

圈养秦岭大熊猫两种主食竹中元素含量初探^{*}

莫晓燕¹, 冯 怡¹, 冯 宁², 雷艳霞³, 金 超¹

(1 西安交通大学 生命科学与技术学院, 陕西 西安 710049;

2 陕西省林业厅 自然保护区和野生动植物管理处, 陕西 西安 710082; 3 西安交通大学 医学院, 陕西 西安 710061)

[摘 要] 采用原子吸收光谱法测定了人工圈养秦岭大熊猫的 2 种主食竹种——淡竹(*Phyllostachys glauca*)和箬竹(*Indocalamus longiauritus*)中 Fe, Cu, Zn, Mn, Ca, K, Mg 等 7 种元素的含量。结果显示, 淡竹不同部位各元素含量无明显差别, 2 年生淡竹的元素含量较 1 年生有所增加; 无论是淡竹还是箬竹, 叶和笋中除 Cu 元素外, 其余元素含量均高于枝和秆中, 箬竹中 Mn 含量较淡竹明显增高, 为淡竹的 31.2 倍, 其余 6 种元素含量在两竹种中差别不大。

[关键词] 大熊猫; 竹子; 元素含量; 原子吸收光谱法

[中图分类号] Q 946.91

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2004)06-0095-04

竹类是大熊猫的主要食物, 以往的研究发现^[1, 2], 野生大熊猫会随着季节的变化选择不同种类的竹子作为食物, 并且对竹子的不同部位、竹龄甚至粗细都会有所选择。此外, 由于生态环境的恶化, 使得大熊猫的野外摄食受到一定影响, 甚至危及到大熊猫的生命, 人工圈养对挽救大熊猫具有一定的现实意义。有关大熊猫主食竹中微量和常量元素的研究已有一些报道^[3-5], 主要是有关野外自由觅食大熊猫主食竹种元素含量的研究, 而生活在陕西省野生动物保护与饲养中心的秦岭大熊猫以当地的淡竹(*Phyllostachys glauca*)和箬竹(*Indocalamus longiauritus*)作为主食, 目前尚未见有关这 2 种竹子元素含量的研究报道。为了进一步了解大熊猫对竹种的选择以及竹子中维持其正常生长发育的元素含量, 本研究对淡竹和箬竹中 7 种元素的含量进行了测试分析, 为合理利用不同竹种及大熊猫的人工圈养和繁殖研究提供依据。

1 材料与方法

1.1 仪器与试剂

主要仪器为 HITACHI 180-80 型原子吸收仪(日本日立公司)和 GB 303 型电子天平(瑞士梅特勒公司)。

试验所用试剂为优级纯, 7 种元素标准液均为

光谱纯试剂

1.2 材料与处理

1.2.1 样品采集 在陕西省野生动物保护与饲养中心工作人员的指导下, 于 2002-04 采集了饲养秦岭大熊猫的主食箬竹和淡竹样品。并将其按叶、枝、秆以及不同生长阶段(竹笋, 1 年生竹, 2 年生竹)和不同部位(上部, 中部, 下部)分为多份样品, 用塑料袋分装密封后带回实验室, 低温冰箱保存。

1.2.2 样品处理 先用酒精棉球擦拭竹笋、竹叶、竹枝和竹秆, 除去样品表面的泥土和霉菌, 待酒精挥发后, 称其重量为湿重。再依次用蒸馏水和重蒸水反复冲洗样品, 然后置 105℃ 烘箱中烘烤直至恒重(约 4 h), 放入干燥器自然冷却后称其重量为干重。烘干的样品放置于干燥器中待用。

考虑到竹笋含有较丰富的水分及操作的安全性, 本试验采用湿法消化。由于未见有关箬竹和淡竹元素含量的文献报道, 为了减少试验的不确定性, 通过预试验确定了称取的试验样品干重, 分别为竹笋和竹叶 0.30 g 左右, 竹枝和竹秆 1.00 g 左右。

将称好的样品(平行样各 2 份)置入小锥形瓶中, 在竹笋和竹叶中加入 5.0 mL 混酸($V_{\text{HNO}_3} / V_{\text{HClO}_4} = 4/1$), 在竹枝和竹秆中加入 10.0 mL 混酸, 通风橱中放置过夜; 待其反应完全后, 在通风情况下置沙浴加热消化, 至锥形瓶中不再冒出棕色烟

* [收稿日期] 2003-11-05

[作者简介] 莫晓燕(1954-), 女, 江苏江都人, 高级工程师, 硕士, 主要从事动物营养学研究。

而开始冒出白色烟雾后,再持续消化几分钟,使溶液保持无色、淡黄色或浅绿色,此时表示有机物已分解完全。将小锥形瓶从沙浴上取下冷却,用双蒸水把消化液完全转移至 100 mL 容量瓶中,定容至刻度,摇匀待测。

1.3 方法与条件

采用原子吸收光谱法进行 Fe, Cu, Zn, Mn, Ca, K, Mg 等 7 种元素的含量测定。将消化定容的样品溶液分别稀释至合适浓度,用 HITACHI II80-80 型原子吸收分光光度仪测定 7 种元素含量,采用火焰

原子化器,火焰类型为空气-乙炔;各元素特征吸收波长为: Zn 213.8 nm, Fe 248.3 nm, Mn 279.5 nm, Cu 324.8 nm, Ca 422.7 nm, Mg 285.2 nm, K 766.5 nm。重复测定 2 次,取其平均值。

2 结果与分析

2.1 淡竹元素含量

淡竹不同部位、不同竹龄以及笋、叶、枝、秆中 7 种元素含量的测定结果见表 1 和表 2。

表 1 不同竹龄淡竹各器官元素含量

Table 1 Element contents in different parts of annual and biennial *Phyllostachys glauca* mg/kg

元素 Elements	竹龄/年 Ages	笋 Shoots	叶 Leaves	枝 Branches	秆 Stems
Cu	1	39.90 ± 16.07	59.80 ± 13.07	85.33 ± 23.95	48.69 ± 19.47
	2		60.19 ± 37.48	71.52 ± 7.98	55.85 ± 7.37
Zn	1	437.64 ± 156.45	284.96 ± 84.39	234.95 ± 82.29	79.14 ± 44.77
	2		227.20 ± 70.33	197.56 ± 95.64	86.88 ± 49.62
Mn	1	72.17 ± 42.22	359.92 ± 59.80	150.42 ± 54.29	51.75 ± 24.66
	2		362.08 ± 125.94	209.32 ± 101.74	93.11 ± 38.20
Fe	1	938.52 ± 237.59	3977.61 ± 691.80	857.61 ± 258.08	263.18 ± 73.30
	2		3174.59 ± 752.14	916.48 ± 400.80	302.92 ± 63.17
K	1	6412.93 ± 1384.28	10607.26 ± 2929.48	3317.49 ± 964.04	2559.37 ± 732.38
	2		7291.56 ± 3101.21	3407.56 ± 1477.07	1588.28 ± 555.71
Ca	1	323.21 ± 331.97	4039.12 ± 1825.74	155.81 ± 98.33	33.38 ± 10.32
	2		4531.84 ± 1591.15	206.72 ± 105.78	109.17 ± 52.37
Mg	1	542.23 ± 131.89	962.86 ± 282.14	280.07 ± 71.97	125.64 ± 41.35
	2		1007.66 ± 415.79	416.02 ± 138.21	255.09 ± 87.57

表 2 淡竹各部位元素含量

Table 2 Element contents in different trunk positions of *Phyllostachys glauca* mg/kg

元素 Elements	上部 Top	中部 Middle	下部 Bottom
Cu	56.89 ± 13.55	65.48 ± 11.13	72.37 ± 11.72
Zn	190.09 ± 66.04	197.31 ± 35.44	169.01 ± 55.40
Mn	186.44 ± 50.04	209.72 ± 39.85	167.49 ± 31.18
Fe	1507.28 ± 298.13	1636.96 ± 159.87	1396.78 ± 653.93
K	4676.90 ± 1773.36	4926.17 ± 869.58	5159.81 ± 1454.86
Ca	1537.73 ± 584.98	1534.47 ± 677.53	1022.99 ± 904.26
Mg	440.37 ± 83.94	511.88 ± 172.59	445.69 ± 183.92

分析表 1 和表 2 中数据可知,竹叶和竹笋中多数元素含量高于竹枝和竹秆,除了锌在竹笋中含量高于其他器官,铜的含量叶中较枝中低外,其他 5 种元素在竹叶中的含量均明显增高。各器官按照元素含量从高到低排序为竹叶、竹笋、竹枝和竹秆(Mn 例外),竹叶与其他器官相比,元素含量高达数倍(Mn, K, Mg)、数十倍(Fe)、甚至数百倍(Ca)。从测

定结果还可看出,随竹龄增长,各元素含量大多有所增加;而淡竹的上、中、下部各元素含量无明显差异。

2.2 箬竹元素含量

箬竹元素含量测定结果(表 3)显示,箬竹中元素含量最高的器官同样为叶(Mn, Fe, Ca)和笋(Zn, K, Mg),只有 Cu 在叶中含量略低于枝和笋。

表3 箬竹各器官元素含量

Table 3 Element contents in different parts of *Indocalamus longiauritrus*

mg/kg

元素 Elements	笋 Shoots	叶 Leaves	枝 Branches
Cu	87.42 ± 42.83	64.12 ± 19.39	94.27 ± 21.58
Zn	489.28 ± 54.98	282.88 ± 56.14	404.69 ± 155.44
Mn	2500.37 ± 3403.92	9751.33 ± 14498.37	2396.49 ± 2691.53
Fe	1411.15 ± 353.62	2102.84 ± 768.00	192.32 ± 46.52
K	5956.85 ± 945.45	5894.34 ± 1820.38	2766.05 ± 631.68
Ca	266.27 ± 152.78	3448.76 ± 1675.36	350.08 ± 133.07
Mg	641.01 ± 54.88	615.90 ± 108.74	308.90 ± 88.10

2.3 淡竹和箬竹整株元素含量

对2种竹子整株各元素含量进行比较(图1)可知,除Mn外,淡竹和箬竹中其余6种元素的含量虽然有所不同,但差别并不十分明显,元素含量最多的都是K,其次为Ca, Fe, Mg, Zn, Cu。值得一提的是,箬竹中Mn的含量高达6073.91 mg/kg,是淡竹中的31.2倍。试验测定的箬竹样品中有2株样品叶和枝中的Mn含量分别达到13708.00, 33579.00 mg/kg和5177.50, 5505.50 mg/kg,其含量不仅明显高于箬竹其他样品(359.24~713.83 mg/kg),并且比有关文献^[1,2]报道的冷箭竹、拐棍竹、华西箭竹和峨嵋玉山竹等的Mn含量高出数倍至数百倍。因此,有必要对箬竹及影响其生长的环境因素中的Mn含量进行深入研究。

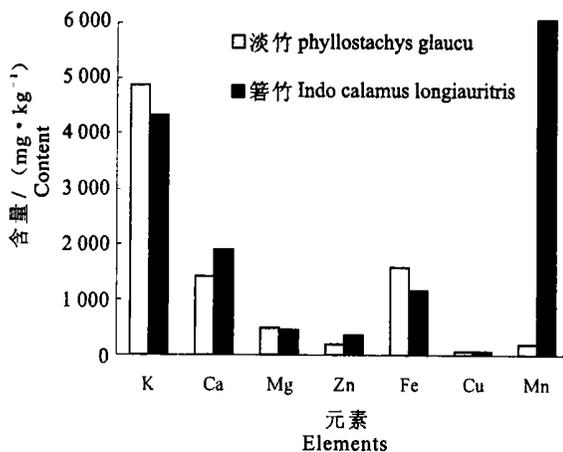


图1 淡竹与箬竹中7种元素含量比较

Fig 1 Comparison of 7 element contents between *Phyllostachys glauca* and *Indocalamus longiauritrus*

3 讨论

本研究测定的7种元素中, K, Ca, Mg为常量元素,而Zn, Fe, Cu和Mn都是必需的微量元素,在动物的生长发育和物质代谢中起着非常重要的作用。例如Ca有助于骨骼的成长; Zn, Mg, Cu等作为多种酶的辅助因子参与代谢; Fe和Cu的缺乏与贫血有关; 而缺锰会导致生殖功能及卵巢功能障碍,如

睾丸变性、精子减少,甚至失去交配能力,或者发生不育、流产等。竹子作为大熊猫的主要食物,其中各种营养素的水平与大熊猫的生长发育密切相关,而且与野生大熊猫相比,圈养大熊猫对竹子的种类和部位的选择性较低。因此,深入系统地研究圈养大熊猫的食物成分和膳食结构,对于合理投放饲料及添加营养素有指导意义。

野生秦岭大熊猫的主要食物为巴山木竹和松花竹,并且有一定的季节性^[2],而圈养的秦岭大熊猫则以淡竹和箬竹为主要食物。淡竹属于竹亚科竹超族(*Bambusatae*)竹族(*Bambuseae*)刚竹属(*Phyllostachys*)^[6]。因为其竹笋味道很甜,所以当地人称之为“甜竹”。淡竹属中型竹种,植株高约3~5m,秆形通直,韧性强。因淡竹的生长对海拔要求不高,在秦岭的不同地理位置均可见到;而巴山木竹和松花竹生长的海拔一般较高,难以采集,所以淡竹成为当地人工圈养大熊猫的主要食品之一。箬竹是一类竹的总称,属竹超族竹族箬竹属(*Indocalamus*)^[6]。大熊猫所食的箬竹高度仅1m左右,它没有明显的竹秆,竹枝细小、质地柔软,其竹株密集生长,叶长而宽,嫩叶有清香味。据工作人员介绍,当初在饲养中心周围种植箬竹只是为了美化环境,大熊猫并不吃这种箬竹,但后来却开始食用并逐渐喜欢上这种竹子,特别是在冬天其他竹子供应量不足的时候,箬竹成为大熊猫的主要食物之一,这表明大熊猫的食性会随着环境的变化而改变。

以往对大熊猫摄食行为的研究发现,大熊猫野外觅食时喜好竹秆中部而丢弃竹梢^[7]。分析其原因认为,不同光照和水分对竹子各部位生长作用的差别以及竹子生长的高度不同,可能会对熊猫采食的趋势有所影响。据了解,圈养的秦岭大熊猫对投放的淡竹各部位在食用时无明显偏好,测定结果亦显示淡竹各部位7种元素的含量差异不明显。与此相反的是,竹子不同器官的元素含量有较大差异,竹叶和竹笋中大多数元素含量高于竹枝和竹秆,这一结果

与以往的研究报道相类似^[3-5]。此外,有文献^[5]报道,4种微量元素的含量在5种大熊猫主食竹中都随竹龄的增长而明显增加。比较本研究不同竹龄7种元素的含量发现,与1年生淡竹相比,2年生淡竹中相同器官元素含量多数呈现升高的趋势,推测可能是竹子在生长过程中各元素在竹子中逐步积累的缘故。

4 结 论

通过对人工圈养的秦岭大熊猫主食竹中元素含量的测定可知,淡竹上中下不同部位各元素含量无明显差异,1年生淡竹元素含量多低于2年生淡竹。

人工圈养的秦岭大熊猫从淡竹中所摄取的元素含量依次为 K, Fe, Ca, Mg, Mn, Zn, Cu; 而箬竹中以 Mn 元素含量最多,其次是 K, Ca, Fe, Mg, Zn, Cu。2种竹子不同器官中的元素含量具有类似的趋势,即多数元素在各器官中的含量从高到低为叶、笋、枝、秆。这些结果对大熊猫饲养中制作饲料、配备副食等均有一定的参考价值。而一些有特殊生理作用的微量元素的摄入,对大熊猫的繁殖有重要意义,例如 Mn 元素是维持动物性功能的必需元素,在 3~5 月大熊猫发情期间,适当增加箬竹的喂饲量而使大熊猫体内 Mn 元素水平提高,可能会对大熊猫的交配乃至繁殖起到积极作用。

[参考文献]

- [1] 胡锦涛,夏勒,潘文石,等.卧龙的大熊猫[M].成都:四川科技出版社,1985:33-77.
- [2] 潘文石,吕植,朱小健,等.继续生存的机会[M].北京:北京大学出版社,2001:320-326.
- [3] 周昂,魏辅文,唐平.冶勒自然保护区大、小熊猫主食竹类微量元素的初步研究[J].四川师范学院学报,1996,17(1):1-3.
- [4] 周材权,胡锦涛,任丽平.马边大风顶自然保护区大熊猫二主食竹种微量元素的研究[J].四川师范学院学报,1997,18(1):5-9.
- [5] 李红,周洪群.低山平坝大熊猫的五种主食竹四种微量元素含量[J].西南农业学报,1997,10(2):90-93.
- [6] 《中国森林》编辑委员会.中国森林(第4卷):竹林、灌木林、经济林[M].北京:中国林业出版社,2000:50-100.
- [7] 唐平,周昂,李操,等.冶勒自然保护区大熊猫摄食行为及营养初探[J].四川师范学院学报,1997,18(1):1-4.

Preliminary study on the element contents in two major species of bamboos for captive Qinling giant panda

MO Xiao-Yan¹, FENG Yi¹, FENG Ning², LEI Yan-Xia³, JIN Chao¹

(1 School of Life Science and Technology, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi 710049, China;

2 Nature Reserves and Wildlife Administration Office, Forestry Department of Shaanxi, Xi'an, Shaanxi 710082, China;

3 School of Medicine, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi 710061, China)

Abstract: The atomic absorption spectrophotometry was used to determine seven elements' content (Fe, Cu, Zn, Mn, Ca, K and Mg) in two major species of bamboos - *Phyllostachys glauca* and *Indocalamus longiauritis* which were fed to the captive Qinling giant panda. The results indicated that the element content in different trunk positions (top, middle and bottom) of *Phyllostachys glauca* had little difference, and almost all of element contents increased with ages of *Phyllostachys glauca*. In both species of bamboo, contents of seven elements in leaves and shoots were higher than those in branches and stems, and there was a similar tendency in different elements except the content of Mn in *Indocalamus longiauritis*, which was 31.2 times higher than that in *Phyllostachys glauca*.

Key words: giant panda; bamboo; element content; atomic absorption spectrophotometry