

Methods for the Determination of Fungal Polysaccharides Content

Hui Guo, Miao Sun, Tingting Zhou*

The Second Military Medical University, Shanghai, China
Email: 429268557@qq.com, *tingting_zoo@163.com

Received: Feb. 6th, 2017; accepted: Feb. 20th, 2017; published: Feb. 27th, 2017

Abstract

Recently fungi polysaccharides are valuable application substance, which is used in antiviral, anti-inflammatory, anticoagulation activity, hypoglycemic and hypolipidemic action. In addition their immunoregulation and anticancer activity have been received much concern. So it's important for a rapid and accurate analysis and determination of fungal polysaccharides. Through the study of polysaccharide in recent years literature, this paper provides a comprehensive survey on research of methods for different fungus polysaccharides.

Keywords

Fungus Polysaccharides, Determination, Colorimetric Method, Chromatography Method

真菌中多糖含量测定方法的研究概况

果卉, 孙渺, 周婷婷*

第二军医大学, 上海
Email: 429268557@qq.com, *tingting_zoo@163.com

收稿日期: 2017年2月6日; 录用日期: 2017年2月20日; 发布日期: 2017年2月27日

摘要

真菌多糖是近些年来应用价值丰富的一类活性物质。不仅具有抗病毒, 抗炎, 抗凝血, 降血糖, 降血脂等生物活性, 还因其具有免疫调节, 抗肿瘤等活性而备受关注。因此对于真菌多糖快速准确的分析检测具有重要意义。本文综述了近年来国内外不同类的真菌多糖的含量测定方法, 以期对进一步的研究提供参考。

*通讯作者。

关键词

真菌多糖, 含量测定, 比色法, 色谱法

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

真菌多糖又名多聚糖, 在国际上可被称为“生物反应调节物”, 简称“biological response modifiers, BRM”, 自真菌子实体、菌丝体、发酵液分离而得到。一般分为纯多糖和杂多糖两类, 纯多糖由 10 个以上单糖通过糖苷键连接而形成的直链或支链结构, 而杂多糖除含有纯多糖成分, 还可含有肽链和脂类成分。目前真菌多糖已成为国内国际众多科学领域研究热点之一, 主要研究领域包括分子结构和化学特征, 提取工艺优化, 分离纯化技术, 食用药用价值以及质量控制等[1] [2] [3], 其中多糖的定量分析技术是其质量控制的关键。真菌多糖的含量测定方法可大体归纳为三类, 其中最常用的为比色法, 即间接法, 此外还包括直接法即色谱法, 以及容量滴定法。由于含量测定过程中的试剂选择, 温度控制, 条件优化等均会对真菌多糖的含量测定结果产生影响, 本文就真菌多糖的定量分析方法作以综述。

2. 比色法

比色法在真菌多糖定量分析方法中应用最为广泛, 是一类利用显色剂与单糖缩合反应而建立的测定其吸光值的传统方法。具体有苯酚硫酸法[4], 蒽酮硫酸法[5], 地衣酚法[6], 3,5 二硝基水杨酸法(DNS) [7]。其中, 苯酚硫酸法和蒽酮硫酸法直接测定总糖含量, DNS 法不仅可以测定总糖还可测定还原糖含量, 而地衣酚法主要测定戊糖和己糖含量。比色法因其操作简便而被广泛使用, 比如常见的真菌多糖如灵芝多糖的药典所列方法为蒽酮硫酸法, 而对于茯苓多糖的含量测定药典未举出具体方法, 方东军[8]等采用苯酚硫酸比色法测定总糖含量, 结果准确, 重现性好。

2.1. 苯酚 - 硫酸法

苯酚 - 硫酸法是真菌多糖含量测定的最常见方法, 大多以葡萄糖为标准品, 它是利用真菌多糖在硫酸的作用下先水解成单糖, 脱水后与苯酚生成橙黄色化合物, 于紫外 490 nm 处测定吸光度。吸光值与糖的浓度成正比, 因此可用于糖的定量测定。目前多数国内外文献均采用苯酚 - 硫酸法对真菌多糖含量进行测定。文献表明, 该方法已应用于食用类多糖如白玉菇多糖, 杏鲍菇多糖等的测定, 此外, 药用类多糖如甘草多糖[9], 人参多糖[10], 北芪菇多糖[11]等也采用此法进行含量测定。蓝永锋等[12]用此法快速测定黄芪中多糖的含量, 结果证明其重复性强, RSD 为 2.53; 稳定性好, 在显色反应可维持 4 h 以上, RSD = 3.3; 回收率高, RSD 为 1.78, 该法操作简单, 试剂便宜, 是一种常用的测定多糖含量方法。此外, 苯酚硫酸法可降低蛋白质及麦芽糊精等辅料对含量测定的影响, 是一种使用性广的测定方法。

为提高该法的可应用性, 齐素芬等[13]对花椒叶多糖的实验条件包括标准单糖和工作波长, 加样次序, 显色时间, 浓硫酸添加量, 苯酚添加量, 显色温度进行筛选, 确定最佳吸光度值。最终建立一种 5% 苯酚添加量, 3.5 ml 浓硫酸量, 30℃ 条件下, 显色时间维持在 25 min 的灵敏, 特异, 精确度高的含量测定新方法。

另外, 针对苯酚易氧化生成有色物质这一副反应, 实验中应避免光或操作迅速。Albalasmeh 等[14]还通

过将其法改良为硫酸-紫外法而避免苯溶剂对眼, 皮肤, 呼吸系统的威胁, 神经系统的威胁, 但该法只适于纯多糖类水溶液测定, 本身有紫外吸收的糖类也避免该法的应用。

2.2. 蒽酮-硫酸法

蒽酮-硫酸法利用糖在浓硫酸的作用下, 可经脱水反应生成糠醛或羟甲基糠醛后与蒽酮反应生成蓝色衍生物, 于紫外 620~625 nm 处测定吸光度, 吸光值与多糖含量成线性, 故可用于糖的定量测定。它是除苯酚-硫酸外较为常用的一种测定总糖量的方法。该法可囊括所有碳水化合物的测定, 此外寡糖和多糖, 包括淀粉纤维素等均可用此法进行含量测定。郭晓蕾等[15]通过比较苯酚-硫酸和蒽酮-硫酸对灵芝多糖的含量测定, 证明硫酸蒽酮法吸光值高, 线性范围宽, 作为优选方法。不仅如此, 为避免苯酚污染等因素, 刘洁等[16]采用硫酸蒽酮法测定香菇多糖含量, 借鉴药典中灵芝多糖含量测定法, 选 95%乙醇作为实验试剂, 所得数据精密度高, 稳定性好。

该法适用范围广, 可在强酸强碱性条件测定, 但其所用蒽酮试剂稳定性差且不易溶于水, 需现用现配, 且此法受蛋白质干扰, 存在加热后最大吸收峰偏移的缺点, 测定前应考察是否进行前处理。杨瑞瑞等[17]改良了硫酸-蒽酮法中的硫酸浓度, 加热条件, 反应时间, 并选用 98%硫酸溶液完全溶解蒽酮, 确定了优化条件并使反应系统自行升温, 使得灵芝多糖含量简易可行结果准确。

2.3. 地衣酚法

地衣酚法是指多糖与浓盐酸反应生成糠醛后与地衣酚试剂反应生成有色物质, 该物质在 670 nm 处有最大的吸光值, 利用标准曲线可以根据吸光度计算出戊糖的含量。该法对戊糖专一性强, 但己糖, DNA 和 RNA 也能发生相似颜色变化而测定含量。其反应条件易于控制, 且灵敏度高, 但试剂昂贵。

周纪东等[6]采用地衣酚-盐酸法测定黄花菜多糖含量时, 证明以不同单糖作对照品时, 所得多糖含量均不同。针对糠醛缩合显色法测定多糖, 王建壮等[18]证实了样品前处理的重要性, 即醇沉的次数决定低分子单糖和低聚糖以及苷类的洗脱程度, 通过考察酸用量和浓度等, 确定合适反应条件, 该法重现性好, 精密度回收率高。

2.4. 3,5-二硝基水杨酸法

多糖可用酸水解法使其降解成有还原性的单糖, DNS 试剂与还原糖共热产生棕褐色化合物, 特定波长处有最大吸收值, 根据吸光度与多糖含量的线性关联可计算其含量值。作为紫外分光光度法测定多糖方法中的一类, 3,5-二硝基水杨酸法的应用虽没有苯酚-硫酸法和蒽酮-硫酸法范围广, 但它消除了硫酸的腐蚀性, 具有试剂稳定, 操作简便, 安全性好, 费用低, 易普及等特点。该法通过测定总糖和单糖准确计算多糖含量, 完善了苯酚硫酸和蒽酮硫酸法对于总糖测定而不能准确表达多糖含量的缺陷。就实验中反应温度和 DNS 显色时间对含量测定的影响, 林志銓等[19]和韦练等[20]分别证实沸水浴下显色 5min 作为优化条件, 准确性高精密度良好。

3. 色谱法

色谱法也为直接法, 借助相应仪器设备直接测定多糖本身, 例如高效液相色谱法、气相色谱法等。其方法快速、准确, 但更多用于测定多糖结构中单糖种类及其含量。

3.1. 高效液相色谱法

高效液相色谱法以高压输送流动相, 采用高效固定相及高灵敏度检测器进行多糖定量分析。随着分析检测技术的发展, 由最初的示差检测器到柱前衍生化 HPLC 法为目前检测多糖中单糖组成常用方法。

除常用检测器外, 卞振华[21]应用 HPLC-ELSD(高效液相色谱蒸发光散射检测器)分离测定桔梗多糖, 结合超滤技术以测得不同分子量范围多糖含量, 证明多糖集中在 70K 和 100K 范围内。衍生化 HPLC 利用衍生化试剂如吡啶啉酮等处理多糖, 克服了示差检测器低灵敏度、易受流速、压力和组分改变的缺陷, 高效准确的测定中性还原单糖含量及组成。HPLC 法中常用衍生化试剂为 PMP。

Li 等[22]采用以 PMP 为衍生化试剂的柱前衍生化 HPLC 法定量当归多糖成分, 由于当归多糖的低电离效率, 所以不采用 HPLC-MS 法。该法在 HPLC 基础上采用四氢呋喃进行洗脱, 完成了当归多糖中单糖组分糖醛酸、氨基酸、中性糖首次同步测定分析过程, 结果准确, 回收率高, 精密度好。Yuan 等[23]进行石斛多糖含量测定时采用 PMP 为衍生化试剂, 增加分析物疏水性, 延长了保留时间, 并通过严格控制衍生化时间而得到峰面积最大值, 该法成功应用于石斛多糖的单糖组分定量测定。

另外, 为简化衍生化步骤, 马耀宏等[24]在前处理时直接将粗糖样品水解中和液作为待衍生化样品, 代替了硫酸水解液进行样品中和处理后, 冷冻干燥最终得多糖水解释产物。简化实验过程, 大大缩短试验时间, 其结果准确性并未受影响。

3.2. 气相色谱法

气相色谱法是利用要分离的诸组分在流动相和固定相两相间的分配不同使两相得以分离进行含量测定。通常可连接氢火焰离子检测器(FID), 但更为常用的是 GC-MS 法。以单糖保留时间和质谱信号双重定性, 可获得单糖连接方式和类型等多种结构信息, 使结果更为可靠。但气相色谱法要求样品具有挥发性, 由于糖类本身无挥发性, 即采用衍生化的方式将其转化为易挥发, 热稳定性衍生物。通常衍生化方法为硅烷化、乙酰化、糖腈乙酸酯衍生等, 而衍生物制备过程中会产生异构体, 影响多糖的定性和定量。为避免色谱图上出现干扰峰, 张平等[25]进行莼菜多糖硅烷化衍生时, 采用了先将糖还原为糖醇再衍生为乙酸酯的方法, 使得每种单糖均可得到单峰, 定量结果准确。武翠玲等[26]则采用制备成糖腈乙酸酯衍生物的方式直接消除单糖的异构峰以定量马勃多糖组分。

高庚申等[27]比较了 5 种毛细管柱和 3 种衍生化方法证明糖腈乙酰化更适合单糖气相色谱法定量分析, 谭亮等[28]在测定旱芹多糖时证明了糖腈乙酯操作简便, 周期短。此外, 经查阅文献可知, 乙酰化和糖腈乙酸酯衍生仅对中性糖直接测定, 梁军等[29]采用三甲基硅醚化衍生可直接对中麻黄根多糖的中性糖和酸性糖进行定性定量分析。

在实验条件对 GC 法影响中, 水解条件[26] [28]对单糖组成测定有较大影响。高温条件会影响试剂含量, 单糖脱水等造成杂峰增多的现象, 低温时不易完全水解, 使得测定结果不准确。

3.3. 高效凝胶渗透色谱法(HPGPC)

近来高效凝胶渗透色谱法(HPGPC)是一种快速准确定性定量真菌多糖的方法, 以对复杂结构和高分子量的真菌多糖分析[30]。高效凝胶色谱法是液相色谱的一种, 利用多糖通过一根装填有凝胶的柱子, 按分子大小进行分离从而对多糖成分定性定量的一种方法。该法可对大分子量和复杂结构多糖进行定性定量分析。刘芹等[31]应用凝胶排斥色谱柱定量测定银耳多糖, 线性良好, 同时优化流动相成分, 提高柱温, 较大的消除了误差。该法重现性好, 准确度高, 具有一定专属性。

4. 滴定法

滴定法是利用化学试剂与多糖相互反应, 根据消耗试剂的量来确定多糖含量, 但准确度不高。该方法是早期测定多糖的常用方法, 最常用的是费林滴定法。顾华杰等[32]分别比较苯酚-硫酸法、蒽酮-硫酸法、DNS 和费林滴定法对灰树花多糖含量测定值有无差异, 费林滴定法所得回收率 93%, RSD = 4.498%,

Table 1. Comparison of methods for determination of fungus polysaccharides**表 1.** 真菌多糖含量测定方法的比较

	优点	缺点	
比色法	苯酚 - 硫酸法	简便快捷, 不受蛋白质干扰	酸浓度和苯酚用量影响测定, 水解条件苛刻。
	蒽酮 - 硫酸法	可测定所有碳水化合物, 包括寡糖和多糖	受蛋白质干扰
	地衣酚法	反应条件易控制, 线性关系良好准确	试剂昂贵
	3,5-二硝基水杨酸法	可排除单糖干扰, 准确性较好	对反应温度, 显色时间要求高且不易操作
色谱法	高效液相色谱法	高效准确测定中性还原糖含量及组成	多需要衍生生化测定
	气相色谱法	高效准确的测定单糖含量及组成	要求样品具有挥发性且多需要衍生生化方法测定
	高效凝胶渗透色谱法	复杂结构和高分子量的真菌多糖分析	对色谱柱有吸附作用, 需调节流动相柱温等条件消除误差
滴定法	滴定法	适应性强, 简洁快速	准确度不高

证明回收率好, 但重现性差。但李宏高[33]根据南瓜多糖可在酸或酶作用下完全水解, 并用碱性酒石酸铜滴定计算含量的特点, 证明该法是一种适应性强, 满足生产实际准确而快捷测定的一种方法。

5. 小结

综上所述, 苯酚 - 硫酸比色法方法简便, 且不受蛋白质干扰, 但所用酸浓度高, 浓硫酸和苯酚用量也影响含量测定, 水解条件的控制也较为苛刻, 时间和温度若控制不好易造成较大偏差[18] [34]。硫酸 - 蒽酮法几乎可以测定所有碳水化合物, 包括寡糖和多糖, 但该法受蛋白质干扰, 完善前处理及条件的优化可以使测定结果更加精密准确[17] [35]。地衣酚法线性关系良好、准确, 反应条件易控制, 且反应灵敏度高, 但试剂昂贵[36]。3,5-一二硝基水杨酸比色法能够排除单糖的干扰, 准确性较好, 但是对反应温度, 显色时间的控制要求很高, 不易操作[20] [37]。色谱法测定方法准确, 有效成分清晰, 多用于多糖结构中单糖种类及其含量的测定, 但该法需昂贵的仪器、多糖纯品以及需要衍生生化等, 操作步骤繁琐, 在应用中受到限制[22] [25]。以上各种方法均有其优缺点, 已绘制如表 1 所示。在实践工作中应根据实际情况, 选择适合的方法。而多糖类成分的含量测定至今大多采用 Dubois 等提出的苯酚 - 硫酸比色法。

6. 展望

真菌多糖由于其在食用和药用上的突出价值, 受到人们的普遍关注。有效地测定真菌多糖含量无疑是其应用于各研究领域的基础, 目前随着分析检测技术不断的发展, 定量检测的灵敏度、易操作性、准确性要求越来越深入化。因此实验的预处理, 比色法中影响吸光度的实验条件, 色谱法中各检测器评价体系均是影响真菌多糖定量分析的因素, 优化各方面影响因素, 以期成为最佳真菌多糖含量测定方法。

参考文献 (References)

- [1] 王海涛, 赵雪娇, 石沼瑛, 高季瑜. 真菌多糖的研究进展与开发前景[J]. 黑龙江科技信息, 2010, 14(16): 33.
- [2] 沈洁, 刘昱均, 胡学一. 真菌多糖的提取, 改性及抗肿瘤活性的研究进展[J]. 天然产物研究与开发, 2014, 26(10): 1723-1727.
- [3] 陈光财, 任远平. 食药用真菌多糖的研究现状及发展前景分析[J]. 大家健康(学术版), 2015, 9(4): 288.
- [4] Zhu, H.J., Sheng, K., Yan, E.F., et al. (2012) Extraction, Purification and Antibacterial Activities of a Polysaccharide from Spent Mushroom Substrate. *International Journal of Biological Macromolecules*, **50**, 840-843. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2011.11.016>
- [5] Cui, J., Gu, X., Wang, F.J., et al. (2015) Purification and Structural Characterization of an Alpha-Glucosidase Inhibitory Polysaccharide from Apricot (*Armeniaca sibirica* L. Lam.) pulp. *Carbohydrate Polymers*, **121**, 309-314.

- <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.12.065>
- [6] 周纪东, 李余动. 黄花菜多糖的测定方法研究[J]. 南通职业大学学报, 2014, 28(3): 92-95.
- [7] Chua, M., Chan, K., Hocking, T.J., *et al.* (2012) Methodologies for the Extraction and Analysis of Konjac Glucomannan from Corms of *Amorphophallus konjac* K. Koch. *Carbohydrate Polymers*, **87**, 2202-2210. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.10.053>
- [8] 方东军, 赵润琴, 张晓娟. 茯苓多糖的总糖含量及糖醛酸含量测定[J]. 中医药信息, 2011, 28(4): 42-44.
- [9] Zhang, C.H., Yu, Y., Liang, Y.Z., *et al.* (2015) Purification, Partial Characterization and Antioxidant Activity of Polysaccharides from *Glycyrrhiza uralensis*. *International Journal of Biological Macromolecules*, **79**, 681-686. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2015.05.060>
- [10] Wan, J.Y., Fan, Y., Yu, Q.T., *et al.* (2015) Integrated Evaluation of Malonyl Ginsenosides, Amino Acids and Polysaccharides in Fresh and Processed Ginseng. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, **107**, 89-97. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2014.11.014>
- [11] 侯五爱, 岳志劲. 苯酚-硫酸法测定北芪菇多糖的含量[J]. 光谱实验室, 2013, 30(5): 2475-2477.
- [12] 蓝永锋, 欧国灯. 苯酚硫酸法测定黄芪中多糖含量[J]. 药物与人, 2014, 27(8): 14.
- [13] 齐素芬, 张华峰, 姚美, 等. 苯酚-硫酸法测定花椒叶多糖含量[J]. 食品科学技术学报, 2015, 33(4): 40-46.
- [14] Albalasmeh, A.A., Berhe, A.A. and Ghezzehei, T.A. (2013) A New Method for Rapid Determination of Carbohydrate and Total Carbon Concentrations Using UV Spectrophotometry. *Carbohydrate Polymers*, **97**, 253-261. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.04.072>
- [15] 郭晓蕾, 朱思潮, 翟旭峰, 王怀豫, 宝丽. 硫酸蒽酮法与硫酸苯酚法测定灵芝多糖含量比较[J]. 中华中医药学刊, 2010, 28(9): 2000-2002.
- [16] 刘洁, 吴馨. 鲜香菇中香菇多糖含量测定方法的研究[J]. 科技创业家, 2012, 3(18): 230-231.
- [17] 杨瑞瑞, 李国华, 樊宝娟. 灵芝多糖的含量测定方法探讨及改进[J]. 陕西中医学院学报, 2009, 32(5): 62-63.
- [18] 王建壮, 安洁, 吕华冲. 植物多糖含量测定的方法学研究[J]. 海峡药学, 2008, 20(5): 48-50.
- [19] 林志奎, 刘俊劭. 3,5-二硝基水杨酸法测定金钱草多糖的研究[J]. 云南民族大学学报(自然科学版), 2011, 20(2): 89-91.
- [20] 韦练, 郭力, 陈佳江, 等. 3,5-二硝基水杨酸法测定石斛多糖含量的研究[J]. 时珍国医国药, 2013, 24(6): 1330-1332.
- [21] 卞振华. 基于 Centramate 超滤系统-HPLC-ELSD 分离及测定桔梗多糖含量研究[J]. 海峡药学, 2015, 27(9): 73-75.
- [22] Li, W.Y., Li, P., Li, X.Q., *et al.* (2015) Simultaneous Quantification of Uronic Acid, Amino Sugar, and Neutral Sugar in the Acidic Polysaccharides Extracted from the Roots of *Angelica sinensis* (Oliv.) Diels by HPLC. *Food Analytical Methods*, **8**, 2087-2093. <https://doi.org/10.1007/s12161-015-0096-8>
- [23] Yuan, Z., Cong, G. and Zhang, J. (2014) Effects of Exogenous Salicylic Acid on Polysaccharides Production of *Dendrobium officinale*. *South African Journal of Botany*, **95**, 78-84. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2014.08.007>
- [24] 马耀宏, 郑岚, 杨俊慧, 杨艳, 孟庆军. 柱前衍生化 HPLC 法分析真菌多糖的单糖组成[J]. 食品科技, 2012, 37(1): 254-259.
- [25] 张平, 俞智熙. 乙酰化莼菜多糖中单糖组分的 GC-MS 分析[J]. 武汉工程大学学报, 2008, 30(4): 36-38.
- [26] 武翠玲, 孟延发. 药用真菌马勃多糖中单糖组成 GC-MS 分析[J]. 长治医学院学报, 2009, 23(4): 254-256.
- [27] 高庚申, 李存雄, 张明时. 预衍生化-毛细管柱气相色谱法测定单糖[J]. 理化检验(化学分册), 2009, 45(10): 1225-1227.
- [28] 谭亮, 杨洋, 张琦, 等. 柱前衍生化 GC 法测定早芹非淀粉多糖中各单糖组分含量[J]. 沈阳药科大学学报, 2011, 28(1): 40-46.
- [29] 梁军, 王迪, 夏永刚, 杨炳友, 匡海学. 麻黄根多糖中单糖组成的 GC-MS 分析[J]. 中医药学报, 2014, 42(4): 17-18.
- [30] Xu, J., Li, S.L., Yue, R.Q., *et al.* (2014) A Novel and Rapid HPGPC-Based Strategy for Quality Control of Saccharide-Dominant Herbal Materials: *Dendrobium officinale*, a Case Study. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, **406**, 6409-6417. <https://doi.org/10.1007/s00216-014-8060-9>
- [31] 刘芹, 宁嘉玲, 丁侃. 基于高效凝胶渗透色谱法的银耳多糖质量控制研究[J]. 中草药, 2011, 42(9): 1732-1735.
- [32] 顾华杰, 黄金汇, 金璘, 等. 4 种灰树花多糖测定方法的比较[J]. 江苏农业科学, 2011, 39(4): 400-402.
- [33] 李宏高, 魏利军. 南瓜中多糖测定方法的探讨[J]. 陕西科技大学学报(自然科学版), 2010, 28(6): 59-61.

- [34] 陈丽萍, 刘雄, 夏鹏飞, 樊秦, 赵磊. 正交设计优化当归多糖的定量分析方法[J]. 解放军医药杂志, 2015, 27(10): 100-102.
- [35] 蔡凌云, 肖德智, 朱晓芳, 等. 空心莲子草多糖定量测定比较[J]. 中成药, 2013, 35(1): 207-209.
- [36] 张琳, 邓贵华. 蛹虫草子实体中多糖含量不同测定方法的比较[J]. 中药材, 2012, 35(5): 733-736.
- [37] 李强, 唐微, 石园园, 等. 蒽酮 - 硫酸法和 3,5-二硝基水杨酸法测定杜仲水提液多糖含量[J]. 食品工业科技, 2010, 31(10): 370-371.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: aac@hanspub.org