

文章编号: 0253-9721(2007)06-0012-04

大麻纤维的抗菌性及抗菌机制

周永凯^{1,2}, 张建春³, 张华³

(1. 北京化工大学, 北京 100029; 2. 北京服装学院, 北京 100029; 3. 总后勤部军需装备研究所, 北京 100088)

摘 要 测试大麻纤维的抗菌性, 从大麻形态结构、化学组成上分析探讨大麻纤维的抗菌作用和机制。结果表明: 大麻纤维内部比表面积大, 孔洞和缝隙多, 富含氧气使厌氧菌无法生存; 大麻纤维中含有大量的酚类物质及其衍生物, 是有效的天然抗菌物质, 可阻碍霉菌等微生物代谢作用和生理活动, 破坏菌体的结构, 最终导致菌体的生长繁殖被抑制, 使菌体死亡; 而且极其微量的大麻酚类物质的存在就足以灭杀霉菌类微生物。

关键词 大麻纤维; 大麻酚; 抑菌; 抗菌剂; 抗菌机制

中图分类号: TS102.224 文献标识码: A

Bacteria resistant property of hemp fiber and its anti-bacterial mechanism

ZHOU Yongkai^{1,2}, ZHANG Jianchun³, ZHANG Hua³

(1. Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China; 2. Beijing Institute of Clothing Technology, Beijing 100029, China; 3. The Quartermaster Research Institute of General Logistics Department of the CPLA, Beijing 100088, China)

Abstract This study tests the bacterial resistance of hemp fiber and analyzes its anti-bacterial mechanism through the morphological structure and chemical composition of the fiber. The results indicate that the anaerobic bacteria can't survive in the inside of hemp fiber where exist a large specific surface area, lots of holes and voids, and much oxygen. Hemp fiber contains a lot of phenols and their derivatives which are effective natural bacteria resistant materials and can inhibit the metabolism and physiology of fungi and other microorganism, break the structure of germ, and repress the generation of fungi until the death of germ. Moreover, the existence of a small amount of cannabinoil is adequate to kill the fungi microorganism.

Key words hemp fiber; cannabinoil; bacteria inhibition; anti-bacterial agent; anti-bacterial mechanism

大麻又称为汉麻, 其抗菌特性早已被人们认识并利用^[1-2]。大麻纤维织成纺织品并加工成服装后, 以其天然抑菌、抗紫外线辐射、吸湿沥汗和离体爽身等保健性和服用舒适性逐渐受到国内外消费者的青睐^[3-7]。本文测试了碱蒸煮后大麻纤维的抗菌性, 从大麻纤维形态结构和化学组成上分析探讨其抗菌作用和机制, 为人们充分认识大麻纤维, 更好地利用大麻的保健卫生功能和环保性, 开发大麻纤维产品提供理论依据。

1 实 验

1.1 原 料

大麻韧皮纤维及其粘胶样品(3.34 dtex × 38 mm),

均由解放军总后勤部军需装备研究所士兵中心提供。

1.2 抗菌性测试

采用 JIS L 1902: 2002 标准测试大麻韧皮纤维抗菌性, 操作如下: 准备 3 份 0.4 g 两端扎紧呈束状的待测纤维样和 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 0.2 mL 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 ± 1) °C 培养 (18 ± 1) h。培养结束后马上分别加入 20 mL 生理盐水, 盖紧, 剧烈振荡, 将菌落洗下作活菌菌落计数。

$$M = P \times 20$$

式中: M 为活菌落数(菌落数); P 为菌落浓度(菌落数/mL); 20 为生理盐水体积(mL)。

测试结果计算方法:

收稿日期: 2006-09-23 修回日期: 2006-12-22

作者简介: 周永凯(1959—), 男, 教授, 博士生, 主要研究领域为纺织新材料、服装舒适性等。E-mail: zykbt@yahoo.com.cn

$$\text{菌成长活性值} = \lg(Mb/Ma);$$
$$\text{抑菌值} = \lg(Mb/Mc);$$
$$\text{杀菌值} = \lg(Ma/Mc)$$

式中: Ma 为对照样 0 h 立即冲刷后菌落数; Mb 为对照样 18 h 培养后菌落数; Mc 为待测样 18 h 培养后菌落数。抑菌值大于 2.0 表示测试样有抑菌效果, 杀菌值大于 0 表示测试样有杀菌效果。

1.3 四氢大麻酚定性测试

首先在恒温箱中以 95 ℃ 的温度保持 5 min 干燥大麻, 然后将 1 g 干燥后的粉碎大麻纤维放入一个白色的瓷碟、盘子或试管里, 加入 10 mL 乙醚或其他有机溶剂(在 95 mL 95% 的乙醇加入 5 g 固体氢氧化钾), 晃动后静置 5 min, 观察溶液颜色变化。乙醚或乙醇碱溶液能使四氢大麻酚变成紫色。

表 1 高温蒸煮前后大麻纤维的抑菌值和杀菌值

Tab. 1 Hemp's antibacterial and bactericidal value before and after high temperature boiling

大麻种类	金黄色葡萄球菌		大肠杆菌		绿脓杆菌		白色念珠菌	
	抑菌值	杀菌值	抑菌值	杀菌值	抑菌值	杀菌值	抑菌值	杀菌值
大麻原麻(未蒸煮)样品(棕色)	3.19	0.69	4.04	1.71	3.23	1.49	2.18	0.97
大麻蒸煮后纤维样品(白色)	3.71	1.21	4.52	2.18	2.90	1.54	2.63	1.32

表 2 为大麻韧皮粘胶纤维对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、绿脓杆菌和白色念珠菌的抗菌值和抑菌率。可见, 大麻韧皮粘胶对各种实验菌种的抗菌值

2 结果与讨论

2.1 大麻纤维的抗菌性

抑菌值和杀菌值为 0 表示前后菌落数相等, 1 表示菌落数的比值相差 10 倍, 2 表示菌落数的比值相差 100 倍, 依此类推。因此, 数值越大, 抑菌和杀菌效果越明显。表 1 为高温蒸煮前后大麻纤维的抑菌值和杀菌值。可以看出, 大麻原样和经过 135 ℃ 高温蒸煮处理样对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、绿脓杆菌和白色念珠菌的抑菌值和杀菌值都超过 1, 说明大麻原麻和蒸煮后大麻落麻对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌、绿脓杆菌和白色念珠菌有较明显的抑制和杀灭作用。

都达到 7 以上, 抑菌率达 90% 以上, 表明大麻韧皮对 4 种实验菌种都有很明显的抑制和杀菌作用, 显示出大麻面料有很好的天然抑菌力。

表 2 大麻韧皮粘胶纤维抗菌实验结果

Tab. 2 Result of hemp bast viscose fiber's antibacteria

试样	金黄色葡萄球菌 ATCC 26085		大肠杆菌 ATCC 44113		绿脓杆菌 ATCC 10211		白色念珠菌 ATCC 90028	
	菌数($\lg n$)	抑菌率/%	菌数($\lg n$)	抑菌率/%	菌数($\lg n$)	抑菌率/%	菌数($\lg n$)	抑菌率/%
对照样	8.23	—	8.36	—	8.49	—	7.04	—
大麻粘胶	2.11	100	7.15	90.87	7.26	94.19	3.78	99.41

2.2 大麻纤维的抗菌机制

用乙醚提取液对高温蒸煮前后的大麻纤维进行颜色测试, 结果表明大麻原样和处理样都有紫色反应的颜色变化。这说明大麻原样和处理样中都含有四氢大麻酚, 在化学试剂的作用下, 经过高温蒸煮等工艺处理四氢大麻酚仍存在于大麻纤维中。

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。大麻纤维同时具有灭杀霉菌类微生物 2 个条件。大麻纤维中含有大麻酚类抗菌物质可灭杀霉菌类微生物, 大麻纤维富含氧气可破坏厌氧

霉菌生存环境。

2.2.1 大麻酚类物质灭杀霉菌微生物

大麻韧皮约含 57% 的纤维素、17% 的半纤维素、7% 的木质素、6% 的果胶、2% 的脂蜡质等。在这些物质中都含有大麻酚(分子式为 $C_{21}H_{26}O_2$), 它是人们常说的大麻毒品的有效成分^[8-12]。在已分离出的 60 余种大麻毒品成分中, 最主要且含量较高的是大麻二酚(cannabidiol, CBD)、四氢大麻酚(tetrahydrocannabinol, THC)和其丙基同系物(cannabidivarin, CBDV 和 tetrahydrocannabivarin, THCV)以及大麻萜酚(cannabigerol, CBG)、大麻环萜

酚 (cannabichromene, CBC) 和其丙基同系物等 (cannabigerovarin, CBGV 和 cannabichromvarin,

CBCV)。大麻酚、大麻酚酸、大麻二酚、四氢大麻酚、大麻萜酚及其部分衍生物的结构式见图 1。

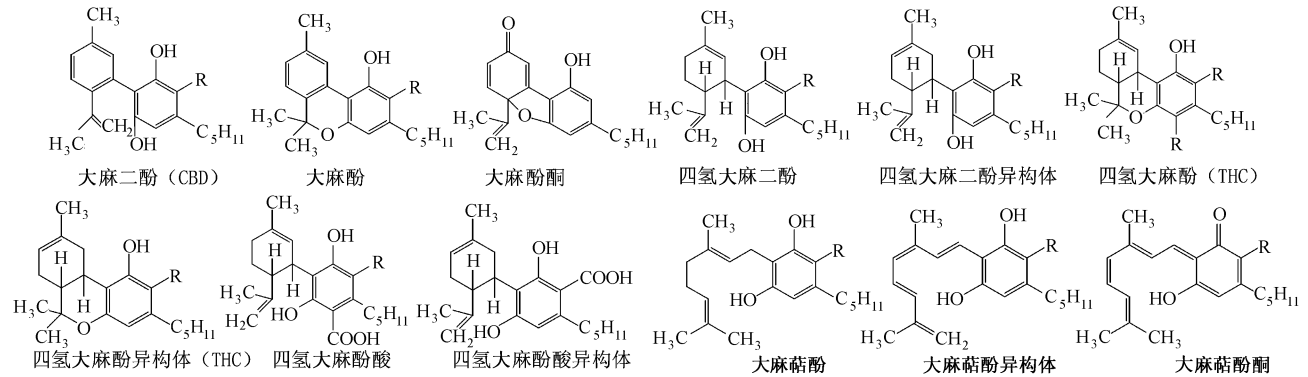


图 1 大麻酚及其衍生物的分子结构

Fig. 1 Molecular structure of hemp hydroxybenzene and derivatives

大麻酚及其衍生物属于酚类、酮类、醌类等物质。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,见图 2。

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、脂蜡质等的过程中,相当部分的大麻酚类物质会随之去掉,但仍有微量化学结构稳定的大麻酚类物质即使经染整加工,也会嵌入在纤维素基质中,与大麻纤维素和木质素牢固地结合,甚至在异构体相互转换过程中与纤维素和木质素大分子发生共价键反应。这部分大麻酚类物质是一种非溶出性的、天然的抗菌物质,正是这部分大麻酚类物质在大麻纤维的抗菌中起到了关键作用,这也是大麻粘胶纤维仍有抗菌性的主要原因。

大麻酚能破坏霉菌类微生物实体的形成、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 and 细胞壁损坏等。实质上是通过阻碍霉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,使菌体死亡。而且极其微量大麻酚类物质的存在就足以灭杀霉菌类微生物。

2.2.2 大麻纤维富含氧气灭杀厌氧霉菌

不同于其他纤维中的木质素结构,大麻韧皮中木质素结构是一种网状结构,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,中腔体积常占纤维细胞总体积的 1/3~1/2,大麻纤维比表面积大,孔洞大,多缝隙,孔隙率高,且与纤维表面纵向分布着许多缝隙和孔洞相连,“纤维束”内部和“纤维束”群体之间也同样分布着许多缝隙和孔洞 (见图 3)。大麻纤维特殊的结构使其富含氧气,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,

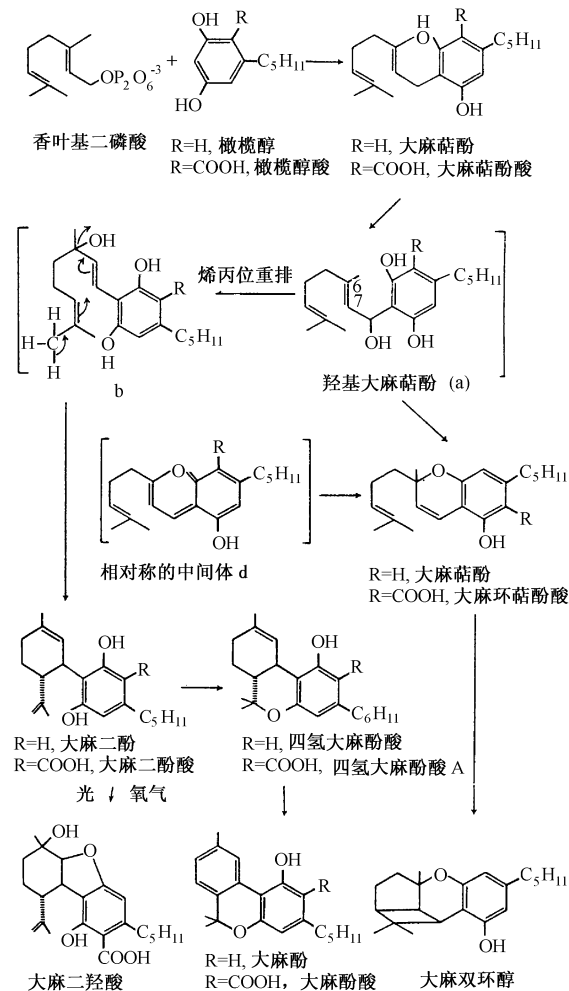


图 2 主要大麻化学成分的可能生物合成的关系

Fig. 2 Possible synthetic relationship of mostly

hemp chemical component

难以生存,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。

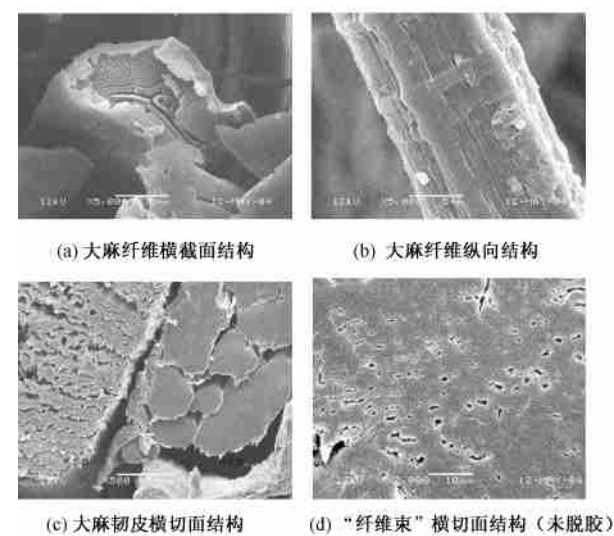


图3 大麻纤维电镜照片

Fig. 3 SEM images of hemp fiber. (a) Cross section of hemp; (b) Vertical section of hemp; (c) Cross section of hemp bast; (d) Cross section of fasciculus

3 结 论

1) 大麻原麻和蒸煮后的大麻纤维对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、绿脓杆菌和白色念珠菌有较明显的抑制和杀灭作用,对厌氧菌和需氧菌都有抑制和灭杀作用,具有优异的抗菌特性。

2) 大麻纤维中含有的大麻酚、大麻二酚、四氢大麻酚、大麻酚酸、大麻萜酚及其衍生物是一类有效的天然抗菌物质,微量的大麻酚类物质的存在足以灭杀霉菌类微生物。

3) 大麻韧皮中木质素是一种网状结构,纤维表面粗糙,有许多裂纹和孔洞,内部比表面积大,孔洞和缝隙多,纤维内外纵横分布着的许多缝隙和孔洞

相连,富含氧气使厌氧菌无法生存。

4) 大麻粘胶纤维有抗菌性是因为大麻酚类及其衍生物残留在粘胶纤维的木质素中或与纤维结合所致。

FZXB

致谢 电镜观测工作得到北京服装学院付中玉老师的支持,在此表示感谢!

参考文献:

[1] 郭鸿彦,杨明,谢晓慧,等. 云南工业大麻产业化发展前景广阔[J]. 中国麻业,2002,24(4):46- 49.

[2] 张建春,张华,张华鹏,等. 大麻综合利用技术[M]. 北京:长城出版社,2006: 1- 55.

[3] 袁保卫. 大麻纺纱及其面料的开发[C]// 21 世纪信息技术生态纺织品国际研讨会论文集. 北京:北京纺织工程学会,2002: 258- 260.

[4] 杨红穗,张元亮. 大麻纺织应用前景及研究现状[J]. 纺织学报,1999(4): 62- 63.

[5] Mussig J, Martens R, Harig H. Hemp fiber as a textile resource [J]. Textile Asia, 1998(5): 39- 50.

[6] 殷祥刚,滑钧凯,朱若英. 大麻加工技术现状及发展[J]. 天津工业大学学报,2003(1): 13- 17.

[7] 周明京. 中国大麻纺织的现状与发展之我见[J]. 北京纺织,2001(4): 7- 9.

[8] 陈建华,藏巩固,赵立宁,等. 大麻化学成分研究进展与开发我国大麻资源的探讨[J]. 中国麻业,2003,25(6): 266- 271.

[9] 张岗,郭江宁,毕开顺,等. 高效液相色谱法测定火麻仁油中 Δ^9 -四氢大麻酚的含量[J]. 沈阳药科大学学报,2003,20(4): 269- 271.

[10] 吴筠,吴侔天. 11-羟基- Δ^9 -四氢大麻酚二酸的定量分析[J]. 中国运动医学杂志,2004,23(1): 101- 103.

[11] Naucy Kery, Stanford F, Blade. Characteristics of hemp fiber from low THC hemp varieties [J]. Canadian Textile Journal, 2000(5): 24- 26.

[12] Michael, Starks. Marijuana Chemistry [M]. Berkeley: Ronin Publishing Inc, 1995: 5- 13.