雄株全部花朵掉完花粉时作为机械收获期。

大麻的沤制因地区而异。我国各地麻区盛行冷水浸渍法，少数采取堆积发酵法或青茎晒制。苏联、美国、法国盛行露浸法，意大利盛行冷水浸渍法，日本盛行热水浸渍法。^[5]

大麻纤维在国际上无统一标准。有些国家以买方认可的货主样品作为品质依据。美国各产麻州有其各自的州标准，基本品质项目为：长度、颜色、手感、洁净度和强度以及产地。中国个别省有地方标准。

加工良好的大麻纤维应有光泽。商品麻的颜色则有淡灰、黄、绿甚至深棕，其颜色和光泽与品种以及沤制方法有关。麻条和长度范围约为 1~2 米。

1.2 大麻纤维的优良性能

1.2.1 大麻的纤维的抗静电、耐热、防腐、防紫外等性能

大麻纤维由于化学成分、物理结构的特殊性，具备了一系列的其他纤维所无法比拟的优良性能，包括抗静电、耐热、防腐、抗紫外线、天然抑菌等等。

通常情况下，由于大麻纤维的吸湿性能良好，暴露在空气的大麻纺织品，一般含水率在 10~12% 左右，当空气的相对湿度达 95%，大麻织物的含水率可达 30%，手感并不觉得潮湿，故大麻纺织品能避免静电聚积，很少会因磨擦引起静电和起球以及吸附灰尘。表示纤维导电能力的指标是比电阻。比电阻有表面比电阻、体积比电阻和质量比电阻之分：(1) 表面比电阻 ρ_s ：指电流通过宽度为 1cm、长度为 1cm 的材料表面时的电阻 (Ω)；(2) 体积比电阻 ρ_v ：指电流通过截面积为 1cm^2 、长度为 1cm 的材料内部时的电阻 (Ω)；(3) 质量比电阻 ρ_m ：指电流通过长度为 1cm、重 1g 的纤维束时的电阻 (Ω)。影响纺织纤维比电阻的因素包括：(1) 纤维内部结构；(2) 吸湿性；(3) 温度；(4) 纤维上的附着物；(5) 其他因素。从表格 1^[6]可以看出，麻纤维的比电阻比棉纤维高，在不同品种的麻纤维中，苧麻纤维的比电阻最高，亚麻纤维的比电阻最低，大麻纤维与黄麻纤维接近，高于亚麻，低于苧麻。

表格 1 不同品种麻纤维及棉纤维的纤维比电阻测试结果

	体积比电阻	质量比电阻
亚麻	1.67×10^8	2.59×10^8
大麻	3.31×10^8	5.31×10^8
苧麻	4.25×10^8	6.58×10^8
黄麻	3.26×10^8	5.05×10^8
棉	2.46×10^8	3.82×10^8

大麻纤维的横截面为不规则的多边形、腰圆形或多角形等，中腔呈线形或椭圆形，从大麻纤维的分子结构分析，其分子结构中有螺旋线纹，多棱状，较松散。因此，大麻纤维的耐热性能较好，能耐 370℃ 的高温，耐日晒牢度好，耐海水腐蚀性能好，坚牢耐用，因此大麻纺织品特别适宜做防晒服装及各种特殊需要的工作服，也可做太阳伞、露营帐篷、渔网、绳索、汽车座垫、内衬材料等。同时，大麻纤维及制品对音波、光波有良好的消散作用，经中科院热物理所检测：普通衣物能阻隔 30%~90% 的紫外线，而一般大麻织物，无需特别整理即可屏蔽 95% 以上的紫外线，大麻帆布等甚至能 100% 阻挡紫外线的辐射^[7]，这对防止紫外线辐射，减少紫外线对人类的危害无疑具有很好的保护作用。

1.2.2 大麻纤维的抗霉抑菌性能

大麻植物生长期不生虫害，储存期不生霉菌。大麻抗菌特性早已为人所用，中国古代寺庙用大麻纤维包梁裹柱；用大麻布包肉可使储存期增加一倍；大麻纤维是造纸币和卷烟纸的首选原料；战争年代，革命地区军民用大麻线纳制鞋底，缝制军鞋，战士穿在脚上，可避免脚臭，不长脚气、脚癣。这些都是人们利用大麻抗菌性的例子。由于化学和物理两个方面的原因，细菌，包括喜氧菌和厌氧菌在大麻纤维上都不能很好的繁殖和生长。一方面，大麻纤维上的一些天然化学成分抑制了细菌的生长，另一方面，特别是对厌氧菌而言，在正常情况下大麻纤维中充满了空气，不利于细菌繁殖。

山东纺织研究院陆宗鲁委托农业部动物检疫所，按中国纺织行业标准 FZ/T01021-90 织物抗菌性能测试方法测定了大麻及其混纺面料的抗菌性。大麻及其混纺面料经过烧碱煮炼、双氧水漂白后，与经过同样加工的纯棉汗布比较，显示出很高的天然抑菌力。纯大麻面料抑菌率达 99.94%，与棉混纺后，抑菌率有所下降，并随着棉比例的增加，抑菌率逐渐降低。^[8]

1.3 大麻中的化学成分

1.3.1 大麻中影响纺织性能的化学成分

大麻韧皮中对纺织性能有直接影响的主要化学成分包括：纤维素，其次为半纤维素、果胶物质、木质素、脂蜡质、含氮物质及微量元素等。各地大麻韧皮的纤维素含量见表 2。^[9]

表格 2 大麻韧皮的化学成分与苧麻原麻的对比

	纤维素 (%)	半纤维素 (%)	果胶 (%)	木质素 (%)	脂蜡质 (%)	水溶物 (%)
河北大麻	57.66	16.07	7.04	6.55	3.06	8.99
山东大麻	56.69	18.41	5.18	7.69	1.41	10.63
宁夏大麻	57.29	16.64	7.43	7.56	1.58	9.51
苧麻	73.59	13.29	4.04	1.19	0.54	7.35

1 纤维素

原麻的纤维素含量较其他麻类纤维的低，纤维的制成率低。由表 1—1 可见，大麻韧皮的纤维素含量低于苧麻，胶质含量高于苧麻，尤其是木质素含量较高（约为苧麻的 7 倍）。因此大麻韧皮的脱胶难度较大，如果脱胶过程中木质素去除不彻底，将会给大麻纤维的纺织染后加工带来较大困难。

2 半纤维素

半纤维素分子量低，化学性质不稳定，通过酸的水解作用后可溶解一部分，经碱溶液煮练发生降解，变成单糖而溶解，且易被氧化剂氧化。

3 木质素

木质素是无定型芳香族并具有三度空间的高分子化合物。麻纤维中木质素的含量直接影响着纤维的品质。木质素含量少的纤维光泽好、柔软并富有弹性，可纺性能及染色着色性能好。反之，则纤维的光泽、弹性、可纺性及着色性差。王德骥等经反复试验、分析后发现，大麻精干麻中的木质素含量低于 0.8% 时，纤维呈白色，且较松散、丰满，能满足纺织印染后加工的要求；当木质素含量在 1.5% 以上时纤维呈黄色，给后工序的纺织特别是印染加工带来较大困难。当大麻精干麻的木质素含量低于 0.8% 时，纤维洁白松散，能够满足纺织染后加工的要求。^[10]

4 脂蜡质

脂蜡质能赋予纤维外表面以光泽，使纤维柔软、松散，可提高其可纺性。

5 果胶质与水溶物

果胶质分为可溶性果胶和不溶性果胶，前者主要是果胶酸的甲酯，后者主要是果胶酸的钙镁盐，并呈现大分子网状结构。果胶质和水溶物在脱胶过程中易被降解而溶解，去除效果明显。

大麻纤维，最初是由葡萄糖基被氧桥连接碳链状分子平行排列，聚合成分子团系统和纤维骨架——纤维系统。在分子团系统和纤维系统的空隙中，充填着胶质。随着大麻的生长，它们分层淀积，组成纤维的胞壁；在显微镜下，可以看到含有棕色树脂的胶质存在。由此可知，大麻纤维束含胶具有 3 个层次：纤维与纤维之间的胶质系统、纤丝系统之间的胶质系和链状分子团系统之间的胶质系统。对于直接用于纺织品的大麻纤维而言，大麻单纤维长过短，一般为 12~25mm，且纤维的长度整齐度差，若将细胞层物质全部脱去（即全脱胶）就会造成短绒，失去可纺性，因此必须采用适度脱胶（半脱胶）工艺，利用残胶将单纤维粘连成纤维束进行纺纱。^[11]用于生产粘胶浆粕则不必考虑半脱胶的工艺，完全脱除果胶对后续的加工比较有利。

1.3.2 大麻中与抗菌性有关的化学成分及其分布

很多在自然界被发现的具有强烈生理作用的植物的化学成分在低剂量时是生物碱。就是说，它们是有特定基团的（与酸相反的）含氮化合物。但是，发现大麻中的有抗菌性的有效成分不是生物碱，而是以大麻二酚（CBD）、四氢大麻酚（THC）、大麻酚为主的成分。它们都是大麻在生长过程中自然生成的。

因为这些成分是大麻在生长过程中生成的，所以影响大麻生长的各项条件都会影响这些成分的含量，包括：遗传性状、年龄、性别和生长条件等，并且这些成分的含量也不呈比例关系。四氢大麻酚（THC）和大麻二酚（CBD）是研究得比较多的成分。按照大麻上的 THC 和 CBD 含量的不同可以对大麻进行分类。目前的结果显示生长于温和气候下的大麻 CBD 含量高，THC 含量低，而生长在暖和气候下的大麻 CBD 含量低，THC 含量高。

大麻化学成分在叶子上的含量是从顶端到底部逐级递减。细一些的茎干含量更少，很少有超过 0.1% 的 THC 或 CBD。一般而言，成熟大麻中的 THC 或 CBD 含量比未成熟的大麻高一些。 [12][13]

这些成分是在大麻成长过程中生成的还有另一层含义，即无论是何种大麻，其植株上都会或多或少地含有四氢大麻酚等化学成分，正是这些成分赋予了大麻纤维天然抑菌的性能。

1.3.2 其他化学成分

只有很少的研究涉及了除四氢大麻酚以外的化学成分。它们包括精油和饱和碳水化合物。精油是一种有香味、油状的成分，具有特征性气味，可以被蒸馏出来。那些合成大麻化学成分的茸毛腺体中的 10% 合成了萜烯烃类，它们是精油的主要成分。高浓度的这些化合物在茸毛中的出现依然是证明大麻自身产生大麻化学成分的证据之一。大麻中除了含有的短碳链的饱和碳水化合物如：丙烷（三个碳原子）和丁烷（四个碳原子）等外，大麻还是一种很容易检测到有 25~30 个碳原子的饱和碳水化合物的植物。对这些化合物有限的研究发现它们不明显随生长条件和大麻化学成分变化而变化。

1.4 纺织品抗菌性的意义

在人们的生活环境中，特别是在公共场所，微生物的污染很常见，其污染的对象主要是空气和公共卫生用品。

空气虽然不是微生物生存和繁殖的适宜场所，但却是许多微生物存在的场所，其中有不少是病原微生物。空气中的许多微生物在湿度大、灰尘多、通风不良、日光不足的情况下，可生存较长的时间，如空气中流感病毒可存活 4.5 小时，金黄色葡萄球菌存活 72 小时，溶血性链球菌存活 10 天。不同公共场所空气中微生物污染的程度不同，有学者对不同场所空气中细菌总数的检测结果表明，城市较农村污染严重，人群活动频繁、密集的交通干道、商场广场、影院广场等地污染严重。在通风不良、空气污浊、细菌数量多的室内公共场所，极易传播呼吸道疾病，特别是呼吸系统传染病。

公共用品是指在公共场所中一类专门供给客人反复使用和从业人员专门用于直接为顾客服务的各种用品、用具、设备和设施的总称。公共用品既是致病微生物的载体，也是某些传染病的传播途径。

不同公共场所公共用品受微生物污染的种类不同，常见的致病性微生物有：粪大肠菌群、葡萄球菌(主要为金黄色葡萄球菌)、溶血性链球菌、铜绿假单胞菌、霉菌(青霉属和曲霉属)、乙肝病毒、寄生虫卵等。各种类型公共场所的不同公共用品均有不同程度的微生物污染，主要问题是细菌总数、大肠菌群超标，真菌污染以及与人体密切接触的公共用品表面污染。公共场所公共用品微生物的污染，特别是致病性微生物的污染程度直接关系到人群的健康水平。

人们日常穿着的服装、所使用的纺织品不可避免地要与空气接触，人们的活动也经常要出入公共场所，因此与人们密切接触的纺织品也会存在污染的可能，尤其是那些共用的纺织品。因此，纺织品具有抗菌或抑菌性对保护人们的身体健康有很重要的意义。

1.4.1 细菌的分布

自然界微生物种类繁多，分布广泛，绝大多数对人类和动植物是有益的。微生物是碳、氮、硫和磷等多种元素在自然界循环的重要参与者；在农业、工业、制药业、污水生物性处理和环境净化等方面微生物也被广泛应用。但也有一部分微生物能引起人或动植物病害，称为病原微生物，医学微生物学主要介绍这部分微生物；除此之外，在外环境中的一些微生物可以污染水、空气、土壤、食品、药品和化妆品等，并能以这些环境、物品为媒介造成传染性和非传染性疾病的发生，或导致食品、工业产品、农副产品和生活用品的霉烂、腐蚀及变质。^[14]

空气虽然不适合多数微生物的生长与繁殖，各种气象因素使空气环境处于不稳定状态，也不利于微生物的生存，但空气可提供给微生物生存的场所。由于大部分空气的化学和物理参数均不适合微生物生存和生长，大气中的细菌、真菌等多以芽孢、孢子形态存在。空气中的微生物常以飞沫、飞沫核的形式传播，导致许多疾病，尤其是呼吸系统疾病在人群中传播与流行。

1.4.2 常见指示菌

指示微生物是在常规卫生监测中，用以指示样品卫生状况及安全性的(非致病)微生物(或细菌)。根据实际应用情况，指示微生物可分为四种类型：①菌落总数、霉菌和酵母菌数，用以评价被检样品的一般卫生质量、污染程度和安全性；②大肠菌群、粪链球菌、产气荚膜梭菌等，用以评价检品受人、畜粪便的污染状况，间接反映肠道病原微生物存在的可能性，对样品的卫生安全性作出评价；③其他指示菌，包括某些特定环境不能检出的菌类(如特定菌、某些致病菌、或其他指示性微生物)；④病毒(包括噬菌体)，间接反映肠道病毒存在的可能性。

金黄色葡萄球菌、大肠杆菌和白色念珠菌是上述常用指示菌的其中几种。作为指示菌它们共有的特性是有很强的抗性，在大多数情况下有很好的代表性，同时它们分属不同的类型。诚然，对于纺织品的抗菌而言，有时比较注重的是防止异味和癣类疾病的发生，而产生异味和癣类的菌种比较复杂和难以提取，并且没有统一的标准菌种。在这种情况下，用金黄色葡萄球菌等的菌种来进行测试则比较容易进行并有相当的代表性。

1) 金黄色葡萄球菌:

典型的金黄色葡萄球菌为球型，直径 $0.8\mu\text{m}$ 左右，显微镜下排列成葡萄串状。金黄色葡萄球菌无芽孢、鞭毛，大多数无荚膜，革兰氏染色阳性。金黄色葡萄球菌营养要求不高，在普通培养基上生长良好，需氧或兼性厌氧，最适生长温度 37°C ，最适生长 pH 7.4。平板上菌落厚、有光泽、圆形凸起，直径 1-2mm。血平板菌落周围形成透明的溶血环。金黄色

葡萄球菌有高度的耐盐性，可在 10-15%NaCl 肉汤中生长。可分解葡萄糖、麦芽糖、乳糖、蔗糖，产酸不产气。甲基红反应阳性，VP 反应弱阳性。许多菌株可分解精氨酸，水解尿素，还原硝酸盐，液化明胶。金黄色葡萄球菌具有较强的抵抗力，对磺胺类药物敏感性低，但对青霉素、红霉素等高度敏感。

2) 大肠杆菌:

大肠埃希氏菌习惯称为大肠杆菌，分类于肠杆菌科，归属于埃希氏菌属。生活在人和动物肠道中。闻名世界的 O157: H7 病菌就是大肠杆菌的其中一个类型。

该菌外形杆状，周身具鞭毛，能运动，往往在初生儿或动物出生数小时后即进入肠道。有普通菌毛与性菌毛，属革兰氏阴性杆菌。除某些菌株能产生肠毒素，使人得肠胃炎外，一般不致病。大肠杆菌能合成对人体有益的维生素 B 和维生素 K，但当人或动物机体的抵抗力下降或大肠杆菌侵入人体其他部位时，可引起腹膜炎、败血症、胆囊炎、膀胱炎及腹泻等。

3) 白色念珠菌是一种由出芽生殖的酵母状真菌。念珠菌一般直径在 3-5 微米，菌体呈球形或长球形，归类为酵母型。一般以发芽或二分裂的形式增殖。念珠菌呈革兰氏染色阳性，PAS 染色阳性。白色念珠菌是人体的正常菌群之一，可以寄生在正常人体皮肤，口腔、胃肠道、肛门和阴道粘膜上而不发生疾病，是一种典型的条件致病菌。该原菌既可侵犯皮肤和粘膜，又能累及内脏。多数的念珠菌病可能是内源性引起的。促使该病发生的因素很多，最主要的因为机体免疫功能下降而感染。外源性感染也不可忽视，即念珠菌病可由接触外界菌体而感染。

1.4.2 消毒

在实际应用中，区别消毒与灭菌的概念是很重要的。消毒是指杀灭或清除病原微生物，使之减少到不能引起再发病即可，其要求的程度可因微生物的种类与防病的需要而异；灭菌则是将所有微生物全部杀灭或清除，其概念是绝对性的。消毒处理不一定都能达到灭菌的要求，而灭菌一定可以达到消毒的目的。^[15]

1.4.3 纺织品的抑菌性

对日常穿着的纺织品而言，通常达不到也不需要达到消毒的要求，具备一定的抑菌性对提高纺织品的穿着舒适性确有很大的作用。纺织品的抑菌性通常是靠施加在织物上的抗菌剂来获得。了解抗一般菌剂的抑菌机理对认识大麻纤维的天然抑菌性有所帮助。

抗菌剂的抗菌机理一般可分为两大类：一类是影响代谢作用和生理活动。在这种机理中，抗菌剂有以下三种作用：1)对酶体系作用，如 8-羟基喹啉酮、重金属离子、甲醛等；2)抑制呼吸作用，如能抑制微生物的氧化磷酸化的 2,4-二硝基苯酚；3)影响有丝分裂，如 8-萘胺和酚类等。另一类是破坏菌体的结构，使内容物漏出。同样有三种作用：1)作用于细胞壁，引起胞壁结构损害，如可吸附带负电荷细菌的季铵盐类；2)作用于原生质膜，如有毒的重金属离子、嘧啶类、咪唑类抗菌剂。3)作用于细胞内容物，如酸类、酚类、酮

类等多种有机类抗菌剂。另外，无机重金属通过与蛋白质的巯基(-SH)结合破坏蛋白酶的立体构象，也可杀死微生物。

一种抗菌剂对微生物的作用不是单一的，可能同时存在几个方面作用，也可能作用于一点而产生多方面的影响。

1.4.4 抑菌性评价

抑菌性评价各有相应的标准，可以参照的有我国的 GB15979、卫生部消毒技术规范、GB/T 2423.16、FZ/T 01021-92；美国的 AATCC100-1999、AATCC30-1993；日本的 JIS L 1902(2002)等。各个标准的基本上都有对测试样进行消毒、接种、培养、洗刷等程序，对测试样和对比样的原始菌落数和培养后的菌落数进行测试，计算样品的抑菌率和杀菌率。各方法间在菌种、培养基、试样制备、培养条件、结果计算方法等细节上有区别。可以根据需要分别对纺织产品和原料的抗菌、防臭和防霉及其耐久洗涤性进行测试评价。

1.4.5 真菌

真菌不同于细菌，是各种癣病的病因。真菌(fungus)进化程度高于细菌，在演化方面与放线菌无关，属真核生物。在细胞结构和繁殖方式上有许多地方类似于藻类，但真菌不含叶绿素、不进行光合作用，靠腐生或寄生生活。真菌与原生生物的主要区别在于真菌有较硬的细胞壁而原生生物没有。真菌的胞壁与细菌不同，不含肽聚糖，多含几丁质(壳多糖)。对于制作鞋袜的纺织品而言，抗菌剂需要对真菌也有一定的抑制作用。

2. 试验部分

2.1 试验材料

本试验采用原料：解放军总后装备研究所提供的大麻落麻。

2.2 试验仪器

SMD2—140 高温样品染色机	立信染整机械有限公司
SHZ—3()型循环水多用真空泵	河南省予华仪器有限公司
8002 恒温水浴锅	余姚市东方电工仪器厂
AR213 型电子天平	OHAUS CORP.
DL109 电热鼓风干燥机	天津实验仪器厂
Jsm-6360LV Scanning Electron Microscope	日本电子公司

2.3 试验药品

乙醇	工业纯	北京世纪红星化工有限责任公司
氢氧化钠	分析纯	北京益利精细化学品有限公司
盐酸	分析纯	北京北化精细化学品有限责任公司
硫酸	分析纯	北京北化精细化学品有限责任公司
丙酮	化学纯	北京北化精细化学品有限责任公司
乙二胺四乙酸	分析纯	北京益利精细化学品有限公司
次氯酸钠溶液	分析纯	北京益利精细化学品有限公司
硫化钠	分析纯	北京益利精细化学品有限公司
硫代硫酸钠	分析纯	北京化工厂

2.4 试验内容

2.4.1 溶液配制

配制 1%和 0.5ml/L 的盐酸溶液；400g/L 的 NaOH 溶液；40g/L 的 Na₂S；2g/L 和 72% 的 H₂SO₄ 溶液；2g/L 的 Na₂S₂O₃ 溶液；70%的乙醇；以及 0.5%，PH=7~7.5 的 EDTA（乙

二胺四乙酸) 溶液。

2.4.2 预水解

将 30g 的绝干料放入 500ml 的烧杯中, 然后每个烧杯中大约加入 400ml1% 的盐酸。把恒温水浴锅事先, 在加热至沸腾水浴锅中进行预水解 2 个小时。用表面皿盖住烧杯, 经常搅拌。两个小时后取出烧杯, 并在已知绝干质量的布袋中洗涤经过预水解的麻杆, 直至洗液的 PH 值近中性。再将布袋放入烘箱中在 105℃ 下干燥至恒重, 记录质量。

2.4.3 高温蒸煮试验

2.4.3.1 工艺流程:

原料准备 → 预水解 → 高温蒸煮

2.4.3.2 试验步骤

(1) 测含水率

取 5g 左右原料在电子天平上称量, 记录数据, 然后放在烘箱中在 105±2℃ 下干燥至恒重。

含水率的计算公式为:

$$\text{含水率} = \frac{\text{恒重前质量} - \text{恒重后质量}}{\text{恒重前质量}} \times 100\% \quad \text{式 (2-1)}$$

(2) 预水解

将 30g 的绝干料放入 500ml 的烧杯中, 然后每个烧杯中加入 400ml1% 的盐酸。在加热至沸腾水浴锅中进行预水解 2 个小时。用表面皿盖住烧杯, 经常搅拌。两个小时后取出烧杯, 并在已知绝干质量的布袋中洗涤经过预水解的大麻落麻, 直至洗液的 PH 值达到中性。再将布袋放入烘箱中在 105℃ 下干燥至恒重, 记录质量。

(3) 高温蒸煮

高温蒸煮试验在 SMD2—140 高温样品染色机中进行。把经过预水解的大麻落麻放染色罐中, 将制备好的高温蒸煮液加入高压罐中, 拧紧。设定温度为 135℃, 升温。高温蒸煮保温时间按照工艺。保温结束后, 待温度降至 40~50℃ 时将染色罐取出。经过高温蒸煮的大麻落麻同样用布袋洗去碱液, 直到洗液的 PH 值约为 7 为止。连同布袋放入烘箱中至恒重, 记录高温蒸煮后的大麻落麻质量。

2.4.4 化学组成分析

按照中华人民共和国纺织行业标准苧麻主要化学成分系统定量分析方法(FZ/T 30001—92) 分析漂白后的大麻落麻的化学组成。分析流程见图 1。^[16]

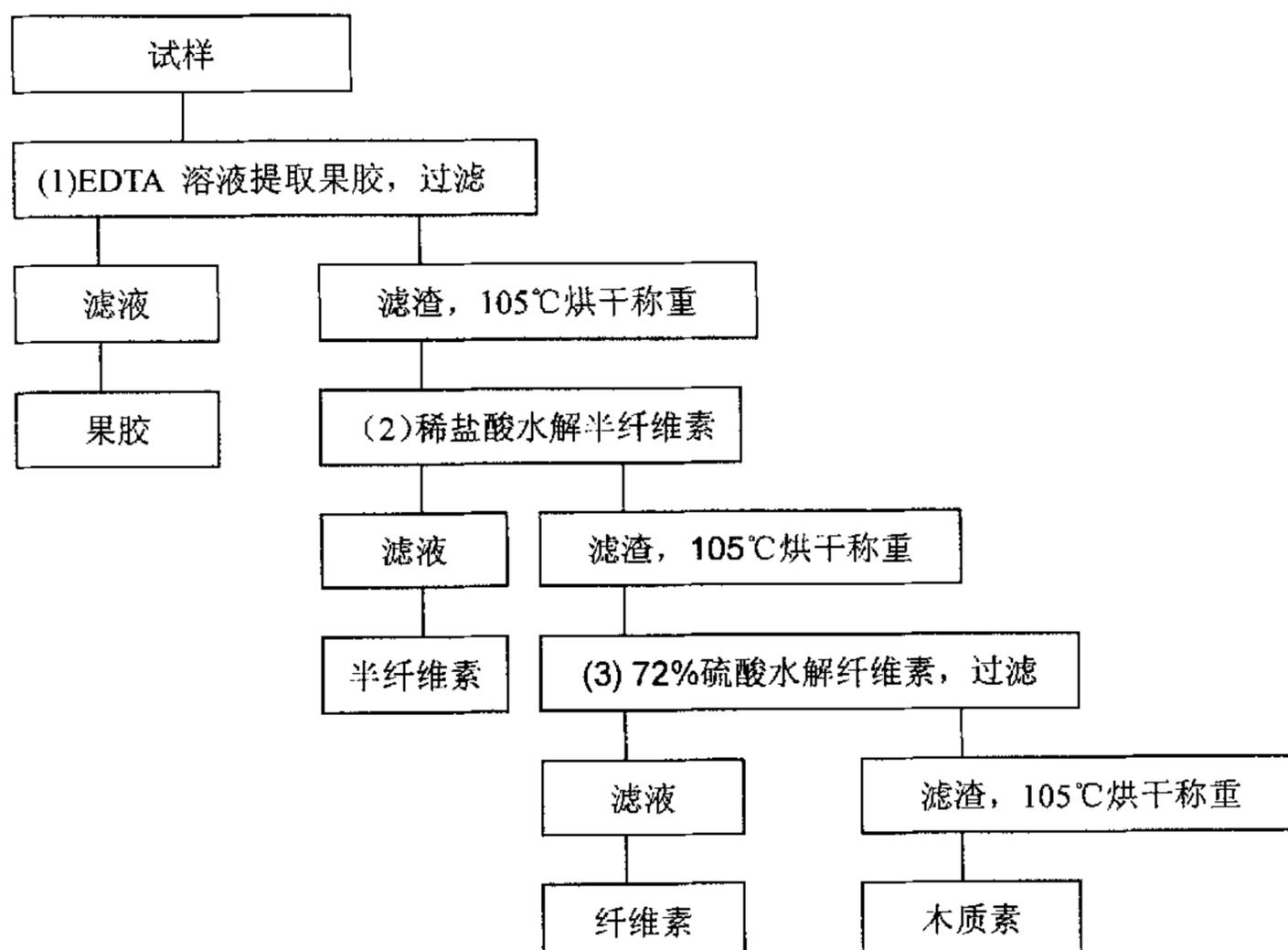


图 1 分析流程图

(1) 0.5%EDTA 溶液提取果胶

于称量瓶中称取约 3.6 克的试样，在 105℃ 下烘干到恒重，准确称量试样的重量。将试样移入 100ml 具塞称量瓶中，用 70%乙醇浸洗 2~3 次，每次约 50ml，小心倾去乙醇洗液，加入 0.5%EDTA 溶液 180ml，于恒温水浴锅中 95—100℃ 提取 60min。取出，用砂芯漏斗过滤，热蒸馏水洗涤滤渣 4~5 次，将滤渣烘至恒重，并记录重量。EDTA 处理前后的试样质量差就是被 EDTA 溶液提取出来的果胶质量。

(2) 稀酸水解半纤维素

将上一步中所得滤渣于砂芯漏斗中用丙酮抽洗 1~2 次，风干，用玻璃棒和小毛刷移入 250ml 高脚烧杯中，加入 0.5mol/L 盐酸，置于恒温水浴锅中 95—100℃ 处理 90min。冷水槽冷却，立即用砂芯漏斗过滤，热蒸馏水洗涤滤渣 4~5 次，保留滤渣，将滤渣烘至恒重，记录重量。稀盐酸处理前后试样的质量差就是被稀酸处理掉的半纤维素的质量。

(3) 72%硫酸水解纤维素

将上一步所得滤渣于沙芯漏斗中用丙酮抽洗 1~2 次，风干，移入 150ml 高脚烧杯中，加入预先冷却至 10~15℃ 的 72% 的硫酸 45ml，于 20℃ 条件下保温 4 小时，用玻璃棒挤压使之成为匀浆，每 30min 一次，共 2~3 次，加蒸馏水 100ml，放置过夜。用已知重量的沙

芯漏斗过滤，热蒸馏水洗 5~6 次，保留滤液，恒重。

(4) 木质素质量测定

将用 72%硫酸处理后带有滤渣的砂芯漏斗烘干至恒重，该质量减去已记录的砂芯漏斗的质量就是木质素的质量。

(5) 纤维素质量的测定(以下质量均为绝干质量)

纤维素质量=分析样品质量-果胶质量-半纤维素质量-木质素质量

2.4.5 大麻落麻的电镜试验

通过电子显微镜对处理前后的大麻落麻纤维进行观察，并比较大麻纤维形态结构的变化。

2.4.6 抑菌性测试

取未经处理的大麻落麻和处理后的大麻落麻按照 JIS L 1902: 2002 进行测试，结果以抑菌值和杀菌值表示。抑菌值>2.0 表示测试样本有抑菌效果，杀菌值>0 表示测试样本有杀菌效果。

测试菌种为：大肠杆菌 ATCC No.8099 (细菌)；金黄色葡萄球菌 ATCC No. 6538 (细菌)；白色念珠菌 ATCC No.10231 (真菌)。

2.4.7 四氢大麻酚定性测试

把 1 克干大麻纤维碎屑，加入 10 毫升石油醚或其他有机溶剂，晃动并静置 10 分钟。在一个白色的瓷碟里蒸发 0.2 毫升已过滤好的萃取物。加入四滴 Duquenois 试剂 (0.4 克香草醛，5 滴乙醛在 20 毫升 95%的乙醇)，加入 8 滴浓盐酸，混合静置 10 分钟，观察颜色变化。^[17]

3. 结果与讨论

3.1 大麻落麻的化学组成及形态结构

3.1.1 大麻落麻的化学组成

大麻麻秆的主要化学成分与大麻韧皮部大至相同，只是各组份含量有所不同。其主体组成为：纤维素、半纤维素、木质素、果胶及其它成分。

纤维素是大麻落麻的主要成分，是植物的支持组织，它是由许多葡萄糖分子单元连接而成的高分子化合物。纤维素含量是能否用于制备粘胶浆粕的主要参数。纤维素含量的多少直接关系到浆粕的品质。

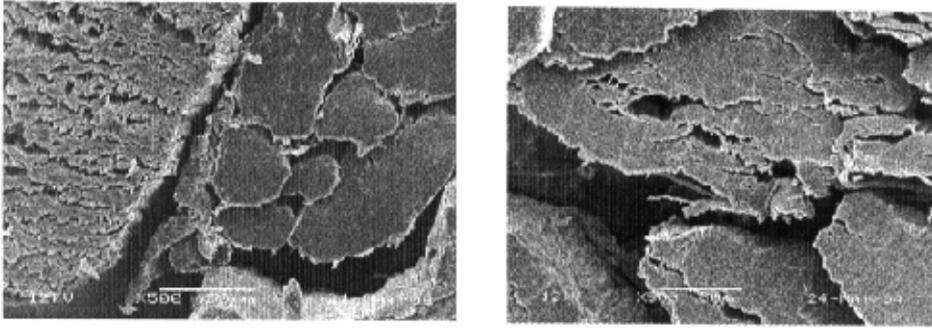
木质素，同纤维素一样也是植物骨架的主要成分，不同的是木质素是要去除的产物。木质素是一种不溶性的白色或接近白色的固体物质，相对密度大约在 1.35~1.50 之间，有比较高的燃烧值。木质素是一种聚集体，结构中存在许多极性基团，尤其是较多的羟基，造成了很强的分子内和分子间的氢键，因此木质素不溶于一般溶剂。木质素为热塑性高分子物质，无确定的熔点，具有玻璃态转化温度。为了使木质素从植物原料溶解在水溶液中，可采用下述方法之一：①增加木质素的脂肪族和（或）芳香族羟基或羧基的数量，来提高其亲水性；②降解木质素的大分子为较小的能溶解在水中的碎片；③把亲水取代基与木质素大分子相连接，使它的衍生物可溶于水中。

半纤维素分子量低，化学性质不稳定。是植物细胞壁中一种很重要的基质多糖，半纤维素的化学结构极其复杂，这是因为它们既有长短不一的主链，又可能有结构各异的侧链。半纤维素可以通过预水解及碱煮的方法去除。

脂腊质和果胶在大麻纤维韧皮部相对含量较多。果胶是一种天然的多糖化合物。^[18]分为可溶性果胶和不溶性果胶，前者主要是果胶酸的甲酯，后者主要是果胶酸的钙镁盐，并呈现大分子网状结构。果胶质和水溶物在脱胶过程中易被降解而溶解，去除效果明显。

3.1.2 大麻的形态结构

大麻麻秆主要有三部分组成：韧皮部、木质部及空腔部分。韧皮部是如今大麻利用的主体部分，主要是被用于纺织品，绳索用具等。木质部有着同木材很相似的结构，也同木材一样质硬，很好的吸水性能。大麻落麻主要来自麻秆的韧皮部。下面是大麻麻秆及大麻落麻的 SEM 图。



1 木质部;

2 韧皮部

图 2 大麻麻秆及落麻横截面照片

3.2 粘胶浆粕化学制浆法

粘胶浆粕是高温蒸煮的最终目的，高温蒸煮的工艺参照了化学制浆工艺。化学制浆，是用化学方法，尽可能多地脱除植物纤维原料中使纤维粘合在一起的一层木质素，使纤维细胞分离或易于分离，成为浆粕。也必须使纤维细胞壁中的木质素含量很低，同时要求纤维素溶出最少，半纤维素有相应的保留。

主要的化学制浆方法有两类：①碱法（烧碱法和硫酸盐法），②亚硫酸盐法。

碱法制浆的两种主要方法是烧碱法（又名苛性钠法或苏打法）和硫酸盐法。在这种方法中，氢氧化钠是主要的高温蒸煮的活性化学药剂，在硫酸盐法中还包含硫化钠。烧碱法是一种较老的制浆方法，目前很少用于木浆，但大量用于草浆的生产。硫酸盐法是烧碱法的产物，当用硫酸钠代替碳酸钠来补充烧碱法中损失的碱时，在废液燃烧时硫酸盐还原成硫化钠，因而得名。硫酸盐法也叫 Kraft 法（来源于德文和瑞典文中表示“强韧”的单词）（KP），是因为用这种方法生产的木浆十分强韧。最初 Kraft 这个术语只用于高强度纸用的未漂纸浆，而术语硫酸盐浆是指用于可以漂白的纸浆。现在，这两个名词可以互换使用。就制浆速率、纸浆得率、纸浆质量和生产成本而论，硫酸盐法优于烧碱法。碱法制浆还包括：多硫化钠法和正在研究或发展中的氧碱法、绿液法、纯碱法、氨法等；有时候，也泛指制浆药剂为碱性的碱性亚硫酸钠法、中性亚硫酸钠法或亚硫酸氨法。

亚硫酸盐法主要的活性化学药剂是三氧化硫及其相应的盐基组成的酸式盐。在近 100 年来的化学浆生产中，曾经起过重要的作用。在 1935 年时，这两类方法使用的情况大致相同。1997 年，全世界由亚硫酸盐法提供的纸浆还不到化学总产量的 4.5%。尽管如此，如具备适当的条件，采用这种方法也具有显著的优点。1997 年所生产的化学浆，德国生产化学浆，全部使用亚硫酸盐法。亚硫酸盐法制浆包括：使用三氧化硫与不同组成的不同 PH（往往狭义指酸性）的药液的高温蒸煮方法。

与亚硫酸盐法相比较，硫酸盐法具有以下一些优点：

(1) 可以使用任何树种和非木材原料，对原料选择有很大的灵活性；而亚硫酸盐法使用的原料则有一定的限制。

(2) 容许木片中有相当量的树皮。

(3) 高温蒸煮时间较短。

(4) 纸浆具有较高的强度，硫酸盐法是生产未漂和高强度纸浆的主要方法。

(5) 随着现代化漂白技术的发展，特别是 50 年代采用了高效率的二氧化氯作为漂白剂后，硫酸盐法也成为生产漂白浆的主要方法了。

(6) 较少发生树脂问题和草类浆的表皮细胞群块问题。

(7) 有效率高的硫酸盐废液回收方法。

(8) 可以从一些材料中获得松节油和塔罗油等副产品。

此外，硫酸盐法得率比烧碱法高，高温蒸煮化学药品成本低，未漂白度高，不用漂白就能用于制造多种纸张，纸浆容易漂白。^[19]

3.2.1 蒸煮过程中有关木质素的反应

3.2.1.1 硫酸盐法蒸煮的脱木质素反应

木质素在硫酸盐法中会发生以下三类反应：

1) 酚型 α -芳基醚或 α -烷基醚联接的碱化断裂

由于碱(OH^-)首先与酚(酸性的)羟基发生化学反应，生成可溶于水的酚盐。然后，酚盐离子发生结构的重排，促进了芳基醚或烷基醚的氧与苯丙烷单元的 α -碳的联接断裂，形成了中间体亚甲基醌。图 3-1 是三种典型的酚型 α -芳基醚或 α -烷基醚键的碱化断裂过程。从图 3 可以看出：在第①种反应中，如果两个相邻的木质素结构单元间只有醚键联接，便发生了彻底的断裂。这样，木质素的大分子显著变小。第②种是苯基香豆满型的联接， OH^- 促使亚甲醌结构发生 β -质子消除反应而形成芪(即 1, 2-二苯乙烯)结构或进一步形成少量苯基香豆满烯醇结构，结果是相邻两个木质素结构单元间的联接没有发生彻底的断裂，木质素的大分子没有变小，这是主反应；它的次反应是， OH^- 在 α -碳原子上进行亲核攻击而形成不稳定的 α -羟甲基，相邻两个木质素结构单元间的联接产生彻底断裂。但是，这一反应毕竟是很少的。第③种反应是松脂醇型的联接，形成双-亚甲基醌结构后才能进行的两种反应，一种是进行 β -甲醛消除反应，形成 1, 4-二芳基丁烯[1,3]，另一种

是由 OH^- 在 α -碳原子上进行亲核攻击而放出愈创木基阴离子，这种愈创木基阴离子能与 β -甲醛消除反应释放出来的甲醛发生缩合反应而形成二芳基甲烷。

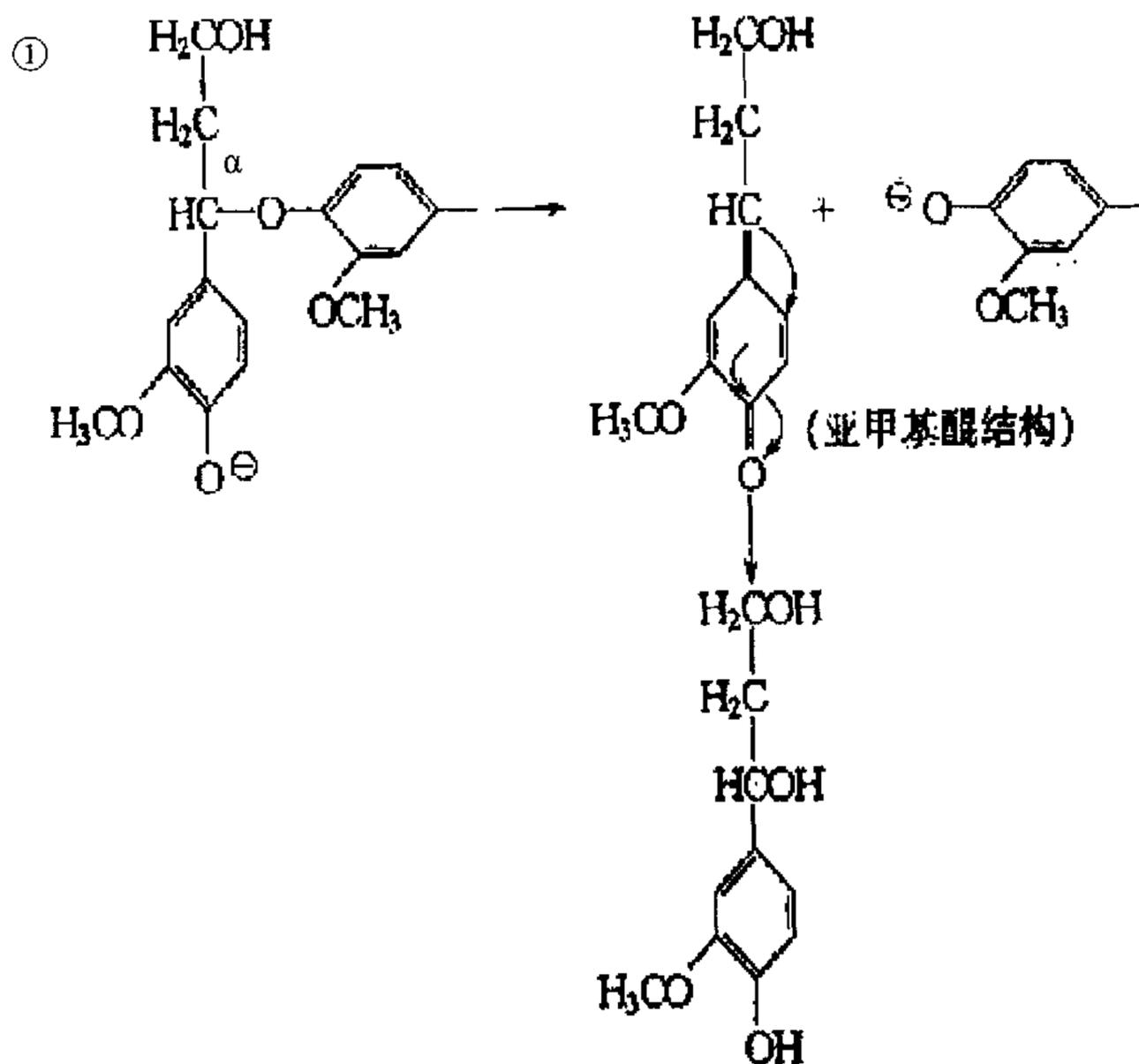
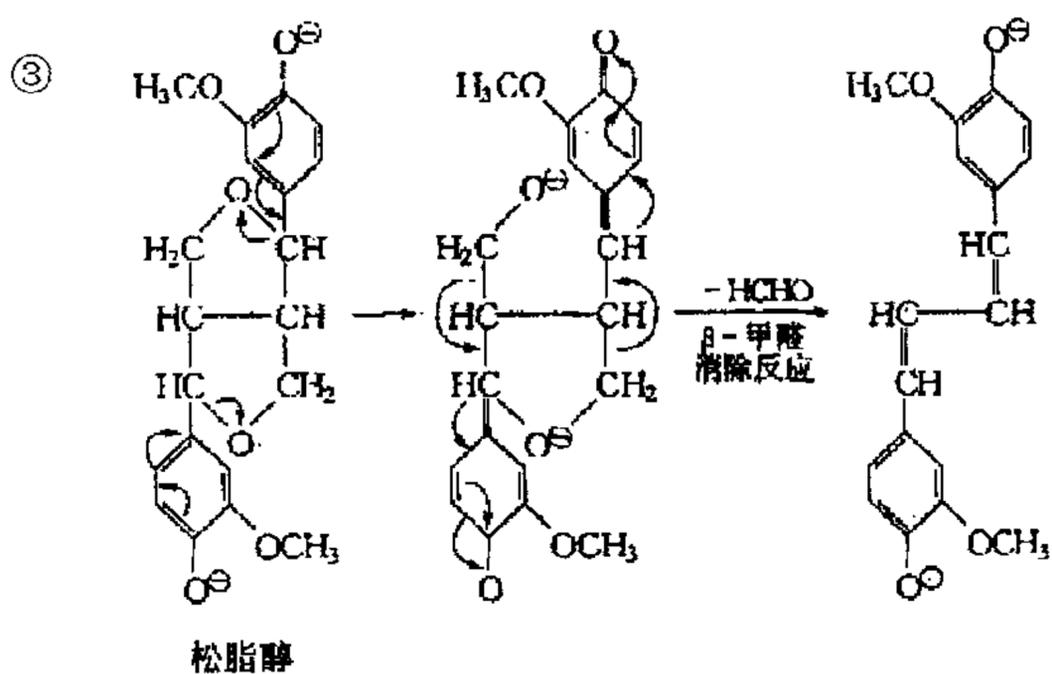
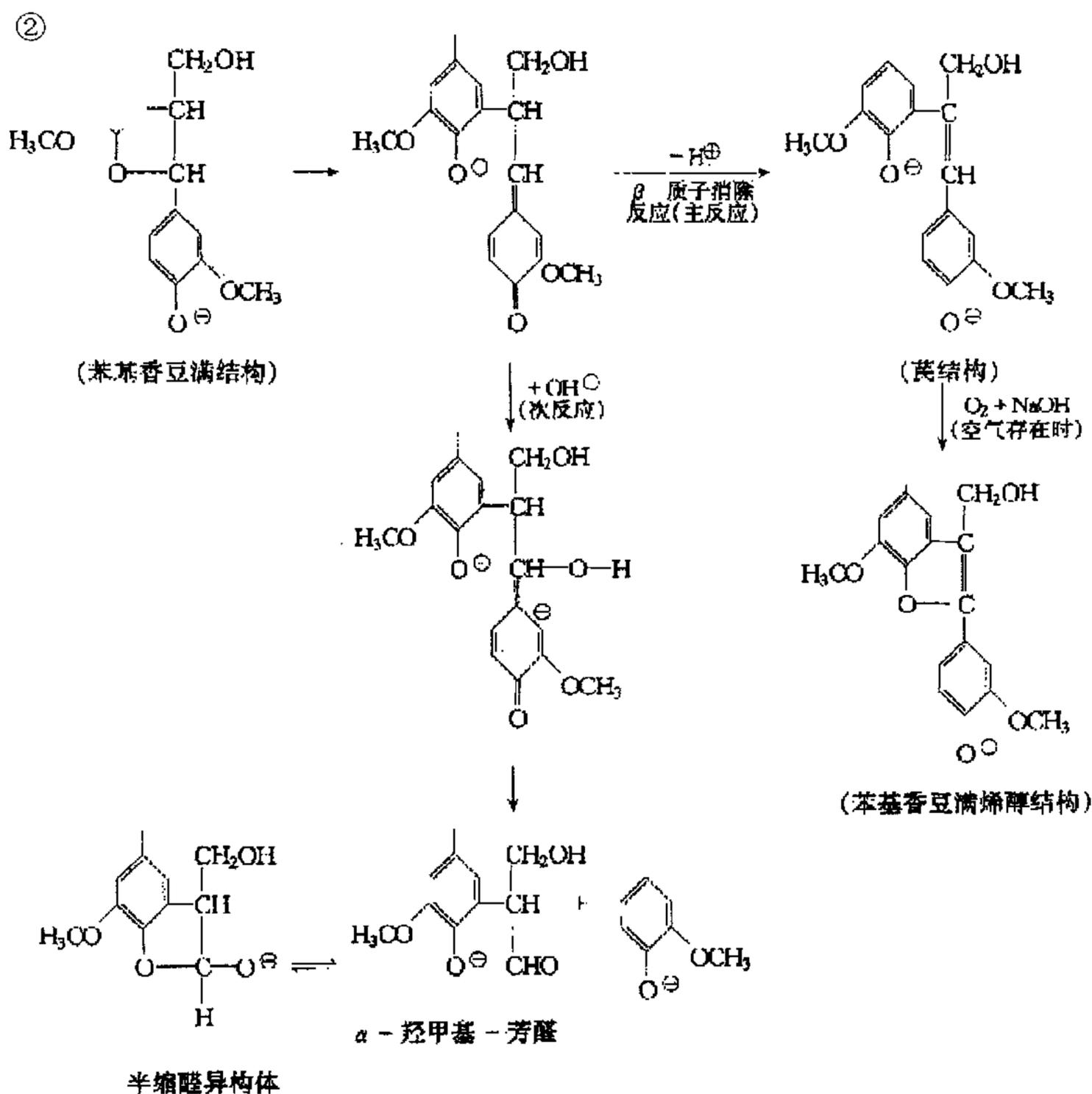
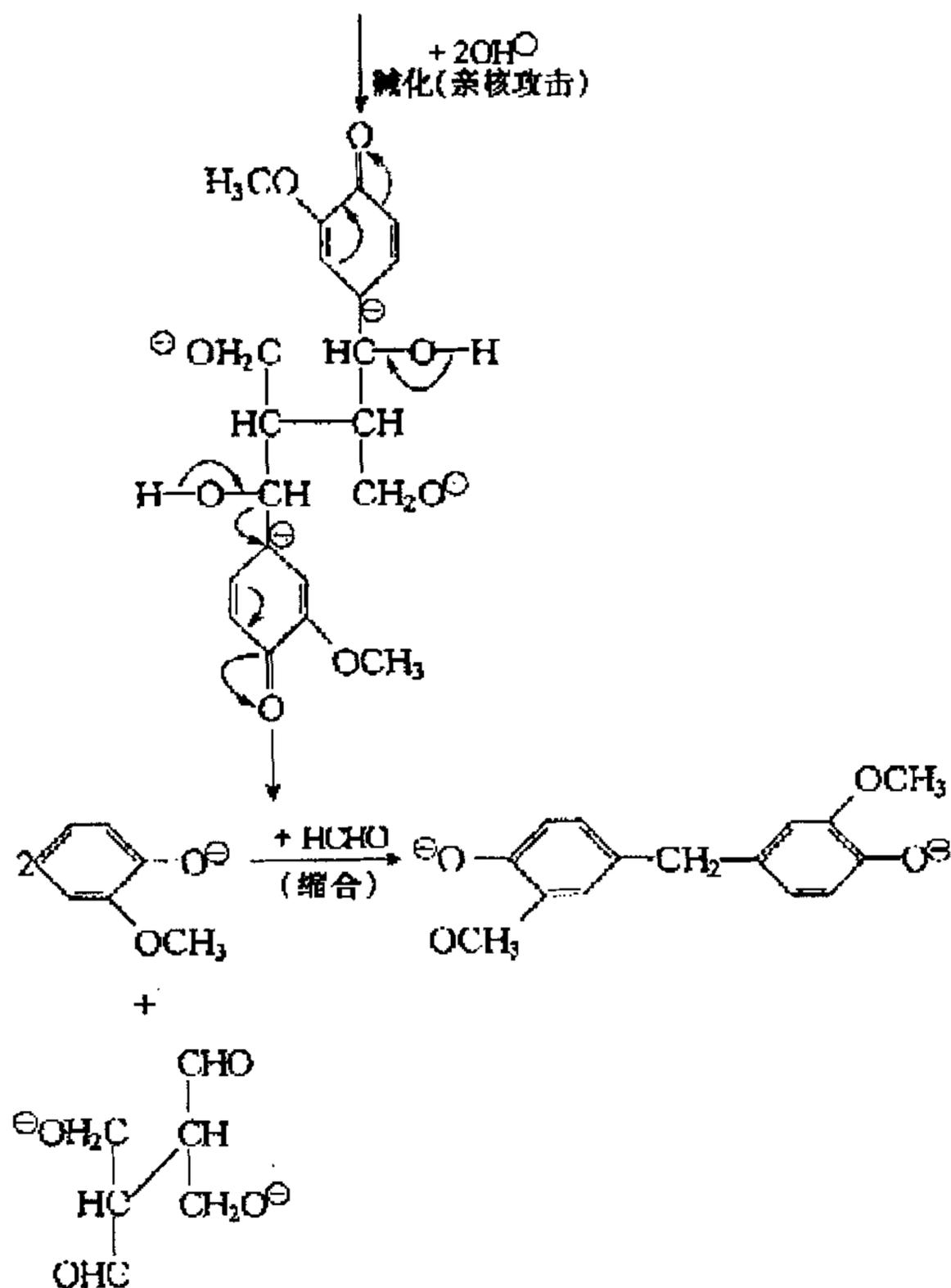


图 3 酚型 α -芳基醚或 α -烷基醚联接的碱化断裂

图3 酚型 α -芳基醚或 α -烷基醚联接的碱化断裂(续)

图 3 酚型 α -芳基醚或 α -烷基醚联接的碱化断裂 (续)

总的来说, 酚型的 α -芳基键联接是容易断裂的。假如是非酚型的 α -芳基醚键联接, 则实际上是非常稳定的。

2) 酚型 β -芳基醚键的碱化断裂和硫化断裂

酚型 β -芳基醚链在各种联接形式中占有非常重要的地位, 在蒸煮过程中它的断裂与否, 将直接影响到蒸煮的速率。酚型 β -芳基醚键能进行碱化断裂, 但为数很少; 其硫化断裂的速度则相当快。酚型 β -芳基醚键碱化断裂和硫化断裂的过程见图 4。从图 4 可以

看出, 酚型 β -芳基醚键在苛性钠法蒸煮时, 由于其主反应是 β -质子消除反应和 β -甲醛消除反应. 因此多数不能断裂, 只有少量这种键在通过 OH^- 对 α -碳原子的亲核攻击形成环氧化合物时才能断裂(这叫碱化断裂). 但是, 在硫酸盐蒸煮时, 由于 HS^- 的电负性较 OH^- 强, 其亲核攻击能力也强, 所以能顺利地迅速地形成环硫化合物而促使 β -芳基醚键断裂(这叫硫化断裂). 这就是硫酸盐法较苛性钠法蒸煮脱木质素速率快的主要原因.

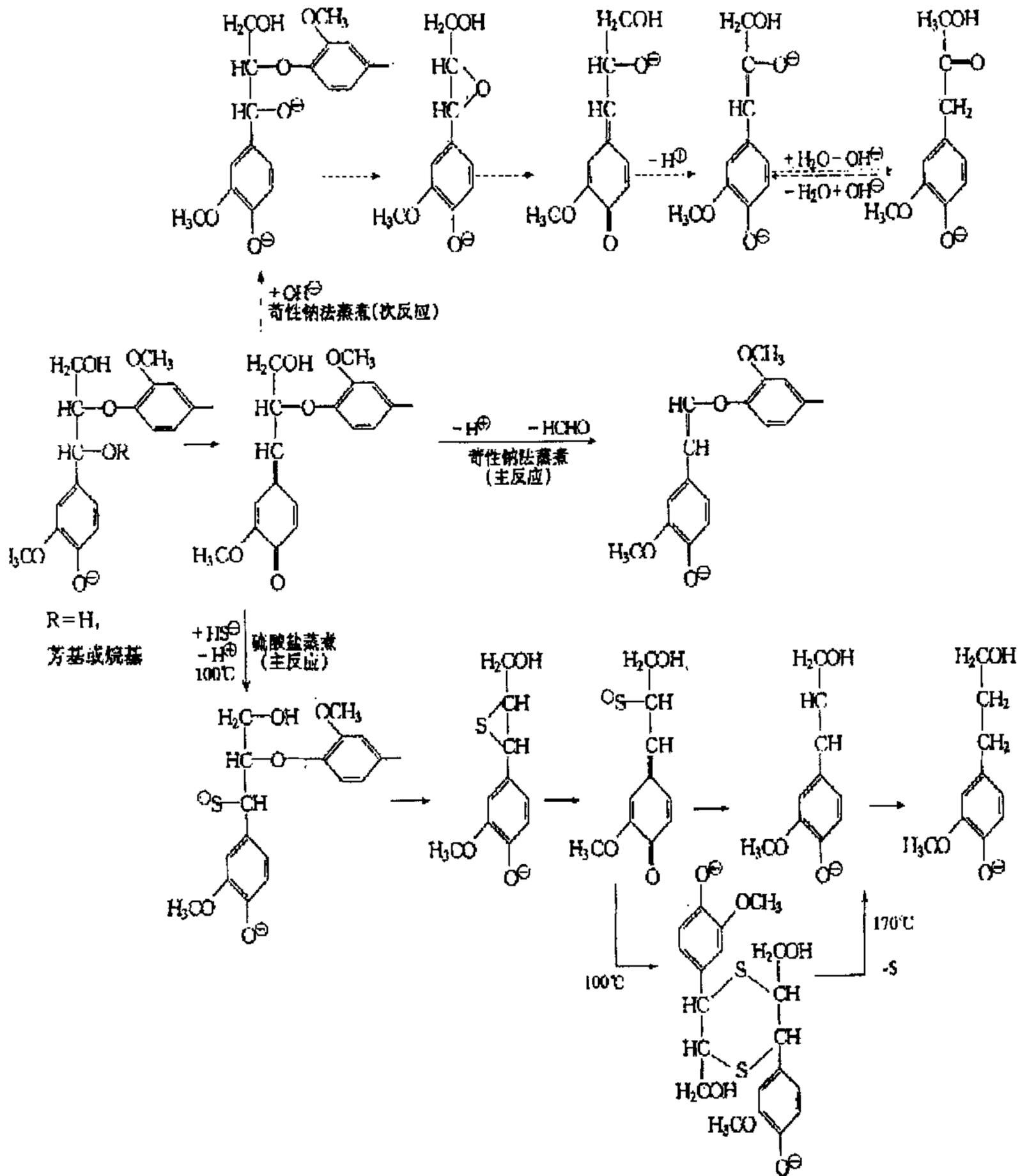


图 4 酚型 β -芳基醚键的碱化断裂和硫化断裂

3) 非酚型 β -芳基醚键的碱化断裂和硫化断裂

非酚型木质素结构单元在蒸煮时的最大特点是不能形成亚甲基醌结构，因此其 β -芳基醚是非常稳定的。目前知道，只有下列特定条件才能断裂：

从图 5 可以看出：由于 α -羟基在碱液中容易电离，形成的氧离子能攻击 β -位置碳原子而形成环氧化合物，促使 β -芳基醚键断裂，木质素大分子变小。

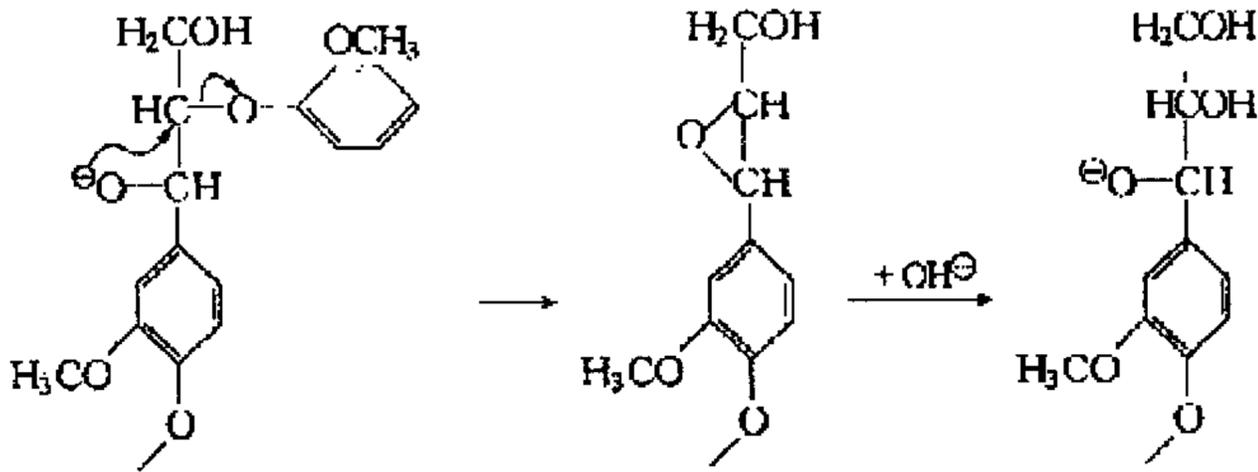


图 5 非酚型 β -芳基醚键的碱化断裂和硫化断裂

3.2.1.2 缩合反应

木质素在蒸煮过程中有可能发生缩合反应。这种缩合反应，一般是以亚甲基醌结构即共轭碳基结构作为烯酮，各种负碳离子作为加成的亲核试剂。负碳离子的形成与转移如下图：

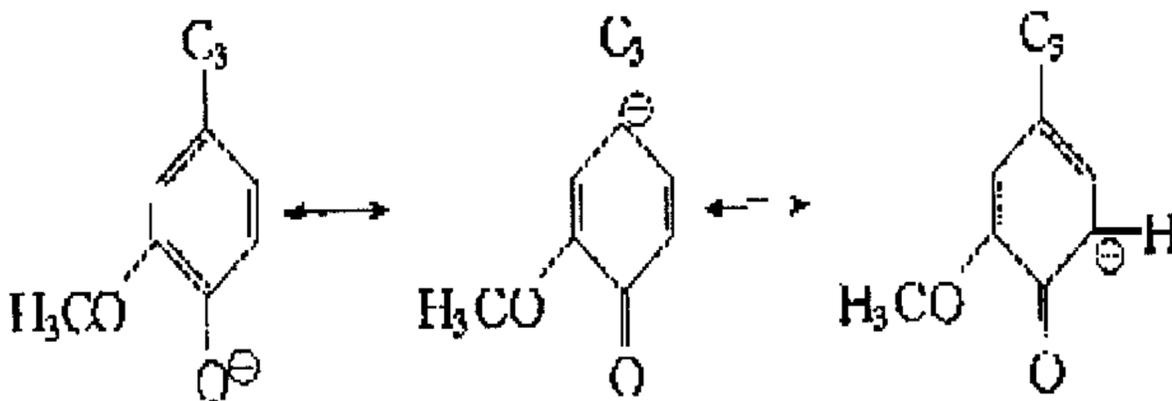


图 6 负碳离子的形成与转移

蒸煮时形成的亚甲基醌结构，如果碱量不够(接触的碱不够)就会发生如图 7 的缩合反

应。

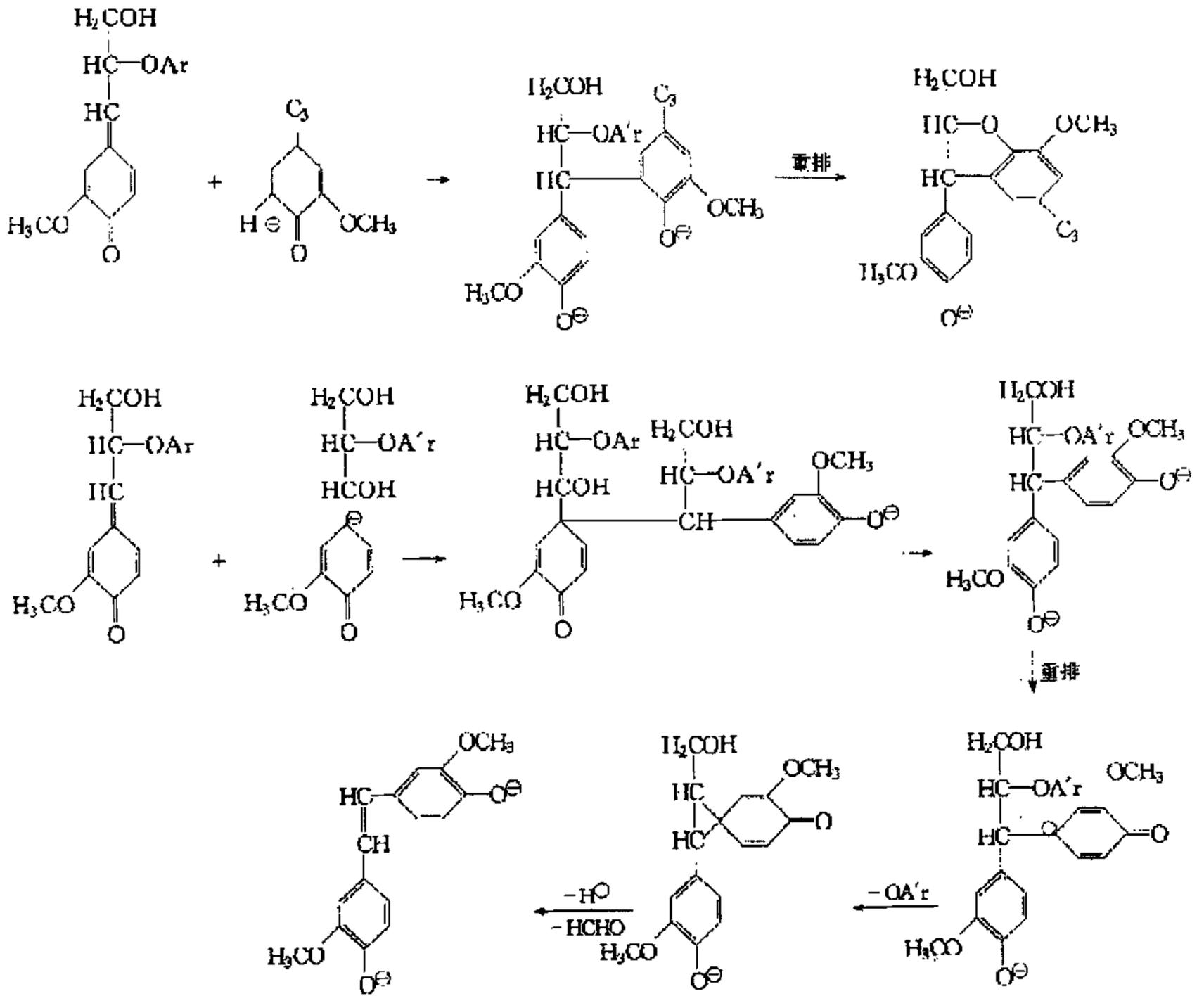


图 7 缩合反应

从图 7 可以看出：断裂了的木质素经缩合以后就变成了分子更大的木质素，如果要把缩合了的木质素再溶解出来，就需要更多的碱和更强烈的条件。

3.2.1.3 脱木质素顺序

现在已经了解清楚，木质素在植物纤维组织中的分布是：纤维细胞间层中木质素的密度最大，但纤维细胞壁中的木质素含量，特别是 S2 层中的木质素含量最多。现在的看法是：木材的脱木质素顺序是细胞壁(S2 层)木质素先脱除，胞间层木质素后脱除，但各种制浆方法不一样，其明显的次序如下：硫酸盐法>酸性亚硫酸盐法>中性亚硫酸盐法。

硫酸盐法蒸煮脱木质素的顺序是细胞壁木质素先脱除，胞间层木质素后脱除的原因可能有二：其一，细胞壁中有半纤维素存在，半纤维素在上述两种蒸煮方法的蒸煮初期就开始溶出。半纤维素的溶出，为药液进入细胞壁与木质素反应以及反应产物从细胞壁中扩散出来打开通道。其二，组成木质素的结构单元不同，其溶出速率也不同。在碱法蒸煮时，含紫丁香基的木质素愈多，脱木质素速率愈快，细胞壁木质素主要是由紫丁香基组成，而胞间层木质素是由愈创木基或愈创木基和紫丁香基组成。

3.2.2 高温蒸煮过程中有关半纤维素和纤维素的反应

高温蒸煮的目的，主要是脱木质素，半纤维素和纤维素的降解也是难以避免的。纤维素的降解与蒸煮液的 PH 值关系很大。与纤维素有关的反应是碱性水解，一般在蒸煮温度升至 150C 就开始了，对于碱性水解的反应，现在认为是一种环氧化作用的结果(见图 8)。

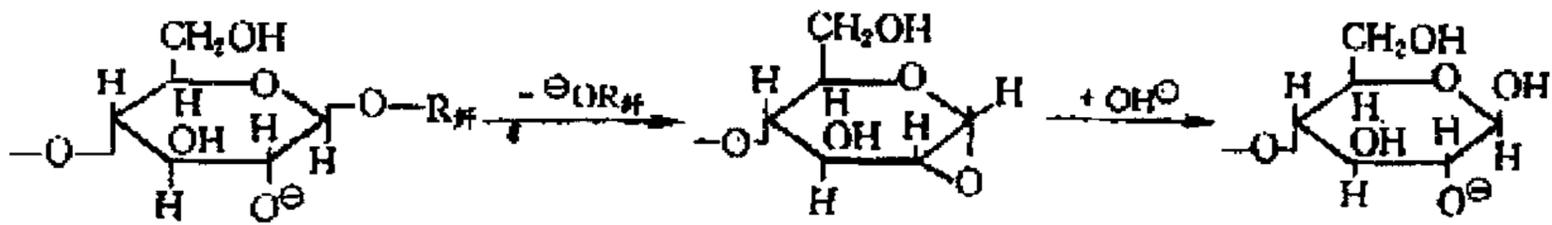


图 8 纤维素碱性水解

从图 8 可以看出，在碱性溶液中，纤维素中葡萄糖基 C2 位置上的羟基，首先发生电离，然后与 C1 形成环氧化合物，这样，纤维素葡萄糖甙键就断裂了。碱法蒸煮时，碳水化合物碱性水解的结果是浆粕平均聚合度下降，强度降低。同时，制浆得率下降，到目前为止，还没有一种助剂能减少碱性水解，降低蒸煮最高温度是唯一的办法。

3.3 工艺流程的确定

综合各种方法的特点及大麻落麻各种成分含量的特点，本次试验选用了硫酸盐法。

工艺流程：选取原料 → 预水解 → 高温蒸煮

3.3.1 原料选取

对原料的含水率进行测定后，即可以进行预水解。原料选取方法参看试验方法，原料选取量按照下式：

$$\text{原料选取量} = \frac{\text{需要绝干原料重}}{1 - \text{含水率}} \quad \text{式 (3-1)}$$

3.3.2 预水解

预水解阶段，大麻落麻中半纤维素在高温及酸性条件下发生水解，并部分溶于水解液中，这样可以提高在后面的高温蒸煮的效率。

3.3.3 高温蒸煮

高温蒸煮是课题的一个主要部分，在这一过程中大麻落麻中的大部分木质素及残余的半纤维素被去除。同时，此过程中，纤维素会受到一定程度的损伤，使纤维的聚合度下降，对最终的浆粕质量产生影响。

3.4 工艺条件的确定

高温蒸煮工艺处方和工艺条件通过正交试验确定。

硫酸盐法高温蒸煮处理液的组成主要是 NaOH 和 Na₂S，此外，尚有 Na₂CO₃、Na₂SO₄、Na₂SO₃ 和 Na₂O₃，甚至还可能有少量的 Na₂S_n（多硫化钠）。在硫酸盐法高温蒸煮液中，除了有 NaOH 的强碱作用外，Na₂S 电离后的 S²⁻ 离子和水解后的产物 HS⁻ 离子也起着重要的作用；此外，Na₂CO₃ 和 Na₂SO₃ 甚至 Na₂S_n 等杂质成分也起一定的作用，所以高温蒸煮处理液的性质是比较复杂的，而且受高温蒸煮液 PH 值影响很大。高温蒸煮液中含有 Na₂S_n（多硫化钠）时，对高温蒸煮有益，能提高高温蒸煮得率，但有强烈的腐蚀作用。

3.4.1 正交试验

高温蒸煮正交试验主要的考核指标是纤维素含量和浆粕得率。

3.4.1.1 定位级与因素

传统工艺中高温蒸煮的主要工艺条件是：总碱量、硫化度、高温蒸煮最高温度和高温保温时间。

用碱量是指高温蒸煮时活性碱用量（重量），对绝干原料质量的百分比。高温蒸煮用碱量的大小，主要取决于原料的种类、质量和成浆的质量要求。一般来说，原料组织结构紧密，木质素、树脂和乙酰基含量多的原料、新鲜或霉烂的原料，用碱量要相应多些。因为除了消耗在木质素的降解溶出以外，也消耗在半纤维素的降解溶出，还消耗在这些降解产物的进一步分解方面。对浆粕质量要求高的，如漂白化学浆，用碱量需高些；如生产不漂化学浆或高得率化学浆，则用碱量相应低些。

硫化度^[20]指在碱煮液中，Na₂S 对活性碱的百分率，以 Na₂O 表示。高温蒸煮含 β-芳基醚较多的木材原料，一般为 25%~30%。在要求深度脱木质素的特殊情况下，甚至可以用到 40%；在高温蒸煮草料时，只需要较低的硫化度，一般为 15%左右，在用碱量一定的情况下，不宜过高的硫化度，因为硫化度的提高意味着 NaOH 的降低，NaOH 过低将难以满

是脱除木质素的要求。

由于一般情况下木质的降解是在 100℃~150℃降解 18%左右,150℃~170℃降解 60~70%,175℃以上 1.5~7%,保温时间一般是在 1~2 个小时,但由于本试验的设备条件有限(最高温度 135℃),所以只能采取增加处理时间的方法。

综上,因素与位级确定如下:

表格 3 因素位级表

因素	(I) 总碱量 A	(II) 硫化度 B	(III) 蒸煮保温时间 C
位级 1	18%	15%	4 (h)
位级 2	22%	20%	5 (h)
位级 3	26%	25%	6 (h)

3.4.1.2 利用正交表,确定试验方案

三个因素,三个位级,可以用表 $L_9(3^4)$ 来安排。

浴比: 1:5; 反应温度: 135℃

3.4.1.3 正交试验结果分析

正交试验结果如下:

表格 4 正交试验纤维素含量

序号	得率(%)	果胶(%)	半纤维素(%)	纤维素(%)	木质素(%)
1	48.15	2.4	3.88	88.36	5.36
2	49.11	2.67	2.98	89.68	4.67
3	48.91	0.77	1.33	87.5	10.4
4	49.66	2.15	0.96	85.38	11.5
5	45.48	2.21	1.65	91.27	4.87
6	57.72	1.35	1.18	77.32	20.2
7	48.8	2.08	1.61	91.57	4.74
8	53.34	2.38	1.21	93.01	3.4
9	53.34	2.5	1.50	92.03	3.34

3.4.1.4 以纤维素为指标结果分析

1.直接比较九个试验的纤维素含量,容易看出:8#试验的纤维素含量最高,为 93.01%;其次是 9#试验和 5#试验,纤维素含量分别为 92.037%和 91.27%。通过以上数据参照表 5 可以从表观上直接找出正交试验的最佳工艺,其工艺如下:

总碱量	硫化度	蒸煮时间
22%	20%	6h

2.对于正交试验的试验结果,除了直接比较得到的最佳工艺外,一般情况下还要通过

一些简单的计算来粗略估计一下对纤维素含量影响较大的因素，这样做的好处在于往往能够找出更好的条件，从而在补充试验中制定出更为合理的工艺。对于各因素的影响程度可以通过计算，分别得出各个位级相应的三次纤维素含量之和。下面以第一列为例：

因素 I 位级 1 三次纤维素含量之和

$$= \text{第 3\#、4\#、8\#纤维素含量相加之和} = 265.89$$

因素 I 位级 2 三次纤维素含量之和

$$= \text{第 1\#、5\#、9\#纤维素含量相加之和} = 271.66$$

因素 I 位级 3 三次纤维素含量之和

$$= \text{第 2\#、6\#、7\#纤维素含量相加之和} = 258.57$$

同理计算因素 II 和因素 III 的数据。

3..计算级差 R

级差 R 的大小可以用来衡量试验中各个因素影响作用的大小。一般来说，级差大的因素是重要因素，而级差小的因素是次要因素。

$$\text{因素 I 级差 } R = 271.66 - 258.57 = 13.09$$

$$\text{因素 II 级差 } R = 273.96 - 256.85 = 17.46$$

$$\text{因素 III 级差 } R = 276.61 - 253.97 = 22.64$$

三者中以因素 III（时间）的影响最大，是重要因素，而因素 II（硫化度）次之，而 I（总碱量）最弱。

4.将试验结果写入正交表中，且根据以上方法计算各列的 I、II、III和级差 R，并将数据也写入正交表中，得以下表 5

表格 5 L9(34)正交试验表 考察指标: 纤维素含量

试验号	因素	A 用碱量						B 硫化度 (%)		C 时间 (h)		试验结果
		绝干料重	位级	总碱量 (%)	NaOH		Na ₂ S		位级		位级	
	用量 (%)				体积 (ml)	用量 (%)	体积 (ml)					
1	35.63	2	22	18.7	16.66	3.3	29.40	1	15	1	4	88.36
2	35.71	3	26	20.8	18.57	5.2	46.43	2	20	1	4	89.68
3	35.68	1	18	13.5	12.04	4.5	40.14	3	25	1	4	87.5
4	35.96	3	26	22.1	19.87	3.9	35.07	1	15	2	5	85.38
5	35.84	1	18	14.4	12.90	3.6	32.26	2	20	2	5	91.27
6	36.34	2	22	16.5	15.00	5.5	49.97	3	25	2	5	77.32
7	35.48	1	18	15.3	13.57	2.7	23.95	1	15	3	6	91.57
8	36.01	2	22	17.6	15.84	4.4	39.61	2	20	3	6	93.01
9	36.70	3	26	19.5	17.89	6.5	59.64	3	25	3	6	92.03
位级 1 三次之和	265.89							265.31		265.54		各位级之和 =796.12
位级 2 三次之和	271.66							273.96		253.97		
位级 3 三次之和	258.57							256.85		276.61		
极差 R	13.09							17.46		22.64		

5. 趋势图

为了更直观地找出试验中各因素用量对试验结果的影响, 我们通过作图表的方式, 画出各因素与三次纤维素含量之和(%)的关系图, 从图形上直接看出试验过程中各因素、各位级对纤维素含量影响的趋势图。

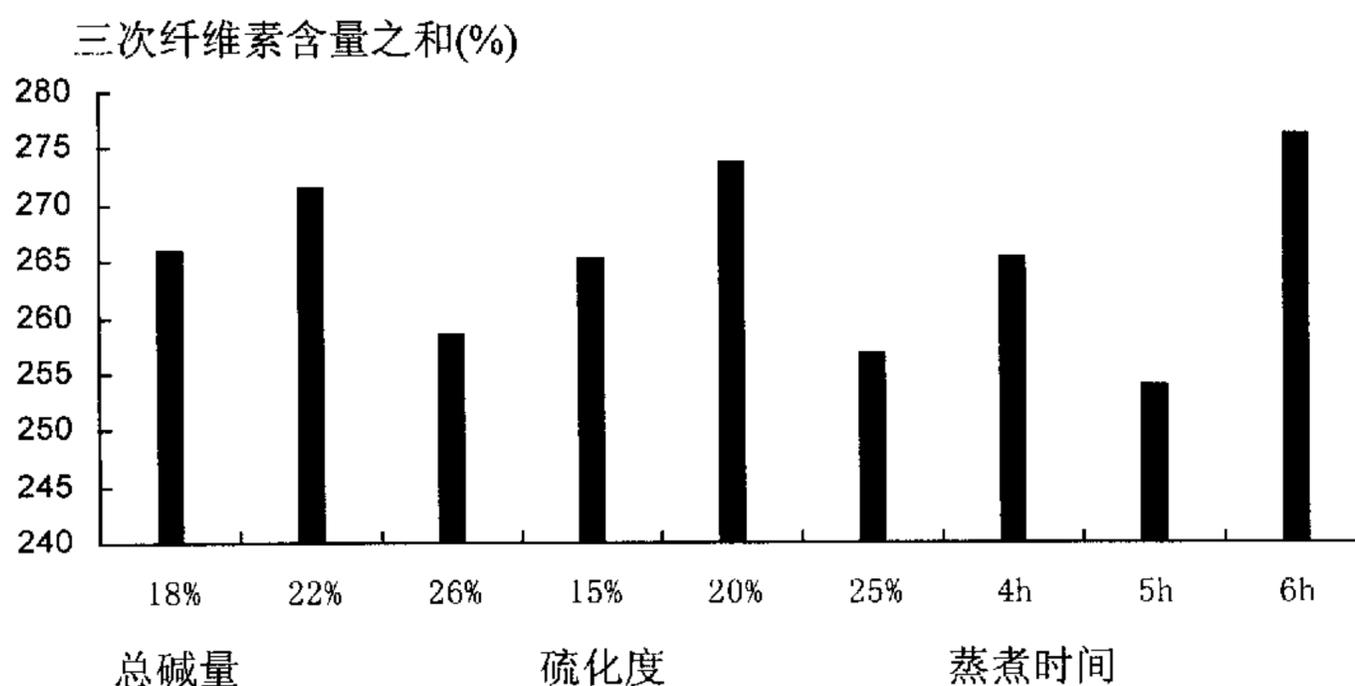


图 9 纤维素含量趋势图

从趋势图上看适当的总碱量和硫化度能提高纤维素含量，延长蒸煮时间也可以提高纤维素含量。当碱量为 26% 时，纤维素水解显著增加，造成纤维素含量下降。而当硫化度为 25% 时，相应的碱含量下降，结果是总碱量不足，木质素可能会发生缩合而难以去除。趋势图中时间因素数据波动应是由测试误差造成的。

3.4.1.5 以溶解浆得率为指标结果分析

1. 直接比较九个试验的得率，容易看出：6# 试验的得率为 57.7%，最高；其次是 8# 试验和 9# 试验，得率分别为 53.34% 和 53.34%。通过以上数据可以从表观上直接找出正交试验的最佳工艺，其工艺如下：

总碱量	硫化度	蒸煮时间
22%	25%	5h

2. 以溶解浆得率为考查指标因素，按照 3.4.2.3 的方法，得到表 6

表格 6 L9(34)正交试验表 考察指标: 溶解浆得率

试验号	因素	A 用碱量						B 硫化度 (%)		C 时间 (h)		试验结果
		绝干料重	位级	总碱量 (%)	NaOH		Na ₂ S		位级		位级	
	用量 (%)				体积 (ml)	用量 (%)	体积 (ml)					
1	35.63	2	22	18.7	16.66	3.3	29.40	1	15	1	4	48.15
2	35.71	3	26	20.8	18.57	5.2	46.43	2	20	1	4	49.11
3	35.68	1	18	13.5	12.04	4.5	40.14	3	25	1	4	48.91
4	35.96	3	26	22.1	19.87	3.9	35.07	1	15	2	5	49.66
5	35.84	1	18	14.4	12.90	3.6	32.26	2	20	2	5	45.48
6	36.34	2	22	16.5	15.00	5.5	49.97	3	25	2	5	57.72
7	35.48	1	18	15.3	13.57	2.7	23.95	1	15	3	6	48.80
8	36.01	2	22	17.6	15.84	4.4	39.61	2	20	3	6	53.34
9	36.70	3	26	19.5	17.89	6.5	59.64	3	25	3	6	53.34
位级 1 之和	143.19							146.61		146.17		I + II + III =454.51
位级 2 之和	159.21							147.93		152.86		
位级 3 之和	152.11							159.97		155.48		
极差 R	16.02							13.36		9.31		

比较级差大小, 从表中可以看到, 对溶解浆得率而言, 总碱量是主要因素, 硫化度次之, 时间最弱。

3. 趋势图

画出各因素与三次溶解浆得率之和(%)的关系图, 从图形上直接看出试验过程中各因素、各位级对溶解浆得率影响的趋势图。

三次溶解浆得率之和(%)

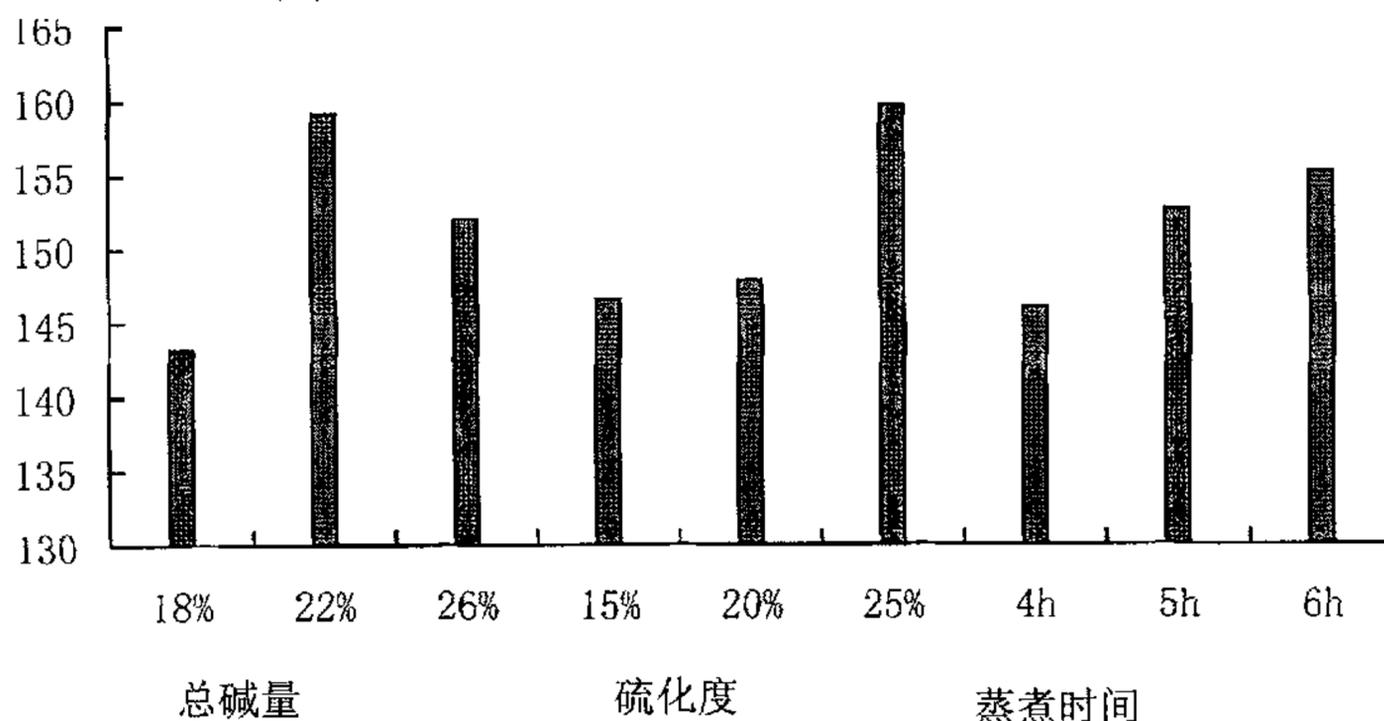


图 10 得率趋势图

4. 分析趋势图

从变化总碱量的试验结果来看：总碱量为 22% 的溶解浆得率最高，26% 的得率其次，18% 的得率最低。理论上，总碱量越高，溶解浆得率应越低。从变化硫化度的试验结果来看：溶解浆得率随硫化度的增加而增加，其原因可能是随着硫化度的增加降低了 NaOH 用量的实际浓度，从而导致了部分木质素没有能够有效的去除，最终造成得率的升高。从变化蒸煮时间的试验结果来看：5 小时和 6 小时的溶解浆得率相差不多，并且整体上溶解浆得率随蒸煮时间的增加而增加。上述结果的某些现象与理论上分析不符，其原因应是试验误差所致。

3.4.1.6 可能好的组合

从纤维素含量上看，总碱量为 22%、硫化度为 20%、时间为 6 小时为好，此时的纤维素含量比较高。

从溶解浆得率上看，总碱量为 22%、硫化度为 25%、时间为 5 小时为好，此时溶解浆得率比较高。

考察两个方面的指标，同时考虑到节能以及纤维素水解等因素，各项处理剂的浓度以低为好，温度和时间以低和短为宜，我们基本确定总碱量在 22% 左右，硫化度控制在 25% 左右，时间控制在 5 小时左右。

3.4.2 确定工艺试验

在温度一定的条件下，总碱量对高温蒸煮试验的溶解浆得率结果影响最为明显，所以我们进行了一组不同总碱量的平行试验来选择更为合理的试验工艺。

3.4.2.1 平行试验工艺条件:

表格 7 平行试验工艺条件

	总碱量(%)	硫化度(%)	高温蒸煮时间(h)
1#	16	25	5
2#	18	25	5
3#	20	25	5
4#	22	25	5
5#	24	25	5

3.4.2.2 试验结果

表格 8 平行试验结果

	纤维素含量(%)	高温蒸煮得率(%)
1#	94.66%	46.09%
2#	93.99%	43.32%
3#	93.95%	45.90%
4#	94.01%	41.08%
5#	94.08%	37.43%

3.4.2.3 试验结果分析

本次平行试验的结果比较理想,纤维素含量普遍较高,得率也不是很低。我们可以通过作曲线图来分析试验结果。

(1)纤维素含量

从图中可以看出,纤维素的含量随着总碱量的增加变化趋势呈现出弧线形。但是它们之间的差距并不是很大,从理论上分析该图应为一条略微下降的平滑曲线。与实得曲线有一些出入,可能是由于操作上的误差所致。曲线说明了在这样的高温蒸煮条件下,增加总碱量对提高纤维素含量已经没有更多的作用,对环境的保护和成本方面综合考虑 22%的总碱量是比较合理的选择。

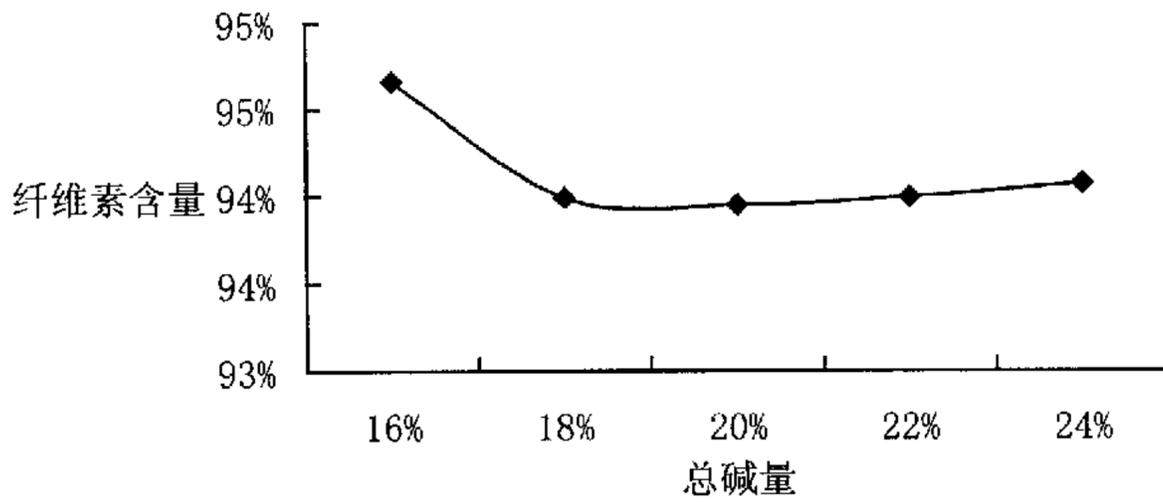


图 11 纤维素含量与总碱量关系曲线

(2)得率

得率与总碱量的关系曲线呈现出了得率随着总碱量的增加而减小的趋势，与理论相符。曲线不是很平滑，可能是由于试验的测试误差引起的。从得率方面来选择，1#方案最佳。

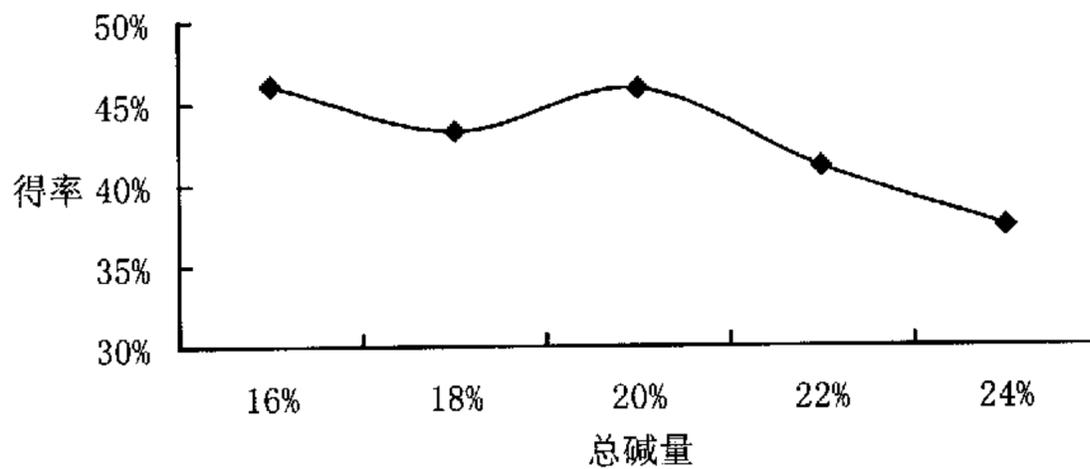


图 12 得率与总碱量关系曲线

综合上面对纤维素含量和得率的分析，在可以初步确定在现有的试验条件下的高温蒸煮试验方案是：

总碱量：22%

硫化度：25%

蒸煮保温时间：5 小时

最高高温蒸煮温度：135℃

浴比：1:5

在本课题进行的尾声，实验室引进了新的高温蒸煮设备，蒸煮温度可以达到170℃，我们利用该设备进行了蒸煮试验。蒸煮后纤维的成分如下：

表格 9 高温蒸煮结果

蒸煮条件	果胶	半纤维素	纤维素	木质素
135℃	2.21%	1.65%	91.27%	4.87%
170℃	0.78%	3.87%	93.43%	1.90%

170℃蒸煮条件：170总碱量26%；硫化度25%；浴比1：5；时间4H。

可以看到，经过 170℃高温蒸煮，大麻纤维的成分有很大的变化。考察纤维成分的变化及其对抗菌性的影响让我们可以更好的解释大麻抗菌性的来源，以及如何保持大麻的抗菌性。

3.5 大麻落麻形态的变化

大麻落麻的形态变化，通过以下的图片来分析。

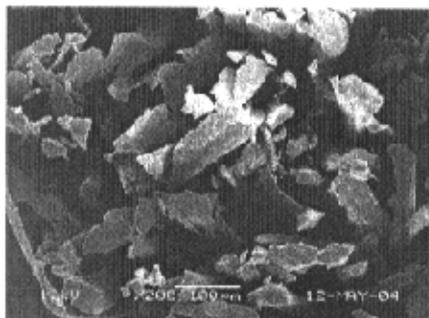


图 13 未处理大麻落麻放大 200 倍

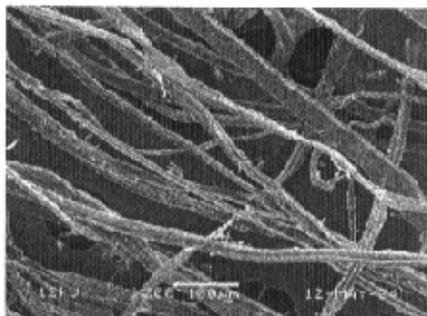


图 14 未处理大麻落麻放大 200 倍

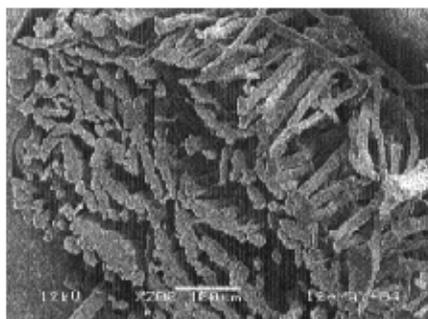


图 15 处理后大麻落麻单纤放大 200 倍

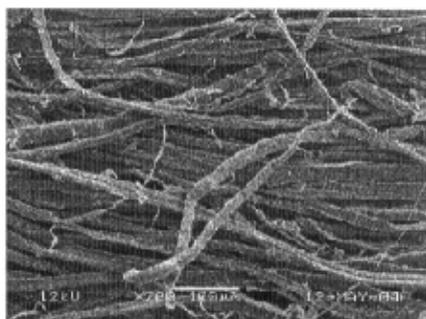


图 16 处理后大麻落麻单纤放大 200 倍

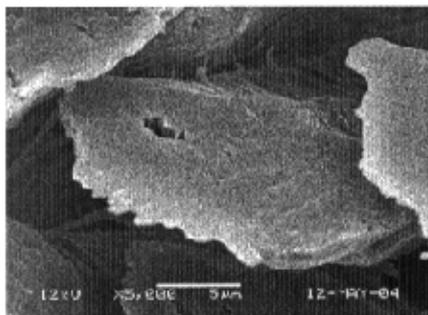


图 17 处理后大麻落麻单纤放大 5000 倍

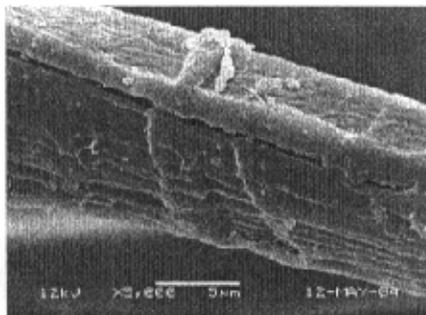


图 18 处理后大麻落麻单纤放大 5000 倍

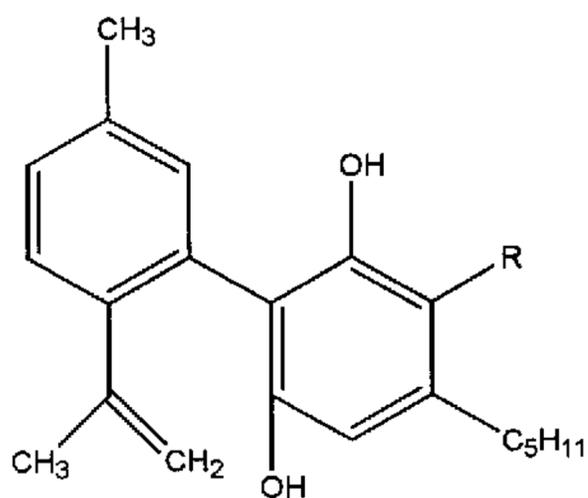
图 13、14 为没有经过处理的大麻落麻的横截面 SEM 图，由图可以看出大麻纤维呈集束状态。

图 15、16、17、18 是不同放大倍数的大麻落麻单纤图片，很规整的单纤。这表明通过这次试验已经达到了分离出单根大麻落麻的目的。

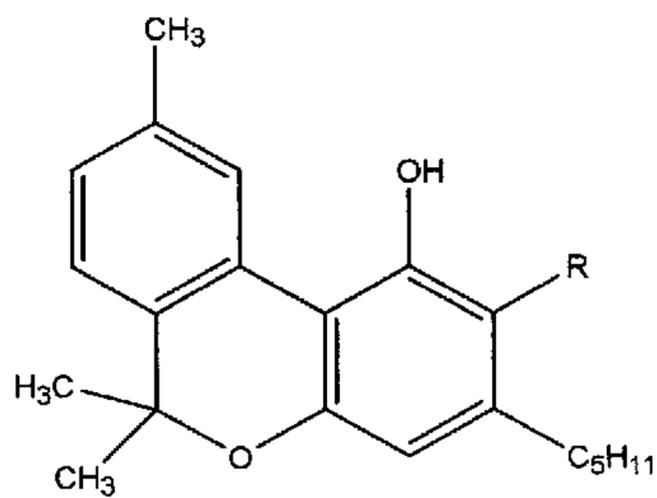
3.6 大麻的抗菌性

3.6.1 大麻中有效的抗菌成分

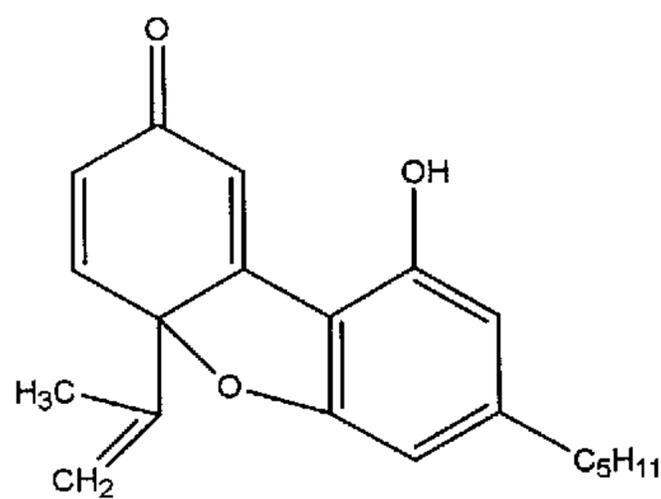
大麻中的有效的抗菌成分是大麻酚类。大麻酚类及其衍生物包括酚类、酮类、酸类等物质，如：大麻萜酚；大麻萜酚酸。这些化学成分的结构如下：^[8]



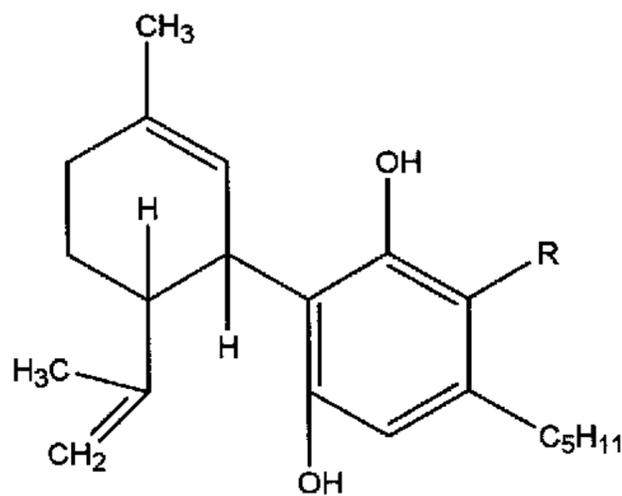
大麻二酚 (CBD)



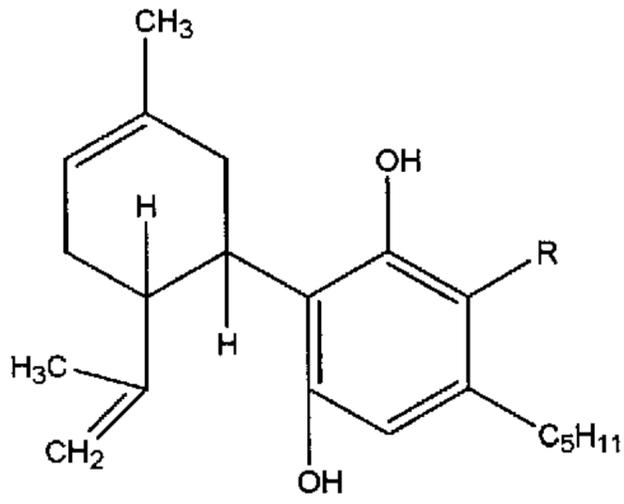
大麻酚



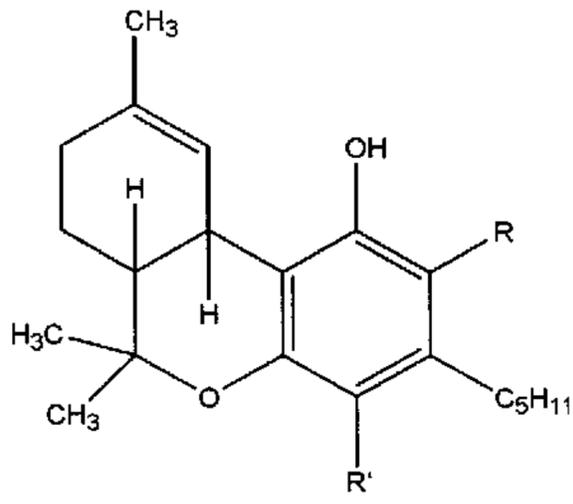
大麻酚酮



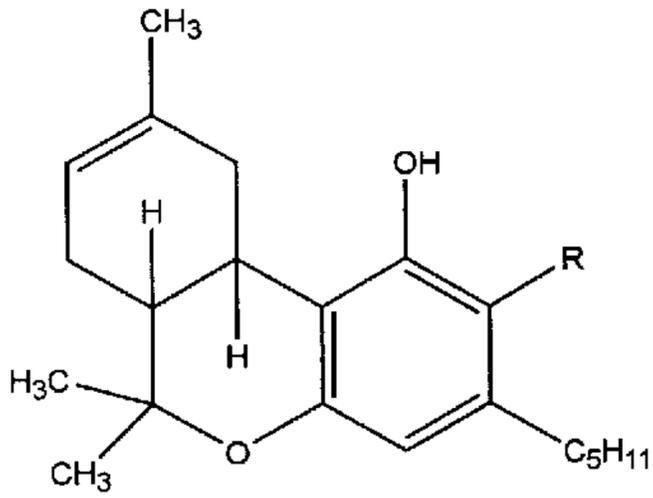
四氢大麻二酚 (THC)



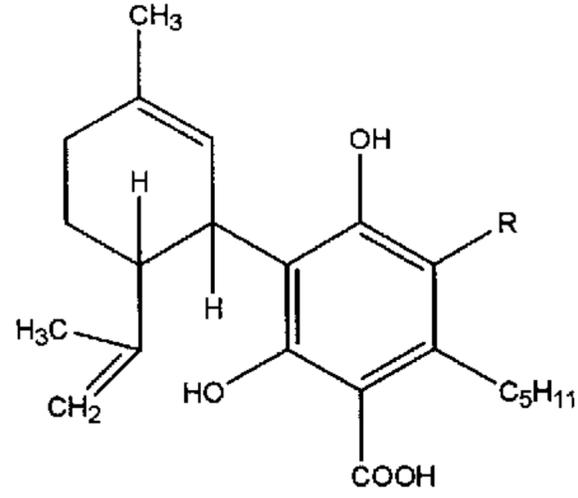
四氢大麻酚异构体 (THC)



四氢大麻酚 (THC)

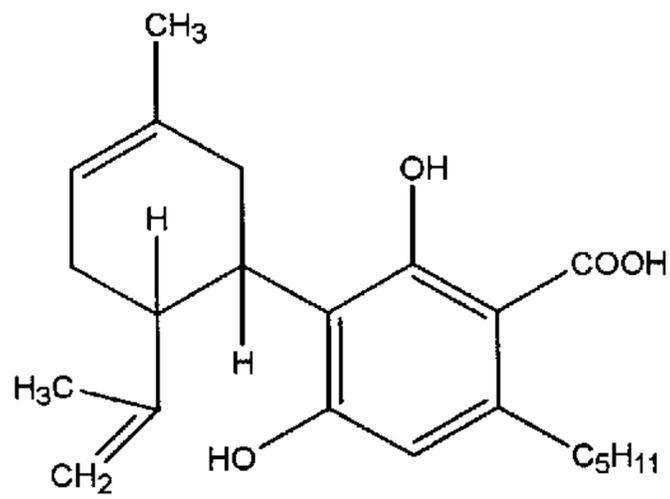


四氢大麻酚 (THC)

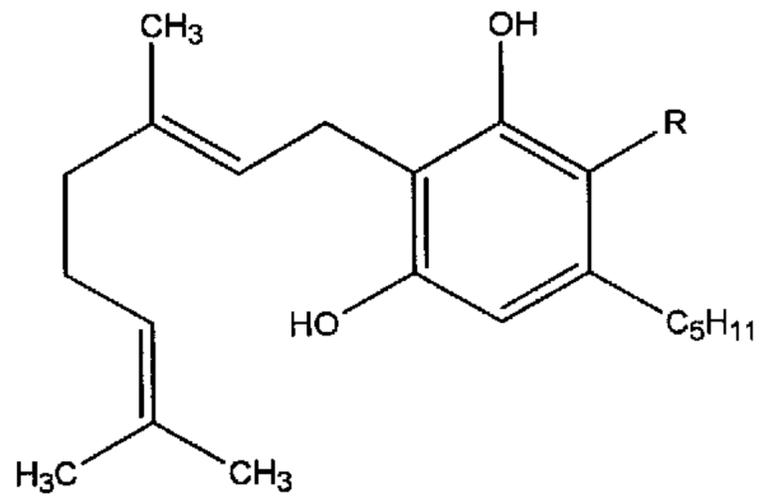


四氢大麻酚酸

图 19 大麻酚类结构图



四氢大麻酚酸异构体



大麻萜酚

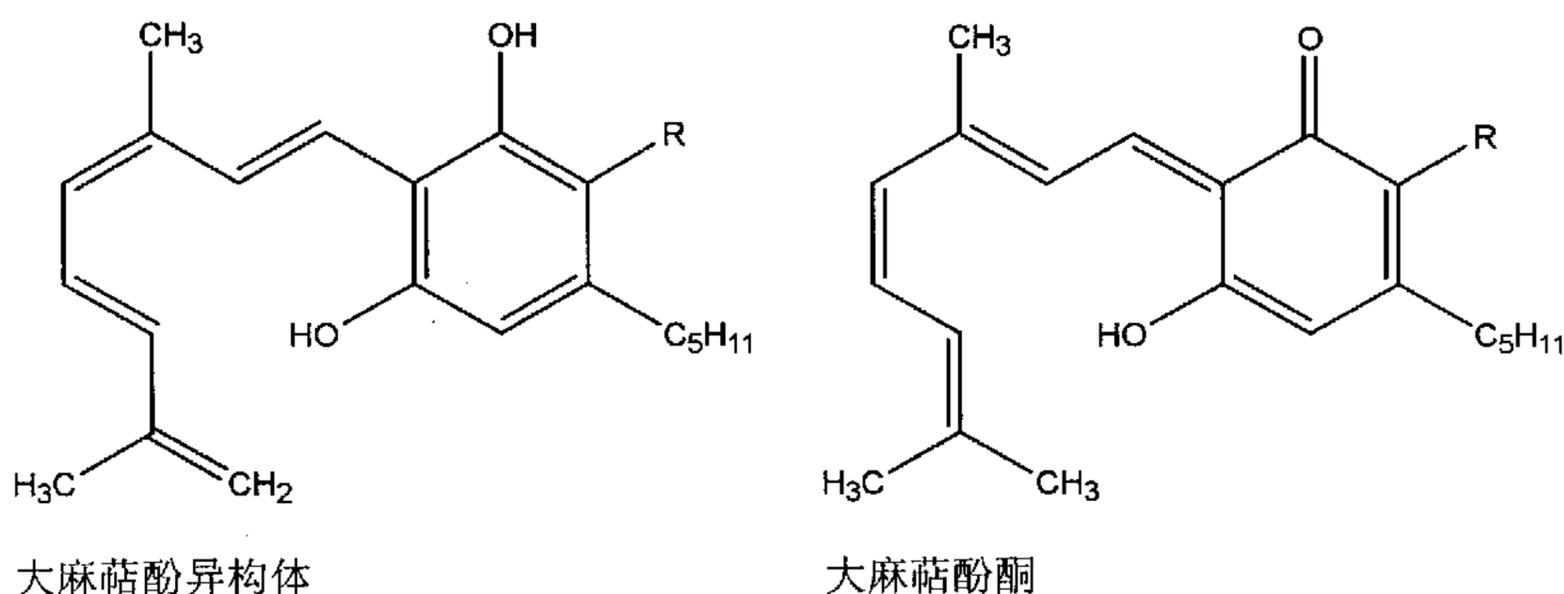


图 19 大麻酚类结构图 (续)

从其分子结构看，非直线、非平面，而是空间立体。在一定的条件下，异构体之间可相互转换。大麻酚类物质水溶性差，在烧碱存在下，可以转变成钠盐而溶解或部分溶解于水。在大麻脱胶或去除果胶、木质素、脂腊质等的过程中，相当部分的大麻酚类物质会随之去掉。

对于菌类而言，大麻酚可以视作是作用于细胞内容物从而使细菌无法生长的一类抑菌剂。众所周知，大麻毒品进入人体后，会使肌体发生生理变化，神经细胞麻痹，新陈代谢减退，体内循环和呼吸减弱，造血功能受损，免疫功能下降，长此以往，导致吸毒者死亡。对菌类，大麻酚有同样的作用，破坏微生物实体的形成、细胞的透性、有丝分裂、菌丝的生长、孢子萌发，阻碍呼吸作用及细胞膨胀，促进细胞原生质体的解体和细胞壁损坏等。实质上就是阻碍细菌代谢作用和生理活动，破坏菌体的结构，最终导致微生物的生长繁殖被抑制，直使菌体死亡。而且极其微量的大麻酚类物质存在就足以灭杀菌类。

大麻纤维在韧皮中沿径向形成“纤维束”群体，其横截面是不规则的三角形、多边形和扁圆形等，表面粗糙，有许多裂纹和孔洞，纤维有中空，其腔体积常占纤维细胞总体积的 $1/3 \sim 1/2$ ，且与纤维表面纵向分布着的许多缝隙和孔洞相连，“纤维束”群体内部和之间也同样分布着的许多缝隙和孔洞，从大麻落麻的电镜照片也证实了这点。大麻纤维特殊的结构使其具有卓越的吸湿性和透气性。这就使在潮湿情况下，生存繁殖的霉菌类代谢作用和生理活动受到抑制，难以生存和繁殖。大麻纤维比表面积大，孔洞大，多缝隙，空隙率高，富含氧气并透气，有效地抑制微生物的氧化磷酸化，影响有丝分裂，阻碍微生物呼吸。

3.6.2 高温蒸煮加工对抗菌性的影响

为了证明大麻落麻中的 THC 在 150°C 高温蒸煮加工后仍然存在，我们进行了定性试

验。定性测试涉及到对四氢大麻酚的提取，提取四氢大麻酚所能够有用的有机溶剂有很多种，但溶剂不同的有效性、成本、毒性和可燃性限制了其选择。研究表明氯仿是最好的溶剂；摇动半个小时，用氯仿可以萃取 98% 的大麻化学成分。轻质石油醚也能萃取大约 90%。但是乙醇（谷物酒精）使用最频繁，这种溶剂更容易获得并且也能萃取高百分比的大麻化学成分。异丙醇（外用酒精是 70% 的异丙醇）和甲醇都起作用，但甲醇尤其是工业甲醇有相当的毒性且有易爆炸的挥发气体。考虑的溶剂获得的难易程度以及提取效果，我们选择了用乙醚提取。

表 10 常用于大麻化学成分的溶剂

名称	溶剂规格	易燃性	毒性	实用性
氯仿	高	易	大	低
石油醚	高	易	大	中
苯	高	易	大	低
乙醇	中	较易	小	高
甲醇	中	较易	大	高
异丙醇	中	较易	中	高
二氯甲烷	高	不燃	中	中

试验结果如下：

表格 11 四氢大麻酚含量定性分析

试样	原样乙醚提取液	处理样乙醚提取液	空白乙醚提取液
颜色	紫色	紫色	无色

因为颜色反应不是一个稳定的过程，颜色逐渐变紫一段时间后就逐渐地褪色，同时我们也没有纯的四氢大麻酚做参考，所以只是用目测的方法定性地考察四氢大麻酚是否存在。从颜色反应上看，大麻落麻原样和处理样的颜色变化相当。这说明大麻落麻原料中含有少量的四氢大麻酚。经过处理的样品仍有紫色反应，并且颜色与原样相当，说明四氢大麻酚本身能够经受住了高温和化学试剂的作用，仍存在于大麻纤维上。

织品的抗菌性测试参照 JIS L 1902:2002 进行。JIS L 1902: 2002 是一项测试纺织品经过抗菌整理后抗菌性能的标准，主要考察抗菌整理和抑菌整理的效果。包括晕环法的定性试验和吸收法的定量试验。可以评价织物的抑菌性、杀菌性等指标。

测试操作简述如下：准备 3 份两端扎紧呈束状 0.4g 待测纤维样和 6 份对照样，将它们转入测试瓶进行高温消毒，冷却备用。用移液管准确移取 0.2ml 菌种接种到试样上，形成若

干接种点。接种完毕将测试瓶密封，在 $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 培养 18 ± 1 小时。培养结束后马上分别加入20ml生理盐水，盖紧，剧烈振荡，将菌落洗下，作活菌菌落计数。

$$M=P \times 20 \quad \text{式 (3-2)}$$

M—活菌落数 (菌落数)

P—菌落浓度 (菌落数/ml)

20—生理盐水体积 (ml)

测试结果计算方法:

$$\text{菌成长活性值} = \lg (M_b/M_a) \quad \text{式 (3-3)}$$

$$\text{抑菌值} = \lg (M_b/M_c) \quad \text{式 (3-4)}$$

$$\text{杀菌值} = \lg (M_a/M_c) \quad \text{式 (3-5)}$$

M_a = 对照样0小时立即冲刷后菌落数

M_b = 对照样18小时培养后菌落数

M_c = 待测样18小时培养后菌落数

抑菌值 >2.0 表示测试样有抑菌效果，杀菌值 >0 表示测试样有杀菌效果。

表格 12 抑菌性测试结果

	大麻落麻原样	135℃蒸煮样	170℃蒸煮样
金黄色葡萄球菌 (ATCC No.6538)			
抑菌值	3.19	3.71	1.2
杀菌值	0.69	1.21	0
大肠杆菌 (ATCC No.8099)			
抑菌值	4.04	4.52	0.73
杀菌值	1.71	2.18	0
白色念珠菌 (ATCC No.10231) (真菌)			
抑菌值	0	0.63	-
杀菌值	0	0	-

因为抑菌数和杀菌数都是对前后菌落数的比值取对数，数值0代表前后菌落数相当，数值3即代表菌落数的比值相差1000倍，数值4代表比值相差10000倍，数值越大，抑菌和杀菌效果越明显。结果显示，大麻落麻原样和在135℃处理样对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌的抑制和杀灭作用较明显，数值分别超过3和4。在经过170℃处理后，大麻落麻的抑菌作用被破坏了。而原样对白色念珠菌基本没有抑制和杀灭作用。170℃处理样未进行白色念珠菌的测试。

大肠杆菌能合成对人体有益的维生素 B 和维生素 K，但当人或动物机体的抵抗力下降或大肠杆菌侵入人体其他部位时，可引起腹膜炎、败血症、胆囊炎、膀胱炎及腹泻等。金黄色葡萄球菌在自然界中无处不在，空气、水、灰尘及人和动物的排泄物中都可找到。金黄色葡萄球菌肠毒素是个世界性卫生问题，在美国由金黄色葡萄球菌肠毒素引起的食物中毒占整个细菌性食物中毒的 33%。同时金黄色葡萄球菌还可引起局部化脓感染，也可引起肺炎、伪膜性肠炎、心包炎等，甚至败血症、脓毒症等全身感染。即使不考虑指示菌的代表性地位，大麻纤维对上述两种细菌的抗菌作用本身就很有意义。

对比大麻原样和 135℃处理样和 170℃处理样的抗菌测试结果及其成分数据不难发现大麻抑菌性与纤维各个成分的含量变化有很大关系。某些成分有利于菌类繁殖，从而降低抑菌性；大麻酚等有效抑菌成分则分布在另一些成分中，抑菌性能随着该成分含量下降而下降。

经过分析，我们可以看到，木质素最有可能是抑菌成分的载体。

半纤维素的结构与纤维素的结构类似。如果抗菌成分分布在半纤维素当中，那么其也应该在纤维素当中有相当的分布，结果就是纤维素本身有抑菌作用。而试验结果恰恰相反。大麻纤维处理后的纤维素含量提高了，抑菌作用却降低了，说明纤维素应该不是抑菌成分的载体。

大麻纤维上的果胶不应该是抑菌成分的载体。虽然我们没有测原样的果胶含量，但可以肯定的是高温蒸煮会脱除果胶。从 135℃处理样的结果来看，果胶含量下降了，大麻的抑菌效果反而好了，说明果胶很可能对抑菌效果起负作用。果胶有利于细菌的繁殖还有另一方面的佐证。我们知道大麻可以用生物脱胶，最早的记载是在诗经·陈风中的“东门之池，可以沤麻”。现在仍在使用的天然沤制法即是来自原始的微生物脱胶。法国、德国、意大利、前苏联等国家利用费地芽孢梭菌进行大麻脱胶，不但能缩短脱胶时间，还可以提高纤维品质。^[21]目前的麻类脱胶已经在使用酶法脱胶，^{[22][23]}所用的酶也来自菌类。由此看来，在处理前，大麻纤维上所存在的果胶是有利于菌类的繁殖和生长。如果果胶中存在抑菌成分，大麻的微生物脱胶就无从说起了。

木质素是高温蒸煮前后含量变化最大的成分，特别是 170℃处理样的木质素含量较 135℃处理样的含量减半后，抑菌作用伴随着木质素的去处而消失，说明木质素很可能就是抑菌成分的载体。从木质素是无定型芳香族并具有三度空间的高分子化合物的结构来看，大麻酚类做为有类似结构与空间构型的化合物分布在木质素之中的可能性也比较大。本课题所做的研究目前只能分析到这一步，如果有条件，可以尝试提取木质素，对木质素的抑菌性做单独的测试。

试样结果显示，大麻对白色念珠菌这种真菌的抑制和杀灭作用不明显，这应是真菌的生理性能与细菌的生理性能截然不同有关。从生物进化角度而言，真菌进化程度高于细

菌，在演化方面与放线菌无关，属真核生物。在细胞结构和繁殖方式上有许多地方类似于藻类，但真菌不含叶绿素、不营光合作用，靠腐生或寄生生活。真菌与原生生物的主要区别在于真菌有较硬的细胞壁而原生生物没有。真菌的胞壁与细菌不同，不含肽聚糖，多含几丁质(壳多糖)。单细胞真菌常见为酵母菌和类酵母菌；多细胞真菌多形成菌丝和孢子，称为丝状菌或霉菌。有些真菌根据环境和培养条件不同而见两种细胞形态相互转变，呈二相性。对于某些真菌，大麻中的化学成分不能很好的起作用，其原因可能是因为真菌有较硬的细胞壁。

受条件限制，抑制真菌的试验目前暂时只做了白色念珠菌一个菌种，它是一种由出芽生殖的酵母状真菌。念珠菌一般直径在 3-5 微米，菌体呈球形或长球形，归类为酵母型。一般以发芽或二分裂的形式增殖。念珠菌呈革兰氏染色阳性，PAS 染色阳性。白色念珠菌是人体的正常菌群之一，可以寄生在正常人体皮肤，口腔、胃肠道、肛门和阴道粘膜上而不发生疾病，是一种典型的条件致病菌。该原菌既可侵犯皮肤和粘膜，又能累及内脏。如果条件许可，还应该对大麻落麻纤维抑制癣类真菌的性能进行测试。

厌氧菌是另一类重要致病菌，目前已知的重要厌氧菌包括：

表格 13 已知重要厌氧菌

一、芽胞菌：	梭状芽胞菌属	
二、无芽胞菌	革兰氏阳性球菌	1 消化球菌属；2 消化链球菌属
	革兰氏阴性球菌	韦荣氏球菌属
	革兰氏阴性无芽胞杆菌	1 类杆菌属；2 梭形杆菌属
	革兰氏阳性无芽胞杆菌	1 双歧杆菌属；2 乳杆菌属； 3 真杆菌属；4 丙酸杆菌属

因为纺织品只有在某些极端情况下才处于缺氧的状态，对于纤维中充满空洞的大麻纺织品而言更是如此。大麻的电镜照片也清楚地显示了纤维中空腔的存在。同时厌氧菌的感染很多情况下是内源性的，来自外界的感染比较少，再次，感染多发生在肌体组织深处，通常情况下接触不到纺织品，此外还有测试条件的制约，所以，此次研究中没有进行厌氧菌的测试。基于大麻纤维对喜氧菌的测试及其作用机理，我们也可以预计到大麻中的这些化学成分对厌氧菌也有抑制作用。

有关霉菌的测试没有在本次试验中进行。因为将大麻落麻高温蒸煮的最终目的是制作粘胶纤维，并且粘胶纤维更多的是用于穿着，而在穿着过程中发生霉变的可能性比较小。其主要原因是霉变多在潮湿条件下发生，而大麻纤维中的空隙等物理结构和大麻的化学性能都有着使其本身保持干爽的天然优良特性。此外，有研究显示：大麻、黄麻有抗黄曲霉菌和婉氏霉菌的性能，并且其抗菌性优于苧麻和亚麻^[6]。这与大麻纤维上的四氢大麻酚等

物质不无关系。

综合上述的讨论，我们可以知道大麻纤维上的果胶、木质素、半纤维素等杂质对抑菌性有正面的或负面的影响。果胶存在会有助于细菌的生长和繁殖。四氢大麻酚等天然化学成分有效的抗菌成分很可能分布在木质素里，并且它们能耐受高温蒸煮加工中高温和化学试剂。

4. 结论

1、试验结果表明，可以用硫酸盐法进行高温蒸煮试验。通过预处理以及高温蒸煮试验能够有效的去除果胶、木质素、半纤维素等成分。高温蒸煮试验的最佳工艺条件为：总碱量：22%；硫化度：25%；高温蒸煮保温时间：5 小时；高温蒸煮温度：135℃；液比：1:5。

2、从处理后纤维的 SEM 图片可以观察到大麻落麻的单根纤维，证明试验分离出了大麻落麻的单纤。

3、大麻纤维中所含有的四氢大麻酚等成分是抑菌的主要有效成分，这些天然化学成分有效的抗菌成分很可能分布在木质素里，并且它们能耐受高温蒸煮加工中高温和化学试剂。

4、经过适当处理的大麻落麻对于一些常用的指示菌类如金黄色葡萄球菌和大肠杆菌而言，抑菌和杀菌作用明显，而对于真菌如白色念珠菌的效果不明显。

5、大麻中的果胶等成分不利于大麻的抑菌性能。

参考文献

- [1] 杨永红. 正确认识大麻, 合理使用生物资源. 中国麻作, 2000 (1) 39~41
- [2] Kearn G, Canadian Hemp. Canadian Textile Journal, 1996(3)936~939
- [3] 周裕国. 发展在麻产业用纺织大有可为. 产业纺织品, 1994(05):22.
- [4] 钱章武. 麻纺织原料 纺织工业部经济研究中心, 1985, P10
- [5] 李宗道等. 麻类生物工程进展 第一版, 中国农业出版社, 1999, 269
- [6] 孙小寅. 管映亭. 温桂清等. 大麻纤维的性能及其应用研究. 纺织学报, 2001(04):34-36.
- [7] 杨红穗. 大麻纺织应用前景及研究现状. 纺织学报, 1999 (4), 62~64
- [8] 周永凯. 张建春. 大麻纤维的抗菌机理初探. 未发表
- [9] 马丽娜. 温桂清. 孙小寅. 大麻纤维的理化性能分析. 四川纺织科技, 2000(05):4-6.
- [10] 王德骥. 尿氧浸泡苧麻的新型脱胶工艺研究. 纺织学报, 1997 (3) 34~37
- [11] 刘健. 陈洪章. 李佐虎. 大麻纤维脱胶研究综述. 中国麻业, 2002 Vol.24 (4) 39
- [12] P.S. Fetterman et al., "Mississippi Grown Cannabis sativa L.," Journal of Pharmaceutical Science 60 (1971): 1246
- [13] J.H. Holley et al., "Constituents of Cannabis sativa L. XI "Journal of Pharmaceutical Science 64 (1975): 892
- [14] 张朝武. 卫生微生物学 人民卫生出版社, 1984, 23
- [15] 薛广波. 现代消毒学[M] 第一版 人民军医出版社, 2002, 1~70
- [16] FZ/T 30001-92 苧麻主要化学成分系统定量分析方法 中华人民共和国纺织工业部 1992-12-09 批准, 1993-04-01 实施
- [17] Michael. Starks MARIJUANA CHEMISTRY, 1990
- [18] 聂勋载. 宁善军. 大麻杆的化学特性. 湖北工学院学报, 1994(02):84-86.
- [19] 谢来苏、詹怀宇主编. 制浆原理与工程 北京 中国轻工业出版社, 2001.

[20] 屈维均主编. 制浆造纸实验 北京 中国轻工业出版社, 1999.

[21] 孙庆祥. 麻类作物的微生物脱胶(综述). 中国麻作, 1995(1) 34~36

[22] 湖南师范大学生物系. 苧麻酶法脱胶的研究. 湖南师范大学学报(自然科学版)增刊, 1993

[23] 杨瑞鹏等. 红麻微生物酶法快速脱胶研究 I 脱胶酶产生菌筛选、鉴定及产酶条件. 中国麻作, 1991 (3) 45~47

致谢

在本课题的研究过程中，得到了王懽导师的悉心指导。

在本论文的完成过程中，还得到了染整教研室关颖、顾慧茹、高分子教研室付中玉老师、总后军需装备研究所张华等老师的关心、帮助和指导。

给予关心、帮助的还有张杰等同学。

在此，一并致谢！

学术论文清单：

浅述建立质量检验实验室的基本方法.《纺织导报》，2003 No.3 98~100 第一作者

从 ShanghaiTex2003 看纺机新技术.《纺织导报》，2004 No.1 4~22 第二作者

环保染料和助剂引领绿色时尚.《纺织导报》，2004 No.3 90~91 第一作者

《纺织导报》为全国中文核心期刊