

苗, 鱼雷形胚的萌发率较心形胚高; 心形胚的愈伤组织产生率高于鱼雷形胚。王丽花等认为低温处理与否对种胚剥离后的培养效果无明显影响^[9]。本实验利用不同的温光条件对月季幼胚进行预处理发现, 低温处理虽对‘白雪山’×‘粉红香水月季’、‘白雪山’×‘湖中月’幼胚的萌发率无明显作用, 但可降低二者的褐化率, 使其能顺利从自然环境中过渡到人工组培环境。

参考文献

- [1] 陈俊愉. 月季史话 [J]. 世界农业杂志, 1986(8): 51-53
 [2] 朱秀珍. 月季原本在中华 [J]. 大众花卉, 1986(4): 21.
 [3] 罗向东, 戴亮芳, 陈龙正, 等. 野黄瓜 (*Cucumis hystrix* Chakr.) 与 3 种不同基因型栽培黄瓜 (*C. sativa* L.) 种间杂交及杂种鉴定 [J]. 武汉植物学研究, 2006, 24(3): 20
 [4] 马鸿翔, 陈佩度, 余桂红. 黄毛草莓、东北草莓与凤梨草莓种间杂交的胚拯救 [J]. 江苏农业学报, 2003, 19(1): 37-40
 [5] 曾艳玲, 谭晓风, 多云塔娜, 等. 梨不同杂交和自交组合幼胚组织培养的研究 [J]. 中南林学院学报, 2005, 25(1): 29-32

- [6] 李辛雷, 陈发棣. 菊花二倍体野生种与栽培种间杂种的幼胚拯救 [J]. 林业科学, 2006 42(11): 42-45
 [7] Burger DW, Liu L, Zaryk W, et al. Organogenesis and plant regeneration from immature embryos of *Rosa hybrida* L. [J]. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 1990, 21(2): 147-152
 [8] Kin SW, Liu JR. Control of direct and indirect somatic embryogenesis by exogenous growth regulators in immature zygotic embryo cultures of rose [J]. Plant Cell Tissue and Organ Culture 2003 74(1): 61-66
 [9] 王丽花, 瞿素萍, 唐开学, 等. 用胚挽救方法获得月季杂交后代植株 [J]. 西南林学院学报, 2008, 28(6): 53-56
 [10] 贺海洋. 单叶蔷薇花形态建成与繁殖生物学研究 [D]. 北京: 中国农业大学, 2005
 [11] Serge Gudim. Embryo rescue in *Rosa hybrida* L. [J]. Euphytica, 1994, 72: 205-212
 [12] R. M archant Power JB, Davey M R, et al. Embryo rescue for the production of F1 hybrids in English rose [J]. Euphytica, 1994, 74: 187-193

(责任编辑 吴祝华)

版纳甜龙竹笋不同部位营养特征分析

李荣¹, 刀定伟¹, 向明欢¹, 孙安礼², 杨清^{3*}

(1. 云南勐象竹业有限公司, 云南 景洪 666100; 2 云南西双版纳州林业局; 3 中国科学院西双版纳热带植物园)

摘要: 版纳甜龙竹是世界上有名的三大甜龙竹之一。通过对版纳甜龙竹竹笋不同部位的主要营养物质和蛋白质氨基酸的测定分析, 结果表明版纳甜龙竹 N、P、K 含量由笋基部至笋尖部逐渐增加, 笋尖部 N、P、K 含量分别是基部的 2.26 倍、2.11 倍、1.45 倍; 总糖、粗脂肪、粗纤维含量由笋基部至笋尖部逐渐减少, 粗蛋白质则由笋基部至笋尖部逐渐增加; 氨基酸总量、必需氨基酸总量、半必需氨基酸总量由笋基部至笋尖部逐渐增加, 笋尖部分别是基部的 1.40 倍、1.43 倍、1.39 倍, 其中尖部至中部变幅较小, 中部至基部变幅较大。总体来看, 以笋尖部品质较高, 其次是笋中部, 基部最差。

关键词: 版纳甜龙竹; 营养物质; 氨基酸

Analysis on nutrient quantity in different parts of *Dendrocalamus hamiltonii* shoots / LI Rong, DAO Dingwei, XIANG Ming-huan, SUN An-li, YANG Qing

Abstract *Dendrocalamus hamiltonii* is one of the three most important sweet bamboo species in the world. The contents of main nutrients, amino acids and proteins in different parts of fresh shoot were studied in this paper. The results indicated that the content of N, P and K in the tip part of shoots was increased by 2.26, 2.11 and 1.45 times respectively compared with that in the base part of shoots. Total sugar, crude fat and rough fibre were declined from the tip to the base, while crude proteins were on the contrary. Total amino acids, necessary amino acids, semi-necessary amino acids were gradually increased from shoot base to tip and it was increased by 1.40, 1.43 and 1.39 times respectively in the shoot tip compared with that in the shoot base. And the increments were slightly from the tip to the middle of a shoot, while from the middle to the base it was greatly. Overall, the tip of shoot was the best in quality, then the middle part and the base part of shoot was the worst.

Key words *Dendrocalamus hamiltonii*; nutrient quantity; amino acids

First author's address Mengxiang bamboo industry CO. LTD, 666100 Jinghong Yunnan, China

收稿日期: 2009-12-14

修回日期: 2010-05-11

基金项目: 国家重大科技基础性工作专项资金项目“森林植物种质资源收集、保存与编目”的子课题(编号: 2004DKA30400-05-01-02); 中科院知识创新项目(编号: 050107)。

第一作者简介: 李荣(1966-), 男, 工程师, 主要从事森林培育方面的研究工作。通讯作者: 杨清, 男, 副研究员。E-mail: yq@xtbg.org.cn

版纳甜龙竹 (*Dendrocalamus hamiltonii*) 是广受欢迎的笋用竹, 作为人们喜爱的一种蔬菜食品, 它的营养成分与品质状况直接关系到人们的身体健康。对于毛竹、麻竹、绿竹笋等竹种的营养成分已有较多的报道^[1-2], 其品质已为众人所知, 但许多丛生竹笋品质的营养评价还未见有详细的报道, 尤其是对版纳甜龙竹笋物理性状和品质的分析还未见有详细的报道。本研究主要对版纳甜龙竹笋不同部位的元素含量、营养物质含量和蛋白质水解氨基酸含量进行分析比较, 明确版纳甜龙竹笋的优良品质, 为版纳甜龙竹笋的种植和产品开发提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

版纳甜龙竹笋采自云南省勐腊县中国科学院西双版纳热带植物园的版纳甜龙竹试验地。在发笋盛期 (2006年 7月 25日至 8月 25日), 以出土约 2 cm、质量在 0.75 kg 左右为标准, 采集 10株 1年生母竹萌发的无病虫害竹笋, 轻微拔节, 笋身无畸形。剥去笋箨, 切除笋箨, 所剩部分为可食部分。将其按总长度 3等分, 即笋尖部、中部、基部。洗净后, 纵切竹笋, 采用四分法取样, 杀青, 切丝。于 60~70℃ 恒温干燥, 粉碎后过 0.5 mm 筛, 测定笋营养成分。竹笋营养成分分析由农业部食品检测 (云南) 中心测定。

$AAS = \frac{\text{试验蛋白质中氨基酸含量 (g/kg)}}{\text{FAO 蛋白模式氨基酸含量 (g/kg)}} \times 100$,

$CS = \frac{\text{试验蛋白质中氨基酸含量 (g kg}^{-1}\text{)}}{\text{鸡蛋蛋白质氨基酸含量 (g kg}^{-1}\text{)}} \times 100$

$EAAI = \sqrt[n]{(b_1/a_1) \times 100 \times (b_2/a_2) \times 100 \times (b_3/a_3) \times 100 \times \dots \times (b_n/a_n) \times 100}$ 。

EAAI 公式中: $b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$ 为试验蛋白质中各种必需氨基酸含量 (g/kg); $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ 为标准蛋白质 (FAO 评分模式) 中相应必需氨基酸含量 (g/kg); n 为参与计算的必需氨基酸个数。

1.2.5 数据处理

运用 SPSS 13.0 统计分析软件的 Compare Means 之 Means 过程, 对测试所得数据进行统计分析, 求得供试竹笋样品中各种营养成分含量的统计平均值。其他 6 种常见蔬菜营养成分数据, 均摘自于由中国疾病预防控制中心营养与食品安全所编著的《中国食物成分表 2000》(中国营养学会)^[9]。

2 结果与分析

2.1 营养物质含量比较

版纳甜龙竹竹笋不同部位各营养成分含量有较大差异 (表 1)。总糖、粗脂肪、粗纤维含量由笋尖至笋基部逐渐增加, 粗蛋白质则由笋尖至笋基部逐渐减

1.2 实验方法

1.2.1 水分、灰分、总糖、总脂、粗纤维、总氮含量测定

水分按 GB/T 5009.3-2003, 灰分按 GB/T 5009.4-2003, 总糖按 GB/T 9695.31-91, 粗脂按 Bligh-Dyer 法; 粗纤维含量按农产食品粗纤维含量的一般测定方法^[3]; 总氮含量采用凯氏定氮法^[4]。

1.2.2 蛋白质的氨基酸组成分析

用 835-50 型日立氨基酸分析仪测定; 色氨酸按荧光分光光度法测定, 粗蛋白质测定采用凯氏微量定氮法^[5], 测定蛋白质中的胱氨酸使用过甲酸氧化-氨基酸自动分析仪法, 其他氨基酸使用氨基酸自动分析仪法^[6]。

1.2.3 矿质元素的测定

采用电感耦合等离子体发射光谱法。钙 (GB/T 5009.92-2003)、磷 (GB/T 12293-1990)、钾 (GB/T 5009.91-2003)、镁 (GB/T 5009.90-2003)、铁 (GB/T 5009.90-2003)、锌 (GB/T 5009.14-2003)、硒 (GB/T 5009.93-2003)、铜 (GB/T 5009.13-2003) 等^[7]。

1.2.4 蛋白质、氨基酸质量评价

根据氨基酸分析结果, 计算氨基酸分 (AAS)、化学分 (CS) 和必需氨基酸指数 (EAAI)^[8], 用以评价供试竹笋蛋白质及其氨基酸质量:

少, 其差异性达到极显著。具体来看, 总糖含量笋基部是中部和笋尖的 1.52 倍和 2.08 倍; 粗脂肪含量笋基部是中部和笋尖的 1.34 倍和 1.65 倍; 粗纤维含量笋基部是中部和笋尖的 1.14 倍和 1.25 倍, 变幅较小; 粗蛋白质含量笋尖是笋中部和基部的 1.4 倍和 2.18 倍, 变幅最大。

表 1 笋不同部位营养成分比较 /g kg⁻¹

处理	总糖	粗蛋白质	粗脂肪	粗纤维
笋尖	199.23 C	333.58 A	21.80 C	83.87 C
中部	274.68 B	227.77 B	25.80 B	91.13 B
笋基	415.71 A	153.39 C	33.80 A	108.09 A

注: 相同字母表示处理间差异不显著, 不同字母表示差异极显著, 下同。

2.2 N、P、K 元素含量比较

版纳甜龙竹竹笋不同部位 N、P、K 元素有较大差异 (见表 2)。各元素含量均以笋尖最大, 笋中部次之, 笋基部最小, 其差异性达到极显著。N 元素含量变幅

为 22 240~ 48 625 g/kg 笋尖分别是笋中部和基部的 1.40倍和 2.26倍, P元素含量变幅为 3 168~ 6 501 g/kg 笋尖分别是笋中部和基部的 1.32倍和 2.1倍, K元素含量变幅为 33.345~ 48 593 g/kg 笋尖分别是笋中部和基部的 1.1倍和 1.45倍。

表 2 笋不同部位 N、P、K 含量比较 /g kg⁻¹

处理	N	P	K
笋尖	49 625 A	6 501 A	48 593 A
中部	35 968 B	5 243 B	43 672 B
笋基	22 340 C	3 168 C	33 345 C

2.3 蛋白质水解氨基酸含量比较

版纳甜龙竹笋体不同部位 18种蛋白质水解氨基酸含量有较大差异(表 3)。

表 3 笋不同部位蛋白质水解氨基酸含量比较 /g kg⁻¹

氨基酸	笋尖	笋中部	笋基部	平均
苏氨酸 Thr [▲]	11.64	9.76	5.52	8.97
缬氨酸 Val [▲]	7.82	12.50	9.96	10.09
异亮氨酸 Ile [▲]	5.07	8.65	7.04	6.92
亮氨酸 Leu [▲]	16.29	15.22	11.25	14.25
赖氨酸 Lys [▲]	17.29	15.08	8.04	13.47
蛋氨酸 Met [▲]	2.96	3.42	3.27	3.22
苯丙氨酸 Phe [▲]	9.23	8.25	7.16	8.21
胱氨酸 Cys [▲]	2.36	2.24	2.05	2.22
酪氨酸 Tyr [▲]	9.85	7.22	3.27	6.78
精氨酸 Arg [△]	13.65	10.57	7.72	10.65
组氨酸 His [△]	5.17	4.22	2.96	4.12
天门冬氨酸 Asp [*]	35.15	28.57	21.62	28.45
丝氨酸 Ser	12.29	10.05	8.07	10.14
谷氨酸 Glu [*]	21.32	29.55	25.27	25.38
甘氨酸 Gly [*]	10.03	8.15	6.08	8.09
丙氨酸 Ala [*]	14.52	12.17	8.63	11.77
脯氨酸 Pro	8.22	7.25	6.18	7.22
色氨酸 Trp	3.75	3.29	3.07	3.37
TAA	206.61	196.16	147.16	183.31
EAA	82.51	82.34	57.56	74.14
NEAA	124.10	113.82	89.60	109.17
EAA/TAA	39.94	41.98	39.11	40.44
EAA/NEAA	66.49	72.34	64.24	67.91
SEAA	18.82	14.79	10.68	14.76

注: ▲为 EAA, 人体必需氨基酸, 包括酪氨酸和胱氨酸在内; △为 SEAA, 人体半必需氨基酸; NEAA: 人体非必需氨基酸; TAA: 总氨基酸; * 为呈味氨基酸。

由表 3 可见, 18种氨基酸含量均以笋基部最低, 除缬氨酸、异亮氨酸、谷氨酸和蛋氨酸笋中部高于笋尖外, 其他氨基酸含量均是笋尖高于笋中部。氨基酸总量、必需氨基酸总量、半必需氨基酸总量由笋基部至笋尖逐渐增加。氨基酸总量笋尖是笋中部和基部的 1.05倍和 1.40倍; 必需氨基酸总量笋尖是笋中部和基部的 1.00倍和 1.43倍; 人体半必需氨基酸总量笋尖是笋中部和基部的 1.09倍和 1.38倍。笋尖部至中部变幅较小, 而中部至基部变幅较大。据 FAO/WHO标

准, 蛋白质比较理想的 EAA/TAA 为 40%左右, EAA/NEAA 在 60%以上^[8]。版纳甜龙竹笋尖、中部和基部的 EAA/TAA 为 39.11%~41.98%, EAA/NEAA 为 64.24%~72.34%, 说明都是比较理想的蛋白源。

从以上分析可以看出, 竹笋 N、P、K 含量、粗蛋白质、氨基酸含量尖部明显高于中部和基部, 糖分、粗脂肪及粗纤维含量则以笋基部最高, 其次是笋中部, 尖部最低。总体来看, 以笋尖部品质较高, 其次是笋中部, 基部最差。

3 结论

版纳甜龙竹笋含水量高, 营养丰富。笋体脆爽, 风味独特, 蛋白质含量高, 必需氨基酸含量丰富, 粗脂肪含量低, 且含有多种矿物质和微量元素。铜、铁、锌的比值比较合理, 具有较高的营养价值, 属高蛋白、低脂型可食蔬菜资源。竹笋 N、P、K 含量由笋基部至尖部逐渐增加, 尖部 N、P、K 含量分别是基部的 2.26倍、2.11倍、1.45倍; 总糖、粗纤维含量由笋基部至笋尖逐渐减少, 粗蛋白质则由笋基部至笋尖部逐渐增加; 氨基酸总量、必需氨基酸总量、半必需氨基酸总量由笋基部至笋尖逐渐增加, 尖部分别是基部的 1.40倍、1.43倍、1.38倍。

参考文献

- [1]胡超宗, 周建夷, 兰晓光, 等. 毛竹不同笋龄营养成分的变化 [J]. 竹子研究汇刊, 1986, 5(1): 89-92
- [2]石全太, 卞尧荣, 孙爱素, 等. 毛竹林大小年改均年的技术措施研究 [J]. 竹子研究汇刊, 1994, 12(2): 22-27.
- [3]宁正祥, 谭兴和. 高压脉冲——超临界萃取法提取荔枝种仁精油 [J]. 食品科学, 1998, 19(1): 9-11.
- [4]丁雅韵, 谢孟峡, 康娟, 等. 蛋白质水解液中氨基酸组成的定量分析 [J]. 分析化学, 2002, 30(4): 418-421
- [5]崔淑文, 陈必芳. 中华人民共和国国家标准 [M]. 北京: 中国标准出版社, 1991.
- [6]张志良. 植物生理学实验指导 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1990.
- [7]郭良珍, 王润莲, 梁爱萍, 等. 长须水龟虫的营养成分分析与评价 [J]. 昆虫知识, 2003, 40(4): 366-368
- [8]中国营养学会. 中国居民膳食营养素参考摄入量 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2000.
- [9]穆文广, 丁晓红, 刘安妮, 等. 常用口服营养液中游离氨基酸的测定与分析 [J]. 氨基酸和生物资源, 1996, 18(2): 16-19

(责任编辑 周贤军)