

· 综述 ·

## 草苈蓉多糖的研究进展

范丽颖<sup>\*</sup>, 任军<sup>2</sup>, 王微<sup>1</sup>

(1. 长春理工大学生命科学技术学院, 长春 130022;

2. 吉林省林业科学研究院, 长春 130033)

**[摘要]** 草苈蓉为我国传统中草药,具有多种药用功效,临床上用于补肾壮阳,润肠通便,止血等,还可与其他药物配合使用治疗腰部冷痛,妇女不孕症和其他生殖系统疾病。草苈蓉主要分布于我国东北部、北朝鲜、日本和俄罗斯等地,中国主要分布在长白山山区。草苈蓉所含有的有效成分更是种类繁多,地上部分主要含有草苈蓉内酯、草苈蓉苷、草苈蓉醛、多糖、生物碱等化学成分,同时还含有钾、钠、钙、镁、铁、锌、锰、铜等大量无机元素。而草苈蓉多糖是近些年被广泛研究的一种活性成分,具有抗肿瘤、增强机体免疫能力、抗氧化、保肝等作用。本文主要针对近些年草苈蓉多糖在结构、组成、活性等方面的研究概况加以综合阐述,以期今后的研究工作提供理论基础。

**[关键词]** 草苈蓉; 多糖; 活性; 组成

**[中图分类号]** R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2015)08-0206-04

**[doi]** 10.13422/j.cnki.syfjx.2015080206

**Review of Polysaccharide of *Boschniakia rossica*** FAN Li-ying<sup>1\*</sup>, REN Jun<sup>2</sup>, WANG Wei<sup>1</sup> (1. School of Life Science, Changchun University of Science and Technology, Changchun 130022, China; 2. Jilin Provincial Academy of Forest Science, Changchun 130033, China)

**[Abstract]** *Boschniakia rossica* is a traditional herbal medicine in China and has many pharmacological effects, which have been used to invigorate the kidney, strengthen Yang and relax bowel effect, and can also be used to cure waist cold pain, woman infertile disease and other reproductive system diseases combined with other drugs. *B. rossica* mainly distribute in northeast China, North Korea, Japan and Russia. In China, there is a small amount of *B. rossica* in Changbai Mountain District. The chemical constituents of *B. rossica* are in a great variety of forms, and the aerial parts contain boschnialactone, boschnaside, boschniakine, polysaccharide, alkaloids and so on. Inorganic elements contained in *B. rossica* are K, Na, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu etc. *B. rossica* polysaccharide has been widely studied in recent years. The polysaccharide has exhibited a wide spectrum of pharmacological effects *in vitro* and *in vivo*, involving anti-tumor, immune enhancement, anti-oxidant, liver production and so on. This review focuses on the advances in the structure, constitute and efficacy of the *B. rossica* polysaccharide in recent years to provide the theoretical basis for research work in future.

**[Key words]** *Boschniakia rossica*; polysaccharide; activity; constitute

草苈蓉为可药用的高等寄生植物之一,全草可入药,具有很高的药用价值和经济价值。草苈蓉具有补肾壮阳、润肠通便的功效,配合其他药物使用可治疗阳痿、腰膝冷痛、梦遗及妇女不孕症等生殖系统疾病,还可用于治疗老年人习惯性便秘、膀胱炎、血尿等多种疾病。民间也有用其强化神经系统以治疗晕眩,并且有激发心脏活力,延缓衰老,滋补强身的作用,被誉为“不老草”<sup>[1-4]</sup>。

草苈蓉主要分布于我国东北部、北朝鲜、日本和俄罗斯

等地,中国主要分布在长白山山区。草苈蓉所含有的有效成分更是种类繁多,地上部分主要含有草苈蓉内酯、草苈蓉苷、草苈蓉醛、多糖、生物碱等化学成分,同时还含有钾、钠、钙、镁、铁、锌、锰、铜等大量无机元素。近些年实验研究表明草苈蓉多糖为其主要药用活性成分。研究发现草苈蓉多糖具有多种生理功能,参与多种多样的分子间的识别与通讯,血管红细胞的保护等生命活动。同时,对其多糖的单糖组成及单糖之间的连接方式的研究也对草苈蓉多糖的进一步开发

**[收稿日期]** 20140806(025)

**[基金项目]** 吉林省科技发展计划项目(20090579);长春理工大学创新基金项目(XJLJ201209)

**[通讯作者]** \*范丽颖,硕士,副教授,从事药用植物中天然产物研究工作, Tel:0431-85583423, E-mail: fanly@cust.edu.cn

研究打下基础。本文将就近年来对草苈蓉多糖成分和活性方面的研究进行概括和总结。

### 1 草苈蓉多糖的组成研究概况

**1.1 草苈蓉花序的多糖组成** 常桂英等<sup>[5-7]</sup>对采自吉林长白山露水河的草苈蓉花序水溶性多糖进行了研究,草苈蓉花序经水和碱提得到 4 种水溶性粗多糖,分别为水提粗多糖 BW I, BW II, 碱提粗多糖 BJ I, BJ II。

BW I 易溶于水,为酸性杂多糖,蛋白质质量分数为 10.83%,脱蛋白后总糖含量为 80%,单糖组成为 Fuc, Glc, Xyl, Ara, Gal, GalA 组成,各单糖的摩尔比为 2.6:21.88:5.75:1:2.1:3.48。BW II 为中性杂多糖,蛋白质含量为 8.78%,总糖含量为 34.4%,BW II 的平均相对分子质量约 3 万。BW II 由 Fuc, Ara, Man, Xyl, Glc, GlcN 组成各单糖的摩尔比依次为 15.28:1.44:1.95:1:19.91:2.04。

BJ I 为酸性杂多糖,易溶于热水,纯化后总糖为 76.4%。BJ I 由 Xyl, Fuc, Gal, Glc, Ara 和 GalA 组成,各单糖的摩尔比依次为 0.42:3.09:4.58:6.96:1:0.47。BJ II 为黄褐色粉末,易溶于热水,收率为 3.86%,总糖为 54.8%,其单糖组成为 Xyl, FuC 和 Glc 组成,各单糖的摩尔比依次为 0.094:1:1.27。BJ II 经分级纯化可得到总糖为 89.2% 的均一多糖 BJ II a。经红外、气相、酸水解、高碘酸氧化、Smith 降解及质谱分析表明, BJ II a 为多分枝结构,每 10 个单糖为 1 个重复单元,主链由 2 个 Fuc 和 2 个 Glc 以 1→2 糖苷链相连,支链由 Fuc(1→2), Glc(1→3) 组成,在 Fuc 的 0-4 位和 Glc 的 0-6 位有分枝点,分枝点率 30%,分枝率 60%<sup>[8]</sup>。

孙仓等<sup>[9]</sup>也对草苈蓉碱提取后得到总糖分别为 76.4% 与 54.8% 的粗多糖 CP I, CP II 进行分析;单糖组成(摩尔比)分别为 Fuc-Glc-Gal-Ara(3.09:6.96:4.58:1) 和 Fuc-Glc(1:1.27)。研究表明,草苈蓉碱提多糖是 Glc, Fuc 以 1→2 糖苷键相连,在 Fuc-46 位, Glc-位有分支点的多分枝结构。

**1.2 草苈蓉根、茎多糖的组成** 魏民等<sup>[10-12]</sup>从草苈蓉的根和茎中分离水溶性粗多糖,经分级、脱蛋白质、脱色、反复冻融、高速离心等方法分离纯化得级分 BRT。经柱色谱分析证明 BRT 为均一组分。气相色谱分析多糖的组成,表明其单糖组成为 Ara, Xyl, Gal, Glc, Man, 摩尔比依次为 0.98:1.00:2.38:10.00:1.28。结果说明 BRT 是以 Glc, Gal 为主,兼有 Man 和 Xyl 的中性杂多糖。综合酶解、酸水解、高碘酸氧化、Smith 降解、气相色谱及甲基化分析,推断 BRT 的结构为少分支结构,主体结构由 Glc 和 Gal 组成, Glc 占 35.98%, Gal 占 33.42%。其中(1→6) Gal 构成主链核心结构,(1→6) Glc 及(1→4) Glc 构成主链边缘结构,(1→4) Glc 在 3-O 处有分支,并且平均每 10 个己糖残基有 1 个分支。支链部分由(1→3) Gal, (1→3) Glc 及(1→6) Man, (1→4) Man 所构成,末端残基为 Glc 和 Xyl,主要为 β 型糖苷键。

常桂英等<sup>[13]</sup>从草苈蓉根茎提取 3.2% 的水溶性粗多糖。经纸色谱和气相色谱分析,草苈蓉根茎粗多糖的单糖组成为 Ara, Gal, Xyl, Man 和 Glc, 其单糖的摩尔比依次为 0.98:2.38:1.00:1.28:10.00。

由以上 2 部分数据可以看出,草苈蓉的花序和根茎多糖在组成上有着很大的不同。

**1.3 全草多糖含量及组成** 对全草中多糖的研究,最早开始于李树殿等<sup>[14]</sup>分析了草苈蓉的糖类成分,证明总糖和多糖在叶包括花及花蕾中最高,分别为 41.83% 和 32.43%,全草平均含量分别为 40.6% 和 31.8%;茎中还原糖的含量最高,为 10.10%,全草的平均含量为 9.52%。进一步酸水解后,检测出 Glc, Rha, Xyl, Ara 和 galacturonic Acid。

张金花等<sup>[15]</sup>采用硫酸-苯酚法,通过紫外分光光度仪测定不同产地草苈蓉中多糖的含量,建立起草苈蓉中多糖的含量测定方法。安明显等<sup>[16]</sup>采用此方法,对采自黑龙江呼玛、内蒙古呼伦贝尔盟额尔古纳左旗、吉林长白山的草苈蓉样品进行了测定,测定葡萄糖含量分别为 12.7, 13.6, 15.8 g·L<sup>-1</sup>。董长颖等<sup>[17]</sup>对采自延边朝鲜族自治州草苈蓉全草进行水提醇沉,测定其多糖质量分数为全株的 11.835%。

Yang Liu 等<sup>[22]</sup>对用乙醇脱脂后的草苈蓉全草进行了水提醇沉获得粗糖,将其溶解于蒸馏水中,离心获得上清液,经过 DEAE Sepharose Fast Flow 和 Gel-permeation chromatography 分级分离获得 3 个组分,分别为 1 个中性糖 BRP-W1, 和 2 个酸性糖 BRP-WA1, BRP-WA2, 测定结果显示 3 个组分都是均一组分,其单糖组成及物理化学性质见表 1。

表 1 草苈蓉水提物中多糖组分的组成和物理化学性质  
Table 1 Composition and physicochemical characteristic of different polysaccharide fractions from water extract of *Boschniakia rossica*

| 样品        | BRP-W1                | BRP-WA1               | BRP-WA2               |
|-----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 总糖/%      | 94.4                  | 95.5                  | 94.3                  |
| 蛋白质/%     | 6.0                   | 3.8                   | 5.5                   |
| 相对分子质量/Da | 1.2 × 10 <sup>4</sup> | 3.0 × 10 <sup>4</sup> | 2.1 × 10 <sup>4</sup> |
| 糖醛酸/%     | 0                     | 23.2                  | 25.3                  |
| 阿拉伯糖/%    | 12                    | 0                     | 0                     |
| 甘露糖/%     | 22                    | 8                     | 0                     |
| 半乳糖/%     | 26                    | 20                    | 23                    |
| 葡萄糖/%     | 30                    | 50                    | 52                    |
| 木糖/%      | 10                    | 0                     | 0                     |
| 葡萄糖醛酸/%   | 0                     | 21                    | 24                    |

Zhenghui Wang 等<sup>[23]</sup>对经过去除脂类、蛋白质和低相对分子质量糖的草苈蓉残余物进行水提醇沉获得粗糖,收率为全草的 9.3%。粗糖再经过 DEAE-cellulose 柱和 Sephacryls-200 HR 柱的分级分离,得到 1 个单一的多糖 BRP, 相对分子质量大约为 2.2 × 10<sup>4</sup> Da, 用苯酚-硫酸法测定糖质量分数为 96.9%, 基本不含有蛋白和核酸。

### 2 草苈蓉多糖的活性研究概况

**2.1 免疫调节作用** 张庆镐等<sup>[18-19]</sup>通过溶血空斑实验和淋巴细胞转化实验,观察到草苈蓉多糖能明显增加小鼠脾脏中对绵羊红细胞的特异性抗体生成细胞数,增强小鼠脾细胞

对草苳蓉多糖的增殖反应,对小鼠脾细胞有明显的促进有丝分裂作用。还使用了活化的小鼠脾细胞测定草苳蓉多糖对小鼠脾细胞白细胞介素-2(IL-2)的产生及活性的影响,证明草苳蓉多糖能明显促进小鼠脾细胞产生 IL-2,具有提高小鼠免疫功能的作用。

侯元等<sup>[21]</sup>采用接种肝癌细胞 H22 的荷瘤小鼠进行给药,研究了草苳蓉多糖对荷瘤小鼠免疫器官的调节作用及对免疫功能的影响,称量荷瘤小鼠胸腺重、脾重,检测脾脏指数和胸腺指数,并且测定 NK 细胞活性、T 淋巴细胞转化率、小鼠腹腔巨噬细胞的吞噬能力。结果显示实验组荷瘤小鼠的脾脏指数显著提高,胸腺指数则有降低,T 淋巴细胞的转化率、NK 细胞的活性和巨噬细胞的吞噬能力显著增强,与给药剂量存在正相关性。分析其原因可能是,草苳蓉多糖能加速胸腺细胞向外周血和脾脏释放,促使胸腺内成熟和较成熟的 T 细胞减少。所以可认为其胸腺缩小的趋势,并不是免疫抑制的结果,而是其增强机体细胞免疫功能的作用。

**2.2 抗癌作用** 伍海鹰等<sup>[20]</sup>主要探讨草苳蓉根茎多糖对肝癌的治疗作用及其机制。将小鼠随机分为 3 组,分别于术后 1,2 和 3 个月检测肝癌细胞内丙二醛(MDA),超氧化物歧化酶(SOD)的活性;测定血液肿瘤坏死因子- $\alpha$ (TNF- $\alpha$ )水平。结果显示草苳蓉根茎多糖治疗后,多糖组比模型组 SOD 和血液内 TNF- $\alpha$  水平显著升高,而在 3 个月时两组均明显降低,说明草苳蓉根茎多糖在肝癌早期和中期有体内抗肝癌作用。侯元等<sup>[21]</sup>测定草苳蓉多糖对接种肝癌细胞 H22 的荷瘤小鼠的抑瘤作用进行测定,用药 10 d 后处死小鼠,称量各小鼠实体瘤的质量,计算抑瘤率。结果表明草苳蓉多糖能够显著抑制肿瘤生长,抑瘤率达 38.86%,证明草苳蓉多糖具有抗肝癌作用。

除了肝癌细胞,Yang Liu 等<sup>[22]</sup>还对草苳蓉中分离多糖组分测定了其对外巨噬细胞的吞噬能力,一氧化氮(NO)的产生率,TNF- $\alpha$  的分泌情况的影响,结果表明草苳蓉多糖能够调节巨噬细胞的活性,促进 NO,TNF- $\alpha$  的产生,而 TNF- $\alpha$  是由巨噬细胞产生的一类重要免疫细胞因子,具有广泛的生物学活性。因此,草苳蓉多糖具有潜在的抗病毒和抗肿瘤活性。Wang Zhenghui 等<sup>[23]</sup>测定了其在小鼠体内对 S180 肉瘤及与 5-氟尿嘧啶的协同抗肿瘤作用,证明其与 5-氟尿嘧啶协同使用时,能提高肿瘤的抑制率、脾脏的诱导率、促进巨噬细胞的增殖、自然杀伤细胞(NK)的活性、白细胞介素-2(IL-2)和 TNF- $\alpha$  的分泌等作用,认为草苳蓉多糖是非常具有前景的肿瘤治疗调节剂。

**2.3 抗氧化作用** 金爱花等<sup>[24]</sup>测定草苳蓉多糖对·OH 自由基的清除能力和抗脂质过氧化的作用,实验结果显示草苳蓉多糖可有效清除红细胞中的·OH,抑制红细胞脂质过氧化作用的发生,保护红细胞膜免受氧化损伤。

李勇等<sup>[25-26]</sup>对产自吉林长白山的草苳蓉通过水提醇沉获得的多糖,再以铁还原法检测草苳蓉多糖的抗氧化能力,以硫代巴比妥酸法测定  $Fe^{2+}$ ,  $H_2O_2$  以及·OH 所致肝匀浆 MDA 生成量。由于 MDA 是脂质过氧化物的主要分解产物,

它的含量常常反映组织脂质过氧化程度,也间接反映受自由基攻击的严重程度。研究表明,草苳蓉多糖具有较强的抗氧化能力,其抗氧化能力随浓度增高而升高,呈量效关系。同时,其具有抑制  $Fe^{2+}$ ,  $H_2O_2$  以及·OH 诱导的肝匀浆和肝线粒体体系的脂质过氧化作用,证明草苳蓉多糖具有的较强总抗氧化能力。

**2.4 毒性** 费瑞等<sup>[27]</sup>通过急性毒性实验半数致死量( $LD_{50}$ )、最大耐受量测定、小鼠精子畸变实验及小鼠骨髓嗜多染红细胞微核实验,研究了草苳蓉多糖遗传毒性及急性毒性作用。实验结果表明,草苳蓉多糖  $LD_{50}$  值  $> 24 g \cdot kg^{-1}$ ,最大耐受量为  $30 g \cdot kg^{-1}$ ,小鼠精子畸变数量、小鼠骨髓嗜多染红细胞微核数量与空白对照组比较无明显差异。草苳蓉多糖属无毒物,未见有致突变作用。

### 3 问题与展望

由以上研究和分析结果可知,草苳蓉多糖具有抗肿瘤、增强免疫力、抗氧化等多种功能,并且使用安全,尽管已取得一定的研究成果,但其研究还存在以下的几点问题。

**3.1** 对草苳蓉多糖的结构研究还不够透彻和系统,仅仅是对粗多糖进行了初步的分离和纯化,对其分子结构和构效关系还需更深入的研究。

**3.2** 研究中所使用的草苳蓉很多都没有标明产地、种类、采收时间等基本信息,而众所周知,中药药用成分的含量会随着上述因素的变化而有所不同,所以很多实验结果并不明确。

**3.3** 草苳蓉多糖生物活性的研究还仅仅停留在是否具有某种活性上,对其细胞水平、动物水平的研究范围还需进一步扩展,同时在分子水平上阐明其作用机制尚有许多工作要做。

草苳蓉作为一味传统中药具有多种多样的组成和很高的药用价值,其多糖成分通过以上研究证明具有多种生物活性,而且无毒副作用。所以,对草苳蓉多糖的组成和功效研究还需不断的深入探索,为其将来的开发和应用奠定坚实的基础。

### [参考文献]

- [1] 常维春,李井山,李树殿,等. 草苳蓉调查记[J]. 植物杂志,1988(5):13-14.
- [2] 常维春,李井山,李树殿,等. 草苳蓉生物学特性的初步观察[J]. 中药材,1988,11(9):9-10.
- [3] 杜景红. 草苳蓉的生物学研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2004.
- [4] 金凤新,刘光. 草苳蓉的人工繁育[J]. 林业机械与木工设备,2007,35(1):22-23.
- [5] 常桂英,孙仓,娇艳春. 草苳蓉花序水溶性多糖的研究[J]. 通化师院学报:自然科学版,1997,3(2):50-52.
- [6] 常桂英,孙仓,娇艳春. 草苳蓉花序多糖 BJ II a 的分离提纯与结构研究[J]. 通化师院学报:自然科学版,

- 1997,7(3):51-55.
- [7] 常桂英. 草苈蓉多糖 BJ II a 结构的质谱分析[J]. 特产研究,2000(2):21-24.
- [8] 常桂英,孙仓,孙立梅. 草苈蓉多糖与其结合蛋白的研究[J]. 特产研究,1999,4(3):21-24.
- [9] 孙仓,常桂英. 草苈蓉碱提多糖的分析[J]. 药物分析杂志,2007,27(1):87-89.
- [10] 魏民,张丽萍,梁忠岩,等. 草苈蓉根、茎水溶性多糖 BRT 的结构特征[J]. 中国生物化学与分子生物学报,2002,18(3):388-390.
- [11] 魏民,张丽萍,梁忠岩,等. 草苈蓉根、茎水溶性多糖 BRT 的分离与鉴定[J]. 东北师范大学学报:自然科学版,2003,35(1):65-67.
- [12] 宋全胜. 草苈蓉根茎粗多糖的分离纯化及其部分性质的研究[D]. 延吉:延边大学,2005.
- [13] 常桂英,孙仓,丁秀文,等. 草苈蓉根茎与花序多糖的对比分析[J]. 特产研究,1999,5(4):15-17.
- [14] 李树殿,武遼,张君伟. 长白山草苈蓉化学成分研究糖类成分的分析[J]. 中药材,1987,10(2):42-43.
- [15] 张金花,李占军,乔俊缠,等. 紫外分光光度法测定蒙药草苈蓉中多糖的含量[J]. 内蒙古医学院学报,2007,29(5):349-351.
- [16] 安明显,孙雪,孙文鹏,等. 752 型紫外分光光度计测定长白山草苈蓉中多糖研究[J]. 科技信息,2011,16(15):21-22.
- [17] 董长颖,于加平. 草苈蓉中四种活性成分的提取与分析[J]. 湖北农业科学,2012,51(16):3579-3583.
- [18] 张庆镐,李英信,李红花,等. 草苈蓉多糖对小鼠体液免疫功能的影响[J]. 延边大学医学学报,1999,22(1):26-28.
- [19] 张庆镐,李红花,魏成淑,等. 草苈蓉多糖对小鼠白细胞介素-2 产生的影响[J]. 延边大学医学学报,2000,23(1):37-38.
- [20] 伍海鹰,宫晓光,黄海,等. 草苈蓉根茎多糖的抗肝癌作用及相关机制[J]. 海南医学,2011,22(20):22-24.
- [21] 侯元,霍德胜,魏艳君,等. 草苈蓉多糖的抗肿瘤作用及免疫调节作用[J]. 吉林大学学报:医学版,2007,33(6):1022-1025.
- [22] Yang Liu, Yu Sheng, Guangxin Yuan, et al. Purification and Physicochemical properties of different polysaccharide fractions from the water extract of *Boschniakia rossica* and their effect on macrophages activation[J]. Intern J Biolog Micromol, 2011, 49(5): 1007-1011.
- [23] Zhenghui Wang, Baojun Wu, Xiaohong Zhang, et al. Purification of a polysaccharide from *Boschniakia rossica* and its synergistic antitumor effect combined with 5-fluorouracil[J]. Carbohydr Poly, 2012, 89(4):31-35.
- [24] 金爱花,陈丽艳,全吉淑,等. 草苈蓉多糖红细胞保护作用[J]. 中国公共卫生,2011,27(11):1433-1434.
- [25] 李勇,金明,尹学哲. 草苈蓉抗脂质过氧化活性研究[J]. 中国实验方剂学杂志,2010,16(15):203-205.
- [26] 李勇,陈丽艳,金梅花,等. 草苈蓉多糖抗氧化活性研究[J]. 食品科技,2011,36(11):246-248.
- [27] 费瑞,迟立超,杜建石,等. 草苈蓉多糖的毒性实验研究[J]. 东北师范大学学报:自然科学版,2008,40(2):98-100.

[责任编辑 邹晓翠]