

高寒草原3种蓼科植物酚类物质 含量及存在状态分析

张欣¹, 龙瑞军^{1,2}, 淡瑞芳³, 丁学智⁴

(1. 甘肃农业大学草业学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 兰州大学草地农业科学技术学院, 甘肃 兰州 730020;
3. 江苏畜牧兽医职业技术学院, 江苏 泰州 225300; 4. 中国科学院西北高原生物研究所, 青海 西宁 810008)

摘要: 对高寒草原3种蓼科植物全株不同部位的酚类物质含量进行了测定和比较. 结果表明: 植物不同的部位的酚类物质含量不同. 珠芽蓼、西伯利亚蓼和圆穗蓼酚类物质含量最高的部位分别为根、茎叶和花穗, 总酚含量分别为 67.18、72.41、98.12 g/kg; 简单酚含量分别为 31.32、34.90、30.16 g/kg; 单宁含量分别为 35.86、37.51、67.96 g/kg; 缩合单宁含量依次为 26.09、36.90、31.69 g/kg. 珠芽蓼与西伯利亚蓼茎叶与根中酚类物质含量高于圆穗蓼, 花穗中含量反之. 3种植物酚类物质的蛋白质结合能力为珠芽蓼 > 西伯利亚蓼 > 圆穗蓼.

关键词: 酚类物质; 珠芽蓼; 西伯利亚蓼; 圆穗蓼; 高寒草原

中图分类号: S 545.01:Q 946.82

文献标识码: A

文章编号: 1003-4315(2008)01-0126-04

Analysis of phenols content of three species of *Polygonum* in alpine meadows

ZHANG Xin¹, LONG Rui-jun^{1,2}, DAN Rui-fang³, DING Xue-zhi⁴

(1. College of Prataculture, Gansu Agriculture University, Lanzhou 730073, China; 2. College of Pastoral Agriculture Science and Technology, Lanzhou University, Lanzhou, 730020, China; 3. Jiangsu Animal Science & Veterinary Medicine Vocation Technology College, Taizhou 225300, China; 4. Northwest Institute of Plateau Biology, China Academy of Science, Xining 810008, China)

Abstract: The phenols contents in stems, flowers, roots of three species in the genus *Polygonum* in alpine meadows, including *P. viviparum* L., *P. sibiricum* Laxm., *P. macrophyllum* D. Don were determined. The results showed that the highest phenols contents of *P. viviparum*, *P. sibiricum*, *P. macrophyllum* existed in roots, stems and flowers, respectively. The total phenol contents were 67.18, 72.41 and 98.12 g/kg, respectively. The simple phenol contents were 31.32, 34.90 and 30.16 g/kg, respectively. In addition, tannin contents were 35.86, 37.51 and 67.96 g/kg, respectively, condensed tannin were 26.09, 36.90, 31.69 g/kg, respectively. The phenols contents in stems and roots of both *P. viviparum* and *P. sibiricum* were higher than *P. macrophyllum*, and on the contrary, the phenols contents in flowers of *P. macrophyllum* was the highest. The order in aspect of protein precipitable capacity of phenols of three species was as *P. viviparum* > *P. sibiricum* > *P. macrophyllum*.

Key words: phenols; *Polygonum viviparum*; *Polygonum sibiricum*; *Polygonum macrophyllum*; alpine meadows

作者简介: 张欣(1982-), 女, 山西榆次人, 在读硕士, 研究方向为动物营养.

通讯作者: 龙瑞军(1964-), 男, 教授. E-mail: longruijun@sina.com

资助基金: 国际原子能机构(IAEA)(Contract No. 126666/R0)资助.

收稿日期: 2007-03-29

植物体中的酚类物质种类甚多,分布极广,含量丰富^[1]。许多植物的叶子、维管组织、表皮、未成熟的果子、种皮和许多受伤病部分,都含有丰富的多酚物质^[2],其生物产量仅次于纤维素、半纤维素、木质素。酚类物质分子结构中具有多个反应基团和活性部位,使其可以与蛋白质、生物碱、多糖、花色苷等多种化合物发生化学反应。其中酚类物质与蛋白质结合的反应是酚类物质最重要的化学性质。植物合成的酚类物质,如单宁酸等低分子量组成的次生代谢物可在病原菌侵入后起抗病作用^[3]。酚类物质中的总酚、单宁、缩合单宁含量高时,其抗寒性也较强^[4]。同时,单宁具有独特和多样的生理活性,是多种传统草药和药方中的活性成分。从食用植物中提取的单宁是一类天然的食品添加剂,能起到调节食品的风味还具有抗氧化和防腐作用^[5]。植物中的单宁含量较高时,影响动物对蛋白、纤维素、淀粉和脂肪的消化,从而降低饲用的营养成分^[6];但是饲料中少量的单宁可在反刍动物瘤胃内与蛋白质形成配合物能预防脱氨基作用,增加过瘤胃蛋白的含量。本文对植物中酚类物质的含量及其存在的状态进行了研究,旨在为植物合理利用提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 试验区自然状况

采样地点位于天祝甘肃农业大学高山草原试验站。地理坐标 N 37°11' ~ 37°12', E 102°29' ~ 102°33'。全区海拔 2 900 ~ 4 300 m,气候寒冷潮湿,空气稀薄,太阳辐射强;年平均气温 0.8℃,7 月平均气温为 12.4℃,1 月平均气温为 - 10.8℃,大于 0℃积温为 1 522℃。年平均降水量 424.5 mm,年蒸发量 1 430.4 mm。无绝对无霜期,但植物生长期仍有 120 ~ 140 d。区内土层较薄,厚度为 40 ~ 80 cm;土壤 pH 值 7.0 ~ 8.2;有机质含量高,为 10% ~ 16%;土壤为高寒灌丛草甸土^[7-9]。

1.2 样品采集

于 2006 年 7 月 19 ~ 20 日,从高寒草甸样地采集样品。供试材料为:珠芽蓼 (*Polygonum viviparum* L.)、西伯利亚蓼 (*Polygonum sibiricum* Laxm.)、圆穗蓼 (*Polygonum macrophyllum* D. Don),采集植株大于 5 株,将所采植物分为茎叶、花

穗和根 3 部分,带回实验室。使其自然阴干,粉碎后过 2.0 mm 的筛子,将粉碎好的植物粉末装袋、编号、保存待测。

1.3 酚类物质的测定

1.3.1 提取液的制备 测定酚类物质时所用提取液为 70% 丙酮水溶液,其制备方法如下:取过筛后的植物阴干样 200 mg,置于 25 mL 的试管内,加入 70% 的丙酮水溶液 10 mL,在超声波水浴仪中处理 20 min 后,4 000 r/min 离心 10 min,取上清液 0 保存。

测定多酚蛋白质结合能力时所用提取液为 50% 甲醇水溶液,制备方法同上。

1.3.2 测定指标 70% 丙酮提取液用于样品中酚类物质的测定。其中总酚用 Folin - Ciocalteu 试剂比色法测定^[10],简单酚用比色法测定^[11],单宁为总酚与简单酚的差值,缩合单宁用丁醇/盐酸 (95/5) 法测定^[12]。

50% 甲醇提取液用于样品中酚类物质的蛋白质结合能力的测定。采用蛋白质沉淀法^[13],所选蛋白质为牛血清蛋白。测定提取液中总酚含量、蛋白质结合酚含量。蛋白结合酚在总酚中所占百分数 (%) = (蛋白质结合酚含量/总酚含量) × 100。

2 结果与分析

2.1 植株不同部位的酚类物质含量

珠芽蓼 (*Polygonum viviparum* L.) 是高山、亚高山草甸的主要植物成分之一,草质柔软,营养好,特别是果实成熟后含蛋白质,是家畜催肥抓膘的良质饲料。其根中酚类物质含量最高,总酚、简单酚、单宁、缩合单宁含量依次为 67.18、31.32、35.86、26.09 g/kg。根中总酚、缩合单宁含量显著高于茎叶和花穗 ($P < 0.05$);根中简单酚含量显著高于茎叶 ($P < 0.05$),极显著高于花穗 ($P < 0.01$);单宁含量各部位间差异不显著 ($P > 0.05$)。茎叶与花穗中酚类物质含量差异均不显著 ($P > 0.05$)。

西伯利亚蓼 (*Polygonum sibiricum* Laxm.) 嫩枝叶为骆驼、绵羊、山羊所喜食,秋末枯萎较晚,适口性增高。其茎叶中酚类物质含量最高,总酚、简单酚、单宁、缩合单宁含量依次为 72.41、34.90、37.51、36.90 g/kg。茎叶中总酚、简单酚含量极显著高于花

穗和根 ($P < 0.01$), 花穗与根中总酚含量差异也达极显著水平 ($P < 0.01$), 而简单酚含量差异达显著水平 ($P < 0.05$); 单宁含量极显著高于花穗 ($P < 0.$

05) 和根 ($P < 0.01$); 缩合单宁含量也极显著高于花穗和根 ($P < 0.01$), 且花穗和根缩合单宁含量的差异达极显著水平 ($P < 0.01$).

表 1 3种蓼科植物不同部位中酚类物质的蛋白质结合能力

Tab. 1 Protein precipitable capacity of Phenols of three plants with different parts

| 品种 | 部位 | 总酚含量 / $g \cdot kg^{-1}$ | 蛋白结合酚 / $g \cdot kg^{-1}$ | 蛋白结合酚/总酚 / % |
|-------|----|--------------------------|---------------------------|------------------|
| 珠芽蓼 | 茎叶 | 49.90 \pm 0.23 | 30.10 \pm 1.37 | 60.33 \pm 2.80 |
| | 花穗 | 34.60 \pm 0.74 | 21.40 \pm 0.89 | 61.90 \pm 3.80 |
| | 根 | 142.10 \pm 1.52 | 74.20 \pm 0.39 | 52.20 \pm 0.86 |
| 西伯利亚蓼 | 茎叶 | 53.60 \pm 0.75 | 26.50 \pm 0.56 | 49.43 \pm 1.27 |
| | 花穗 | 27.60 \pm 0.52 | 14.60 \pm 0.45 | 52.90 \pm 0.62 |
| | 根 | 11.10 \pm 0.22 | 5.00 \pm 0.53 | 45.10 \pm 5.55 |
| 圆穗蓼 | 茎叶 | 10.70 \pm 0.20 | 4.00 \pm 0.32 | 37.36 \pm 2.60 |
| | 花穗 | 82.20 \pm 0.71 | 30.60 \pm 0.78 | 37.20 \pm 0.78 |
| | 根 | 16.05 \pm 0.24 | 6.00 \pm 0.74 | 37.43 \pm 4.85 |

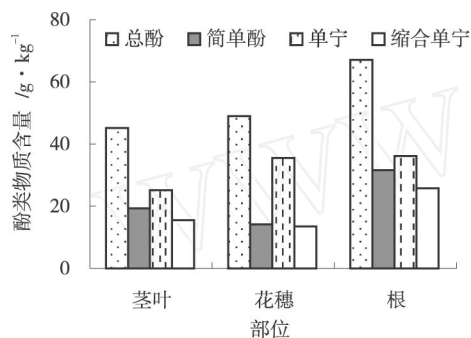


图 1 珠芽蓼不同部位酚类物质含量

Fig. 1 Phenols content of *Polygonum viviparum* L.

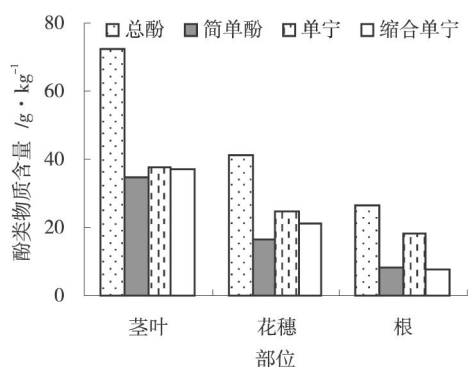


图 2 西伯利亚蓼不同部位酚类物质含量

Fig. 2 Phenols content of *Polygonum sibiricum* Laxm.

圆穗蓼 (*Polygonum macrophyllum* D. Don) 一般生长在气候寒冷的高海拔地区, 牧草生育期短 (120 d 以内), 优良的禾本科、豆科牧草分布很少, 因此圆穗蓼为这些地区不可多得的良好饲用植物。圆穗蓼花穗中酚类物质含量最高, 总酚、简单酚、单宁、缩合单宁含量依次为 98.12、30.16、67.96、

31.69 g/kg。花穗中各种酚类物质均极显著高于茎叶和根 ($P < 0.01$), 且茎叶和根中含量差异不显著 ($P > 0.05$)。

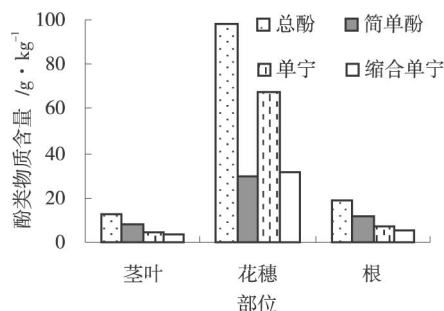


图 3 圆穗蓼不同部位酚类物质含量

Fig. 3 Phenols content of *Polygonum macrophyllum* D. Don

2.2 不同植物品种的酚类物质含量

茎叶中多酚物质含量为西伯利亚蓼 > 珠芽蓼 > 圆穗蓼; 根中总酚、单宁、缩合单宁含量均为珠芽蓼 > 西伯利亚蓼 > 圆穗蓼, 简单酚为珠芽蓼 > 圆穗蓼 > 西伯利亚蓼; 花穗中总酚、单宁含量为圆穗蓼 > 珠芽蓼 > 西伯利亚蓼, 简单酚、缩合单宁含量为圆穗蓼 > 西伯利亚蓼 > 珠芽蓼。

2.3 酚类物质的蛋白质结合能力

植物体内酚类物质含量由环境和基因控制, 酚类物质与蛋白质结合的反应是酚类物质最重要的化学性质。不同植物中蛋白结合酚/总酚不同, 在这 3 种蓼科植物中, 由大到小依次为珠芽蓼、西伯利亚蓼、圆穗蓼, 其中珠芽蓼茎叶与花穗最大分别达 60.3%、61.9%; 圆穗蓼各部位大约为 37%。

3 讨论

植物中酚类物质含量由环境和基因控制,且随植物品种及部位的不同而发生变化.珠芽蓼根茎肥厚,贮藏大量营养物质,经受霜雪多次袭击仍保持生机.可能与其根中较高的酚类物质含量有关.西伯利亚蓼属于高集 Na、Cl、S 植物,可生长在盐渍土上^[14].多酚可与大多数金属离子发生显著的络合,西伯利亚蓼酚类物质的富集可能与此有关.红树林对海滩带高盐分的适应便有赖于单宁的聚盐性抗盐机制^[15].圆穗蓼花穗中酚类物质含量高于茎叶和根,可能是多酚与花色苷形成分子复合物,提高了花色苷的稳定性,即多酚的辅色作用^[16]有关.珠芽蓼和西伯利亚蓼酚类物质含量丰富,可用在药物、食品、化妆品、植物杀虫剂、水处理等方面,用作动物饲料时可按一定比例在日粮中添加.另外酚类物质的含量还受季节变化、样品的处理及测定方法等因素的影响.随着单宁与蛋白质、多糖、生物碱、微生物、酶、金属离子的反应活性及其抗氧化、捕捉自由基、衍生化反应等化学行为的揭示,使人们看到了这类天然产物广阔的应用前景.

参考文献

- [1] Birbal S, Tej k B, Bhupinder S. Potential therapeutic applications of some antinutritional plant secondary metabolites[J]. *Agric Food Chem*, 2003, 51: 5579-5597
- [2] 范六明. 植物体内的单宁[J]. *生物学通报*, 1996, 31(3): 33
- [3] 张新虎, 沈慧敏, 黄高宝. 植物与昆虫化学生态学研究现状与展望[J]. *甘肃农业大学学报*, 2006, 41(1): 116-121
- [4] 王 静. 高寒地区植物中酚类物质含量动态及其抗寒性关系的研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2005
- [5] 杨敏文. 单宁的应用[J]. *化学教学*, 2002, (10): 27-29
- [6] Long R J, Apori S O, Castro F B, et al. Feed value of native forage of the Tibeteau of China[J]. *Anim Feed Sci Tech*, 1999, 80: 101-113
- [7] 路 远. 天祝高寒草甸主要类型的植物量动态及其在 24 年前的变化[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2006
- [8] 张德罡. 东祁连山杜鹃灌丛生态位特征及干扰的影响[J]. *甘肃农业大学学报*, 1999, 34(1): 29-36
- [9] 张德罡, 曹文侠, 蒲小鹏, 等. 东祁连山杜鹃属植物光合作用特点的研究[J]. *甘肃农业大学学报*, 2003, 38(2): 140-143
- [10] Makkar H P S, Bluemmei M, Borowy N K. Gravimetric determination of tannins and their correlation with chemical and protein precipitation methods[J]. *Sci Food Agric*, 1993, 61: 161-165
- [11] Porter L J, Hrstich L N, Chan B G. The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyaniding and delphinidin[J]. *Phytochemistry*, 1986, 25: 223-230
- [12] FAO/ IAEA. Quantification of tannins in tree foliage [M]. *A Laboratory Manual*, 2001.
- [13] Makkar H P S, Dawra R K, Singh B. Determination of both tannin and protein in a tannin-protein complex [J]. *J Agric Fod Chem*, 1988, (36): 523-525
- [14] 陈默君, 贾慎修. 中国饲用植物志 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1997
- [15] 林益明, 向 平, 林 鹏. 红树林单宁的研究进展[J]. *海洋科学*, 2005, 29(3): 59-63
- [16] 石 碧, 狄 莹. 植物多酚 [M]. 北京: 科学出版社, 2000