

薄层色谱法和气相色谱法分析2种侧耳多糖的单糖组成

陈 橙, 丛媛媛*, 热米拉·米吉提
(新疆医科大学药学院, 乌鲁木齐 830011)

摘要: **目的** 分析阿魏菇和杏鲍菇2种侧耳多糖的单糖组成。**方法** 阿魏菇多糖和杏鲍菇多糖经完全酸水解后, 用薄层色谱法(thin layer chromatography, TLC)和气相色谱法(gas chromatography, GC)分析样品的单糖组成, 并测定各单糖的摩尔比例。**结果** TLC法和GC法均检测出阿魏菇多糖和杏鲍菇多糖含有阿拉伯糖(Ara)、甘露糖(Man)、葡萄糖(Glc)和半乳糖(Gal)单糖组分, GC法测得阿魏菇多糖和杏鲍菇多糖中各单糖的摩尔比(Ara:Man:Glc:Gal)分别为1.00:1.75:11.79:2.22和1.00:4.53:1.92:2.24。**结论** 阿魏菇多糖和杏鲍菇多糖的单糖组成类似, 但二者的各单糖摩尔比例有差异, TLC和GC法适用于分析阿魏菇和杏鲍菇多糖的单糖组成。

关键词: 阿魏菇; 杏鲍菇; 多糖; 单糖; 薄层色谱法; 气相色谱法

Analysis of monosaccharide compositions of 2 kinds of *Pleurotus* polysaccharides by thin layer chromatography and gas chromatography

CHEN Cheng, CONG Yuan-Yuan*, REMILA·Mijiti
(College of Pharmacy, Xinjiang Medical University, Urumqi 830011, China)

ABSTRACT: Objective To analyze the monosaccharide compositions of polysaccharides from *Pleurotus ferulae* Lanzi and *Pleurotus eryngii* Quél. **Methods** After completely hydrolyzed by trifluoroacetic acid (TFA), the monosaccharide compositions of *Pleurotus ferulae* Lanzi polysaccharide and *Pleurotus eryngii* Quél. polysaccharide were analyzed by thin layer chromatography (TLC) and gas chromatography (GC), and the molar ratios of monosaccharides were determined. **Results** The monosaccharide compositions of 2 kinds of polysaccharides were *D*-arabinose, *D*-mannose, *D*-glucose and *D*-galactose determine by TLC and GC. The molar ratios of monosaccharides (Ara:Man:Glc:Gal) in 2 kinds of polysaccharides were respectively 1.00:1.75:11.79:2.22 and 1.00:4.53:1.92:2.24. **Conclusion** The monosaccharide compositions of *Pleurotus ferulae* Lanzi polysaccharide and *Pleurotus eryngii* Quél. polysaccharide were similar, however, there was a obvious difference between their molar ratios of monosaccharides. The TLC and GC methods can be used for the monosaccharide compositions analysis of *Pleurotus ferulae* Lanzi polysaccharide and *Pleurotus eryngii* Quél. polysaccharide.

KEY WORDS: *Pleurotus ferulae* Lanzi; *Pleurotus eryngii* Quél.; polysaccharide; monosaccharide; thin layer chromatography; gas chromatography

*通讯作者: 丛媛媛, 教授, 主要研究方向为中药、民族药药效物质基础研究。E-mail: congyyxj@126.com

*Corresponding author: CONG Yuan-Yuan, Professor, College of Pharmacy, Xinjiang Medical University, Urumqi 830011, China. E-mail: congyyxj@126.com

1 引 言

侧耳属(*Pleurotus*)是真菌中最高级的担子菌,在世界各地均有分布。我国是世界上侧耳属真菌的最大生产国,其产量占世界真菌总产量的 25%,出口量居世界首位。在我国,比较常见的侧耳有:糙皮侧耳(*Pleurotus ostreatus*)、佛州侧耳(*Pleurotus florida*)、虎奶菌(*Pleurotus tuberregium*)、凤尾菇(*Pleurotus sajorcaju*)、金顶侧耳(*Pleurotus citrinopileatus*)、阿魏侧耳(*Pleurotus ferulae*)和刺芹侧耳(*Pleurotus eryngii*)等,均为食药两用真菌^[1]。这些食药两用侧耳属真菌除含有蛋白质、人体必需氨基酸、脂肪及多种微量元素等常规营养成分外,还含有菇类、甾醇类及多糖类成分,使其味道鲜美、营养丰富,而且具有一定的医疗保健作用^[2]。现代科学研究已证明,侧耳属真菌的药用价值相当高,尤其是其所含多糖可通过调节寄主本身的防御机制而显示疗效,且对寄主几乎无毒性;侧耳属真菌多糖对肿瘤的生长也有明显的抑制作用,有开发成临床药物的可能^[3-5]。

新疆的野生食用菌资源丰富,其中特有的侧耳属品种是阿魏侧耳(俗名阿魏菇、白灵菇)和刺芹侧耳(俗名杏鲍菇)。阿魏侧耳(*Pleurotus ferulae* Lanzi)因寄生或腐生在新疆荒漠特有的药用植物阿魏上而得名,在我国仅分布于新疆伊犁、塔城及阿勒泰等地的阿魏分布区^[6,7]。阿魏侧耳具有很高的食用和药用价值,由于其子实体脆嫩可口、香味浓郁,有“草原牛肝菌”的美称;又因其具有消积、杀虫、治疗肉积、痞块、久疟和疝劳等药效,对于腹部肿块、肝脾肿大及脘腹冷痛等均有治疗效果^[8],在民间有“雪山白灵芝”、“天山神菇”等美称。刺芹侧耳(*Pleurotus eryngii* Quél.)腐生兼寄生于伞形科植物刺芹等的根和周围的土壤中,仅分布在我国的新疆和四川西部,因其菇体具有杏仁香味、菌肉肥厚似鲍鱼而得名,被称为“平菇王”、“干贝菇”,且具有降血脂、降胆固醇、促进胃肠消化、增强机体免疫力及防止心血管疾病等功效^[9,10]。

有研究表明,阿魏侧耳和刺芹侧耳具有免疫调节、抗肿瘤、降血脂及抗炎等活性,与此相关的化学成分主要是其中的多糖类物质^[11-16]。多糖主链上各糖单元的组成往往与多糖的生物活性密切相关,因此了解多糖的单糖组成是多糖研究中必不可少的步骤。本课题组前期已经提取了阿魏菇和杏鲍菇中的多糖,测定了其含量,并对阿魏菇多糖的急性毒性和抗炎作用进行了初步研究^[17]。为了分析和比较这 2 种侧耳多糖的单糖组成差异,以便今后进一步研究其理化性质和化学结构,本研究采用薄层色谱法(thin layer chromatography, TLC)和气相色谱法(gas chromatography, GC)对这 2 种侧耳多糖的单糖组成进行分析,为今后系统研究这 2 种真菌多糖的构效关系提供实验依据。

2 材料与方 法

2.1 试剂与仪器

乙酸乙酯、异丙醇、甲醇、冰乙酸、三氯甲烷、吡啶、磷酸、苯胺、乙酸酐、盐酸羟胺、二苯胺、三氟乙酸(分析纯,天津福晨化学试剂厂)。标准单糖: D-葡萄糖(D-Glc)、D-半乳糖(D-Gal)、D-木糖(D-Xyl)、L-鼠李糖(L-Rha)、D-阿拉伯糖(D-Ara)、D-甘露糖(D-Man),均购于美国 Sigma 公司,纯度 98%;薄层层析硅胶 G 板(化学纯,青岛海洋化工有限公司)。阿魏菇多糖及杏鲍菇多糖为本实验室自制。

HH-S4 数显恒温水浴锅(金坛市医疗仪器厂); EYELA 旋转蒸发仪(上海爱朗仪器有限公司); 玻璃点样毛细管(0.5 mm×100 mm, 华西医科大学仪器厂); DZF-6053 型真空干燥箱(上海一恒科学仪器有限公司); Agilent 6809N 型气相色谱仪(美国安捷伦公司)。

2.2 实验方法

2.2.1 薄层色谱法分析 2 种侧耳多糖的单糖组成^[18,19]

多糖组成的测定主要采用完全酸水解法,首先用酸将多糖水解成单糖,然后以标准单糖作为对照,直接用纸色谱和薄层色谱法分析单糖的组成;或对水解的单糖进行衍生化处理,采用气相色谱或液相色谱进行测定。薄层色谱法是一种微量而快速的分析方法,它兼备了柱层析和纸层析的优点,具有无需衍生化、操作方便、设备简单的特点,在常规实验室即可快速分析多糖完全水解后的单糖组成。

(1)单糖和混合单糖标准溶液的配制

分别称取 D-Glc、D-Gal、D-Xyl、L-Rha、D-Ara、D-Man 各 10 mg,分别溶于 10 mL 蒸馏水中,制得 6 种单糖的标准溶液,浓度均为 1.0 mg/mL。

分别称取 D-Glc、D-Gal、D-Xyl、L-Rha、D-Ara、D-Man 各 5 mg,溶于 10 mL 蒸馏水中,制得混合单糖标准溶液,各单糖的浓度均为 0.5 mg/mL。

(2)水解多糖样品的制备

称取 20 mg 多糖于安瓿中,加入 4 mol/L 的三氟乙酸 2 mL,置于烘箱中,在 110 °C 条件下水解 4 h。水解液减压蒸干,加入甲醇,反复蒸干,除尽三氟乙酸,再加蒸馏水约 0.5 mL,使样品溶解。

(3)薄层色谱条件

展开剂: 乙酸乙酯-异丙醇-水,按 24:16:8(V:V:V)的比例混合摇匀。

显色剂: 苯胺-二苯胺-磷酸(将浓度为 99.5%的苯胺 4 mL,99.0%的二苯胺 4 g 和 85.0%的磷酸 20 mL 溶于 200 mL 丙酮中)。

将点好样品的薄层板置于密闭的层析缸中,采用展开剂进行一次展开,采用倾斜上行法,将薄层板的下端浸入展开剂中 0.3~0.5 cm,至展开剂距离薄层板的上端约 1 cm 左右时取出,自然风干。之后采用乙酸乙酯:异丙醇:水

=26:12:5(*V:V:V*)的展开剂进行二次展开,至展开剂距离薄层板的上端约 1 cm 左右时取出,自然风干。均匀喷上显色剂,加热显色。

2.2.2 气相色谱法分析 2 种侧耳多糖的单糖组成^[19,20]

气相色谱法主要通过化学修饰(甲基化、硅烷化、乙酰化)将多糖中的单糖组分转化为易挥发的衍生物进行测定,具有分离效能高、测定快速、灵敏度高等特点,对多糖衍生化后产生的易挥发物质能进行直接分析。

(1)标准单糖衍生物的制备

分别称取 *D*-Glc、*D*-Gal、*D*-Xyl、*L*-Rha、*D*-Ara、*D*-Man 各 10 mg, 分别加入 10 mg 盐酸羟胺、1 mg 内标(肌醇六乙酸酯)和 0.5 mL 吡啶, 放入 90 °C 水浴, 加热反应 30 min, 并不时振荡, 取出后冷却至室温, 加入 0.5 mL 醋酸酐, 在 90 °C 水浴中继续反应 30 min 进行乙酰化, 所得液体即是糖腈乙酸酯衍生物。

(2)混合单糖衍生物的制备

分别称取 *D*-Glc、*D*-Gal、*D*-Xyl、*L*-Rha、*D*-Ara、*D*-Man 各 5 mg, 加入 30 mg 盐酸羟胺、3 mg 内标和 1.5 mL 吡啶, 放入 90 °C 水浴, 加热反应 30 min, 并不时振荡, 取出后冷却至室温, 加入 1.5 mL 醋酸酐, 在 90 °C 水浴中继续反应 30 min 进行乙酰化, 所得液体即是糖腈乙酸酯衍生物。

(3)多糖衍生物的制备

分别称取 20 mg 多糖于安瓿中, 加入 4 mol/L 的三氟乙酸 2 mL, 置于烘箱中, 在 110 °C 条件下水解 4 h。水解液减压蒸干, 加入甲醇, 反复蒸干除尽三氟乙酸, 加入 20 mg 盐酸羟胺、2 mg 内标和 1 mL 吡啶, 放入 90 °C 水浴, 加热反应 30 min, 并不时振荡, 取出后冷却至室温, 加入 1 mL 醋酸酐, 在 90 °C 水浴中继续反应 30 min 进行乙酰化, 反应产物可直接进行气相色谱分析。

(4)空白衍生物的制备

称取盐酸羟胺 10 mg 和内标 1 mg, 90 °C 水浴加热反应 30 min, 并不时振荡, 取出后冷却至室温, 加入 0.5 mL 醋酸酐, 在 90 °C 水浴中继续反应 30 min 进行乙酰化。

(5)气相色谱条件

Agilent DB-17MS 毛细管色谱柱(30 m×0.25 mm, 0.25 μm); 起始温度 170 °C, 升温程序为: 2 °C/min, 至 215 °C, 然后 8 °C/min 到 250 °C, 氢火焰离子化检测器(flame ionization detector, FID)检测, 检测温度为 250 °C, H₂ 流速为 30 mL/min, 空气流速为 300 mL/min, 高纯 N₂ 为载气, 流速 45 mL/min。

将样品图谱与标准单糖图谱对照, 确定 2 种侧耳多糖的单糖组分。

3 结果与分析

3.1 薄层色谱分析结果

2 种侧耳多糖经完全酸水解后, 经薄层色谱分离的结

果见图 1, 2 种水解多糖均呈现葡萄糖、半乳糖、阿拉伯糖和甘露糖斑点。



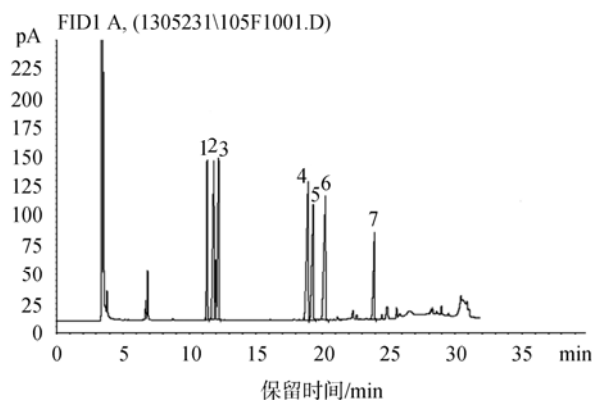
1.木糖; 2.鼠李糖; 3.杏鲍菇多糖; 4.葡萄糖; 5.阿魏菇多糖; 6.混合单糖; 7.半乳糖; 8.阿拉伯糖; 9.甘露糖

图 1 2 种侧耳多糖的薄层色谱图

Fig. 1 TLC chromatogram of 2 kinds of *Pleurotus* polysaccharides

3.2 气相色谱分析结果

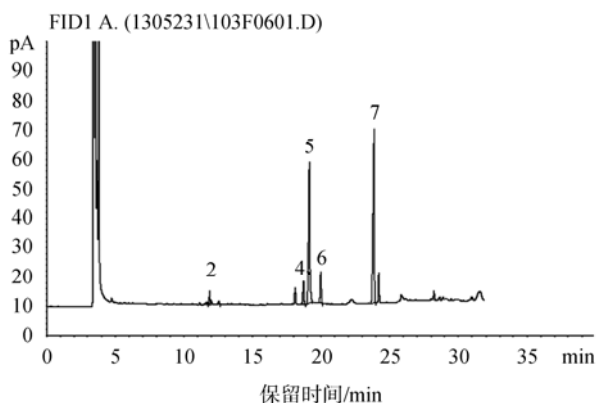
2 种多糖及混合单糖衍生物的 GC 分析结果见图 2~4 及表 1, 如图和表中样品与标准单糖的保留时间所示, 鼠李糖、阿拉伯糖、木糖、甘露糖、葡萄糖与半乳糖的保留时间分别为 11.362、11.833、12.198、18.914、19.304、20.226 min, 各峰分离度较好, 无干扰现象。阿魏菇多糖和杏鲍菇多糖样品均在阿拉伯糖、甘露糖、葡萄糖、半乳糖相应位置出峰, 表明阿魏菇多糖和杏鲍菇多糖都含有阿拉伯糖、甘露糖、葡萄糖、半乳糖组分, 与 TLC 的分析结果一致。



(1. 鼠李糖; 2. 阿拉伯糖; 3. 木糖; 4. 甘露糖; 5. 葡萄糖; 6. 半乳糖; 7. 内标)

图 2 标准单糖混合样品衍生物的气相色谱图

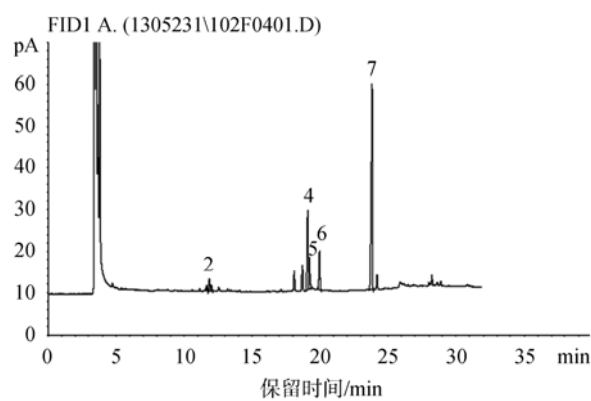
Fig. 2 GC chromatogram of derivatives of standard monosaccharide mixture



(2. 阿拉伯糖; 4. 甘露糖; 5. 葡萄糖; 6. 半乳糖; 7. 内标)

图 3 阿魏菇多糖衍生物的气相色谱图

Fig. 3 GC chromatogram of derivatives of *Pleurotus ferulae* polysaccharide



(2. 阿拉伯糖; 4. 甘露糖; 5. 葡萄糖; 6. 半乳糖; 7. 内标)

图 4 杏鲍菇多糖衍生物的气相色谱图

Fig. 4 GC chromatogram of derivatives of *Pleurotus eryngii* polysaccharide

表 1 标准单糖和 2 种侧耳多糖衍生物的保留时间

Table 1 The retention time of standard monosaccharide and derivatives of 2 kinds of *Pleurotus* polysaccharides

名称	单糖标样的	标准单糖混合样的	阿魏菇多糖		杏鲍菇多糖	
	保留时间(min)	保留时间(min)	保留时间(min)	物质的量比	保留时间(min)	物质的量比
Rha	11.448	11.362				
Ara	11.926	11.833	11.803	1.00	11.861	1.00
Xyl	12.326	12.198				
Man	19.056	18.914	18.712	1.75	19.094	4.53
Glc	19.419	19.304	19.149	11.79	19.200	1.92
Gal	20.328	20.226	19.981	2.22	19.970	2.24

采用色谱峰面积归一化法测定样品中单糖的摩尔比, 确定阿魏菇多糖各单糖的分子摩尔比为: 阿拉伯糖:甘露糖:葡萄糖:半乳糖=1.00:1.75:11.79:2.22, 杏鲍菇多糖各单糖的分子摩尔比为: 阿拉伯糖:甘露糖:葡萄糖:半乳糖=1.00:4.53:1.92:2.24。这 2 种侧耳多糖在单糖的组成上有一定的相似性, 但各单糖的摩尔比例有明显不同。

4 讨论与结论

作为生物大分子, 多糖糖链的一级结构与其理化性质及活性密切相关, 而对一级结构的研究主要体现在对组成多糖的单糖种类及比例的分析。阿魏菇和杏鲍菇是侧耳属的 2 种近缘真菌, 多糖作为其药效物质基础之一, 在单糖的组成上有一定的相似性, 但各单糖的摩尔比明显不同, 表明这 2 种侧耳多糖的化学结构存在一定的差异, 其生物活性也会有所不同。2 种侧耳多糖的构效关系有待于进一步深入研究。

由于多糖本身没有挥发性, 采用 GC 法测定多糖的组成时, 必须在进行 GC 分析前将其转化成易挥发、对热较

稳定的衍生物。本研究采用的糖腈乙酸酯衍生物气相色谱法, 具有衍生物制备简便、试剂易得等优点, 而且衍生物经 GC 分析所得的色谱峰分离度好, 适用于糖类衍生物 GC 分析前的处理。

分析多糖结构的一个重要环节就是研究多糖的单糖组成, 常规实验室一般采用 TLC 法与 GC 法。TLC 可初步判断多糖中的单糖组分, 但由于 TLC 法灵敏度较低以及多糖水解成单糖后的极性相近, 样品中含量的单糖斑点会模糊不清, 各单糖之间的分离效果较差, 因此, 该方法只适合于单糖组成较为简单的多糖的定性分析。而 GC 法能进一步得出更准确的结果以及各单糖的摩尔比例。另外, 分析结果更为可靠的高效液相色谱法(high performance liquid chromatography, HPLC)、高效阴离子交换色谱法(high performance anion exchange chromatography, HPAEC)、毛细管电泳法(capillary electrophoresis, CE)等也被用于分析多糖的单糖组成, 但这几种方法由于对衍生方法、色谱柱和洗脱系统等方面的专业要求较高而难以普及。

参考文献

- [1] 图力古尔, 李玉. 我国侧耳属真菌的种类资源及其生态地理分布[J]. 中国食用菌, 2001, 20(5): 8-10.
Tolgor, Li Y. The species of resources and ecological distribution of *Pleurotus* in China [J]. Edible Fungi China, 2001, 20(5): 8-10.
- [2] 高明燕, 罗霞, 郑林用, 等. 侧耳属真菌的营养成分及药理作用研究进展[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(29): 16206-16207, 16209.
Gao MY, Luo X, Zheng LY, et al. The nutritional composition and medicinal physiological activities of *Pleurotus* [J]. J Anhui Agric Sci, 2010, 38(29): 16206-16207, 16209.
- [3] 张文州, 许嵘. 食药两用真菌多糖的研究进展[J]. 食品工业科技, 2014, 25(15): 395-399.
Zhang WZ, Xu R. Research progress in edible-medicinal fungi polysaccharide [J]. Sci Technol Food Ind, 2014, 25(15): 395-399.
- [4] Rout D, Mondal S, Chakraborty I, et al. Chemical analysis of a new (1→3), (1→6)-branched glucan from an edible mushroom, *Pleurotus florida* [J]. Carbohydr Res, 2005, 340: 2533-2539.
- [5] 江蕾, 张朝晖. 侧耳属真菌多糖的研究进展[J]. 食品科技, 2007, (3): 4-7.
Jiang L, Zhang ZH. Research advances in polysaccharides from fungus of genus *Pleurotus* [J]. Food Sci Technol, 2007, (3): 4-7.
- [6] 卯晓岚. 中国经济真菌[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
Mao XL. Economic fungi of China [M]. Beijing: Science Press, 1998.
- [7] 武红旗, 李志宏, 范燕敏, 等. 新疆阿魏菇及其发展展望[J]. 食用菌, 2004, 26(1): 7-8.
Wu HQ, Li ZH, Fan YM, et al. *Pleurotus ferulae* of Xinjiang and its development [J]. Edible Fungi, 2004, 26(1): 7-8.
- [8] 《中华本草》编委会. 中华本草(第 3 卷)[M]. 上海: 上海科技出版社, 1999.
Editorial Committee of *Chinese Materia Medica*. Chinese Materia Medica (Vol.3) [M]. Shanghai: Shanghai Technology Press, 1999.
- [9] 玉苏甫·买买提, 古再丽努尔·阿布都艾尼, 阿依努尔·吾斯曼, 等. 新疆有名的 33 种大型真菌[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(19): 6129-6132.
Yusup M, Guzailinur A, Ayinur W, et al. 33 species of famous macrofungi from Xinjiang [J]. J Anhui Agric Sci, 2014, 42(19): 6129-6132.
- [10] 陈士瑜, 陈海英. 蕈菌医方集成[M]. 上海: 上海科学技术文献出版社, 2000.
Chen SY, Chen HY. Collection of mushroom presumptions [M]. Shanghai: Shanghai Scientific and Technological Literature Press, 2000.
- [11] 杨琳, 巩平, 王冬慧, 等. 阿魏菇多糖对荷瘤小鼠肿瘤坏死因子- α 和干扰素- γ 的影响[J]. 时珍国医国药, 2011, 22(9): 2114-2115.
Yang L, Gong P, Wang DH, et al. Effect of polysaccharides from *Pleurotus ferulae* on IFN- γ and TNF- α in mutine cervical cancer U14 mice [J]. Lishizhen Med Mater Med Res, 2011, 22(9): 2114-2115.
- [12] 王金辉, 魏秀岩, 李国玉, 等. 阿魏菇多糖对整体荷瘤小鼠肿瘤和免疫作用的实验研究[J]. 中国现代中药, 2011, 13(3): 40-42.
Wang JH, Wei XY, Li GY, et al. Study on the anti-tumor and immunity effect of *Pleurotus Ferulae* polysaccharide [J]. Mod Chin Med, 2011, 13(3): 40-42.
- [13] 盛伟, 方晓阳, 吴萍. 白灵菇、杏鲍菇、阿魏菇多糖体外抗氧化活性研究[J]. 食品工业科技, 2008, 29(5): 103-106.
Sheng W, Fang XY, Wu P. Study on antioxidant activity of polysaccharides from *Pleurotus nebrodensis*, *P. eryngii* and *P. ferulae* [J]. Sci Technol Food Ind, 2008, 29(5): 103-106.
- [14] 陈庆庆, 陈帅, 李峰, 等. 阿魏菇子实体多糖的结构及其抗氧化活性研究[J]. 食品工业科技, 2016, 37(2): 108-112.
Chen QQ, Chen S, Li F, et al. Structural analysis and antioxidant activities of polysaccharides from the fruiting bodies of *Pleurotus ferulae* Lenzi [J]. Sci Technol Food Ind, 2016, 37(2): 108-112.
- [15] 张化朋, 张静, 南征, 等. 杏鲍菇多糖 WPP2 的结构表征及抗肿瘤活性[J]. 高等学校化学学报, 2011, 34(10): 2327-2323.
Zhang HP, Zhang J, Nan Z, et al. Structure characterization and antitumor activity of polysaccharide WPP2 from *Pleurotus Eryngii* [J]. Chem J Chin Univ, 2011, 34(10): 2327-2323.
- [16] 刘海英, 范刘士博. 杏鲍菇多糖对 S180 荷瘤小鼠的保护作用[J]. 食品科学, 2015, 36(3): 198-201.
Liu HY, Fan LSB. Protective Effects of *Pleurotus eryngii* polysaccharides on S180 tumor-bearing mice [J]. Food Sci, 2015, 36(3): 198-201.
- [17] 丛媛媛, 帕丽达·阿不力孜, 米仁沙·牙库甫, 等. 阿魏菇多糖的急性毒性及抗炎实验研究[J]. 亚太传统医药, 2013, 9(2): 7-8.
Cong YY, Palida A, Mirensa Y, et al. Studies on acute toxicity and anti-inflammation of the polysaccharide from *Pleurotus ferulae* Lanzi [J]. Asia-Pacific Tradit Med, 2013, 9(2): 7-8.
- [18] 颜君, 郭晓强, 李晓光, 等. TLC 快速分析多糖的单糖组成[J]. 食品科学, 2006, 27(12): 604-605.
Yan J, Guo XQ, Li XG, et al. TLC to fleetly analyze monosaccharide composition of polysaccharide [J]. Food Sci, 2006, 27(12): 604-605.
- [19] 范毅, 陈玲, 刘捷. TLC 和 GC 法测定红苜蓿多糖的单糖组成[J]. 河南科学, 2011, 29(2): 150-152.
Fan Y, Chen L, Liu J. Analysis for the composition of monosaccharide in the sweet potato leaf polysaccharide by TLC and GC [J]. Henan Sci, 2011, 29(2): 150-152.
- [20] 艾尔肯·依不拉音, 布热米古丽·买买提, 米尔扎提·麦麦提. 气相色谱法测定吐鲁番无核白葡萄树伤流液组成多糖的单糖[J]. 西北药学杂志, 2015, 30(3): 221-224.
Arkin I, Buremiguli M, Mizat M. Analysis of polysaccharides in Turfan seedless grapevine bleeding sap by GC [J]. Northwest Pharm J, 2015, 30(3): 221-224.

(责任编辑: 刘 丹)

作者简介



陈 橙, 硕士研究生, 主要研究方向为新疆特色药用资源的开发利用。
E-mail: 1285501322@qq.com



丛媛媛, 博士, 教授, 主要研究方向为中药、民族药药效物质基础研究。
E-mail: congyyxj@126.com