

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2018.01.010

## 野生大熊猫采食对峨热竹粗灰分和干物质含量的影响

侯正扬<sup>1,2</sup>, 田忠琼<sup>1,2</sup>, 李文英<sup>1,2</sup>, 毛维莉<sup>1,2</sup>, 甘小洪<sup>1,2\*</sup>, 欧拉提子<sup>3</sup>

(1. 西华师范大学西南野生动植物资源保护教育部重点实验室, 四川 南充 637009;

2. 西华师范大学西南山地特色植物种质适应与利用研究所, 四川 南充 637009;

3. 四川省石棉县栗子坪自然保护区管理局, 四川 雅安 625400)

**摘要:**通过对大熊猫采食后峨热竹粗灰分和干物质含量进行观测,探讨峨热竹粗灰分和干物质含量的变异规律,及其受野生大熊猫采食的影响机制。结果表明:相同竹龄条件下,采食样方同一构件的粗灰分含量显著高于对照样方( $P < 0.05$ ),干物质的含量总体高于对照样方( $P > 0.05$ );枝叶粗灰分的含量显著高于竹秆( $P < 0.05$ ),而干物质的含量总体低于竹秆。随着竹龄的增加,不同竹龄粗灰分的含量大致呈逐年上升的趋势,而干物质的含量总体上呈下降趋势。大熊猫采食对于峨热竹粗灰分和干物质的积累没有明显的影响,粗灰分和干物质不会影响野生大熊猫对峨热竹的可持续利用,有利于大熊猫放归基地栗子坪自然保护区内的大熊猫生存繁衍。

**关键词:**大熊猫;峨热竹;粗灰分;干物质

中图分类号:Q945.15

文献标识码:A

文章编号:1003-5508(2018)01-0050-04

## Effects of Wild Giant Panda Eating Behaviours on Crude Ash and Dry Matter Content of *Arundinaria spanostachya*

HOU Zheng-yang<sup>1,2</sup> TIAN Zhong-qiong<sup>1,2</sup> LI Wen-ying<sup>1,2</sup> MAO Wei-li<sup>1,2</sup>  
GAN Xiao-hong<sup>1,2</sup> OU Lati-zi<sup>3</sup>

(1. Key Laboratory of Southwest China Wildlife Resources Conservation, Ministry of Education,

China West Normal University, Nanchong 637009, China;

2. Institute of Plant Adaptation and Utilization in Southwest Mountain, China West Normal University, Nanchong 637009, China;

3. The Authority Of Lizing Nature Reserve in Shimian County, Sichuan Province, Yaan 625400, China)

**Abstract:** The observation was made of the crude ash and dry matter content were observed of *Arundinaria spanostachya* after the panda ate it, and the effects of wild giant panda eating were discussed on the accumulation of crude ash and dry matter in *A. spanostachya*. The results showed that the content of crude ash in the same age-class conditions and the same organs of bamboo was significantly higher than that in the control plots ( $P < 0.05$ ), while the dry matter content was higher than that in the control plots ( $P > 0.05$ ). The content of crude ash in branches and leaves was significantly higher than that in the stem ( $P < 0.05$ ), while the content of dry matter was lower than that in the stem. With the increase of age-class, the content of crude ash increased gradually year by year, while the content of dry matter decreased. There was no obvious influence on the accumulation of the crude ash and dry matter after the giant panda eating. Crude ash and dry matter would not affect the sustainable use of *A. spanostachya* for wild giant pan-

收稿日期:2017-10-16

基金项目:“十二五”农村领域国家科技计划课题(No. 2012BAD23B05)

作者简介:侯正扬(1991-),男,四川达州人,硕士研究生,主要从事竹类营养成分研究。E-mail:cwnuhzy@163.com

\*通讯作者:甘小洪(1974-),男,博士,硕士生导师,主要从事植物资源保护与利用研究。E-mail:bhgan@cwnu.edu.cn

das. It was beneficial to the survival and reproduction of the giant panda in the Liziping Nature Reserve.

**Key words:** Giant panda, *Arundinaria spanostachya*, Crude ash, Dry matter, Liziping Nature Reserve

大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca*)是一种古老的动物,被动物学家称为“活化石”,是我国独有的国宝。大熊猫经过长期的协同进化,逐渐形成了以亚高山竹类为食的觅食对策,其野外食物中99%是竹子,并且采食竹子的构件随季节不同而变化,这与竹子中营养成分的含量相关<sup>[1~3]</sup>。目前,有关大熊猫与其主食竹种之间的研究主要集中在大熊猫的觅食策略方面<sup>[4~6]</sup>,近年来科学家逐渐关注大熊猫采食后对其主食竹及其栖息地的影响及恢复方面<sup>[7~9]</sup>,但有关大熊猫采食对竹种营养成分的影响还少有研究报道。

竹子属单子叶禾本科竹亚科多年生木本植物<sup>[10]</sup>。竹子中的粗灰分是指在样品高温条件下全部的有机物质氧化后剩余的残渣,主要为矿物质氧化物或盐类等无机物质,粗灰分是衡量样品营养质量的一个指标,但是粗灰分并不是样品中的营养成分<sup>[11]</sup>;干物质是样品指充分干燥后余下的有机物,是衡量植物有机物积累、营养成分多少的一个重要指标。雅安市栗子坪自然保护区内的野生大熊猫主食竹主要是峨热竹(*Arundinaria spanostachya*),其隶属于禾本科竹亚科巴山木竹属的多年生木本植物,地下茎复轴混生型,生于海拔3200 m~3900 m的长苞冷杉或杜鹃林下,四川西南部特产,其竹笋可供食用;该物种也是栗子坪自然保护区放归大熊猫的主食竹,同时对高山地区的水土保持、水源涵养有巨大的作用。

迄今为止,对峨热竹的研究相对较少,主要集中在营养成分及其与环境因子相互关系、食性与生物量关系等方面<sup>[12~17]</sup>。这些研究多从大熊猫的视野角度出发,而大熊猫采食后峨热竹的响应机制尚不清楚,其营养成分是否仍然符合大熊猫的取食标准?是否有利于大熊猫的可持续利用?这一切都还有待进一步研究。

采用国标法对栗子坪自然保护区内大熊猫采食后峨热竹的粗灰分和干物质含量进行测定,分析其被大熊猫采食后各构件的营养成分含量的变化规律,探讨大熊猫采食对峨热竹营养成分的影响,为栗子坪自然保护区大熊猫的放归、大熊猫栖息地的恢复以及大熊猫食物资源的可持续利用奠定理论基础。

## 1 研究地概况

研究地位于四川省雅安市石棉县栗子坪国家级自然保护区大熊猫采食峨热竹较集中的区域——麻麻地(E 102°10'33" ~ 102°29'07", N 28°51'02" ~ 29°08'42"),海拔1330 m~4551 m,气候类型是以亚热带季风气候为主的山地气候,年平均气温约为11.7℃~14.4℃之间,年降水量800 mm~1250 mm,降水随海拔升高呈递增趋势。本次采样地位于亚高山针叶落叶阔叶混交林带,植被类型多样,乔木层主要以铁杉(*Tsuga chinensis*)、以及阔叶树种红桦(*Betula utilis* var. *sinensis*)、大叶杨(*Populus lasiocarpa*)等为主,灌木层主要以峨热竹为主。郁闭度和覆盖度较高,土壤以山地棕黄壤为主。

## 2 材料与方法

### 2.1 样方设置

于2016年5月在栗子坪自然保护区麻麻地大熊猫主要采食区海拔2800 m~2900 m范围内,根据2015年秋冬季节大熊猫采食的痕迹,选择坡度、坡向、光照条件等环境因子较为一致的峨热竹群落,在坡度较缓的阳坡设定峨热竹2 m×2 m的采食样方15个,在每一采食样方附近至少距离15 m处设置具有相似生境和大小的对照样方15个,对比分析大熊猫采食对峨热竹营养成分影响。

### 2.2 样方调查与样品采集

根据峨热竹分株竹秆的颜色,将样方内的峨热竹分为1 a生、2 a生和多年生(≥3 a)3个龄级,分别对每一分株及采食后的残桩的基径、高度、龄级等进行观测<sup>[18]</sup>。根据样方内各龄级分株基径平均值不超过5%的原则在附近立地条件相似的地方选取各龄级3株作为标准竹,并将其从基部剪断,并按枝叶、竹秆、笋等构件对标准竹进行分解。经自然风干后,密封装袋带回实验室,置于烘箱中烘干至恒重。之后,使用粉碎机分别对烘干的峨热竹的枝、秆和叶进行粉碎处理。

### 2.3 仪器与设备

粉碎机(武义海纳电器有限公司);分析筛(新乡市康达新机械有限公司);电子天平(上海良平仪

器仪表有限公司);高温电炉(江苏华东炉业有限公司);电热式恒温烘箱(苏州贯觉电热设备有限公司);瓷坩埚(醴陵市茶山万财坩埚瓷业有限公司);干燥器(成都市营江散热设备有限责任公司)。

#### 2.4 实验方法

采用灼烧质量法(GB/T 5009.4-2003)测定峨热竹中粗灰分的含量,直接干燥法(GB/T 5009.3-2003)测定峨热竹中干物质的含量<sup>[19]</sup>。计算公式如下:

$$\text{粗灰分}(\%) = (m_2 - m_0) / (m_1 - m_0) \times 100\%$$

注:式中  $m_0$  表示恒重空坩埚质量,  $m_1$  表示坩埚加试样的质量,  $m_2$  表示灰化后坩埚加灰分的质量。

$$\text{干物质}(\%) = 1 - (m_1 - m_2) / (m_1 - m_0) \times 100\%$$

注:式中  $m_1$  表示 105 °C 烘干前试样及称量皿质量,  $m_2$  表示 105 °C 烘干后试样及称量皿质量,  $m_0$  表示已恒重的称量皿质量。

#### 2.5 数据处理

试验所有数据都用平均数和标准误差来表示

表 1 不同年龄不同部位粗灰分含量(%)

Tab. 1 The content of crude ash from different age-class and organs

样方类型 Plot type	构件 Module	竹龄 Age-class			
		笋 Shoot	1 a 生 Annual	2 a 生 Biennial	多年生 Perennial
采食样方 Grazed plots	竹枝和叶 Branch and leaf		6.53 ± 0.31aA	6.96 ± 0.25aA	7.18 ± 0.21aA
	竹秆 Stem	5.07 ± 0.30a	2.50 ± 0.11bB	2.22 ± 0.13bB	1.93 ± 0.15bB
对照样方 Control plots	竹枝和叶 Branch and leaf		6.16 ± 0.13aA	6.34 ± 0.20aA	7.34 ± 0.58aA
	竹秆 Stem	4.83 ± 0.20a	2.38 ± 0.06bB	2.13 ± 0.09bcB	1.82 ± 0.13cB

注:表中数据为平均数 ± 标准误差;同一行中不同小写字母表示同一部位不同年龄之间差异显著( $P < 0.05$ );同列不同大写字母表示相同年龄差异显著( $P < 0.05$ )。下同。

#### 3.2 峨热竹干物质含量分析

由表 2 可知,同一竹龄相同样方中,峨热竹的枝和叶的干物质含量均低于竹秆( $P > 0.05$ ),但两者之间差异不显著。

随着竹龄的增加,采食样方中峨热竹的枝和叶的干物质含量呈现出先下降后上升的趋势,不同竹龄之间差异不显著;竹秆的干物质含量呈现出“增加→减小→增加”的趋势,不同竹龄之间差异不显著( $P > 0.05$ )。对照样方中,峨热竹的枝和叶的干

表 2 不同年龄不同部位干物质含量(%)

Tab. 2 The content of dry matter from different age-class and organs

样方类型 Sample type	部位 Module	竹龄 Age-class			
		笋 Shoot	1 a 生 Annual	2 a 生 Biennial	多年生 Perennial
采食样方 Grazed plots	竹枝和叶 Branch and leaf		92.10 ± 0.51aA	87.89 ± 3.45aA	89.01 ± 1.62aA
	竹秆 Stem	89.13 ± 0.83a	91.65 ± 0.67aA	91.85 ± 0.25aA	90.60 ± 0.96aA
对照样方 Control plots	竹枝和叶 Branch and leaf		83.88 ± 5.72aA	88.75 ± 2.29aA	87.90 ± 2.38aA
	竹秆 Stem	88.93 ± 0.68a	88.21 ± 2.76aA	88.61 ± 2.45aA	86.21 ± 5.42aA

(Mean ± SE),采用 Excel 2010 整理数据,利用 SPSS 23.0 系统分析软件对数据进行多重比较分析。

### 3 结果与分析

#### 3.1 峨热竹粗灰分含量分析

由表 1 可知,相同竹龄条件下,无论是采食样方还是对照样方,峨热竹枝叶的粗灰分含量之和均显著高于竹秆( $P < 0.05$ )。

随着竹龄的增加,峨热竹的枝和叶的粗灰分含量呈逐渐增加的趋势,但不同竹龄之间差异不显著( $P > 0.05$ );而竹秆粗灰分含量则随竹龄的增加呈递减趋势,其中竹笋的粗灰分含量最高(5.07%),与其余竹龄的竹秆之间存在显著性差异( $P < 0.05$ ),其余竹龄竹秆之间差异不显著。

对比分析采食样方和对照样方发现,采食样方中峨热竹同一竹龄同一构件的粗灰分含量均高于对照样方,但两种样方之间差异不显著( $P > 0.05$ ) (表 1)。

物质含量随竹龄增加表现为先上升后下降的趋势,不同竹龄之间差异不显著;竹秆的干物质含量随竹龄的增加呈现出逐渐上升的趋势,各龄级之间差异不显著( $P > 0.05$ )。

对比分析采食样方和对照样方可知,同一竹龄同一构件,枝和叶的干物质含量采食样方均高于对照样方,而竹秆的干物质含量总体上是对照样方高于采食样方,但不同处理之间差异不显著(表 2)。

## 4 讨论

### 4.1 峨热竹粗灰分和干物质含量变化规律

研究发现,相同竹龄不同构件中,峨热竹的枝和叶的粗灰分含量均明显高于竹秆,而枝和叶的干物质含量低于竹秆,但差异并不显著。即表明,相同竹龄峨热竹的枝叶的矿物质含量高于竹秆,但其营养成分的积累则低于竹秆,竹秆的营养质量高于枝叶,这与巴山木竹(*Bashania fargesii*)研究结果一致<sup>[20~21]</sup>。因此,在食物缺乏的冬季,大熊猫往往通过采食峨热竹的竹秆,以获取更多的能量来维持自身机体正常的生长发育。

未经大熊猫采食的样方中,峨热竹枝和叶粗灰分含量随竹龄增加而逐渐增加,干物质含量随竹龄的增加呈现先增加后下降的趋势;竹秆粗灰分含量随竹龄的增加而逐渐降低,干物质含量则随竹龄的增加而逐渐增加。整体上可以发现,峨热竹相同构件粗灰分和干物质含量的积累随竹龄增加呈现相反的趋势。即表明,在竹秆方面竹龄越大其营养质量更高,矿物质含量更少;在枝叶方面竹龄越大矿物质含量越高,但其营养质量越低。这与短雉玉山竹(*Yushania brvipaniculata*)、巴山木竹等的研究结果一致<sup>[20~22]</sup>。随着竹龄的增加,峨热竹枝和叶中营养物质含量越少,而竹秆则随着竹龄的增加营养物质逐渐积累。

### 4.2 大熊猫采食对峨热竹粗灰分和干物质积累的影响

研究发现,大熊猫采食后同一竹龄枝叶、竹秆的粗灰分含量和干物质含量在两种处理之间均无明显的差异。结果表明,大熊猫采食对峨热竹同一竹龄粗灰分和干物质的积累没有明显的影响,这与周世强<sup>[7~9]</sup>等对拐棍竹(*Fargesia robusta*)的研究结果一致。

随着竹龄的增加,峨热竹同一构件的粗灰分含量在两种处理中的变化趋势基本一致;但干物质含量在两种处理之间却出现细微的区别:枝叶的干物质含量在采食样方中呈现出先降再升的趋势,在对照样方中呈现出先升再降的趋势;竹秆的干物质含量在采食样方中先减少后逐渐增加,在对照样方中则呈逐渐增加的趋势。这一结论表明大熊猫采食后峨热竹的同一构件粗灰分和干物质含量可能存在微弱的变化,但是无明显的差别,符合大熊猫的采食标准,其营养成分随着竹龄而逐渐积累,有利于野生大熊猫对峨热竹的可持续利用,有利野生大熊猫在栗

子坪自然保护区内的生存和繁衍。

### 参考文献:

- [1] 周世强,张和民,李德生. 大熊猫觅食行为的栖息地管理策略[J]. 四川动物,2010,29(3):340~345.
- [2] 胡锦涛. 大熊猫的食性研究[J]. 西华师范大学学报(自然科学版),1981(3):19~24.
- [3] 周世强,黄金燕. 大熊猫主食竹种的研究与进展[J]. 世界竹藤通讯,2005,3(1):1~6.
- [4] 张泽钧,胡锦涛,吴华. 邛崃山系大熊猫和小熊猫生境选择的比较[J]. 兽类学报,2002,22(3):161~168.
- [5] 胡锦涛. 岷山山系的大熊猫[J]. 四川动物,1986(2):29~32.
- [6] 何礼,魏辅文,王祖望,等. 相岭山系大熊猫的营养和能量对策[J]. 生态学报,2000,20(2):177~183.
- [7] 周世强,黄金燕,等. 野化培训大熊猫采食和人为砍伐对拐棍竹无性系种群生物量的影响[J]. 应用与环境生物学报,2012,18(01):1~8.
- [8] 周世强,黄金燕,等. 野化培训大熊猫采食和人为砍伐对拐棍竹无性系种群结构的影响[J]. 应用生态学报,2010,21(07):1709~1717. DOI:10.13287/j.1001-9332.
- [9] 周世强,黄金燕,等. 野化培训大熊猫采食和人为砍伐对拐棍竹无性系种群更新的影响[J]. 生态学报,2009,29(09):4804~4814.
- [10] 卓治非. 竹浆制备纳米纤维素晶体的研究[J]. 生物质化学工程,2015(4):57.
- [11] 曾根滨,曹庆云. 饲料中粗灰分含量测定方法的优化探索[J]. 饲料研究,2017,(04):48~53. [2017-09-22]. DOI:10.13557/j.cnki.issn1002-2813.2017.04.013
- [12] 周宏,袁施彬,杨志松,等. 四川栗子坪自然保护区夏季大熊猫食性与主食竹生物量的关系[J]. 兽类学报,2014,(01):93~99.
- [13] 张龙艳,李珊,甘小洪. 峨热竹无性系种群地上部分生物量结构与模型研究[J]. 世界竹藤通讯,2014,(05):16~21.
- [14] 何礼,魏辅文,王祖望,等. 相岭山系大熊猫的营养和能量对策[J]. 生态学报,2000,20(2):177~183.
- [15] 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初步研究[J]. 四川师范学院学报:自然科学版,1996,17(1):1~3.
- [16] 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:自然科学版,1997,18(1):1~4.
- [17] 魏辅文,冯祚建,王祖望,等. 相岭山系大小熊猫主食竹类峨热竹的生长发育与环境因子间的相互关系[J]. 生态学报,1999,19(5):710~714.
- [18] 苏文会,顾小平,官凤英,等. 大木竹种群生物量结构及其回归模型[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2006,(05):51~54.
- [19] 苟光前,丁雨龙,杨柳,等. 寒竹属3个种竹笋营养成分的分析[J]. 中国蔬菜,2010,1(16):79~81.
- [20] 袁施彬,屈元元,张泽钧,等. 圈养大熊猫食谱组成与营养成分分析[J]. 兽类学报,2015,(01):65~73.
- [21] 屈元元,袁施彬,张泽钧,等. 圈养大熊猫主食竹及其营养成分比较研究[J]. 四川农业大学学报,2013,(04):408~413.
- [22] 徐望彬,张君. 宝兴蜂桶寨短雉玉山竹营养分析[J]. 生物学通报,2006,(06):54~55. [2017-09-25].