

覆膜对酒竹笋营养元素与成分的影响

李伟成^{1,2}, 王树东¹, 钟哲科¹, 周妍¹

(1. 国家林业局竹子研究开发中心, 浙江 杭州 310012; 2. 南京林业大学竹类研究所, 江苏 南京 210037)

关键词: 酒竹; 笋; 覆膜; 微量元素; 营养成分; 干旱
中图分类号: S795 文献标识码: A

Effect of Plastic Film Mulching on Trace Element and Nutrition of Wine Bamboo Shoot *Oxytenanthera braunii*

LI Wei-cheng^{1,2}, WANG Shu-dong¹, ZHONG Zhe-ke¹, ZHOU Yan¹

(1. Bamboo Research Center of State Forestry Administration Hangzhou 310012, Zhejiang China
2. Bamboo Institute Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu China)

Abstract The aim of this paper is to provide the data that the transplant advantage in southwest aridity area of China so that shoot's trace element and nutritional components of wine bamboo *Oxytenanthera braunii* through the winter especially under plastic film mulching condition were measured. The results showed that plastic film mulching could precede in time of shoot germination and enhance the shoot quality such as improving absorbability of trace element, increasing content of protein, sugar, coarse fiber and majority of amino acid. And also, it could accelerate the development of shoot responding to the difference of base diameter. Wine bamboo's trace element was rich and the content of crude fat and sugar were higher compared with the shoot of *Phyllostachys edulis*, *P. edulis* ex *pachyloen* and *Dendrocalamus brandisii* with the closer relationship that the excreting sap contained about 5% alcohol through new cutting stem. Wine bamboo germinated shoots in whole year at Mojiang Base if mother plant could absorb enough nutrition resulting in great consumption of nutriment and physiological turbulence like decreasing amino acid content under an inaptitude condition. So the amino acid content was low which were 1.3%, 1.04% under treatment of plastic film mulching and the control respectively although all kinds of necessary amino acid were included. Shoot of wine bamboo had a special taste for its lower tannin content and higher aspartic acid and glutamic acid contents. Synthetically, short time of plastic film mulching showed to be a method to provide the necessary soil water and mean temperature and do good for development and soil quality though winter.

Key words *Oxytenanthera braunii*; shoot; plastic film mulching; trace element; nutritional components; aridity

2004年引进了原产非洲东部中高山地区的竹亚科(Bambusoideae)锐药竹属(*Oxytenanthera* Munro)竹种——酒竹(*O. braunii* Pilger ap. Engler),经过近4年的引种栽培,实地调查发现,与邻近勃氏甜龙竹(*Dendrocalamus brandisii* Kurz)、马来甜龙竹

(*D. asper* (Schult f.) Backer ex Heyne)、麻竹(*D. latiflorus* Munro)竹林相比较,笋横锥大象(*Cyrtotrachelus buqueti* Guer)、笋直锥大象(*C. longinanus* Fabricius)和巨红蟠(*Macroceroea grandis* Gray)特别喜食酒竹笋。这是由于大多数昆虫对特定植物激素

收稿日期: 2009-02-06

基金项目: 国家林业局“948”引进项目(2002-31); 浙江省科技厅资助项目(2005F11002)

作者简介: 李伟成(1978—),男,浙江湖州人,助理研究员,博士,从事生理生态、系统生态学研究。

或者次生代谢产物有趋向性。酒竹的特点是其新竹秆砍梢后流出的伤流液可以经自然发酵形成具有一定酒精度(5.0%~5.5%)的酒液^[2-3]。按每个采伤流液季节每株新竹秆可采集 10 L 左右的伤流液计^[3],则可得到 500~1 000 L·hm⁻²纯酒精,所以酒竹作为能源植物开发利用有着巨大的潜力;且酒竹笋质嫩味美,如云南墨江种植基地的当地农民即对酒竹笋的口感评价上好,开发前景十分广阔。很多文献表明竹笋具有独特的巨大的开发潜力^[4-10],随着人们对绿色生态食品的关注,特别是倡导全竹加工利用,更有必要对经济类、能源利用型竹种的竹笋进行系统性评估。

云南省中高山地区土壤水分蒸发强烈,往往造成春、冬播季节干土层厚、土壤墒情差^[2]。研究表明覆膜旱作栽培技术可以提高干季移栽(带笋母竹)酒竹林土壤的水分含量,加快根系伤口的愈合和新根产生;可以提高土壤冬季平均温度,同时促进枝叶数量不同程度的提高,冠幅面积增加^[2]。鉴于此,本研究对覆膜前后酒竹笋的营养元素和成分进行了较系统的测定和分析,比较了酒竹与毛竹(*Phyllostachys edulis* (Carr.) H. de Lehaie)春笋、厚壁毛竹(*P. edulis* cv *pachyloen* G. Y. Yang)笋和勃氏甜龙竹笋的营养价值,为该竹种在我国西南干旱区的保护利用和培育高产优质酒竹笋提供理论依据,同时为竹种推广及产品合理开发提供科学依据。

1 试验地自然概况

试验点设于云南省墨江县,地处 101°10' E, 22°58' N, 海拔 935 m, 位于我国西南中高山地区, 因受南亚热带季风的影响, 无明显冬季, 年温差小, 日温差大, 四季不明显。年平均气温 18.3℃, 极端最高气温 34.2℃, ≥10℃的活动积温 6 302.6℃, 年日照时数 2 148.1 h, 多年平均有霜期 15.3 d 无霜期 306 天。降水丰沛而集中, 年分布不均, 干雨季分明, 雨季 5—10 月, 干季 11—翌年 4 月, 年降水量 1 338 mm, 年蒸发量 1 696.7 mm, 稍大于降水量^[2]。引种基地土壤主要以红壤和赤红壤(800~1 500 m)为主, 有机质含量 17 mg·g⁻¹, pH 值 6.9, 全 N 0.83 mg·g⁻¹, 全 P 0.32 mg·g⁻¹, 阳离子交换量 12 cmol(+).kg⁻¹。

2 材料与方法

云南墨江种植基地移栽酒竹时, 每株每穴施腐

熟烤焦渣 10 kg 株距 5~6 m。2007 年进行覆膜试验, 栽培模式包括常规对照(裸地无灌溉)和覆膜。雨季接近结束时(9月底)进行施肥, 施用 48% 硫钾型复合肥(含 N 量约 15%), 每株沟施 0.25 kg 覆土; 12 月进入干季和气温下降后, 对母竹进行覆膜处理。2008 年 2—3 月选择晴天早上揭膜, 由于对照与覆膜的萌芽时间不同, 故根据母株周围地表土壤的拱纹采笋, 于“螺丝钉”处截取^[5], 选择长 8~15 cm 的酒竹笋为测试样本, 装入冰盒带回实验室, 在 5℃ 的冰箱中储存, 24 h 内处理分析^[6]。

每种模式下各取 3 株笋样, 取笋体中部充分混匀后, 按 GB/T 18932.11—2002 测量营养元素(N、P、K、S、Ca、Mg、Fe、Zn、Cu 和 Mn), 按 GB/T 5009.3—7—2003 和 GB/T 5009.10—2003 分别测量水分、灰分、蛋白质、粗脂肪、总糖、粗纤维, 按 GB/T 15686—1995 测量单宁, 重复 3 次, 计算处理间差异性。同时, 每种栽培模式下各取 5 株笋样, 取笋体中部充分混匀后, 以四分法取样, 在(130±2)℃下杀青 10 min, 再用真空干燥机在(60±1)℃的温度下烘干, 然后粉碎, 过 60 目筛待用, 利用日立 835-50 型自动分析仪测定游离氨基酸。

3 结果与分析

3.1 不同栽培模式的酒竹笋营养元素含量

营养元素含量是评价蔬菜品质的重要指标^[11]。从表 1 可看出, 不同栽培模式下, 酒竹笋营养元素的含量大致趋同, 为 N>K>P>S>Ca>Mg>Fe>Zn>Mn>Cu, 大量元素 N、P、K 占据了酒竹笋营养元素总量的 93.53%, 而对照栽培模式下为 94.35%, 两种栽培模式下 N 和 P 的含量有差异($P<0.05$), 而 K 则没有差异; 微量元素 S、Ca 和 Mg 的含量较高, 覆膜栽培模式下三者总量占微量元素的 90.59%, 而对照则为 91.19%; 微量元素中, 除了 S 和 Cu 差异不显著, 其他如 Ca、Mg、Fe、Zn 和 Mn 都有差异($P<0.05$), 表明覆膜栽培对酒竹笋营养元素的积累具有明显的影响。两种栽培模式下, 酒竹笋大量元素 N 和 K 含量大于勃氏甜龙竹, P 含量相近; 微量元素如 Ca、Mg、Fe、Zn 和 Mn 的数量级相等, 而 Cu 则比勃氏甜龙竹高一个数量级^[4]。

3.2 不同栽培模式的酒竹笋常规营养成分含量

蛋白质是动物生长发育最重要的物质基础, 脂肪不仅是重要的代谢物质, 而且是供能的物质基础, 粗纤维和灰分都是评价食品营养的主要参考因子^[11],

表 1 不同栽培模式的酒竹笋营养元素含量

营养元素种类	营养元素含量 / (mg·kg ⁻¹)	
	覆膜	对照
N	3 466.00 ± 112.30A	3 851.00 ± 87.26B
P	334.00 ± 25.40A	256.10 ± 33.70B
K	3 056.50 ± 208.74A	2 935.00 ± 162.30A
S	176.20 ± 16.80A	180.00 ± 29.40A
Ca	134.00 ± 11.70A	101.70 ± 9.30B
Mg	119.70 ± 10.30A	103.00 ± 7.50B
Fe	23.30 ± 3.60A	19.80 ± 1.96B
Zn	9.20 ± 2.60A	6.13 ± 1.2B
Cu	4.02 ± 0.16A	3.80 ± 0.33A
Mn	8.13 ± 3.55A	7.40 ± 2.90B

注: A、B 表示不同栽培模式下的差异, $P < 0.05$, 下同。

糖分是笋体呈味物质^[4], 单宁是多酚类高度聚合的化合物, 糖分与单宁都是营养和口感的重要指标。通过测定, 两种栽培模式下, 酒竹笋的含水率分别为 90.20% 和 89.76%, 与毛竹笋、厚皮毛竹笋的含水率相似^[13], 但小于勃氏甜龙竹笋^[4]; 灰分分别为 6.80% 和 7.03%、蛋白质为 1.29% 和 1.12%, 都略小于毛竹笋、厚皮毛竹笋和勃氏甜龙竹笋^[4-13]; 粗脂肪分别为 3.11% 和 3.17%, 明显大于毛竹笋、厚皮毛竹笋和勃氏甜龙竹笋^[4-13]; 粗纤维分别为 1.41% 和 1.03%, 覆膜栽培模式下与毛竹笋、厚皮毛竹笋和勃氏甜龙竹笋相当, 但对照栽培模式含量则明显较小^[4-13]。酒竹笋中含有丰富的糖分, 两种栽培模式下, 总糖含量分别为 3.07% 和 2.65%, 明显大于勃氏甜龙竹笋^[4]; 而单宁含量为 0.038% 和 0.032%, 远小于顾小平等研究的 11 种散生竹笋的单宁含量^[5], 这是竹笋味美的一大原因。表 2 表明: 不同栽培模式下, 酒竹笋的水分含量差异不显著; 灰分、粗脂肪和单宁也不存在差异; 蛋白质、总糖和粗脂肪差异显著 ($P < 0.05$), 说明覆膜栽培对蛋白质、

总糖和粗纤维的积累产生影响。

表 2 不同栽培模式的酒竹笋常规营养成分含量

营养元素种类	营养成分含量 / %	
	覆膜	对照
水分	90.20 ± 2.33A	89.76 ± 3.96A
灰分	6.80 ± 2.27A	7.03 ± 1.27A
蛋白质	1.29 ± 0.33A	1.12 ± 0.28B
粗脂肪	3.11 ± 0.72A	3.17 ± 0.55A
总糖	3.07 ± 0.52A	2.65 ± 0.38B
粗纤维	1.41 ± 0.34A	1.03 ± 0.11B
单宁	0.038 ± 0.006A	0.032 ± 0.003A

3.3 不同栽培模式的酒竹笋氨基酸含量

表 3 列出了两种栽培模式下酒竹笋的氨基酸含量。覆膜栽培模式下的酒竹笋氨基酸总量明显比对照高, 分别为 1.30% 和 1.04%, 覆膜栽培模式氨基酸含量与毛竹春笋相当^[13]。覆膜栽培模式下, Asp, Thr, Ser, Glu, Gly, Cys, Met, Ile, Leu, Tyr, Phe, Lys, Arg, Pro 和 GABA 的含量均高于对照; 相反, Ala, Val, His 和 Trp 4 种氨基酸的含量为对照栽培模式大于覆膜栽培模式。酒竹笋中含有 8 种人体必需氨基酸: Thr, Val, Lys, Leu, Phe, Trp, Met 和 Ile。在覆膜栽培模式下, 此类氨基酸约占氨基酸总量的 33.8%, 而对照栽培模式则为 36.54%; 特殊氨基酸 GABA 是由谷氨酸衍生而来, 是传递神经冲动的化学介质^[10], 在覆膜栽培和对照栽培模式下, 分别占氨基酸总量的 2.31% 和 1.92%。谷氨酸 (Glu) 及天门冬氨酸 (Asp) 在一定 pH 值范围内具有鲜味^[9, 11], 从测定结果可知, 酒竹笋中含有大量的天门冬氨酸和谷氨酸, 两种栽培模式下其含量分别为 0.23% 和 0.18%、0.21% 和 0.17%, 与毛竹春笋的含量相当^[13]。

表 3 不同栽培模式的酒竹笋氨基酸含量

氨基酸种类	氨基酸含量 / %		氨基酸种类	氨基酸含量 / %	
	覆膜	对照		覆膜	对照
天门冬氨酸 (Asp)	0.23	0.18	亮氨酸 (Leu)	0.08	0.06
苏氨酸 (Thr)	0.05	0.04	酪氨酸 (Tyr)	0.04	0.02
丝氨酸 (Ser)	0.08	0.06	苯丙氨酸 (Phe)	0.04	0.03
谷氨酸 (Glu)	0.21	0.17	赖氨酸 (Lys)	0.09	0.06
甘氨酸 (Gly)	0.06	0.04	组氨酸 (His)	0.01	0.02
丙氨酸 (Ala)	0.06	0.08	精氨酸 (Arg)	0.05	0.04
胱氨酸 (Cys)	0.03	0.01	脯氨酸 (Pro)	0.06	0.02
缬氨酸 (Val)	0.04	0.05	γ-氨基丁酸 (GABA)	0.03	0.02
蛋氨酸 (Met)	0.03	0.05	色氨酸 (Trp)	0.05	0.06
异亮氨酸 (Ile)	0.06	0.03	氨基酸总量	1.30	1.04

4 小结与讨论

土壤利用类型与质量对竹笋的营养元素和成分有决定性的影响^[8-11]。试验研究表明,相对于裸地对照栽培模式,覆膜栽培模式对酒竹笋大量元素 N 和 P 及微量元素 Ca Mg Fe Zn 和 Mn 的吸收都有正面效应,这与覆膜旱作可以不同程度地增加土壤有效营养元素有关^[14],虽然长期覆膜栽培加剧土壤中 Zn、Cu 和 Mn 各形态的消耗,但可以满足植物吸收的需要。本试验与覆盖雷竹(*P. praecox* C. D. Chu et C. S. Chao)笋用林的相关研究结果相左^[8],原因可能是雷竹笋用林的土壤变性、衰退而引起的雷竹笋品质、数量的下降^[12],而本试验在种植基地土壤上使用薄膜覆盖,能保墒、加快根系伤口的愈合和新根产生、提高冬季土壤平均温度^[2],这些都可土壤质量稳定的条件下成为加快分生组织吸收养分的前提;此外,施用的肥料类型(烤焦渣)与营养元素的吸收也有关,土地初始利用状态也影响了酒竹母株的营养吸收。对于追求越冬保水而言,短期覆膜栽培对微量元素的吸收尚处于抛物线过程初期^[6],故对酒竹的生长发育和土壤质量更有意义。

酒竹笋的营养元素含量比较丰富,其矿物元素含量具有利于维持机体的酸碱平衡及正常血压的高钾低钠的特点,除了表 1 所列元素外,酒竹笋还检出了其他几种微量元素,如 Si Mg Cr V、Co Se 等,微量元素 Mg Ca Fe Mn 和 Zn 含量与勃氏甜龙竹笋在数量级上相同,说明酒竹笋的营养元素与勃氏甜龙竹笋相当,但 Cu 的含量却大相径庭^[4]。两种栽培模式下都表现出较高的 Cu 元素含量是因为种植基地土壤所使用的水为蓄水池(约 400 m³)的蓄水,其养鱼时大量使用了硫酸铜进行鱼种药浴和控制有害藻类,但是两种栽培模式下的 Cu 含量仍然在《食品中铜含量限量卫生标准》范围内($\leq 10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)。

与毛竹春笋、厚壁毛竹笋和勃氏甜龙竹比较,两种栽培模式下,酒竹笋的粗脂肪和总糖含量都较高。激素、氨基酸和土壤养分与农作物产量有着密切的关系^[8-12],本试验发现酒竹笋氨基酸含量普遍较低,覆膜栽培模式下为 1.30%,裸地对照栽培模式下为 1.04%。这可能是引种时间较短,酒竹自身尚处于调节中:原产地萌笋时间为雨季 5 月,而引种地无论是墨江(5 月左右进入雨季),还是杭州(冬季不萌笋)、元江(5 月左右进入雨季)、广宁却都是经年萌笋,全年只要在合适的条件下酒竹萌笋造成了大量营养物质的消耗和生理活动的紊乱。酒竹笋人体必需氨基酸种类齐全,氨基酸

检测说明与云南 12 种竹笋普遍缺乏含硫氨基酸不同^[4],两种栽培模式下,酒竹笋样品中均检测出胱氨酸(Cys)。本试验两种栽培模式下,在笋高没有差异的前提下,基茎存在着明显的差异($P < 0.01$),覆膜栽培模式下为 $(6.33 \pm 0.97) \text{ mg}$,而裸地对照栽培模式则为 $(4.27 \pm 0.54) \text{ mg}$,表明不同栽培模式下不同的个体生长发育期导致了营养成分含量的差异。

覆膜栽培可以提早出笋和提高质量,如促进矿物质元素的吸收及提高蛋白质、粗脂肪、总糖、粗纤维的含量和多种氨基酸含量等。酒竹笋风味独特,其丰富的微量元素具有多种生理功能,对维持机体正常代谢及保持身体健康具有重要作用。酒竹笋作为一种新型的绿色保健食品,具有很好的开发利用价值。酒竹为非洲特有竹种,分布范围狭小,其小生境较为独特^[2],人为破坏严重,处于濒危状态,已被列为特殊种质资源保护植物^[3],故当前应切实加强酒竹的种质资源保护和合理开发利用工作。

参考文献:

- [1] 李伟成,盛海燕,钟哲科. 竹林生态系统及其长期定位观测研究的重要性[J]. 林业科学, 2006, 42(8): 95-101
- [2] 李伟成,陈岩,钟哲科. 覆膜对酒竹干旱季节移栽和越冬的影响[J]. 竹子研究汇刊, 2008, 27(3): 27-30
- [3] Roy W. Bamboo beer and bamboo wine[J]. Southern California Bamboo The Newsletter of the Southern California Chapter of the American Bamboo Society, 2005, 15(6): 2-3
- [4] 陈玉惠,刘翠,王文久. 云南 12 种食用竹笋营养成分研究[J]. 天然产物研究与开发, 1998, 10(1): 25-30
- [5] 顾小平,王永锡. 几种竹笋单宁含量的分析比较[J]. 林业科学研究, 1989, 2(1): 98-99
- [6] 刘耀荣. 毛竹笋期的营养动态[J]. 林业科学研究, 1990, 3(4): 363-367
- [7] 黄成林,杨永峰. 苦竹竹笋主要营养成分和微量元素的研究[J]. 竹子研究汇刊, 2006, 25(3): 32-37
- [8] 徐秋芳,叶正钱,姜培坤. 雷竹笋营养元素含量及其与土壤养分的关系[J]. 浙江林学院学报, 2003, 20(2): 115-118
- [9] 邱永华,邵小根,张发根,等. 水竹笋物理性状和营养成分分析[J]. 浙江林学院学报, 1999, 16(2): 200-202
- [10] 王波,丁雨龙,汪奎宏,等. 铺地竹叶饲用价值的评定[J]. 林业科技开发, 2008, 22(3): 58-60
- [11] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所. 食物成分表[M]. 北京:人民卫生出版社, 1991: 5-6
- [12] 何奇江,汪奎宏,华锡奇. 不同产量类型雷竹林的激素、氨基酸及营养成分分析研究[J]. 竹子研究汇刊, 2007, 26(2): 34-39
- [13] 杜天真,杨光耀,郭起荣,等. 厚皮毛竹春笋营养成分研究[J]. 江西林业科技, 1997, (6): 1-2
- [14] 刘铭,吴良欢,路兴花. 覆膜旱作对稻田土壤有效 Fe Mn Zn Cu 含量的影响[J]. 浙江大学学报: 农业与生命科学版, 2004, 30(6): 646-649