

不同地区“9501”泡桐花营养成分分析

崔令军^{1,2}, 王保平¹, 乔杰¹, 王炜炜¹, 张建国², 周海江^{1*}¹ 国家林业局泡桐研究开发中心, 郑州 450003; ² 中国林业科学研究院林业所, 北京 100091

摘要: 试验采用国标法对三个地区(河南、湖北、江西)“9501”泡桐花的营养成分进行了分析, 并与其它常用植物性饲料蛋白源进行比较。结果表明: 泡桐花中水分、蛋白质、纤维、脂肪、灰分分别占干重的 8.69%~9.08%、11.5%~12.8%、10.7%~13.6%、5.6%~6.0%、5.4%~9.4%; 矿物质元素中钙、磷含量为 0.59%~0.63% 和 0.59%~0.63%, 钙磷比为 1.85%~1.91%; 含 18 种氨基酸, 总量为 8.97%~9.06%, 其中必需氨基酸含量为 3.76%~3.91%, 且必需氨基酸指数(EAAI)值较高, 平均为 1.11, 具有开发成为蛋白质饲料的潜能。

关键词: 泡桐花, 营养成分, 氨基酸, 评价

中图分类号: TS202.3

文献标识码: A

DOI: 10.16333/j.1001-6880.2015.S.013

Analysis and Evaluation of Nutritional Composition of Four Species of *Paulownia* Flowers

CUI Ling-jun^{1,2}, WANG Bao-ping^{1*}, QIAO Jie¹, WANG Wei-wei¹, ZHANG Jian-guo², ZHOU Hai-jiang^{1*}¹ China Paulownia Research Center, Zhengzhou 450003, China; ² Chinese academy of forestry, Beijing 100091, China

Abstract: Nutritional components of “9501” *Paulownia* flowers from three areas were analyzed used national standard method, and compared with other commonly used plant feed protein source. The results showed that: the *Paulownia* flowers water, protein, fiber, fat, ash respectively 8.69%~9.08%, 11.5%~12.8%, 10.7%~13.6%, 5.6%~6.0%, 5.4%~9.4% of the total dry weight; Calcium, Phosphorus contents of mineral element in 0.59%~0.63% and 0.59%~0.63%, the ratio of Calcium to Phosphorus was 1.85%~1.91%; the *paulownia* flowers contain 18 kinds of amino acids, total 8.97%~9.06%, essential amino acids content of which was 3.76%~3.91% and the essential amino acid index (EAAI) average value was 1.11, *Paulownia* flowers had developed into protein feed potential.

Key words: *Paulownia* flower; nutritional composition; amino acid; analysis

泡桐(*Paulownia fortunei*), 玄参科泡桐属植物, 在我国 23 个省、市、自治区均有分布, 资源极其丰富。由于生长快、适应性强, 近年来不仅在黄淮流域广泛栽植, 而且在长江中下游地区也得到了普遍发展。

木本植物的枝叶花中通常含有丰富的粗蛋白质等营养物质, 可以为畜牧业提供大量优质饲料。如桑叶、沙棘、白榆、刺槐、柞树叶、杨树叶、皮、花等都是营养品质较高的饲料资源。泡桐的营养成分十分丰富, 粗脂肪、粗纤维、粗灰分、磷钙等的含量较高, 泡桐花含有促进机体生长的生物活性物质, 泡桐花作为饲料添加剂对降低动物饲养成本、节约粮食和提高经济效益都有重要的作用。为了充分利用泡桐资源, 我们对生长在湖北咸宁地区的泡桐花营养成

分进行测定分析, 为泡桐属植物资源的开发利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

泡桐花, 2014 年春季泡桐开花期在河南新乡、江西九江、湖北咸宁采集, 1 号为河南新乡“9501”泡桐花, 2 号为江西九江“9501”泡桐花, 3 号为湖北咸宁“9501”泡桐花。“9501”泡桐是九五科技攻关期间选育的泡桐优良新品种, 属于泡桐属种间 F1 代杂交种。

硫酸、氢氧化钠、硼酸、硫酸铵、无水乙醚、浓盐酸、苯酚、二甲基亚砷、水合茚三酮、高锰酸钾、甲基红指示剂、钒钼酸铵。以上试剂均为分析纯。FA1004A 型精密电子天平, 上海精天电子仪器有限公司; 101-3AB 型电热恒温干燥箱, 北京中兴伟业仪器有限公司; L-8800 日立氨基酸自动分析仪, 日本

收稿日期: 2015-06-29 接受日期: 2015-09-02

基金项目: 河南省科技攻关项目(132102110058); 国家林业公益性行业科研专项(201204705)

* 通讯作者 E-mail: zhouhaijiang@163.com

HITACHI 公司;R306 型索式抽提仪,北京托摩根生物科技有限公司;TAS-990F 型原子吸收分光光度计,北京普析通用仪器有限责任公司;Kjeltel2300 凯氏定氮仪,丹麦 FOSS 仪器有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 基本营养成分测定

水分采用 105 °C 常压干燥法测定;粗蛋白采用凯氏定氮法(GB/T 6432-1994);粗脂肪采用索氏抽提法测定(GB/T 6433-2006);粗灰分采用 550 °C 灼烧法(GB/T 6438-2007);粗纤维采用酸碱消煮法(GB/T6434-2006)。

1.2.2 矿质元素的测定

钙采用 EDTA 络合滴定法(GB/T 6436-2002);总磷采用钼黄比色法(GB/T 6437-2002)。

1.2.3 氨基酸组成及含量测定

泡桐花中氨基酸的组成及含量测定参照 GB/T 18246-2000。

1.2.4 氨基酸评价

泡桐花中氨基酸的评价根据蛋白质饲料的评价方法—必需氨基酸指数(EAAI),采用 Penafiorida

(1989)提出的公式计算 EAAI 值。

$$EAAI = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n \frac{aa_i}{AA_i}}$$

式中,aa_i 为饲料原料中某必需氨基酸占必需氨基酸总量的百分数,% ;AA_i 为参比蛋白质中该必需氨基酸占必需氨基酸总量的百分数,% 。

1.3 数据处理

实验平行次数为 3 次,实验结果用 Excel2003 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 基本营养成分分析

泡桐花常规营养成分及含量由表 1 可见,三个地区“9501”泡桐花中水分含量分别为 9.08%、8.94%、8.69%;蛋白质含量分别为 11.5%、11.5%、12.8%;粗脂肪含量为 5.8%、6.0%、5.6%;粗纤维含量为 10.7%、12.4%、13.6%;灰分含量分别为 9.4%、7.0%、5.4%。其余物质为无氮浸出物和其他元素。

表 1 “9501”泡桐花的基本营养成分(g/100 g)(干物质)

Table 1 Major nutritional components of “9501” paulownia flowers (g/100 g)

成分 Components	1 号 No. 1	2 号 No. 2	3 号 No. 3	玉米 Corn	小麦 Wheat
水分 Water	9.08	8.94	8.69	14	14
蛋白质 Protein	11.5	11.7	12.8	9.4	9
脂肪 Fat	5.8	6.0	5.6	3.1	3.4
纤维 Fibre	10.7	12.4	13.6	1.2	1.4
灰分 Ash	9.4	7.0	5.4	1.2	1.8

对三个地区“9501”泡桐花营养成分与中国饲料成分及营养价值表中所列的玉米、小麦营养成分^[1]对比可知,与玉米和小麦相比,泡桐花中除了水分含量较低,蛋白质、脂肪、纤维素、灰分均比玉米小麦含量高,尤其是纤维和灰分,四种泡桐花的纤维含量是玉米和小麦的 8~10 倍,灰分含量约是玉米和小麦的 4~5 倍。在饲料中添加粗纤维可减少饲料中抗生素的使用,促进消化系统的发育;此外增加饲料中粗纤维的含量也可降低饲料成本^[2]。因此可将泡桐花用作饲料添加剂来增加常规饲料中的养分含量。

2.2 矿质元素分析

钙和磷是家畜矿物营养中密切相关的两个元素,在家畜的骨骼发育和维护方面有着特别的作用。

日粮中缺少钙或磷及钙磷比例失调都会引起家畜不正常的发育,家畜日粮中钙磷的最佳比值为 2:1,最大比例不能超过 7:1。

三个地区“9501”泡桐花钙、磷的测定结果见表 2,可以看出三个地区“9501”泡桐花的钙含量分别为 0.63%、0.61%、0.59%,均比玉米和小麦的钙含量高,磷含量分别为 0.34%、0.32%、0.31%,和玉米小麦相差不大,但是从钙磷比上分析可以看出,三个地区“9501”泡桐花的比值分别为 1.85、1.91、1.90,和钙磷最佳比例(2:1)比较接近;而玉米和小麦的钙磷比均为 0.41,远小于钙磷最佳比例,因此在常规饲料中添加泡桐花可以改善饲料中的钙磷比例。

表2 “9501”泡桐花中的钙磷含量(%)

Table 1 Ca and P contents of “9501” paulownia flowers(%)

含量 Content	1号 No. 1	2号 No. 2	3号 No. 3	玉米 Corn	小麦 Wheat
钙 Ca	0.63	0.61	0.59	0.09	0.17
磷 P	0.34	0.32	0.31	0.22	0.41
钙磷比 Ca/P ratio	1.85	1.91	1.90	0.41	0.41

表3 几种木本植物营养成分含量(%)

Table 3 The nutrient content of feed in some woody plants (%)

植物 Plant	粗蛋白 Crude protein	粗脂肪 Crude fat	粗纤维 Crude fibre	灰分 Ash	钙 Ca	磷 P
槐树叶 <i>S. japonica</i> leaves	18.86	4.12	18.26	9.9	2.21	0.15
桑树叶 <i>M. alba</i> leaves	10.93	3.7	19.84	9.59	1.4	0.18
柞树叶 <i>X. racemosum</i> leaves	10.07	3.11	17.1	3.35	0.92	0.19
杨树叶 <i>P. stenoptera</i> leaves	12.9	2.4	14.2	10.1	2.38	0.09
胡枝子 <i>L. bicolor</i>	13.81	2.18	35.17	4.57	1.81	0.08

表3列出了几种木本植物营养成分的含量,对比表中几种木本植物的营养成分含量和“9501”泡桐花的营养成分含量可以看出,“9501”泡桐花的粗脂肪含量相对于槐树叶、桑树叶、杨树叶以及胡枝子高,“9501”泡桐花的粗纤维含量相对于槐树叶、桑树叶、柞树叶、杨树叶偏低,以胡枝子的粗纤维含量最高位为35.17%,粗灰分含量除了柞树叶的含量较低外,其余几种木本植物的含量均高于“9501”泡桐花,钙的含量槐树叶、桑树叶、柞树叶、杨树叶以及胡枝子均比“9501”泡桐花含量高,而磷的含量反

而均比泡桐花低。几种木本植物的钙磷比例均大于2:1,因此表明“9501”泡桐花应用于饲料中具有较为明显的优势。

2.3 氨基酸组成分析

大多数动物营养所需必需氨基酸经研究确定有精氨酸、苏氨酸、缬氨酸、蛋氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸、组氨酸、赖氨酸等9种氨基酸^[3]。动物体摄取氨基酸平衡的饲料,吸收到体内才能有效地进行生物化学反应,合成新的蛋白质。

表4 “9501”泡桐花的氨基酸组成及含量(g/100g)

Table 4 Amino acid composition of paulownia flowers(g/100g)

氨基酸种类 Amino acid	1号 No. 1	2号 No. 2	3号 No. 3
天冬氨酸(Asp)	0.97	0.95	0.95
谷氨酸(Glu)	1.19	1.13	1.11
丝氨酸(Ser)	0.46	0.47	0.46
精氨酸(Arg)*	0.46	0.48	0.49
甘氨酸(Gly)	0.56	0.54	0.54
苏氨酸(Thr)*	0.80	0.82	0.81
脯氨酸(Pro)	0.49	0.51	0.51
丙氨酸(Ala)	0.57	0.58	0.59
缬氨酸(Val)*	0.62	0.65	0.64
蛋氨酸(Met)*	0.07	0.09	0.08

胱氨酸 (Cys)	0.07	0.06	0.06
异亮氨酸 (Ile) *	0.45	0.44	0.46
亮氨酸 (Leu) *	0.77	0.81	0.78
苯丙氨酸 (Phe) *	0.41	0.42	0.43
组氨酸 (His) *	0.20	0.23	0.22
赖氨酸 (Lys) *	0.44	0.45	0.42
酪氨酸 (Tyr)	0.44	0.43	0.47
必需氨基酸 E	3.76	3.91	3.84
氨基酸总量 T	8.97	9.06	9.02
E/T (%)	42	43	42

注: * 为必需氨基酸。

Note: * was essential amino acid.

蛋白质的营养价值不仅与蛋白质的含量、氨基酸的种类有关,还与必需氨基酸的组成有关。表4列出了三个地区“9501”泡桐花蛋白质的氨基酸的组成及含量,由表4可见,“9501”泡桐花共检测出18种氨基酸,各种氨基酸含量均相对较高,并且必需氨基酸的种类齐全;三个地区“9501”种泡桐花中

氨基酸含量差别不大,氨基酸总量分别为:1号8.97%、2号9.06%、3号9.02%;其中必需氨基酸的含量分别为3.76%、3.91%、3.84%;必需氨基酸占总氨基酸的比例分别为42%、43%、42%,平均为42%。

表5 几种木本植物叶片氨基酸含量 (%)

Table 5 The amino acid content in the leaves of woody plants (%)

种类 Sample	必需氨基酸 Essential amino acid	非必需氨基酸 Non-essential amino acid	总氨基酸 Total amino acid	必需氨基酸/总氨基酸 Essential amino acid/total amino acid
棗棠花 <i>Kerria japonica</i>	4.49	5.72	10.20	44
山荆子叶 <i>Malus baccata</i> leaves	4.75	6.06	10.81	44
杜仲叶 <i>Eucommia ulmoides</i> leaves	4.37	5.68	9.81	45
苦楝叶 <i>Melia azedarach</i>	5.95	7.69	13.64	44
青杨叶 <i>Populus cathayana</i> leaves	5.00	6.24	11.24	44

食物的氨基酸营养价值与其平衡程度密切相关,各必需氨基酸间的比例与动物机体氨基酸组成比例越接近,其氨基酸的营养价值越高。表5列出了几种常见植物叶片的氨基酸含量^[4],从必需氨基酸的含量来看,“9501”泡桐花的必需氨基酸含量和棗棠花、山荆子叶、杜仲相比较,均低于这几种植物叶片含量,而青杨叶和苦楝叶的必需氨基酸含量较高,分别为5%和5.95%。而从必需氨基酸/总氨基酸的比例来讲,棗棠花、山荆子叶、苦楝叶、和青杨叶的必需氨基酸/总氨基酸比值均为44%,杜仲叶的必需氨基酸/总氨基酸比值为45%,而本实验所测得的三个地区“9501”泡桐花的必需氨基酸/总氨基酸比值在42%~43%之间,和这几种植物叶片的比值基本接近,因此泡桐花比较适合做动物蛋白源饲料。

2.4 “9501”泡桐花种氨基酸的评价

通过求取 EAAI 可知某未知蛋白质饲料相对于参比蛋白质的可用性;冯东勋和赵保国^[5](1997)提出了新饲料蛋白源评价标准,当 n 为 6~12,评价标准为: $EAAI > 0.95$, 为优质蛋白源; $0.86 < EAAI \leq 0.95$, 为良好蛋白源; $0.75 < EAAI \leq 0.86$, 为可用蛋白源; $EAAI \leq 0.75$, 为不适蛋白源。

表6列出了常规饲料(玉米)的必需氨基酸含量及其作为参比对象按照必需氨基酸指数(EAAI)评价方法计算得到的泡桐花的 EAAI 值及评价等级。

从表6可见,与常规饲料相比,三个地区“9501”泡桐花中的各种必需氨基酸比重较高, EAAI 值分别为 1.11、1.12、1.10,均超过 0.95,对照冯东勋和赵保国提出了新饲料蛋白源评价标准可以看出

表6 泡桐花必需氨基酸含量及 EAAI 值
Table 6 Paulownia flower essential amino acid content and EAAI value

饲料 Sample	Arg	His	Leu	Ile	Lys	Met	Phe	Thr	Val	EAAI	评价 Rate
玉米 Corn	0.38	0.23	0.26	1.03	0.26	0.19	0.43	0.31	0.40		
1号 No.1	0.48	0.20	0.77	0.44	0.43	0.07	0.41	0.80	0.62	1.11	优质
2号 No.2	0.46	0.23	0.81	0.45	0.44	0.09	0.42	0.82	0.65	1.12	优质
3号 No.3	0.49	0.22	0.78	0.44	0.42	0.08	0.43	0.81	0.64	1.10	优质

四种泡桐花均可作为优质饲料蛋白源。说明“9501”泡桐花作为蛋白质饲料添加剂可普遍应用于常规饲料中,且评价质量为优质。

3 结论

在常规营养成分方面,三个地区“9501”泡桐花中水分含量分别为 9.08%、8.94%、8.69%;粗蛋白含量分别为 11.5%、11.5%、12.8%;粗脂肪含量为 5.8%、6.0%、5.6%;粗纤维含量为 10.7%、12.4%、13.6%;灰分含量分别为 9.4%、7.0%、5.4%。

三个地区“9501”泡桐花中的钙磷含量分别为 0.59%~0.63%和 0.31%~0.34%,钙磷含量尤其是钙的含量比玉米和小麦都高。钙磷比为 1.85~1.91,远超过玉米和小麦的钙磷比(0.41),因此“9501”泡桐花作为饲料添加剂能够补充常规饲料的钙含量的不足。

三个地区“9501”泡桐花中氨基酸总量分别占干重的 9.76%、9.81%和 9.58%,其中必需氨基酸占比分别为 4.51%、4.46%和 4.49%,E/T 比为 42%左右,通过 EAAI 值评价,表明“9501”泡桐花可以作为一种优良的饲料添加剂。

天然植物作为饲料添加剂具有促进动物消化吸收、提高饲料转化效率和调节机体非特异性免疫功能等良好作用,已被许多学者所证实。“9501”泡桐花资源丰富、价格低廉,研究充分利用泡桐花转化为家畜饲料,不失为泡桐利用的有效途径之一。

参考文献

- Zhang ZY(张子仪). China Feed(中国饲料学). Beijing: China Agriculture Press,2000.
- Sun ZT(孙占田). Effective role in feed crude fiber. *Feed Res* (饲料研究),1999,25(9):16-20.
- Shi JY(史军义),Pu ZY(蒲正宇),Yao J(姚俊),*et al.* Analysis of nutritional components of “Dujiangyan Fangzhu” Bamboo Shoots. *Nat Prod Res Dev*(天然产物研究与开发),2014,26:227-230.
- Wang WX(王文霞),He L(何岚),Wei N(卫宁),*et al.* Captive forest musk deer leaves common type of feed amino acid content and nutritional value analysis. *J Domestic Animal Ecol* (家畜生态杂志),2013,34(9):44-49.
- Feng DX(冯东勋),Zhao BG(赵保国). The use of essential amino acid index (EAAI) evaluate new feed protein source. *Chin Feed*(中国饲料),1997,7:10-13.

(上接第 59 页)

- Li JQ(李军乔). Study on ecological adaptability and cultivation of *Potentilla anserina*. *Chin Wild Plant Res* (中国野生植物资源),2005,4:36-37.
- Li JQ(李军乔),Wen X(温馨),Bao JY(包锦渊),*et al.* The chemical composition of different harvest seasons *Potentilla anserina* research. *Northern Horticulture* (北方园艺),2014,9:173-175.
- Chen F(陈芳),Cai GM(蔡光明),Xia XH(夏新华). Content Determination of anserinoside in *Potentilla anserina* con-

trolled release Mini-pill by HPLC. *Chin Pharm J* (中国药理学杂志),2006,06:473-474.

- Dong P(董培),Cui Y(崔颖),Gu J(顾军),*et al.* A HPLC method for the determination of anserinoside in *Potentilla anserinal* from different areas. *Armed Police Med J* (武警医学院学报),2011,06:434-436.
- Hou LX(侯陆星),Cai GM(蔡光明),Zhang YM(张雅铭),*et al.* High performance liquid chromatography fingerprint of *Potentilla anserina*. *Chin Trad Patent Med* (中草药),2009,S1:158-160.