

王艳萍,李鑫玉.“绿洲 1 号”芦竹不同部位营养成分分析[J]. 江苏农业科学,2020,48(10):224-228.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.10.041

“绿洲 1 号”芦竹不同部位营养成分分析

王艳萍,李鑫玉

(运城学院生命科学系,山西运城 044000)

摘要:对生长期 15 d 内的“绿洲 1 号”芦竹茎、叶和生长期 1 年的芦竹根 3 个部位进行 7 种营养成分的研究,并比较芦竹 3 个部位营养成分的含量。结果表明,芦竹根中黄酮含量为 0.79%,多酚含量为 0.30%,还原糖含量为 7.29%,蛋白质含量为 12.27%,脂肪含量为 0.40%,磷含量为 5.53%,灰分含量为 3.31%;芦竹茎中黄酮含量为 0.59%,多酚含量为 0.19%,还原糖含量为 6.34%,蛋白质含量为 5.08%,脂肪含量为 0.51%,磷含量为 2.21%,灰分含量为 3.93%;芦竹叶中黄酮含量为 1.05%,多酚含量为 0.27%,还原糖含量为 7.09%,蛋白质含量为 6.07%,脂肪含量为 0.97%,磷含量为 2.74%,灰分含量为 1.79%。表明芦竹根中的多酚、还原糖、蛋白质、磷含量较多;芦竹茎的灰分含量较多;芦竹叶的黄酮含量较多。

关键词:芦竹;黄酮;多酚;营养成分

中图分类号: TS207.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)10-0224-04

芦竹为禾本科多年生植物。芦竹纤维素含量较高,可用于制作优质纸浆以及人造丝^[1-2];幼枝和叶中粗蛋白含量高达 12%,是良好的青饲料;芦竹可代替玉米芯培养食用菌^[3-4]。芦竹稍苦,属于凉性物质,芦竹比较嫩的笋芽及根状茎可作为中药,具有清热解毒的功效,用于治疗风火牙痛、小便不利等症状,芦竹可外用治疗急性膝关节炎。从芦竹根中提取的脱脂乙醇,具有降血压及解痉挛的作用^[5]。

目前芦竹的应用主要有利用纤维造纸和制造服装,用作动物饲料、食用菌培养基等,在食品上几乎没有应用。目前国内外对芦竹营养成分的研究比较少,尤其是缺少对芦竹不同部位营养成分的研究。本研究以运城市绿碧源农林开发有限公司培育的绿洲 1 号为原料,由于芦竹的茎叶生长期 15 d 以上就会严重木质化,食用价值降低,所以本试验选择生长期 15 d 内的芦竹茎、叶和生长期 1 年的芦竹根 3 个不同部位的营养成分,为芦竹在食品方面的应用提供理论依据。

1 材料与方法

收稿日期:2019-05-16

基金项目:山西省“1331”工程重点学科项目(编号:098-091704)。

作者简介:王艳萍(1980—),女,河南商丘人,硕士,讲师,从事天然产物研究与开发、食品分析检测方面的教学和科研。E-mail: wypingwyping@163.com。

1.1 试验材料

芦竹,品种为绿洲 1 号,芦竹茎叶选取生长期在 15 d 以内,在运城市绿碧源农林开发有限公司温室大棚中采摘。芦竹根选取生长期为 1 年,在运城市绿碧源农林开发有限公司院内挖取。

1.2 试剂及药品

$\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 、盐酸、石油醚、 HNO_3 、 NaOH 、 KH_2PO_4 、95% 乙醇、 H_3PO_4 、 NaNO_2 、福林(Folin)-酚试剂、 NaCO_3 ,以上试剂均为分析纯。

1.3 主要仪器

10A-1E 电加热鼓风干燥箱(上海实验仪器总厂),SX-4-10 马弗炉(天津市泰斯特仪器有限公司),KQ-500DE 超声波清洗机(昆山市超声仪器有限公司),SHZ-III 循环真空泵(上海亚荣生化仪器厂),分析天平、水浴锅、粉碎机等。

1.4 试验方法

1.4.1 原材料的预处理 将芦竹的根、茎、叶分开,分别将其干燥、粉碎后过 40 目筛,干燥至恒质量,装入袋中,干燥器中保存备用。

1.4.2 功能性成分的测定方法

1.4.2.1 黄酮含量的测定 采用分光光度法^[6]测定。取芸香苷标准溶液,在波长 420 nm 处测定吸光度,绘制标准曲线。芦竹不同部位黄酮含量测定步骤:芦竹样品溶液→加入无水乙醇→加入硝酸铝溶液→醋酸钾溶液→加水至刻度混匀→静置→比色

测定吸光度。计算公式:

$$X = \frac{C \times V \times N}{m} \quad (1)$$

式中: X 为芦竹中黄酮含量, mg/g ; C 为从标准曲线得到的黄酮浓度, mg/mL ; V 为样液定容后体积, mL ; N 为稀释倍数; m 为芦竹质量, g 。

1.4.2.2 多酚含量的测定 采用福林 (Folin) - 酚法^[7], 测定步骤: 样品待测液 → 福林 (Folin) - 酚试剂 → 7.5% 碳酸钠溶液 + 水 → 混匀 → 水浴 30 min → 比色测定。计算公式:

$$X = \frac{CVN}{m} \quad (2)$$

式中: X 为芦竹中多酚含量, mg/g ; C 为从标准曲线得到的多酚浓度, mg/mL ; V 为芦竹样液定容后的体积, mL ; N 为稀释倍数; m 为芦竹质量, g 。

1.4.3 基本营养成分测定方法 还原糖含量采用国标方法直接滴定法 (GB 5009.7—2016)^[8] 测定; 蛋白质含量采用分光光度法 (GB 5009.5—2016)^[9] 测定; 脂肪含量采用索式抽提法 (GB 5009.6—2016)^[10] 测定; 磷含量采用分光光度法 (GB 5009.87—2016)^[11] 测定; 灰分含量采用干法灰化法 (GB 5009.4—2016)^[12] 测定。

1.5 数据处理

利用 SPSS 软件进行数据分析。

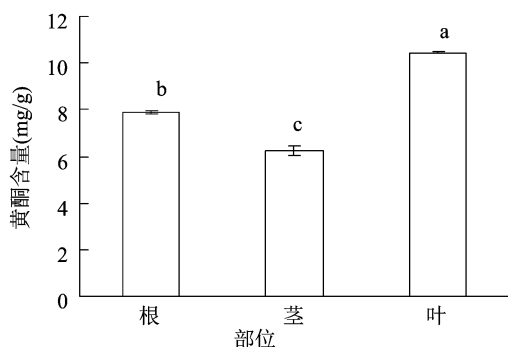
2 结果与分析

2.1 芦竹不同部位营养成分的比较

2.1.1 黄酮含量分析 取芸香苷标准溶液, 在波长 420 nm 处测定吸光度, 绘制标准曲线, 回归方程为 $y = 12.628x + 0.008$, $r^2 = 0.9982$ 。

黄酮含量采用分光光度法测定, 芦竹不同部位黄酮含量测定结果见图 1。

从图 1 可以看出, 芦竹根的黄酮含量为



柱上不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。下同

图1 芦竹不同部位黄酮含量

7.90 mg/g , 茎的黄酮含量为 6.25 mg/g , 叶的黄酮含量为 10.45 mg/g 。测定结果表明, 芦竹叶中的黄酮含量最高, 其次是根中的含量, 茎中的黄酮含量最低。用 SPSS 软件分析得出, 芦竹的 3 个部位黄酮含量在 0.05 水平上差异显著。

2.1.2 多酚含量分析 用没食子酸标准溶液, 在波长 750 nm 处测定吸光度值, 绘制标准曲线, 回归方程为 $y = 740196x + 0.0598$, $r^2 = 0.9959$ 。

多酚含量采用福林 (Folin) - 酚法测定, 结果见图 2。

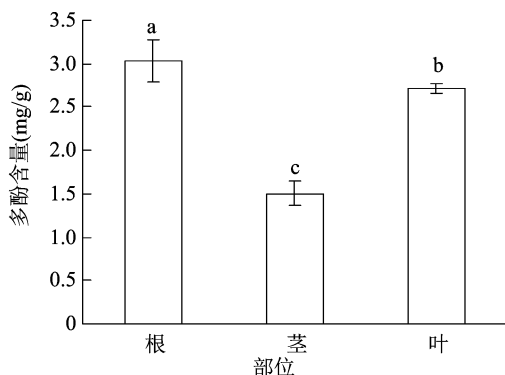


图2 芦竹不同部位的多酚含量

由图 2 可以看出, 芦竹根中的多酚物质含量为 3.03 mg/g , 芦竹茎中的多酚含量为 1.50 mg/g , 芦竹叶中的多酚含量为 2.72 mg/g 。芦竹中多酚含量较小, 不同部位含量差异不大。芦竹不同部位中根的多酚含量最高, 其次是叶, 茎的含量最低。用 SPSS 软件分析得出, 芦竹的 3 个部位多酚含量在 0.05 水平上差异显著。

2.1.3 还原糖含量分析 还原糖含量采用直接滴定法测定, 结果见图 3。

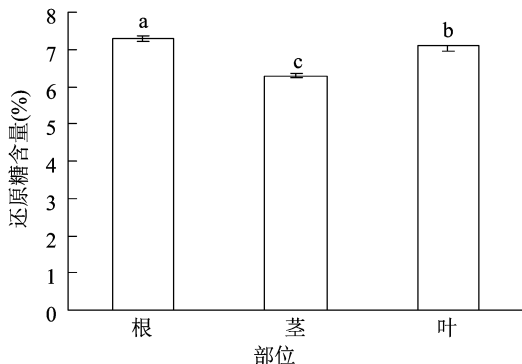


图3 芦竹不同部位的还原糖含量

由图 3 可以看出, 芦竹根中的还原糖含量为 7.29%, 芦竹茎中的还原糖含量为 6.30%, 芦竹叶中的还原糖含量为 7.09%。芦竹根中的还原糖含量较高, 其次是叶, 茎的含量最低。不同部位还原

糖含量相差较大。用 SPSS 软件分析得出, 芦竹的 3 个部位还原糖含量在 0.05 水平上差异显著。

2.1.4 蛋白质含量分析 分别取不同浓度的氨氮标准溶液, 在 400 nm 波长处测定吸光度, 绘制标准曲线, 曲线回归方程为 $y = 2.9974x + 0.0908$, $r^2 = 0.9952$ 。

蛋白质含量的测定结果见图 4。

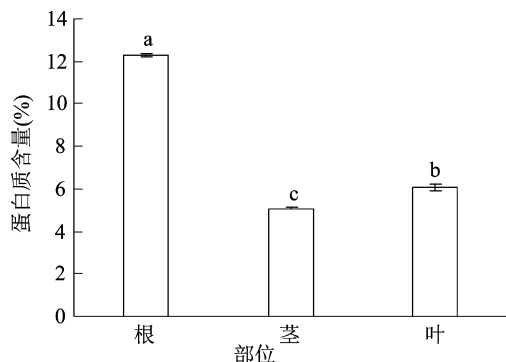


图4 芦竹不同部位的蛋白质含量

由图 4 可以看出, 芦竹根中的蛋白质含量为 12.27%, 茎中的蛋白质含量为 5.09%, 叶中的蛋白质含量为 6.07%。芦竹根中的蛋白质含量最高, 其次是叶, 茎的蛋白质含量最低。用 SPSS 软件分析得出, 芦竹的 3 个部位蛋白质含量差异显著。

3.1.5 脂肪含量分析 脂肪含量采用索式抽提法测定, 其结果见图 5。

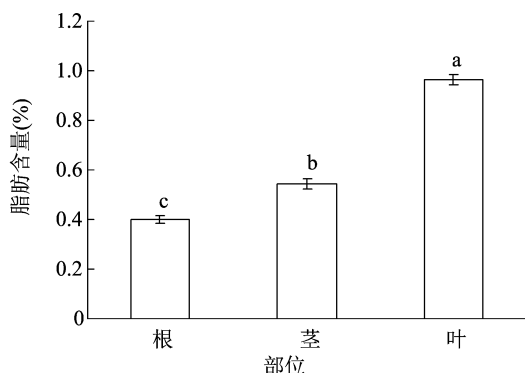


图5 芦竹不同部位的脂肪含量

由图 5 可以看出, 芦竹根中的脂肪含量为 0.40%, 茎中的脂肪含量为 0.55%, 叶中的脂肪含量为 0.97%。芦竹叶中的脂肪含量最高, 其次是茎, 根的脂肪含量最低。芦竹中脂肪含量较低, 用 SPSS 软件分析得出, 芦竹的 3 个部位脂肪含量差异显著。

3.1.6 磷含量分析 利用不同浓度的磷标准溶液, 在波长 440 nm 处测定吸光度, 绘制标准曲线, 回归方程为 $y = 1.9883x + 0.1323$, $r^2 = 0.9949$ 。

磷含量采用分光光度法测定, 结果见图 6。

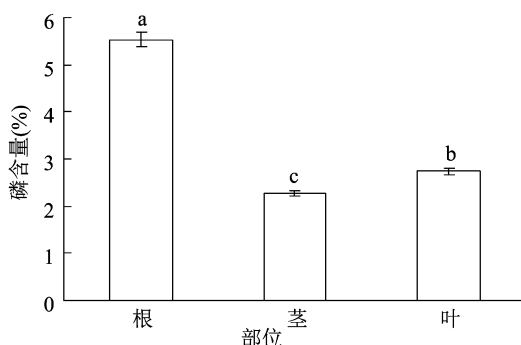


图6 芦竹不同部位的磷含量

由图 6 可以看出, 芦竹根的磷含量为 5.54%, 茎的磷含量为 2.27%, 叶的磷含量为 2.74%。芦竹中根的磷含量最高, 其次是叶, 芦竹茎中的磷含量最低。芦竹中不同部位磷含量相差明显, 其中最高磷含量比最低含量高 3.27%。用 SPSS 软件分析得出, 芦竹的 3 个部位磷含量差异显著。

3.1.7 灰分含量分析 灰分含量采用干法灰化法测定, 结果见图 7。

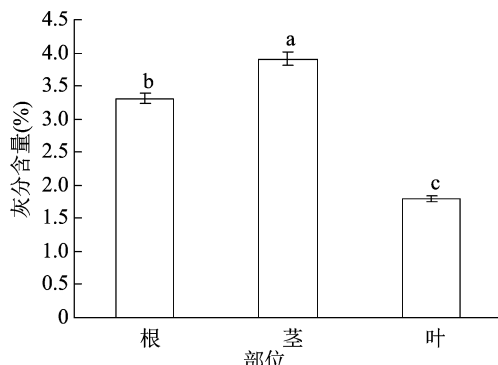


图7 芦竹不同部位的灰分含量

由图 7 可以看出, 芦竹根的灰分含量为 3.31%, 芦竹茎的灰分含量为 3.91%, 芦竹叶的灰分含量为 1.79%。芦竹茎中的灰分含量最高, 其次是根, 叶的含量最低。芦竹中灰分含量整体偏低, 且相差不大, 其中最高灰分含量比最低灰分含量高 2.12 百分点。用 SPSS 软件分析得出, 芦竹的 3 个部位灰分含量差异显著。

2.2 同一部位 7 种营养成分含量比较

2.2.1 芦竹根 7 种营养成分含量比较 由图 8 可看出, 芦竹根中总黄酮物质含量为 0.79%, 多酚类物质含量为 0.30%, 总还原糖含量为 7.29%, 蛋白质含量为 12.27%, 粗脂肪含量为 0.40%, 矿物质磷含量为 5.53%, 粗灰分含量为 3.31%, 其中蛋白质含量 > 还原糖含量 > 磷含量 > 灰分含量 > 黄酮含量 > 脂肪含量 > 多酚含量。7 种成分的含量在 0.05 水平上差异显著。

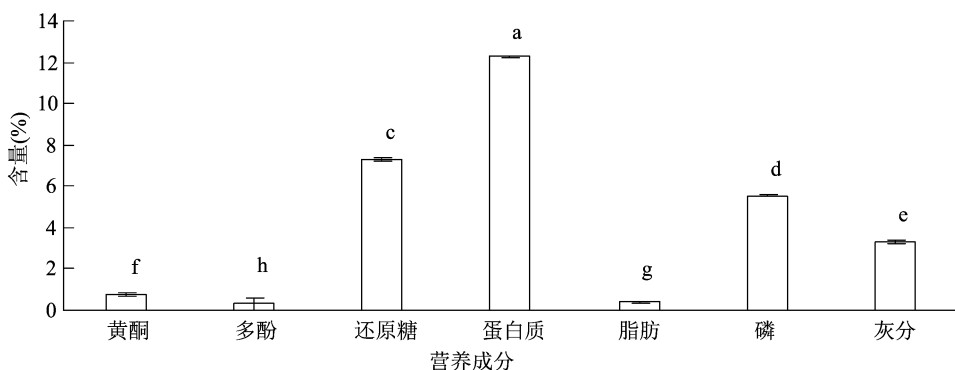


图8 芦竹根 7 种营养成分含量

2.2.2 芦竹茎 7 种营养成分含量比较 由图 9 可看出,芦竹茎中总黄酮含量为 0.59%,多酚物质含量为 0.19%,还原糖含量为 6.34%,蛋白质含量为 5.08%,粗脂肪含量为 0.51%,矿物质磷含量为

2.21%,粗灰分含量为 3.93%,其中还原糖含量 > 蛋白质含量 > 灰分含量 > 磷含量 > 黄酮含量 > 脂肪含量 > 多酚含量。芦竹茎中 7 种成分的含量在 0.05 水平上差异显著。

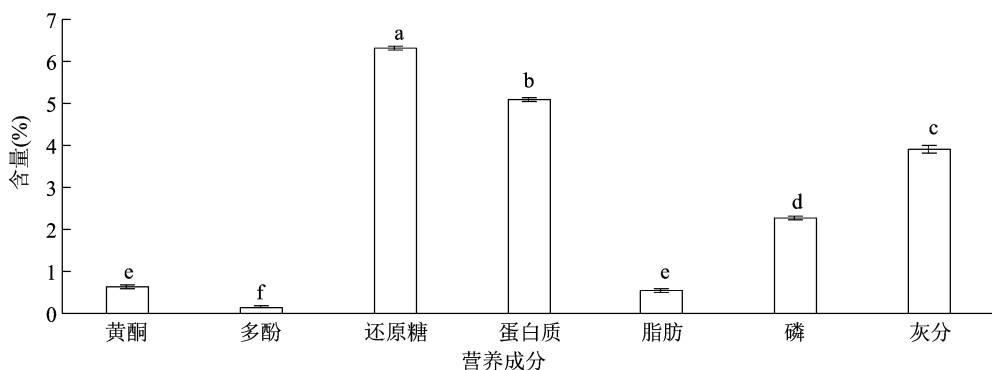


图9 芦竹茎 7 种营养成分含量

2.2.3 芦竹叶 7 种营养成分含量比较 由图 10 可看出,芦竹叶中总黄酮含量为 1.05%,多酚物质含量为 0.27%,还原糖含量为 7.09%,蛋白质含量为 6.07%,粗脂肪含量为 0.97%,磷含量为 2.74%,粗

灰分含量为 1.79%,其中还原糖含量 > 蛋白质含量 > 磷含量 > 灰分含量 > 黄酮含量 > 脂肪含量 > 多酚含量。芦竹叶中 7 种成分的含量在 0.05 水平上差异显著。

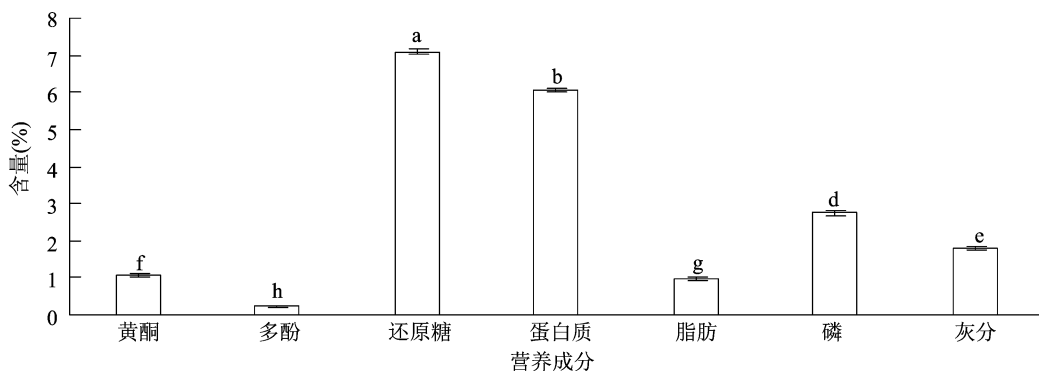


图10 芦竹叶 7 种营养成分含量

3 讨论与结论

芦竹不同部位营养成分的比较为,黄酮含量:叶 > 根 > 茎;多酚含量:根 > 叶 > 茎;还原糖含量:根 > 叶 > 茎;蛋白质含量:根 > 叶 > 茎;脂肪含量:

叶 > 茎 > 根;磷含量:根 > 茎 > 叶;灰分含量:茎 > 根 > 叶。

芦竹根的多酚、还原糖、蛋白质、磷含量均高于茎和叶,茎的灰分含量较高于根和叶,叶的总黄酮和粗脂肪含量均高于茎和根。芦竹中根、茎、叶不

赵浩晨,王婉婷,雷佳美,等. 银杏果外种皮多糖的脱色工艺及抗氧化活性研究[J]. 江苏农业科学,2020,48(10):228-231.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.10.042

银杏果外种皮多糖的脱色工艺及抗氧化活性研究

赵浩晨,王婉婷,雷佳美,徐 艳

(沈阳农业大学生物科学技术学院,辽宁沈阳 110866)

摘要:以银杏果肉质外种皮为原料,采用水提醇沉法提取其水溶性多糖。以过氧化氢为脱色剂,多糖脱色率和保留率为指标,脱色时间、脱色温度、pH值和过氧化氢体积分数为试验因素,进行单因素试验,以确定影响脱色的因素及其水平,采用 $L_9(3^4)$ 正交设计进行优化试验。采用1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH)法、还原力测定法对多糖进行抗氧化活性检测。结果表明,脱色温度为60℃,脱色时间为1h,pH值为8,过氧化氢加入量为8%时脱色效果最佳。抗氧化测定结果表明,银杏外种皮多糖具有良好的抗氧化活性,脱色后抗氧化活性略有降低。

关键词:银杏果;外种皮;过氧化氢;脱色;多糖;抗氧化活性

中图分类号: R284.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)10-0228-04

银杏(*Ginkgo biloba* L.)果,俗称白果,其营养非常丰富,在许多国家和地区均有大量分布,自古以来被当作营养丰富的高级滋补品^[1]。目前,对银杏叶和果的研究已取得了很多进展^[2-4],但对银杏果外种皮的研究还较少。银杏果外种皮是银杏种子硬壳外面的肉质部分,长期以来被作为废物丢弃,既浪费了资源,又污染了环境^[5]。据统计,我国每年约有3万t外种皮作为废物被丢弃。近几年的研究表明,银杏外种皮具有多方面药理活性,有较

高的利用价值^[6]。银杏外种皮含有多种化合物,包括多糖、酚酸、黄酮、银杏内酯等^[7-9]。其中,多糖含量最高,且具有抗氧化、抑菌、增强免疫力等多种生物活性^[10-11]。

然而,银杏外种皮经过水提醇沉后得到的多糖呈现深褐色,色素属于杂质性物质,会阻碍多糖的进一步分离纯化,并阻碍作用机制等方面的研究。因此,有必要对多糖进行脱色。过氧化氢脱色法是利用过氧化氢在水溶液中可电离出过氧化氢根离子(HO_2^-)与发色基团作用,使得发色基团被破坏而起到脱色作用,该方法具有脱色后不易复色的特点,主要适用于色素多且含有不饱和双键、羟基和芳香环的物质^[12-13]。但 H_2O_2 也可能造成多糖的氧化或破坏,因此结合多糖保留率指标来筛选出 H_2O_2 的更优水平。

本研究采用过氧化氢进行氧化脱色,以多糖脱

收稿日期:2019-04-09

基金项目:沈阳农业大学大学生科技创新项目(编号:201810157338)。

作者简介:赵浩晨(1996—),男,辽宁抚顺人,主要从事生物工程研究。E-mail:99644880@qq.com。

通信作者:徐 艳,博士,讲师,主要从事天然产物活性研究。E-mail:1472105886@qq.com。

同部位的营养成分含量均相对较高,含有较高的膳食纤维、黄酮、多酚、多糖等成分,为芦竹在食品及保健食品的应用打下了理论基础。

参考文献:

- [1] 马文奎. 芦竹的栽培和综合利用[J]. 中国野生植物资源,2006,25(2):64-65.
- [2] 周莉荫,严员英,缪泸君,等. 花叶芦竹的研究进展[J]. 中国林副特产,2018(6):87-88.
- [3] 曾汉元,杨 洋,姚元枝,等. 不同居群芦竹纤维素和木质素含量的比较研究[J]. 中国农学通报,2012,28(19):225-228.
- [4] 欧阳富龙,陈 福,彭媛媛,等. 不同生育期芦竹的营养价值及体

- 外产气特征[J]. 动物营养学报,2017,29(9):3385-3391.
- [5] 刘清茹,彭文达,谢 冰,等. 芦竹的化学成分与生物活性研究进展[J]. 中药材,2014,37(10):1892-1895.
- [6] 出口食品中总黄酮的测定:SN/T 4592—2016[S].
- [7] 粮油检验 植物油中多酚的测定:LS/T 6119—2017[S].
- [8] 食品安全国家标准 食品中还原糖的测定:GB 5009.7—2016[S].
- [9] 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定:GB 5009.5—2016[S].
- [10] 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定:GB 5009.6—2016[S].
- [11] 食品安全国家标准 食品中磷的测定:GB 5009.87—2016[S].
- [12] 食品安全国家标准 食品中灰分的测定:GB 5009.4—2016[S].