

云南 12 种豆科灌木饲料中主要磷形态分析*

何蓉^{1,2}, 程雪斌¹, 胡秋芬¹, 尹家元¹

(1. 云南大学 化学系, 云南 昆明 650091; 2. 云南省林业科学院, 云南 昆明 650204)

摘要: 研究了云南 12 种豆科灌木饲料中磷的主要形态, 经形态分离、提取并测出各形态含量。结果表明, 总磷含量差异为 106~330 $\mu\text{g/g}$, 大多数饲料所含无机磷均在 24%~50%, 所含有机磷为 24.80%~63.9%。

关键词: 豆科灌木饲料; 磷形态; 分光光度法

中图分类号: S 54 文献标识码: A 文章编号: 0258-7971(2003)06-0528-03

目前我国畜牧业饲料中磷含量不足, 饲料工业中通常采用矿质磷作补磷剂。云南省植物资源十分丰富, 而且山多地少, 林多水少, 耕地不足。因此, 大力发展山地林业饲料资源十分必要。自然界中的磷往往以很多复杂形式存在, 研究灌木饲料中磷含量及形态, 将对饲料应用起重要作用。

本文通过对 12 种采自云南的豆科灌木饲料中的主要磷形态进行分离、浸取, 用钼酸铵分光光度法对含量进行了测定^[2], 得出了主要磷形态的含量表明^[3], 磷元素极易被固定, 在自然条件下磷大部分以难溶状态存在。一般情况下, 植物体内磷的含量在 100~500 $\mu\text{g/g}$, 并且通常以有机磷和无机磷的形态存在, 在植物苗期和生育盛期, 植物体内含有大量的无机磷酸盐, 生长后期转变为有机磷。凡富有生命力的幼嫩组织和繁育器官部位, 磷的含量, 尤其是无机磷的含量都比较高。无机磷含量一般在 5~300 $\mu\text{g/g}$ 之间。植物吸收磷素养分主要是以正磷酸盐的形态进入体内, 且以同一形态直接参与植物体内的物质代谢。因为磷酸是三价的酸根, 它可根据溶液 pH 的不同而生成 H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} 和 PO_4^{3-} 3 种离子, H_2PO_4^- 最易为植物吸收, HPO_4^{2-} 次之, PO_4^{3-} 则较难吸收。在 pH 6~7 的情况下, 磷酸主要是以 H_2PO_4^- 和 HPO_4^{2-} 的形态存在, 因此在中性和弱酸性的条件下有利于磷的吸收。某些有机磷化合物, 如己糖磷酸脂、蔗糖磷酸脂、甘油

磷酸脂, 甚至分子较大的核酸等, 作物也能吸收。通过实验筛选出含无机磷比率高的灌木如假木豆和毛叶猪屎豆可作为矿质磷的补充饲料, 筛选出有机磷高的灌木如三叶豆和木兰作为蛋白质饲料。

1 实验部分

1.1 主要仪器及试剂 国产 721 型分光光度计, 3 cm 比色皿, 25 mL 容量瓶, 磁力搅拌器, 高氯酸(优级纯), 其余试剂均为分析纯。

1.2 实验方法

1.2.1 总磷的测定 将样品按照 GB7887-87 的消解法^[1]进行消解, 用钼酸铵分光光度法进行测定, 结果见表 2。

1.2.2 各形态磷的测定 将样品称取 0.500 0 g + 0.000 5 g, 放于 50 mL 烧杯中, 于磁力搅拌器上用 10.0 mL 不同溶剂(见表 1)依次浸泡搅拌 1 min 后, 减压抽滤, 将滤液移至 25 mL 容量瓶中, 用 5% 的盐酸定容, 用钼酸铵分光光度法进行了测定, 结果见表 2。

1.3 回收率及精密度 在试样中加入标准磷溶液 1 μg , 回收率均在 92.0%~108.0% 之间。每个样品测定 4 次, 相对标准偏差均在 2.0%~8.5% 之间。

2 结果与讨论

2.1 无机磷含量 从结果看, 大多数灌木饲料含无机态磷占总磷 30% 以上, 无机磷含量最高为毛

* 收稿日期: 2003-04-04

基金项目: 云南省教育厅科研基金资助项目(0111143)。

作者简介: 何蓉(1965-), 女, 高级工程师, 主要从事植物化学、植物营养、土壤肥料等研究。

表 1 灌木饲料中各种形态磷的分离提取步骤

Tab. 1 Sequential chemical extraction of phosphorus species in feeding shrubbery

步骤	无机形态及提取方法	有机形态及提取方法
1	酸溶性磷酸盐用 2% 醋酸提取	植素用乙醇提取
2	水溶性磷酸盐用蒸馏水提取 聚合态磷酸盐用 0.1 mol·L ⁻¹	核蛋白用 1 mol·L ⁻¹ 氯化钠提取
3	H ₂ SO ₄ 水解	磷脂用乙醚提取 核酸用甲醇提取
5		腺三磷用氯仿提取

表 2 样品测定结果

Tab. 2 Determination results of samples

(μg/g, n = 4)

树种名	无机态磷			有机态磷					总磷
	酸溶性磷酸盐	水溶性磷酸盐	聚合态磷酸盐	植素	核蛋白	磷脂	核酸	腺三磷	
木兰	15.7	4.87	12.2	11.0	11.1	18.2	17.03	10.95	106.7
波叶山蚂蝗	35.72	34.50	11.7	11.4	17.5	16.2	23.1	17.4	203.1
多花杭子梢	12.7	33.41	23.67	10.5	17.5	28.30	18.73	31.46	220.6
苦参	15.1	19.78	23.19	11.58	14.6	19.5	26.3	24.3	190.6
山叶豆	19.5	6.8	17.5	14.0	31.2	12.6	18.0	12.8	147.4
灰叶	15.0	14.4	15.0	19.0	16.0	11.4	10.4	10.6	148.0
马鞍叶羊蹄甲	50.4	52.6	13.0	30.0	11.4	15.6	20.6	18.3	386.7
舞草	61.7	5.3	10.2	40.0	35.0	10.9	29.0	12.2	257.3
毛叶猪屎豆	65.8	62.2	68.9	32.0	28.0	16.6	22.3	23.3	409.0
毛叶秧青	48.95	49.5	5.53	27.4	8.9	15.9	20.85	18.8	329.0
滇千斤拔	10.4	14.2	8.94	15.8	9.1	18.6	25.5	7.89	139.5
假木豆	63.16	60.53	43.3	12.1	12.1	11.1	22.1	28.1	330.6

叶猪屎豆, 达 196.9 μg/g, 含量最低为木兰, 仅为 32.8 μg/g, 但从无机磷所占总磷的质量比看来, 最高质量比为假木豆, 所占质量比高达 50%, 最低为滇千斤拔, 仅有 24.05%。

从可吸收利用的角度来说, 水溶性磷酸盐正好满足中性和弱酸性条件。由表 2 知, 含水溶性磷酸盐最多的为毛叶猪屎豆, 最少的为木兰。从占总磷的质量比看, 最高质量比为假木豆, 最低为三叶豆。

2.2 有机磷含量 有机磷含量最高的为三叶豆, 127.1 μg/g, 最少为灰叶, 67.4 μg/g, 占总磷比率最

高的为木兰, 63.99%, 最低为马鞍叶羊蹄甲, 为 24.80%。

此外, 由于总磷中一大部分对动物无生物利用价值, 而谷物和豆饼中许多磷又是以植酸磷的形式存在, 因此, 生物利用磷的高低, 部分取决于饲料中植酸酶的多少, 在饲料中添加植酸酶可以提高磷的生物利用率。

3 结 论

除个别饲料外, 大多数饲料所含的无机磷比率

均在 30% 左右, 有机磷均在 48% 左右. 可考虑以假木豆和毛叶猪屎豆作为对矿质磷的补充饲料, 以三叶豆和木兰作为蛋白质饲料.

参考文献:

[1] GB—7887—87. 森林植物与森林枯枝落叶层全硅、全

铁、全磷等的测定(硝酸-高氯酸消煮法)[S].

[2] GB11893—89. 水质总磷的测定——钼酸铵分光光度法[S].

[3] 中国农业科学院土壤肥料研究所. 中国肥料[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1994.

Study on the determination of phosphorus species in feeding Leguminosae shrubbery in Yunnan

HE Rong^{1,2}, CHENG Xue bin¹, HU Qiu fen¹, YIN Jia yuan¹

(1. Department of Chemistry, Yunnan University, Kunming 650091, China;

2. Yunnan Academy of Forest Science, Kunming 650204, China)

Abstract: The phosphorus species in twelve feeding Leguminosae shrubbery in Yunnan was studied by sequential chemical extraction. The phosphorus extracts were determined by spectrophotometry method. Results show that the phosphorus amount is between 106—330 μg/g. The distribution percentage of inorganic phosphorus is between 24.80%—63.99%.

Key words: feeding Leguminosae shrubbery; phosphorus species; spectrophotometry

* * * * *

(上接第 527 页)

Synthesis of some novel benzoylphenylurea chitin inhibitors (I)

YAN Sheng-jiao^{1,2}, LIN Jun^{1,2}, YANG Li Juan^{1,2}, HUANG Rong¹, ZHANG Zheng¹

(1. Department of Applied Chemistry, Yunnan University, Kunming 650091, China;

2. State Key Laboratory of Elementoorganic Chemistry, Nankai University, Tianjin 300071, China)

Abstract: Four novel benzoylphenylurea chitin inhibitor derivatives 6a- c and 9, which belonging to two kind of compounds, have been synthesized from readily available starting material chlorothalonil 4 and halobenzenitrile 1 via three to four steps. Two synthesis routes have some advantages such as mild temperature conditions, high yields. All the novel benzoylphenylureas compounds were confirmed by spectroscopic methods including IR, ¹H NMR, ¹³C NMR and HRMS.

Key words: benzoylphenylureas; chitin inhibitors; synthesis