

# 大蒜多糖近 10 年在化学、工艺质量、药理及应用方面的总结

叶迎, 许京, 王瑞海, 苗青, 刘丽梅\*

(中国中医科学院 中医基础理论研究所, 北京 100700)

**[摘要]** **目的:**大蒜作为传统的调味品,同时具有良好的药用价值,属药食两用中药。传统上,大蒜主要用于消肿、解毒、杀虫;现代研究表明,大蒜在防治肿瘤、缓解三高、降低胆固醇以及延缓衰老等方面都有良好的药理活性,受到了众多学者青睐。大蒜主要含有蒜氨酸、大蒜辣素[其不稳定,分解生成小分子硫化物,主要包括二丙烯三硫化物(DATS),二烯丙基二硫化物(DADS),二烯丙基硫化物(DAS)等,这些成分也是大蒜油的主要成分],蒜氨酸酶、大蒜挥发油、大蒜皂苷、大蒜多糖、微量元素等;其中,大蒜多糖是大蒜中一类重要的化学成分,它也是大蒜药效的物质基础之一。大蒜多糖相对分子质量在9~10 kDa,属于小分子杂多糖,水解发现其主要含有果糖、葡萄糖等,质量控制主要为检测总多糖和多糖分解后的单糖含量;大蒜中大蒜多糖的含量在70%以上;提取方法主要有回流提取法、超声提取法、酶法等。大蒜多糖具有增强免疫、抗氧化、抗病毒、保肝、保护心肌、防止心肌纤维化等多种生物活性,可开发成药品与保健品;除此之外,它还可以作为食品原辅料,用于食品生产。因此,大蒜多糖具有重要的研究价值和开发利用前景。本文就近10年对大蒜多糖的组成、提取纯化方法、含量测定、药理活性、应用等内容进行了全面归纳总结,为其深入研究开发利用提供一定的参考。

**[关键词]** 大蒜多糖;组成;提纯方法;含量测定;药理活性;应用

**[中图分类号]** R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2017)10-0227-08

**[doi]** 10.13422/j.cnki.syfx.2017100227

**[网络出版地址]** <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20170215.0952.034.html>

**[网络出版时间]** 2017-02-15 9:52

## Research Progress of Garlic Polysaccharide in Chemical, Process Quality, Pharmacology and Application in Past Decade

YE Ying, XU Jing, WANG Rui-hai, MIAO Qing, LIU Li-mei\*

(Institute of Basic Theory Research of Traditional Chinese Medicine, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China)

**[Abstract]** **Objective:** Garlic is a traditional condiment and traditional Chinese medicine, with a good medicinal value. Traditionally, garlic is mainly used for detumescence, detoxification and sterilization. Modern researches showed that garlic is favored by many scholars because of its good pharmacological activities in preventing and treating tumor, reducing hypertension, hyperglycemia, hyperlipidemia and cholesterol, and anti-aging. Garlic mainly contains alliin, garlic neuraminidase, naphtha, saponins, polysaccharides and trace elements. Among them, garlic polysaccharide is one of important chemical components, and one of pharmacodynamic material bases of garlic. With a relative molecular mass ranging between 9-10 kDa, garlic polysaccharide belongs to a type of small molecule heteropolysaccharide. According to hydrolysis, it mainly contains fructose and glucose. Quality control mainly aims to detect total polysaccharide and decomposed monosaccharide content. Garlic polysaccharide content is more than 70%, and can be extracted through refluxing extraction, ultrasonic extraction and enzymatic method. Garlic has such biological activities as enhancement immunity,

**[收稿日期]** 20160916(fj20160726011)

**[基金项目]** 国家“重大新药创制”科技重大专项(2009ZX09301-005-11)

**[第一作者]** 叶迎,在读硕士,从事中药质量分析和制剂工艺研究,Tel:18801385472,E-mail:1011153962@qq.com

**[通讯作者]** \*刘丽梅,研究员,从事中药药效物质基础研究,Tel:010-64014411-2592,E-mail:liulimeihrb@sina.com

antioxidation, antiviral, liver protection, myocardial protection, prevention of myocardial fibrosis, and can be developed into healthcare products and medicines. In addition, it can also be used as raw materials in food production. Therefore, it has an important research value and exploitation prospect. The paper has summarized garlic polysaccharide's composition, method of extraction and purification, content determination, pharmacological activity and application, in order to provide a reference for further research, development and utilization.

[ **Key words** ] garlic polysaccharide; composition; purification method; content determination; pharmacological activity; application

大蒜为百合科植物大蒜 *Allium sativum* 的鳞茎, 全国各地均有栽培, 常年种植面积 1 000 余万亩, 占世界大蒜栽培面积的三分之二, 连续多年为我国第一大出口单一农产品, 世界大蒜看中国已经成为业界的共识<sup>[1]</sup>。大蒜主要含有大蒜氨酸、蒜氨酸酶、挥发油、皂苷、多糖、微量元素等, 其中大蒜多糖是大蒜中含量最多的一类活性成分, 达到 70% 以上。大蒜多糖为杂果聚糖, 主要含有果糖、葡萄糖等, 药理活性突出, 具有增强免疫、抗氧化、抗病毒、保肝、保护心肌、防止心肌纤维化等多种重要的生物活性和功能<sup>[2-4]</sup>, 近 10 年成为国内的研究热点, 但其药用价值没有得到充分研究开发。本文对大蒜多糖近 10

年在组成、提取、纯化方法、含量测定、药理活性、临床应用等方面研究应用情况进行全面总结, 为大蒜多糖的进一步研究、开发、应用提供帮助。

### 1 大蒜多糖中的单糖组成

**1.1 大蒜粗多糖中的单糖** 早在 1977 年, Das 等就通过水和 0.5% 草酸铵来提取大蒜中的多糖<sup>[5]</sup>, 并用乙醇沉淀、透吸和 DEAE 纤维素色谱等分离得到了几种大蒜多糖<sup>[6-9]</sup>。近几年来研究人员通过水解大蒜多糖得到大蒜多糖的组成, 并测定其含量, 构成大蒜多糖的单糖的种类比较多, 基本上含有葡萄糖、甘露糖、阿拉伯糖; 大蒜多糖单糖组成不同, 与多糖提取、分离及水解条件有关。见表 1。

表 1 大蒜多糖水解方法及单糖组成含量

研究方法	多糖水解方法	葡萄糖	半乳糖醛酸	鼠李糖	甘露糖	阿拉伯糖	葡萄糖醛酸	半乳糖	果糖	木糖	%
柱色谱 <sup>[5]</sup>	-	-	22.80	3.10	-	7.20	-	24.10	-	-	
毛细管区带电泳 <sup>[6]</sup>	硫酸	37.30	14.17	8.53	8.88	6.39	14.62	10.12	-	-	
RP-HPLC <sup>[7]</sup>	硫酸	47.19	15.73	7.29	7.42	8.50	7.22	6.56	-	-	
离子色谱 <sup>[8]</sup>	硫酸	0.14	-	-	6.43	0.22	-	-	93.20	-	
离子色谱 <sup>[9]</sup>	三氟乙酸	5.14	-	-	0.32	-	-	-	70.67	0.18	

**1.2 精制多糖中的单糖** 通过不同方法对大蒜多糖进行精制<sup>[4,10-11]</sup>, 精制大蒜多糖以气相色谱法所测得的成分种类最多, 这可能与所用分析方法的灵敏度有关, 由此提示, 提高分析仪器的灵敏度, 对精制大蒜多糖中单糖的分析有一定帮助。

多糖中的单糖种类较少, 虽然研究结果各有不同, 但以果糖、葡萄糖含量高者居多。产生上述结果的原因可能是由于大蒜产地、纯化方法以及分析测定方法不同, 导致大蒜多糖中的单糖组成和比例均有所不同。由此提示, 在研究大蒜多糖的生物活性时, 一定要交代样品产地、制备方法。见表 2。

大蒜粗多糖中单糖种类较多, 纯化精制后

表 2 大蒜多糖的精制方法及组成

Table 2 Refining methods and components of garlic polysaccharide

分离纯化方法	分析方法	精制样品及组成比例
DEAE-52 纤维柱色谱 <sup>[10]</sup>	气相色谱 (GC)	GP-2 [单一峰, 阿拉伯糖-木糖-甘露糖-葡萄糖-半乳糖 (1:0.4:4.8:2.6:0.9)], GP-3 [单一峰] (1:0.9:5.1:4.7:0.8)
DEAE 纤维素树脂柱和 Sephadex G100 柱 <sup>[4]</sup>	薄层色谱和气相色谱 (TLC/GC)	均一多糖 (单一峰), 相对分子质量 7 100 Da, 果糖-葡萄糖-半乳糖 (85:14:1)
乙醇分级醇析、透析和 DEAE-23 纤维素柱色谱 <sup>[11]</sup>	紫外分光光度法	大蒜多糖 B2, 相对分子质量约 7 100 Da, 果糖-半乳糖 (51.46:1)

此外, Sabine 等<sup>[12]</sup>在试验中得到的是由新蔗果三糖组成的果聚糖, 杨铭等<sup>[13]</sup>得到与硒有键合状态的甘露聚糖。

## 2 大蒜多糖的提取和纯化

**2.1 大蒜多糖的提取** 大蒜多糖的提取方法很多。传统的方法主要有热水提取、酸碱提取、酶法提取。热水提取因操作简单, 成本低廉, 得到最广泛的应用。酸碱提取可能会因浓度因子难以控制, 使糖苷键断裂, 多糖水解而降低得率。酶法提取得率高, 时间短, 工艺简单, 影响酶解的因素很多, 值得研究的内容很多, 近年来备受学者关注。大蒜多糖的现代常用超声波法提取法。

李国强<sup>[14]</sup>总结了大蒜多糖热水提取的简单流程(大蒜脱脂→大蒜脱脂泥→热水浸提→过滤→滤

液离心→上清液浓缩→得到大蒜粗多糖)。本文对多位学者在大蒜多糖的提取工艺方面进行了比较<sup>[15-23]</sup>, 其中酶法辅助提取大蒜中的多糖, 在提取率上较其他方法有一定的提高, 部分提取率有较大提高。但是, 大多酶法辅助提取的实验中, 未提到不通过酶法提取大蒜多糖的提取率, 无法进行大蒜多糖提取工艺的比较。同时, 由于大蒜的变种很多, 大多数研究者所研究的大蒜多糖提取工艺较少涉及到大蒜的品种和来源, 致使很难讨论提取工艺的优劣。

在实际应用中, 要综合考虑工艺的简便易行性, 提取效率、设备成本等因素。生产设备简单的条件下, 回流提取, 酶法提取, 双提法都可以选择。回流提取法多糖得率相对较低; 酶法提取中, 纤维素酶与菠萝蛋白酶的提取效率较高。见表 3。

表 3 大蒜多糖的提取工艺比较

Table 3 Comparison of extraction technology of garlic

提取方法	提取液	温度/℃	时间/min	次数	超声功率/W	pH	料液比/g·mL <sup>-1</sup>	提取率/%
回流 <sup>[15]</sup>	NaOH 溶液	沸水浴	240	1	-	-	-	13.91
回流 <sup>[15]</sup>	HCl 溶液	沸水浴	300	1	-	-	-	15.04
回流 <sup>[15]</sup>	蒸馏水	沸水浴	360	1	-	-	-	20.64
回流 <sup>[16]</sup>	蒸馏水	沸水浴	60	3	-	-	1:5	21.36
纤维素酶 <sup>[17]</sup>	磷酸盐缓冲液	50	90	1	-	5	-	20.54
纤维素酶 <sup>[18]</sup>	蒸馏水	45	80	1	-	5	-	35.34
菠萝蛋白酶 <sup>[19]</sup>	乙酸缓冲液	50	80	1	-	5	-	77.40
固载体菠萝蛋白酶 <sup>[19]</sup>	乙酸缓冲液	50	80	1	-	5	-	78.43
纤维素酶 <sup>[20]</sup>	PBS 缓冲液	55	90	1	-	4	1:30	74.28
复合酶 <sup>[21]</sup>	磷酸二氢钠、柠檬酸缓冲液	45	30	1	400	-	1:6	25.80
超声 <sup>[22]</sup>	蒸馏水	65	6	1	200	-	1:7	19.20
微波辅助冻融 <sup>[23]</sup>	蒸馏水	冷冻	720	3	-	-	-	3.27

**2.2 多糖的纯化** 大蒜多糖的纯化方法可分为初步纯化(即脱蛋白和脱色)和进一步纯化(包括分级沉淀法、柱色谱法、吸附澄清法等)<sup>[9]</sup>。脱蛋白有化学法(Sevag 法、三氯乙酸法、酶解 Sevag 法联用法)和物理法(加热法、膜超滤法)。

**2.2.1 初步纯化——脱蛋白和脱色** Sevag 法是最常用的脱蛋白方法, 该方法是根据蛋白质在三氯甲烷等有机溶剂中变性的特点, 使蛋白质变性成胶状, 存留在三氯甲烷和水交接面处, 再离心除去。梁丽军<sup>[10]</sup>比较了 Sevag 法、三氯乙酸法、酶解 Sevag 法联用法对大蒜多糖脱蛋白的效果, 发现酶解 Sevag 法联用法蛋白质脱除率低于三氯乙酸法、高于 Sevag 法, 但其多糖损失率小于三氯乙酸法, 综合考虑, 酶解 Sevag 法联用法是比较理想的脱除蛋白方法。

HUANG 等<sup>[24]</sup>探讨了用热水浸提方法制备大蒜粗多糖, 以脱蛋白及多糖损失率为指标, 比较使用三氯乙酸法, 盐酸(HCl)法, NaCl 法和 CaCl<sub>2</sub> 法。红外光谱分析和内容分析表明, 盐酸法的脱蛋白多糖损失率最高, CaCl<sub>2</sub> 法脱蛋白优于 NaCl 法。毕华等<sup>[25]</sup>采用膜超滤对大蒜多糖脱蛋白, 其工艺为, 大蒜多糖的质量浓度为 20 g·L<sup>-1</sup>, 压力 27.58 kPa, 超滤 3 次, 该条件下大蒜多糖通过率达到 92.1%, 蛋白质质量分数由 0.5% 降低到了 0.05%, 超滤膜不经清洗, 再次使用, 大蒜多糖通过率为 74.7%, 为原通过率的 78.1%, 经蒸馏水-NaOH 溶液-蒸馏水混合清洗后, 大蒜多糖的通过率为 93.2%, 恢复到原通过率 97.5%。由此可见, 超滤膜经清洗后可重复使用。此法脱蛋白效率好, 操作简单且环保。

大蒜多糖的脱色常采用双氧水脱色、活性炭脱色和树脂色谱法。杨娜等<sup>[26]</sup>用颗粒活性炭对发酵大蒜水提液进行脱色理,当活性炭用量为 4%,温度 40 ℃,流速 1.8 mL·min<sup>-1</sup>时,脱色率为 66.08%。许克勇<sup>[27]</sup>选择添加 6% 的活性炭,在 90 ℃ 下加热 30 min,大蒜多糖液的透光率达 99%。

**2.2.2 进一步纯化——分级沉淀法和柱色谱法**  
大蒜多糖进一步纯化,可采用分级沉淀法和柱色谱法。郑敏等<sup>[28]</sup>将脱脂蒜泥 183 g 加入 0.5% 草酸铵 1.2 L,在沸水浴上加热搅拌 4 h,冷却后尼龙布过滤,滤液用冰乙酸酸化至 pH 4.5,用 4 倍体积乙醇沉淀多糖,用无水乙醇、乙醚依次洗涤,得白色无定形粉末即为大蒜多糖 A;脱脂蒜泥按上述步骤进行(以水代替草酸铁,滤液不酸化)可提得大蒜多糖 B;沉淀多糖 B 后的上清于 80 ℃ 水浴中,冷却,再加 3~4 倍体积冷丙酮沉淀,浅黄色粉末即为大蒜多糖 C。刘燕琼等<sup>[29]</sup>对比了强酸性阳离子交换树脂(732)和 DEAE-23 树脂制备大蒜多糖的流速,交换容量等操作参数。结果表明 732 离子交换树脂和 DEAE-23 树脂制备的大蒜多糖红外光谱基本一致,产率分别为 12.3% 和 10.37%,732 离子交换树脂的交换容量较大,制备过程简单,速度较快,成本较低。

### 3 大蒜多糖的含量测定

多糖的含量测定一般采用紫外分光光度法,该方法需显色剂显色后进行检测,常用的显色剂有苯酚-硫酸、蒽酮-硫酸等;也有采用离子色谱示差检测器测定多糖的含量。

王瑞海等<sup>[30]</sup>以葡萄糖为对照品,大蒜多糖经苯酚-硫酸显色后于 485 nm 处测定吸光度,采用换算因子的校正方法,有效消除单纯以某 1 种单糖做标准曲线引起的误差,该方法简单,准确性重复性良好,可作为大蒜多糖提取物中总多糖质量的控制方法。余薇等<sup>[31-33]</sup>采用 0.5% 草酸铵溶液提取、醇沉的方法分离纯化大蒜多糖组分 A,以苯酚-硫酸显色法测定大蒜多糖组分 A 的含量,质量分数为 77.40%;采用醇沉的方法分离纯化大蒜多糖组分 B,大蒜多糖组分 B 的平均糖质量分数为 83.37%;采用无水丙酮提取分离纯化大蒜多糖组分 C,实验给出不同时期的大蒜中多糖组分 C 的含量,2 月份 87.82%,4 月份 88.52%,6 月份 93.6%,7 月份 94.28%,11 月份 85.17%,6~7 月份大蒜多糖组分 C 的糖含量最高;由此说明在大蒜成熟采收期最适宜制备大蒜多糖组分 C。柏冬等<sup>[9]</sup>以氨基酸分离

柱,氢氧化钠/乙酸钠溶液梯度洗脱,脉冲积分安培检测器(Au 为工作电极,Ag/AgCl 为参比电极)检测,测定大蒜多糖水解产生的单糖组成及含量。该法具有准确、简单、分离效果好和样品不需要衍生处理的优点,适用于各种植物多糖的单糖组成分析。

一系列实验表明大蒜多糖的含量的不仅受到提取方法的影响,还受到大蒜采收季节、储藏期的影响。

### 4 大蒜多糖的药理活性

大蒜多糖具有护肝、调节免疫、抗氧化、抗凝血、保护心肌、抗病毒、降血脂、增强记忆能力、调节肠道菌群平衡等生理活性,硒化后的大蒜多糖在某些方面药理活性增强。

**4.1 护肝作用** 大蒜多糖对多种原因所致的肝损伤均有保护作用。郑敏、孔祥槐等<sup>[28,34]</sup>通过实验证实大蒜多糖对四氯化碳造成的肝损伤有保护作用。程富胜等<sup>[35]</sup>发现大蒜多糖能够有效提高机体抗氧化机能,对 ConA 所致的免疫性肝损伤有一定保护作用,并且在一定范围内存在着量效相关性。包永芬等<sup>[36]</sup>通过实验探讨大蒜多糖(实验室自制)对甲醛致人胚肝细胞 L02 氧化损伤和遗传损伤的保护。刘超群等<sup>[37]</sup>报道大蒜多糖对慢性酒精中毒所致小鼠肝损伤有一定的保护作用,其作用机制与其增强抗氧化能力有关。

**4.2 免疫调节的作用** 刘永华等<sup>[38]</sup>报道大蒜多糖能显著提高实验小鼠胸腺和脾指数以及脾中 CD4<sup>+</sup> T 细胞比率,说明大蒜多糖可在一定程度上提高小鼠的免疫功能,从而提高机体的抗病能力和抵抗力。岳丽等<sup>[39]</sup>用氢化可的松(HC)皮下注射制造免疫功能抑制的动物模型的研究表明,大蒜多糖 B 对免疫抑制小鼠的 T 淋巴细胞亚群及巨噬细胞的吞噬功能具有正向调节作用。赵骥等<sup>[40]</sup>采用大运动量游泳训练模型小鼠进行研究,发现大蒜多糖 C 能有效缓解大运动量训练后导致的免疫功能失衡,促使其恢复到平衡状态。GAO 等<sup>[41]</sup>在体外实验中,对巨噬细胞功能变化进行评价的吞噬作用和一氧化氮分泌试验中发现大蒜多糖可增强免疫活性,硒化修饰后可以进一步提高免疫增强活性。QIU 等<sup>[42]</sup>通过 MTT 法比较在体外对鸡外周血淋巴细胞增殖反应的影响,大蒜多糖能促进淋巴细胞增殖。QIU 等<sup>[42]</sup>又通过 HNO<sub>3</sub>-Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub> 修改方法获得硒化大蒜多糖 sGPS<sub>1</sub>-sGPS<sub>9</sub>。通过 MTT 测定比较对鸡外周淋巴细胞体外增殖的影响。结果表明,sGPS<sub>s</sub> 可以显著促进淋巴细胞增殖,sGPS<sub>3</sub>,sGPS<sub>5</sub>,sGPS<sub>6</sub> 更强大的

功效。

**4.3 抗氧化作用** 众多文献报道大蒜多糖的抗氧化研究比较成熟。经热水提取得大蒜粗多糖(GA),GA 经过 DEAE-纤维素柱分离,进一步分离成中性的大蒜多糖(GB)和酸性的大蒜多糖(GC),并对 3 种大蒜多糖的抗氧化作用进行了评价。结果表明,GA,GB,GC 具有不同的抗氧化作用,GA 抗氧化作用在 GB,GC 之间,中性多糖 GB 对羟基自由基的清除和还原活性最强,而酸性多糖 GC 的超氧阴离子自由基清除能力和铁离子螯合作用最强。通过实验发现大蒜多糖具有一定的抗氧化能力,其可以清除超氧阴离子自由基和羟自由基,2,2-diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl 自由基,却不能清除 DPPH 自由基<sup>[17-18,43]</sup>。郑颖等<sup>[44]</sup>报道大蒜多糖能促进大鼠嗜铬瘤细胞(pheochromocytoma cells,PC12)增殖,且对经过过氧化氢(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)诱导损伤的 PC12 细胞具有保护作用,说明其作用机制可能与提高 PC12 细胞的抗氧化能力有关。沈伟哉等<sup>[45]</sup>比较大蒜多糖与硒化大蒜多糖(SGP)对经过过氧化氢诱导损伤的大鼠嗜铬瘤细胞株(PC12)的保护作用。研究发现硒化大蒜多糖对经过过氧化氢诱导损伤的 PC12 细胞具有保护作用,这种保护作用明显优于大蒜多糖或单纯硒,其作用机制可能与提高 PC12 细胞的抗氧化能力有关。史毓杰等<sup>[46]</sup>探讨了大蒜多糖(由暨南大学食品科学与工程系分离纯化及鉴定)抗 UVB 辐射诱导的 HaCaT 细胞损伤凋亡效应,发现大蒜多糖(GP)能够保护角质形成细胞而减少 UVB 引起的损伤,在一定范围可促进角质形成细胞增殖,抑制凋亡,其机制可能与大蒜多糖抑制 UVB 辐射引起的细胞氧化损伤、增强其抗氧化能力有关。

**4.4 益生作用** 益生元是指一类不易消化的食品配料,可作为底物被肠道正常菌群利用,能选择性刺激结肠内一种或几种细菌生长或增加活性(其中有糖类细菌,包括双歧杆菌和乳酸菌),促进有机酸的释放。这些有机酸产生抗菌的环境,抑制肠道病原体的生长,对宿主健康有益。益生元还可以通过增加与健康有益的细菌活性,来改善人体肠道微生物的生态平衡。益生元多数为寡糖,常见的有菊粉、低聚果糖、低聚半乳糖、异麦芽低聚糖、大豆低聚糖、焦糊精和乳果糖等<sup>[47]</sup>。大蒜多糖作为一种益生元,对肠道菌群的调节作用已有文献报道。

曾艳华等<sup>[48]</sup>研究发现 4 种不同聚合度(11,14,16,21)的大蒜多糖(暨南大学采用分步沉淀法提取得到)在体外对双歧杆菌有明显的增殖效果,比阳

性对照菊糖高 0.3 倍左右,而且大蒜多糖对拟杆菌、肠球菌也有一定的抑制作用。另外,不同个体肠道微生物利用大蒜多糖的能力及大蒜多糖增殖双歧杆菌的效果表现一致,即随聚合度增加,增殖效果更明显,并说明这一现象可能与大蒜多糖具有分支度结构有关。张浩琪等<sup>[49]</sup>初步证实了大蒜多糖的益生元作用,实验采用微生物选择性培养分析和 T-RFLP 技术分析大蒜多糖对小鼠肠道微生态的影响,结果表明连续喂食一定剂量的大蒜多糖能够改善小鼠的肠道微生态环境,其中双歧杆菌数量显著增加,肠杆菌数量显著下降,而类杆菌的数量变化差异无统计学意义。易安妮等<sup>[50]</sup>通过实验也证明了大蒜多糖高剂量组灌胃小鼠能加速恢复抗生素导致的小鼠肠道菌群失调,且对内毒素的清理、免疫力的恢复也有积极作用,效果均优于丽珠肠乐和自动恢复。

**4.5 抗凝血作用** 汪新亮等<sup>[51]</sup>对大蒜多糖进行分级沉淀,观察大蒜多糖对凝血系统及血小板聚集率的影响。实验结果显示,与对照组相比,大蒜多糖 C 在 200 mg·kg<sup>-1</sup>d<sup>-1</sup>及 400 mg·kg<sup>-1</sup>d<sup>-1</sup>剂量下均能明显延长小鼠出血时间(BT)与凝血时间(CT),降低大鼠血小板聚集率,延长凝血活酶时间(APTT)。大蒜多糖 B 仅在高剂量下延长小鼠 BT,并降低大鼠血小板聚集率。说明大蒜多糖 C 具有明显的抗凝血活性,大蒜多糖 B 的抗凝血活性较弱。崔莹莹等<sup>[52]</sup>采用碱提法和 DEAE-52 纤维素柱色谱法,从大蒜中分离纯化出 3 种多糖组分(GP I,GP II 和 GP III)。体外抗凝血试验表明,大蒜粗多糖及其分离组分 GP I 能显著延长人体血浆的 APTT 水平,通过影响内源性凝血系统发挥抗凝血作用。

**4.6 对心肌细胞的作用** 余薇等<sup>[53]</sup>发现大蒜多糖(GP)(实验室自制)能提高心肌细胞的存活率,不同程度降低心肌酶的释放,提示 GP 能减轻心肌缺血/再灌注(A/R)损伤程度,保护心肌细胞膜的完整性,具有稳定心肌细胞膜的作用。该试验表明 GP 作为临床上防治心肌缺血/再灌注的新药具有广阔的开发应用前景。蔡飞等<sup>[54]</sup>研究发现,大蒜多糖 GP 能提高实验病毒性心肌炎(VMC)小鼠存活率,减少心肌乳酸脱氢酶(LDH),天门冬氨酸氨基转移酶(AST),肌酸激酶(CK),肌酸激酶同工酶(CK-MB)的释放,可降低心肌组织中病毒滴度,改善心肌病理变化,抑制小鼠体内的脂质过氧化反应,降低血清丙二醛及一氧化氮的含量,使谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-PX)活力升高,心肌组织中病毒滴度及诱导型一氧化氮合酶表达降低。上述表明大蒜多糖对

病毒性心肌炎具有治疗效果。

**4.7 抗肿瘤作用** 查文良等<sup>[55]</sup>以 10, 30, 100, 300 mg·L<sup>-1</sup>的大蒜多糖(实验室自制, Sevage 法脱蛋白,)作用于体外培养的 BEL-7402 细胞, 通过 MTT 法检测 GP 对细胞生长的抑制作用, 结果显示 GP 可抑制 BEL-7402 细胞的生长, 呈时间及浓度依赖性。说明 GP 能通过诱导细胞凋亡的方式有效地抑制人肝癌 BEL-7402 细胞的生长, 但其诱导凋亡的机制, 是否引起肝癌细胞耐药及临床应用的剂量和疗效方面还不十分清楚。

**4.8 对学习记忆的影响** 陈红光等<sup>[56]</sup>通过行为学实验(跳台实验)观察大蒜多糖对学习记忆的影响。大蒜多糖组小鼠错误次数显著低于模型组; 大蒜多糖组小鼠触电潜伏期较模型组明显延长, 5 min 错误次数显著减少。上述表明大蒜多糖可改善东莨菪碱所致小鼠学习记忆障碍。陈翠桃等<sup>[57]</sup>研究表明 GP 对持续过量饮酒导致的小鼠学习记忆能力下降和脑细胞损伤具有拮抗作用, 其机制与其调节和改善胆碱能和单胺神经系统的功能有关。并推测大蒜多糖对慢性酒精中毒小鼠脑记忆损伤的保护作用可能还与其结构中含有多个羟基有关。羟基可作为电子供体直接与 O<sup>2·-</sup>, ·OH 等自由基结合, 以阻止自由基对脑细胞膜 DNA 酶和膜受体等大分子蛋白质攻击破坏作用, 确切机制还有待深入探讨。

**4.9 抗病毒** 郑敏等<sup>[58-59]</sup>观察比较大蒜多糖 A, B, C 对乙型肝炎病毒(HBV)基因转染的人肝癌细胞系 2215 细胞分泌 HBsAg, HBeAg 的影响及其细胞毒性, 结果表明大蒜多糖 A, B, C 在培养 2215 细胞中可抑制 HBsAg 的分泌, 从而发挥抗乙肝病毒的活性。另外还发现大蒜多糖 B, C 在体外通过抑制 CVB<sub>3</sub>(柯萨奇病毒 B<sub>3</sub>)核酸复制和(或)以后环节发挥抗病毒作用。

## 5 大蒜多糖的应用

大蒜多糖可用于临床一些疾病的治疗。黄琼等<sup>[60]</sup>研究了富硒魔芋、大蒜多糖胶囊(魔芋硒多糖购自恩施市宏业魔芋公司, 大蒜多糖由湖北民族学院医学院实验中心制备, 按 7:3 的比例混合制备, 每粒胶囊重 0.3 g, 含硒 40 μg, 每次 3 粒, 每日 3 次)对 36 例高脂血症患者的临床治疗效果, 发现富硒魔芋、大蒜多糖胶囊能有效降低异常升高的血清总胆固醇(TC), 甘油三酯(TG), 低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C), 同时升高高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)含量, 从而有效清除胆固醇。两者联合用于高脂血症的治疗。向宏<sup>[61]</sup>研究了魔芋、大蒜多糖胶囊

(制法和用量同上), 对 34 例高脂血症患者的临床治疗效果, 结果表明魔芋、大蒜多糖胶囊治疗高脂血症的疗效肯定, 具有较好的临床应用前景。

除上述应用于临床治疗外, 根据大蒜多糖的性质, 还可广泛适用于饮料、肉制品、奶制品、代脂食品等产品中的主辅材料, 可作为优良的饲料添加剂应用于动物养殖领域来提高动物的免疫能力, 提高动物肉的品质<sup>[15]</sup>。

## 6 小结

大蒜多糖以功效卓越, 原料易得等优点, 受到越来越多研究者的关注, 从实验到临床, 都可看出大蒜多糖具有很大的开发价值。从理论上讲, 每一种多糖都由特定糖基组成顺序来决定它的理化性质和生物学功能, 多糖的生物功能取决于其化学结构, 只有研究清楚其分子结构和组成, 才能准确地表述其功能, 所以阐明大蒜多糖的结构组成是研究开发的前提。目前大蒜多糖提取纯化研究报道比较多。尽管大蒜多糖提取工艺不同, 得到组分有所不同, 质量有差异, 但其药理活性相似, 机制还有待进一步研究。大蒜多糖新的药理作用被发现, 如益生作用, 增强学习记忆能力等, 是值得深入研究开发的方向。大蒜多糖有多种药理活性, 但是还没有相关的药物被开发上市, 大蒜多糖更广泛的临床研究和开发利用还有赖学者们后续研究。

### [参考文献]

- [1] 李京栋, 张吉国. 中国、西班牙和阿根廷大蒜出口贸易流量及潜力分析[J]. 世界农业, 2015(9):147-155.
- [2] 张柯, 张浩玉. 大蒜的功能性成分及保健功能[J]. 广西轻工业, 2010(9):3-4, 31.
- [3] 叶雪芳, 崔志英. 大蒜多糖的作用功效[J]. 广东饲料, 2012, 21(1):27-30.
- [4] 黄雪松. 大蒜多糖的提取分离与分析[J]. 食品科学, 2005, 26(9):30-33.
- [5] Das N N, Das A, Mukherjee A K. Structure of the the D-galactan isolated from garlic (*Allium sativum*) bulbs [J]. Carbohydrate Res, 1977, 56(2):337-349.
- [6] 马晓丽, 孟磊, 孙莲, 等. 大蒜多糖中单糖组分的毛细管电泳研究[J]. 时珍国医国药, 2010, 21(5):1259-1260.
- [7] 马晓丽, 孟磊, 孙莲, 等. HPLC 分析大蒜多糖中的单糖[J]. 中国现代应用药学, 2009, 26(7):585-587.
- [8] 欧云付, 尹平河, 赵玲, 等. 离子色谱法测定大蒜中的糖[J]. 光谱实验室, 2006, 23(3):629-632.
- [9] 柏冬, 韩春霞, 王瑞海, 等. 离子色谱法测定大蒜多糖的单糖组成和含量[J]. 中国中医药信息杂志, 2014, 21(10):74-76.

- [10] 梁丽军. 大蒜多糖的提取纯化及生物功能活性研究 [D]. 南昌:南昌大学,2008.
- [11] 蒋秋燕. 大蒜中性多糖的提取、纯化及其性质研究 [D]. 济南:山东农业大学,2003.
- [12] Sabine B, Thomas G D, Wemer P, et al. Characterisation of the high-molecular weight fructan isolated from garlic (*Allium sativum* L.) [J]. *Carbohydr Res*, 2000 (328): 177-183.
- [13] 杨铭, 王夔, 高琳, 等. 天然补硒剂的探索——大蒜含硒多糖的结构及生物活性研究 [J]. *J Chin Med Pharm Sci*, 1992, 1(1): 28-32.
- [14] 李国强. 大蒜多糖提取工艺的研究进展及应用 [J]. *现代交际*, 2013(10): 96.
- [15] 索朗桑姆. 大蒜多糖的提取分离及含量测定分析 [J]. *西藏科技*, 2004(4): 22-26.
- [16] 王瑞海, 柏冬, 刘丽梅. 大蒜总多糖、总皂苷的提取纯化工艺 [J]. *中国实验方剂学杂志*, 2012, 18(7): 60-63.
- [17] 李朝阳, 刘魁, 韩忠宵, 等. 大蒜多糖的酶法提取及其抗氧化性研究 [J]. *食品科学*, 2008, 29(1): 117-120.
- [18] PAN S K, WU S J. Cellulase-assisted extraction and antioxidant activity of the polysaccharides from garlic [J]. *Carbohydr Polym*, 2014, 111(1): 606-609.
- [19] 秦大伟, 齐慧敏, 薛乃峰, 等. 固定化酶提取大蒜多糖的研究 [J]. *山东化工*, 2013, 42(2): 33-35, 39.
- [20] 陈瑞平, 陈瑞战. 复合酶法提取大蒜多糖及其抗氧化活性研究 [J]. *分子科学学报*, 2012, 28(1): 47-52.
- [21] 贯云娜, 吴昊, 杨绍, 等. 超声波作用下复合酶法提取大蒜多糖工艺条件优化 [J]. *中国调味品*, 2014, 39(2): 20-24.
- [22] 邵金华, 李涛, 杨佳. 微波辅助大蒜多糖的提取及其抗氧化活性的研究 [J]. *浙江农业学报*, 2013, 25(4): 868-872.
- [23] 赵静. 大蒜多糖的提取及 HPLC 检测 [J]. *北京农业*, 2013(21): 1.
- [24] HUANG G, SHU S, CAI T, et al. Preparation and deproteinization of garlic polysaccharide. [J]. *Int J Food Sci Nutr*, 2012, 63(6): 739-741.
- [25] 毕华, 张民, 王婵, 等. 大蒜多糖的提取纯化方法研究 [J]. *天津科技大学学报*, 2013, 28(1): 14-37.
- [26] 杨娜, 杨栋梁, 刘佳佳. 颗粒活性炭脱色对发酵大蒜水提液中活性成分的影响 [J]. *食品工业科技*, 2007, 28(5): 75-80.
- [27] 许克勇. 大蒜油逆流超临界 CO<sub>2</sub> 萃取及大蒜多糖提取技术研究 [D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2005.
- [28] 郑敏, 潘世斌, 姜友定, 等. 大蒜多糖对肝损伤小鼠血清和肝组织 ALT、AST 的影响及其急性毒性实验 [J]. *咸宁学院学报:医学版*, 2003, 17(2): 85-87.
- [29] 刘燕琼, 黄雪松. 732 离子交换树脂和 DEAE-23 树脂纯化大蒜多糖比较 [J]. *食品研究与开发*, 2006, 27(7): 149-151.
- [30] 王瑞海, 柏冬, 刘丽梅. 比色法测定大蒜多糖提取物中总多糖含量 [J]. *中国实验方剂学杂志*, 2012, 18(10): 158-161.
- [31] 余薇, 查文良, 梁惠敏, 等. 大蒜多糖组分 A 总多糖含量的分光光度法测定 [J]. *时珍国医国药*, 2008, 19(3): 563-564.
- [32] 余薇, 查文良, 夏勇, 等. 大蒜多糖组分 B 的纯化与糖含量测定 [J]. *时珍国医国药*, 2008, 19(4): 915-916.
- [33] 余薇, 王秀红, 陈凤, 等. 不同时期大蒜中多糖组分的含量测定 [J]. *时珍国医国药*, 2009, 20(4): 870-871.
- [34] 孔祥槐, 郑敏, 张明霞, 等. 大蒜多糖 B 对小鼠免疫性肝损伤的干预作用 [J]. *时珍国医国药*, 2010, 21(9): 2289-2290.
- [35] 程富胜, 程世红. 大蒜多糖对伴刀豆蛋白 A 致肝损伤小鼠肝组织抗氧化能力的影响 [J]. *中国兽医杂志*, 2011, 47(11): 35-37.
- [36] 包永芬, 单士刚. 大蒜多糖对甲醛所致人胚肝细胞损伤的保护作用 [J]. *河北医药*, 2013, 35(1): 16-17.
- [37] 刘超群, 陈静, 黄雪松, 等. 大蒜多糖对慢性酒精中毒小鼠肝损伤的保护作用 [J]. *吉林大学学报:医学版*, 2012, 38(1): 23-27, 175.
- [38] 刘永华, 王长月, 何悦, 等. 大蒜多糖对小鼠免疫功能的影响 [J]. *饲料研究*, 2013(7): 86-87.
- [39] 岳丽, 王辉, 黄雪松, 等. 大蒜多糖 B 对免疫抑制小鼠免疫活性的调节 [J]. *暨南大学学报:自然科学与医学版*, 2009, 30(6): 601-605.
- [40] 赵骥, 鲍翠玉, 陈红光. 大蒜多糖 C 对大运动量训练小鼠外周血淋巴细胞亚群的影响 [J]. *湖北科技学院学报:医学版*, 2013, 27(5): 369-371.
- [41] GAO Z, LIU K, TIAN W, et al. Effects of selenizing angelica polysaccharide and selenizing garlic polysaccharide on immune function of murine peritoneal macrophage [J]. *Int Immunopharmacol*, 2015, 27(1): 104-109.
- [42] QIU S, CHEN J, QIN T, et al. Effects of selenylation modification on immune enhancing activity of garlic polysaccharide. [J]. *PLoS One*, 2014, 9(1): e86377.
- [43] 石思迷, 晏日安, 李颖思, 等. 大蒜多糖对几种自由基的影响 [J]. *食品科技*, 2008, 33(9): 169-170, 173.
- [44] 郑颖, 王辉, 郭国庆, 等. 大蒜多糖抗氧化活性及其对 PC12 细胞增殖的影响 [J]. *暨南大学学报:医学版*, 2008, 29(2): 110-114.
- [45] 沈伟哉, 温晓晓, 郑颖, 等. 大蒜多糖及其硒化产物抗氧化活性的比较研究 [J]. *营养学报*, 2011, 33(4): 380-385.

- [46] 史毓杰,江振友,陈琛,等.大蒜多糖对中波紫外线辐射后 HaCaT 细胞凋亡的影响[J].中国老年学杂志,2011,31(9):1590-1591.
- [47] 赵杰,朱维铭,李宁.益生菌、益生元、合生元与炎症性肠病[J].肠外与肠内营养,2014,7(4):251-253.
- [48] 曾艳华,陈玛宁,张宁,等.大蒜多糖对人体肠道中拟杆菌生长的影响[J].现代食品科技,2010,26(5):445-447.
- [49] 张浩琪,魏华琳,刘宾,等.大蒜多糖对小鼠肠道微生态的益生元功能研究[J].中国微生态学杂志,2012,24(2):134-138.
- [50] 易安妮,张慧晔,刘宾,等.益生元对抗生素引起的肠道菌群失调的作用[J].中国微生态学杂志,2012,24(4):318-323.
- [51] 汪新亮,吴基良,郑敏.大蒜多糖对凝血系统及血小板凝集的影响[J].江苏中医药,2008,40(6):80-81.
- [52] 崔莹莹,张剑韵,张容鸽,等.大蒜多糖的体外抗凝血作用及结构分析[J].食品与发酵工业,2009,5(4):24-27.
- [53] 余薇,李璐,姚社,等.大蒜多糖对乳鼠心肌细胞缺氧/复氧损伤的保护作用[J].中国药理学通报,2010,26(5):697-699.
- [54] 蔡飞,陈金和,吴金良.大蒜多糖对小鼠病毒性心肌炎的治疗作用[J].武汉大学学报,2003,24(2):109-112.
- [55] 查文良,彭彦,余薇,等.大蒜多糖对人体肝癌 BEL-7402 的体外抑制作用[J].时珍国医国药,2010,21(4):851-852.
- [56] 陈红光,陈晓,汪新亮.大蒜多糖对东莨菪碱致小鼠学习记忆障碍的影响[J].湖北科技学院学报:医学版,2014,28(1):10-11.
- [57] 陈翠桃,陈静,吴伟青,等.大蒜多糖对慢性酒精中毒小鼠学习记忆能力的影响[J].吉林大学学报:医学版,2013,39(3):458-462,420.
- [58] 郑敏,卢葵花,吴基良,等.大蒜多糖体外抗乙型肝炎病毒作用研究[J].中药药理与临床,2005,21(3):29-30.
- [59] 郑敏,梅贤臣,鲍翠玉,等.大蒜多糖体外抗柯萨奇病毒 B-3 作用[J].中国现代应用药学杂志,2005,22(1):4-6.
- [60] 黄琼,陈龙全,张金红.富硒魔芋、大蒜多糖胶囊治疗高脂血症 36 例临床观察[J].中国中医药科技,2010,17(4):341.
- [61] 向宏.魔芋大蒜多糖胶囊治疗高脂血症的临床疗效观察[J].医学信息旬刊,2011,24(2):652-653.

[责任编辑 顾雪竹]