

绿竹笋形态性状与营养成分的产地差异分析

郑蓉¹, 郑维鹏¹, 方伟², 黄耀华², 张闪闪²

(1. 福建省林业科学研究院, 福建 福州 350012; 2. 浙江农林大学 亚热带森林培育国家重点实验室培育基地, 浙江 临安 311300)

摘要: 分析了福建和浙江 12 个绿竹 *Dendrocalamopsis oldhami* 主要产地鲜笋形态性状(笋地径、笋高、总质量、去壳质量)和营养成分(水解氨基酸、还原糖、水溶性总糖、粗蛋白质、粗纤维、总灰分、水分)的差异, 探明主要品质性状间的相关性。结果表明, 受产地生长性状、栽培条件的影响, 产地间鲜笋形态指标差异明显, 变异系数为 13.27% ~ 36.13%, 产地漳州、福安及凤岭的可食率最高, 达 77% ~ 82%; 产地龙岩、苍南、龙湖、同安、漳州及漳平水解氨基酸总量较高, 品味鲜美; 竹笋营养成分的积累也因产地不同而差异明显, 粗纤维、还原糖、水溶性总糖受影响最为显著, 相关分析表明竹笋含糖量较高时粗纤维质量分数较低, 水溶性总糖与总灰分则呈显著负相关; 有效营养成分较高者为产地福安、永泰、苍南和尤溪, 平均值为 85.05%, 其产地栽培历史悠久, 竹林经营科学合理, 可为绿竹的优质栽培管理提供借鉴。图 1 表 4 参 11

关键词: 植物学; 绿竹笋; 形态性状; 营养成分; 产地差异

中图分类号: S795.9

文献标志码: A

文章编号: 1000-5692(2010)06-0845-06

Shapes and nutrients of *Dendrocalamopsis oldhami* bamboo shoots in 12 production areas

ZHENG Rong¹, ZHENG Wei-peng¹, FANG Wei², HUANG Yao-hua², ZHANG Shan-shan²

(1. Fujian Academy of Forestry Science, Fuzhou 350012, Fujian, China; 2. The Nurturing Station for the State Key Laboratory of Subtropical Silviculture, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

Abstract: Shape indexes (diameter, height, gross weight, and net weight) and nutrient components (hydrolyzed amino acids, reducing sugars, total sugars, crude protein, crude fiber, ash, and water) of *Dendrocalamopsis oldhami* bamboo shoots in 12 main production areas (Fu'an, Youxi, Yongtai, Yongchun, Zhangping, Tong'an, Zhangzhou, and Longyan of Fujian Province as well as Fengling, Cangnan, Daidi, and Longhu of Zhejiang Province) were studied with a correlation analysis being used on shoot quality traits. Results showed significant differences ($P < 0.01$) for shape indexes in different production areas, and the coefficient of variation (C.V.) was 13.3% – 36.1%. Also, the edible rates were highest in the Zhangzhou, Fu'an, and Fengling areas reaching 77% – 82%. Total hydrolyzed amino acids were higher in the Longyan, Cangnan, Longhu, Tong'an, Zhangzhou, and Zhangping areas, and nutrient accumulation in the bamboo shoots showed marked differences ($P < 0.01$), especially for crude fiber, reducing sugars, and total sugars. In addition, the correlation analysis showed high sugar content with low fiber content, and total sugars was negatively correlated to total ash ($r = -0.5943$, $P < 0.051$). Higher available nutritional components (averaging of 85.05%) were found in Fu'an, Yongtai, Cangnan, and Youxi areas. Thus, these three areas, having a long cultivation history and utilizing scientific bamboo management techniques, could provide a reference for better cultivation and management of *D. oldhami*.

收稿日期: 2010-01-28; 修回日期: 2010-05-19

基金项目: 福建省科技厅重大项目(97-Z-27); 国家林业局南方山地用材林培育重点实验室资助项目

作者简介: 郑蓉, 高级工程师, 博士, 从事竹类研究。E-mail: zhengronggy@163.com

[Ch, 1 fig. 4 tab. 11 ref.]

Key words: botany; *Dendrocalamopsis oldhami* bamboo shoot; shape trait; nutritional components; production area diversity

绿竹 *Dendrocalamopsis oldhami* 是南亚热带地区优良速生的丛生竹种之一, 其笋味鲜美, 笋质脆嫩, 是一种高氮、多糖类、粗脂肪含量低的绿色保健食品, 具有降压、降脂、助消化的功效, 符合现代人们对食品的需求。目前, 中国绿竹主要栽培地以闽浙两省较为集中, 长期的自然演化和人工栽培使得绿竹形成了适应当地环境的地理群体^[1], 在绿竹鲜笋品质分析与利用价值也有过研究报道^[2-4]。本研究着重对不同产地绿竹笋理化品质的差异比较, 为探讨绿竹笋主要品质与产地生态因子相关性, 以及在不同生态栽培区选育优良品种和丰产栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 样品来源

选择福建和浙江等地 12 个绿竹主要产地, 包括福建福安、尤溪、永泰、永春、漳平、同安、漳州、龙岩, 浙江凤岭、苍南、岱底、龙湖。其地理气候概况见参考文献[5]。参试绿竹笋采自主要产地的代表性林分(当地栽培 60 a 以上, 立地级为 2 级, 竹林管理较为集约, 施用复合肥和有机肥等)。

1.2 样品采集与处理

在绿竹出笋盛期(7 月中旬前后), 采 1 年生母竹萌发的竹笋, 各产地取 5 ~ 10 个稍露或未露出土竹笋, 大小适中, 生长正常, 无病虫害。笋样用冰盒装带回实验室, 清洗掉泥土后沥干水分; 带壳称量并测量地径和高度; 剥去笋箨、切除笋头, 取可食部分称量; 采用四分法取样, 纵切竹笋, 切丝, 置 105 ℃烘箱杀青 15 min, 再在 60 ~ 70 ℃恒温干燥至恒量, 称量; 最后用植物粉碎机磨细过筛, 置于干燥器备用。

1.3 分析方法

1.3.1 基径粗和可食用率测定 盛笋期绿竹笋测定形态性状, 指标有最大周长、笋高度和可食率(去壳净质量/总质量)。

1.3.2 蛋白质水解氨基酸测定^[6] 采用日立 835 - 50 氨基酸自动分析仪测定笋的水解氨基酸种类: 天门冬氨酸 Asp, 苏氨酸 Thr, 丝氨酸 Ser, 谷氨酸 Glu, 甘氨酸 Gly, 丙氨酸 Ala, 缬氨酸 Val, 蛋氨酸 Met, 异亮氨酸 Iso, 亮氨酸 Leu, 酪氨酸 Tyr, 苯丙氨酸 Phe, 赖氨酸 Lys, 组氨酸 His, 精氨酸 Arg, 脯氨酸 Pro, 胱氨酸 Cys 等 17 种氨基酸质量分数。

1.3.3 主要成分指标测定^[6-7] 总氮(粗蛋白质)质量分数采用克氏定氮法测定; 可溶性总糖采用蒽酮比色法测定; 还原糖采用 3, 5-二硝基水杨酸比色法; 总灰分采用马福炉灼烧法测定; 含水率测定采用烘干恒量法; 粗纤维测定采用 Somogyi 法测定。实验仪器有 UV-3210 紫外可见分光光度计(日本日立公司), 5804R 离心机(effendorf)和 SR30 马福炉等。

1.3.4 数据分析 SPSS 11.0 软件进行单因素方差分析, Duncan 法多重比较, DPS 软件进行离差平方和法聚类分析, 相关分析^[8]。

2 结果与分析

2.1 绿竹笋形态性状的产地差异

12 个产地绿竹笋的形态性状测定表明(表 1), 产地间竹笋的形态性状有一定的变幅, 变幅大小因性状不同而异。笋基径、笋高、总质量和去壳净质量的平均值分别 7.7 cm, 14.4 cm, 313.4 g, 2 16.2 g, 相应性状的变异系数为 13.27%, 23.38%, 32.45%, 36.13%, 以去壳净质量指标变异最大。鲜笋可食率平均为 68.7%, 其变异系数 16.33%, 变幅为 36.5%。经方差分析, 绿竹笋形态性状在产地间的差异均达到极显著水平, 各性状指标 F 值大于 2.958, 以可食率差异最显著($F = 11.279$), 其次为基径与总质量指标, 笋高度的差异最小。12 个产地中, 福安和凤岭的笋基径、去壳净质量和总质量的均值

较大，永春笋高和总质量均值最大，而龙岩各项指标较小，多重比较得产地尤溪、福安、岱底、永春、漳平间的笋直径、笋高度差异不显著，产地尤溪、苍南、岱底、同安之间可食率差异不显著，但与龙岩、永春存在显著差异，龙岩与其他产地各指标都存在极显著差异。

由此，因各地绿竹生长习性和栽培方式的不同，竹笋个体指标变化较大，而因各地不同的采收高度，其可食率相应地有所不同。以漳州、福安、凤岭的可食率最高，且此三地竹林经营条件较好，因此适时适法的培土挖笋技术更促进鲜笋的生长。

表 1 不同产地绿竹笋形态性状比较

Table 1 Shape traits of bamboo shoots from different production areas

产地	笋基径/cm	笋高度/cm	去壳净质量/g	总质量/g	可食率/%
尤溪	7.7 ± 0.24 ABC	15.7 ± 0.30 AB	218.9 ± 2.02 BCDE	304.0 ± 10.13 BCD	72.0 ± 1.65 ABC
福安	8.8 ± 0.28 A	15.3 ± 0.43 AB	360.8 ± 1.99 A	456.1 ± 7.62 A	79.1 ± 1.27 A
漳州	8.2 ± 0.26 AB	9.5 ± 0.17 CD	236.0 ± 1.35 CDE	288.0 ± 6.04 BCD	81.9 ± 0.87 A
龙岩	4.9 ± 0.26 D	7.6 ± 1.86 D	38.3 ± 1.88 F	67.8 ± 9.46 E	56.5 ± 3.03 D
凤岭	8.6 ± 0.24 A	12.5 ± 1.04BCD	318.9 ± 1.47 AB	409.9 ± 2.62 AB	77.8 ± 2.06 A
苍南	8.0 ± 0.18 AB	13.3 ± 0.33 BC	276.1 ± 2.12 ABC	361.2 ± 5.04 ABC	76.4 ± 0.55 AB
岱底	7.7 ± 0.22 ABC	13.7 ± 1.03 ABC	270.0 ± 1.95 ABCD	355.0 ± 3.76 ABC	76.1 ± 0.89 AB
龙湖	6.7 ± 0.22 C	15.8 ± 1.36 AB	162.0 ± 1.89 DE	255.8 ± 4.32 CD	63.3 ± 1.58 CD
永春	7.8 ± 0.33 ABC	18.5 ± 0.58 A	207.3 ± 1.91 CDE	390.7 ± 9.25 ABC	53.1 ± 0.16 D
永泰	7.0 ± 0.22 BC	15.6 ± 0.44 AB	174.5 ± 1.94 CDE	273.8 ± 5.47 BCD	63.8 ± 1.68 BCD
同安	7.1 ± 0.24 BC	11.6 ± 1.16 BCD	153.7 ± 2.09 E	201.1 ± 5.17 D	76.4 ± 1.45 AB
漳平	8.4 ± 0.22 AB	15.3 ± 1.20 AB	195.8 ± 1.79 CDE	308.3 ± 7.14 BCD	63.5 ± 1.34 BCD
F 值	10.716**	3.526**	8.783**	9.598**	11.279**

说明：表中数据 = 平均值 ± 标准误差，大写字母代表 $P < 0.01$ ， $F_{0.01}(11, 24) = 3.094$ 。

2.2 绿竹笋营养品质的产地差异

2.2.1 不同产地蛋白质水解氨基酸质量分数比较 通过 12 个产地绿竹鲜笋的蛋白质水解氨基酸质量分数分析(表 2)，17 种氨基酸中，谷氨酸质量分数为最高，平均达 $23.47 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ，其次为天门冬氨酸，平均为 $22.48 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ，最低者是酪氨酸($1.69 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$)和蛋氨酸($1.22 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$)。各产地间差异最大为酪氨酸质量分数(变异系数 41.2%)，其次为赖氨酸(33.9%)，脯氨酸(26.1%)，而亮氨酸差异最小(10.8%)。12 个产地中，水解氨基酸总量超过平均值的有 6 个，产地龙岩总量值最高 ($155.0 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$)，其次为龙湖、漳平、苍南、同安、漳州；产地凤岭总量值最小($102.05 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$)。天门冬氨酸与谷氨酸是影响竹笋鲜味的主要成分，参试样品中天门冬氨酸与谷氨酸之和大于平均值($45.97 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$)的产地有 7 个，依次为：龙岩、苍南、漳州、同安、岱底、龙湖、漳平。综合以上二项指标排序，产地龙岩、苍南、龙湖、同安、漳州、漳平不仅水解氨基酸总量较高，而且笋味鲜美。

2.2.2 不同产地主要营养成分质量分数比较 测定了产地样笋的还原糖、水溶性总糖、粗蛋白质、粗纤维、水分含量、总灰分等 6 项成分质量分数(表 3)，各项指标平均值分别为 $177.6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ， $211.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ， $251.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ， $89.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ， 91.85% ， $85.7 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ，除水分外，粗蛋白质质量分数最高，其次是水溶性总糖和还原糖。因栽培产地气候与土壤的差异，对竹笋营养成分的积累具有一定影响，表现在各地笋体养分含量具有较大差异，主成分比例各不相同。12 个产地竹笋主要营养成分质量分数变幅范围：还原糖为 $73.0 \sim 270.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ，水溶性总糖为 $117.0 \sim 316.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ，粗蛋白质为 $227.0 \sim 302.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ，水分含量为 $89.5\% \sim 93.3\%$ ，总灰分为 $50.0 \sim 108.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ，粗纤维为 $40.0 \sim 152.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ，其中粗纤维和还原糖的产地差异最显著，变异系数分别为 37.0% 和 36.2%，水分含量差异最小(1.1%)。方

表 2 不同产地绿竹笋水解氨基酸质量分数

Table 2 Content of hydrolyze amino acids of bamboo shoot from different production areas

氨基酸	不同产地绿竹笋水解氨基酸质量分数/(mg·g ⁻¹)											
	福安	永泰	尤溪	漳平	永春	龙岩	漳州	同安	苍南	凤岭	岱底	龙湖
天门冬氨酸	22.17	18.36	20.30	23.26	18.74	26.74	19.01	24.90	25.89	20.25	26.63	23.49
苏氨酸	6.34	5.75	6.11	7.44	6.88	8.38	6.45	7.34	6.25	5.33	6.26	7.10
丝氨酸	6.48	5.91	5.94	7.91	6.75	9.26	5.79	7.82	6.86	5.88	7.29	7.74
谷氨酸	21.25	17.92	21.79	23.93	19.30	29.01	32.02	24.35	27.10	19.09	21.49	24.62
甘氨酸	5.06	5.87	5.29	6.03	6.33	7.48	5.62	5.62	5.18	4.85	5.57	6.11
丙氨酸	11.64	10.67	11.10	11.97	11.86	14.56	9.53	9.75	13.04	10.54	11.61	13.88
胱氨酸	2.33	1.99	1.98	2.25	2.20	2.35	1.85	1.92	2.22	1.27	2.36	2.64
缬氨酸	5.87	6.05	6.48	7.73	6.78	8.16	6.32	6.36	6.41	4.98	6.18	7.13
蛋氨酸	1.45	1.11	1.38	0.83	1.25	1.02	1.19	1.64	1.17	1.17	1.07	1.32
异亮氨酸	4.83	4.07	4.21	4.64	4.38	5.09	4.68	4.70	3.19	3.45	4.55	4.92
亮氨酸	8.24	8.70	8.75	9.73	9.88	10.74	7.93	8.62	8.17	7.39	8.76	9.80
酪氨酸	0.85	1.89	1.82	2.46	2.37	2.40	1.03	1.07	1.23	0.70	1.74	2.67
苯丙氨酸	4.72	3.76	4.56	4.29	5.09	5.36	4.75	4.27	4.57	3.30	4.55	3.90
赖氨酸	5.14	4.86	4.74	6.40	7.18	11.74	5.19	5.00	4.59	5.04	5.08	5.57
组氨酸	1.88	2.33	2.57	2.79	2.20	3.93	2.48	3.27	2.18	1.85	2.65	3.15
精氨酸	7.09	4.40	4.44	6.62	6.20	7.29	6.74	3.81	5.93	4.72	4.57	7.45
脯氨酸	1.99	2.59	2.15	1.43	2.74	1.47	2.66	3.66	1.98	2.25	2.24	2.36
总量	117.32	106.22	113.60	129.72	120.13	155.00	123.22	124.11	125.94	102.05	122.61	133.86

表 3 不同产地绿竹笋主要营养成分分析

Table 3 Nutrition components of bamboo shoot from different production areas

产地	还原糖/(g·kg ⁻¹)	水溶性总糖/(g·kg ⁻¹)	粗蛋白质/(g·kg ⁻¹)	含水量/%	总灰分/(g·kg ⁻¹)	粗纤维/(g·kg ⁻¹)
福安	243.0 ± 2.5 B	250.0 ± 26.0 A	243.0 ± 13.7 D	92.3 ± 0.44 AB	89.0 ± 0.6 BCD	70.0 ± 6.6 DE
尤溪	270.0 ± 5.1 A	227.0 ± 11.4 AB	234.0 ± 5.6 D	91.6 ± 0.29 ABC	50.0 ± 0.3 F	80.0 ± 3.5 CD
永泰	192.0 ± 6.1 C	254.0 ± 6.3 A	302.0 ± 9.9 A	91.9 ± 0.55 AB	83.0 ± 0.6 DE	89.0 ± 6.1 BC
永春	119.0 ± 3.8 E	139.0 ± 6.7 DEF	232.0 ± 10.7 D	92.7 ± 0.64 AB	108.0 ± 0.5 A	152.0 ± 3.5 A
龙岩	107.0 ± 5.0 E	123.0 ± 13.7 EF	298.0 ± 13.9 AB	89.5 ± 0.32 C	92.0 ± 2.1 BC	100.0 ± 4.2 B
漳州	73.0 ± 2.9 F	118.0 ± 0.3 F	250.0 ± 15.3 CD	91.4 ± 0.56 ABC	83.0 ± 1.2 DE	113.0 ± 1.5 B
漳平	80.0 ± 11.6 F	146.0 ± 8.4 CDEF	229.0 ± 4.5 D	90.7 ± 0.21 BC	86.0 ± 1.5 CD	99.0 ± 4.5 B
同安	171.0 ± 2.1 D	155.0 ± 24.2 BCDEF	262.0 ± 5.9 BCD	92.7 ± 0.44 AB	95.0 ± 1.6 B	89.0 ± 1.5 BC
凤岭	208.0 ± 2.1 C	171.0 ± 13.7 BCDEF	237.0 ± 1.5 D	93.3 ± 0.35 A	88.0 ± 1.5 CD	60.0 ± 3.6 EF
苍南	238.0 ± 1.7 B	201.0 ± 22.8 ABCD	287.0 ± 3.5 ABC	91.3 ± 0.57 ABC	77.0 ± 2.5 E	50.0 ± 1.5 F
岱底	195.0 ± 5.5 C	218.0 ± 20.9 ABC	227.0 ± 2.5 D	92.6 ± 0.86 AB	86.0 ± 1.5 CD	70.0 ± 2.1 DE
龙湖	230.0 ± 6.4 B	197.0 ± 25.1 ABCDE	253.0 ± 3.5 CD	92.4 ± 0.50 AB	79.0 ± 1.2 E	40.0 ± 2.1 F
F 值	161.743**	7.975**	9.315**	4.322**	74.060**	63.918**

说明：水分含量是占绿竹笋鲜质量的百分数(%)；粗蛋白质、还原糖、水溶性总糖、粗纤维、总灰分是占干质量比值；表中数据 = 平均值 ± 标准误差；不同大写字母代表 $P < 0.01$, $F_{0.01}(11, 24) = 3.094$ 。

差分析表明,各成分在产地间差异均达极显著水平,以还原糖差异最显著, $F = 161.743$,水分含量差异最小, $F = 4.322$ 。

由表 4 可知,绿竹笋主要营养成分指标间存在相互依存和制约的关系。还原糖与水溶性总糖呈极显著正相关(相关系数 $r = 0.892\ 8$),与粗纤维呈显著负相关(相关系数 $r = -0.628\ 2$),即当竹笋含糖量较高时,粗纤维较低;水溶性总糖与总灰分则呈显著负相关(相关系数 $r = -0.594\ 3$);而其他指标间相关不显著。

2.2.3 有效营养成分的聚类分析 以还原糖、水溶性总糖、粗蛋白质、粗纤维等指标之和作为笋主要有效营养成分,进行系统聚类,构建树系图(图 1)。以阈值 $T = 10.0$ 为界,将 12 个产地的有效营养成分 3 类,第一类为福安、永泰、苍南、尤溪,笋有效营养成分含量较高,平均值为 85.1%,各产地也是绿竹分布主产区和名产区;第二类包括永春、龙岩、凤岭、同安、岱底、龙湖,平均值为 70.3%;第三类包括漳州和漳平,平均值为 56.1%。但聚合成一类的产地,它们的地理位置大部分不具有连续性。

3 小结与讨论

研究表明,不同产地的绿竹笋形态性状存在较大差异,福安、漳州、凤岭的可食率较高,除受产地生长习性影响外,与当地适度培笋、适时采收有关,具有借鉴之处。各产地鲜笋的水解氨基酸测定值均以谷氨酸与天门冬氨酸质量分数最高,笋味鲜美,且参试产地龙岩、苍南、龙湖、同安、漳州和漳平的水解氨基酸总量较高,更富含营养。此外,产地间竹笋主要营养成分质量分数及比例差异也明显,各成分的变异系数顺序:粗纤维>还原糖>水溶性总糖>总灰分>粗蛋白质>水分,即粗纤维质量分数受产地的影响最显著,其次为还原糖和水溶性总糖,这与竹笋管理措施也相关,各成分指标中,还原糖与水溶性总糖正相关,当笋体含糖量较高时,粗纤维和总灰分质量分数则低。聚类分析表明,产地福安、永泰、尤溪和苍南的竹笋有效营养成分质量分数较高,为绿竹笋品质优选提供了参考,并且这些产地目前均为绿竹主产区 and 名产区,当地栽培绿竹的历史在百年以上,竹林经营状况良好,施肥、培笋、套种以及灌溉等措施科学合理,也为竹林优质栽培管理提供了依据,但是各产地间地理位置具有不连续性。

以往研究指出,竹笋品质主要受到遗传因素的影响。2 种毛竹 *Phyllostachys pubescens* 食用笋存在基因型差异^[9],不同栽培类型的雷竹 *Phyllostachys praecox* 笋养分含量也有所不同^[10],而区域差异对毛竹笋品质存在不同程度的影响^[11]。绿竹在中国呈现出较为丰富的多样性,其笋形态性状与品质方面表现了可遗传差异,这与人研究结论相一致。绿竹笋形态和品质的产地效应除与遗传因素有关,还受到产地环境、经营水平的综合影响。12 个产地中,以浙南土壤综合养分值最高,而闽东、南、中的磷钾及有机质的含量相对较低^[5],表明各名产区的笋营养与土壤中氮磷钾含量有一定的关系,但竹林地过量施肥不一定提高竹笋品质,反而会造成不必要的浪费和环境污染。此外,产地

表 4 绿竹笋主要营养成分指标的相关分析

Table 4 Correlations of the nutrition components of bamboo shoot

成分指标	还原糖	水溶性总糖	粗蛋白质	水分含量	总灰分
水溶性总糖	0.892 8**				
粗蛋白质	-0.008 3	-0.023 4			
水分含量	0.423 8	0.319 7	-0.383 6		
总灰分	-0.518 4	-0.594 3*	-0.104 5	0.151 9	
粗纤维	-0.628 2*	-0.540 9	-0.330 5	-0.216 7	0.549 2

说明: $r_{0.05}(11) = 0.553$; $r_{0.01}(11) = 0.684$ 。

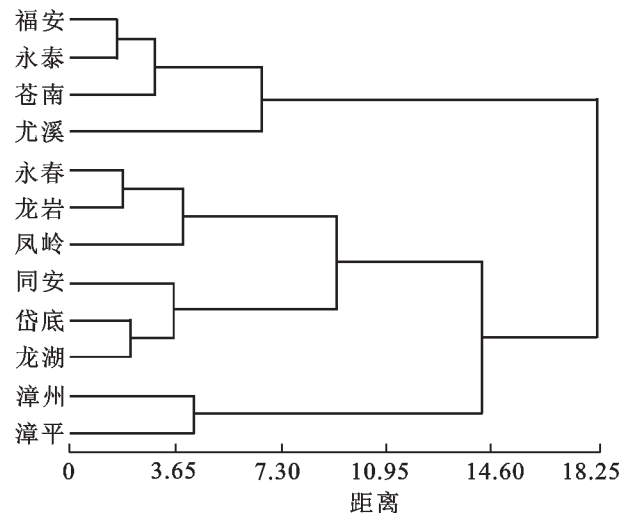


图 1 绿竹笋有效营养成分聚类分析图

Figure 1 System cluster graph for the availability nutrition components of bamboo shoot

的气候条件,特别是水分对笋产量和品质也有影响。因此,绿竹各产地笋品质的其他影响因素有待进一步做相关性分析。

参考文献:

- [1] 郑蓉. 绿竹种源越冬生理指标的地理变异分析[J]. 福建林业科技, 2008, **35** (3): 38 – 42, 59.
ZHENG Rong. Variation of winter-survival physiological index in geographical provenances of *Dendrocalamopsis oldhami* [J]. *J Fujian For Sci Technol*, 2008, **35** (3): 38 – 42, 59.
- [2] 高贵宾, 顾小平, 吴晓丽, 等. 绿竹出笋规律与散生状栽培技术[J]. 浙江林学院学报, 2009, **26** (1): 83 – 88.
GAO Guibin, GU Xiaoping, WU Xiaoli, *et al.* Shooting order and cultivation of *Dendrocalamopsis oldhami* [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2009, **26** (1): 83 – 88.
- [3] 郑郁善, 高培军, 吴擢溪, 等. 绿竹笋营养成分及笋期叶养分的施肥效应[J]. 林业科学, 2004, **40** (6): 79 – 84.
ZHENG Yushan, GAO Peijun, WU Yaoxi, *et al.* Effect of fertilization on nutrient components of bamboo shoot and leave nutrient status shoot emergence stages in *Dendrocalamopsis oldhami* [J]. *Sci Silv Sin*, 2004, **40** (6): 79 – 84.
- [4] 王裕霞, 张光楚, 李兴伟. 优良丛生笋用竹及杂种竹竹笋品质评价的研究[J]. 竹子研究汇刊, 2005, **24** (4): 39 – 44.
WANG Yuxia, ZHANG Guangchu, LI Xingwei. An evaluation on shoot quality of sympodial bamboo species and their hybrids [J]. *J Bamboo Res*, 2005, **24** (4): 39 – 44.
- [5] 郑蓉. 绿竹不同产地土壤养分含量的综合分析[J]. 西南林学院学报, 2009, **29** (5): 46 – 50.
ZHENG Rong. Integrated analysis of soil nutrient contents from different production areas of *Dendrocalamopsis oldhami* [J]. *J Southwest For Coll*, 2009, **29** (5): 46 – 50.
- [6] 中国林业科学研究院分析中心. 现代实用仪器分析方法[M]. 北京: 中国林业出版社, 1999.
- [7] 中国科学院上海植物生理研究所. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [8] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [9] 吕文芳, 廖国华. 毛竹两种食用笋种质的研究[J]. 福建省农科院学报, 1996, **11** (2): 16 – 20.
LU Wenfang, LIAO Guohua. Research on the two kinds of bamboo shoots [J]. *J Fujian Acad Agric Sci*, 1996, **11** (2): 16 – 20.
- [10] 刘力, 林新春, 叶丽敏. 雷竹不同栽培类型竹笋的蛋白质组成[J]. 浙江林学院学报, 2001, **18** (3): 271 – 273.
LIU Li, LIN Xinchun, YE Limin. Components of proteins in shoots of various cultivars of *Phyllostachys praecox* [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2001, **18** (3): 271 – 273.
- [11] 洪伟, 林存炎, 吴承祯, 等. 毛竹笋品质的区域分异性分析[J]. 福建林学院学报, 2007, **27** (4): 289 – 293.
HONG Wei, LIN Cunyan, WU Chengzhen, *et al.* Analysis of the regions variation for nutrition quality of the *Phyllostachys heterocycla* var. *pubescens* bamboo shoots [J]. *J Fujian Coll For*, 2007, **27** (4): 289 – 293.