

采收期对3种笋用竹竹笋营养及氨基酸含量的影响

李冬林¹, 陈天国²

(1. 江苏省林业科学研究院, 江苏 南京 211153; 2. 常州市农业综合技术推广中心, 江苏 常州 213022)

摘要:为探明不同采收期对竹笋品质及营养成分的影响,对红哺鸡竹(*Phyllostachys iridescens*)、白哺鸡竹(*Ph. dulcis*)和黄秆乌哺鸡竹(*Ph. vivax* ‘*aureocaulis*’)3种笋用竹不同采收期竹笋蛋白质、粗纤维、还原糖、灰分含量和氨基酸质量分数进行了测定。结果表明,3种笋用竹竹笋蛋白质干基含量均在310 g/kg以上,红哺鸡竹还原糖干基含量为107.0—188.1 g/kg,而白哺鸡竹和黄秆乌哺鸡竹还原糖含量分别为66.1—117.2, 72.1—121.0 g/kg。3种笋用竹竹笋中粗纤维含量为43.0—84.2 g/kg,脂肪为26.0—36.0 g/kg。采收期异同不仅影响竹笋的粗纤维和灰分含量,也会影响到竹笋中蛋白质、脂肪、还原糖,但不同竹种的含量变化有所不同。红哺鸡竹竹笋中脂肪、蛋白质含量随采集时间的推后含量递减,但还原糖含量递增,而白哺鸡竹和黄秆乌哺鸡竹竹笋中脂肪、蛋白质含量随采集时间的变化不明显。3种笋用竹竹笋氨基酸总量(*T*)变化在13.06—35.4 g/kg, *E/T*值均在33.0以上。红哺鸡竹竹笋的*T*值随采收期的延后含量增加,而白哺鸡竹和黄秆乌哺鸡竹竹笋的*T*值则呈现出随采收期的延后含量递减,儿童必需氨基酸总量(*CE*)呈现类似的变化。竹笋营养成分和氨基酸的时令变化对于指导竹笋采集和竹林经营具有一定指导意义。

关键词:红哺鸡竹;白哺鸡竹;黄秆乌哺鸡竹;蛋白质;还原糖;脂肪;粗纤维;灰分;氨基酸

中图分类号:Q946;Q949.91;S795.9

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2021.04.003

Effect of harvesting date on nutrition composition and amino acid content in three bamboo shoots

Li Donglin¹, Chen Tianguo²

(1. Jiangsu Academy of Forestry, Nanjing 211153, China;

2. Changzhou Agricultural Technology Promotion Center, Changzhou 213022, China)

Abstract:To reveal the effect of different picking date on the quality and nutrition of bamboo shoots, protein, fat, crude fiber, reduced sugar, ash and amino acid content in such species as *Phyllostachys iridescens*, *Ph. dulcis* and *Ph. vivax* ‘*aureocaulis*’, were determined. The results showed that the protein content (dry basis) of each bamboo shoot was above 310 g/kg, the reducing sugar content (dry basis) of *Ph. iridescens* was 107.0—188.1 g/kg, that of *Ph. dulcis* and *Ph. vivax* ‘*aureocaulis*’ was 66.1—117.2, 72.1—121.0 g/kg respectively. The crude fiber content of 3 bamboo shoots ranged from 43.0 to 84.2 g/kg, and the fat ranged from 26.0—36.0 g/kg. It was found that the harvest period affected not only the crude fiber and ash content of bamboo shoots, but also the protein, fat and reducing sugar content, with different change. In *Ph. iridescens* bamboo shoots, the fat and protein content decreased, but the reducing sugar content increased, with the postponing of picking time while that in *Ph. dulcis* and *Ph. vivax* ‘*aureocaulis*’ did not change significantly. Total amino acid content (*T*) of 3 bamboo shoots varied from 13.06 to 35.4 g/kg, with *E/T* generally above 33.0. *T* of *Ph. iridescens* increased evidently with the delay of the harvest period, but that of *Ph. dulcis* and *Ph. vivax* ‘*aureocaulis*’ showed reverse change. As for 3 bamboo shoots, *CE* (Essential amino acid for children) showed a similar change with postponing in picking time. The seasonal change in nutrients and amino acids in bamboo shoot was of certain significance for guiding bamboo

收稿日期:2021-06-13;修回日期:2021-06-28

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金项目“江苏笋用竹林提质增效与可持续经营技术研发”[CX(20)3152]

作者简介:李冬林(1969—),男,河南睢县人,研究员,博士。从事竹林生态学研究。E-mail:704020830@qq.com。

shoot collection and bamboo forest management.

Key words: *Phyllostachys iridescens*; *Phyllostachys dulcis*; *Phyllostachys vivax* 'aureocaulis'; Protein; Reducing sugar; Fat; Crude fiber; Ash; Amino acid

竹子发笋期, 长的持续近 60 d, 短的持续约 30 d^[1]。国内有学者对笋用竹林出土时间不同的竹笋营养成分变化开展了相关研究, 并取得一定进展。时俊帅等^[2]研究了高节竹(*Phyllostachys prominens*)竹笋出土后外观品质、营养品质、食味品质的不同, 表明高节竹竹笋外观品质和食味品质存在明显的时序变化; 杨奕等^[3]研究了箬竹(*Qiongzhueta tumidinoda*)笋生长过程中营养成分的变化, 表明箬竹笋在采挖出土 10—20 cm 时的营养品质、口感、食用价值和经济价值达到最佳; 何林等^[4]研究了毛竹(*Ph. heterocyclus* cv. *pubescens*)笋用林的合理竹龄结构及笋期生长规律, 认为毛竹春笋大部分营养品质指标含量随出土时间的延后而减少。这些文献大多针对特定竹种竹笋出土后生长时间不同的营养成分动态作了研究, 而同一竹种前后发笋时间往往相隔时间较长, 不同采笋时间竹笋营养成分及氨基酸含量的变化少见报道。本研究选用 3 种笋用竹种——红哺鸡竹(*Ph. iridescens*)、白哺鸡竹(*Ph. dulcis*)、黄秆乌哺鸡竹(*Ph. vivax* 'aureocaulis')为试材, 测定了不同采笋时间其竹笋蛋白质、粗纤维、还原糖、灰分等主要营养成分和氨基酸质量分数的变化, 旨在指导笋用竹林的生产经营和竹笋采收, 为竹林栽培及效益提升提供一定的基础依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料处理

供试材料来源于江苏省林业科学研究院实验林场竹园。该竹园地处江苏省南京市江宁区东善桥, 地理坐标为 118°46'00' E, 31°51'25' N。竹林始建于 2005 年, 母竹多来源于浙江安吉竹种园、常州观赏竹繁育场(现常州市农业技术推广中心)、大禹风景竹园等地。竹林经多年经营, 竹种分类清晰, 保存完好, 管理规范, 且年年发笋。2021 年 4—5 月, 在红哺鸡竹、白哺鸡竹、黄秆乌哺鸡竹林地随机多点采集外形饱满、生长健康、高度相当(20—25 cm)、无病虫害的新鲜竹笋。采集期为 2021-04-12(早期)、2021-04-23(中期)、2021-05-06(晚期), 每次采集 5 株。采集后随即小心剥除笋箨, 冲洗晾干, 并用不锈钢水果刀切成小块(约 20 mm×20 mm×

20 mm), 样品充分混合后密封包装后放入冰箱中待测。

1.2 测定项目与方法

蛋白质测定参照文献[5], 凯氏定氮法; 还原糖测定参照文献[6], 直接滴定法; 灰分测定参照文献[7], 经灼烧、称重后计算得出; 粗纤维测定参照文献[8]; 脂肪测定参考文献[9], 索氏提取法。所有测定项目均以干基表示成分含量重复测定 2 次取平均值。

氨基酸测定参照文献[10], 应用氨基酸分析仪(茚三酮柱后衍生离子交换色谱仪), 重复测定 2 次。共测定了 16 种酸水解氨基酸的含量, 包括天冬氨酸、苏氨酸、丝氨酸、谷氨酸、脯氨酸、甘氨酸、丙氨酸、缬氨酸、蛋氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、酪氨酸、苯丙氨酸、组氨酸、赖氨酸和精氨酸。色谱柱为磺酸型阳离子树脂; 检测波长为 570 nm 和 440 nm, 以外标法通过峰面积计算样品测定液中氨基酸的浓度。

2 结果与分析

2.1 不同采收期 3 种笋用竹竹笋粗纤维及灰分含量的变化

粗纤维是植物细胞壁的主要组成成分, 包括纤维素、半纤维素、木质素及角质等成分, 而且粗纤维不能被人体消化和吸收^[13]。一般而言, 竹笋随着笋龄的增加, 粗纤维的含量逐渐增多, 营养价值降低, 口感变差, 因而会逐渐失去食用价值。因此, 竹笋中粗纤维的含量不宜过多。由表 1 可见, 3 种笋用竹竹笋中粗纤维含量测定值存在一定的变化, 大致在 43.0—84.2 g/kg 之间波动, 且不同种之间的含量存在一定的差异。比较而言, 红哺鸡竹笋中粗纤维含量较低, 变化在 48.1—59.0 g/kg, 其次是白哺鸡竹(56.1—63.1 g/kg); 而黄秆乌哺鸡竹笋中的粗纤维含量最高, 在 43.0—84.2 g/kg 变化。从不同采收期 3 种笋用竹竹笋中粗纤维含量变化来看, 红哺鸡竹早期的含量偏低(43.0 g/kg), 后期采收竹笋的粗纤维含量适度升高(50.3 g/kg), 白哺鸡竹竹笋的粗纤维含量则随采收期延后而下降; 不同采收期黄秆乌哺鸡竹竹笋中粗纤维含量变化不规则, 中期

少量降低但后期含量上升。

灰分是竹笋经灼烧后所残留的无机物质,反映了竹种对矿质元素的选择吸收与积累特点。灰分中的主要成分无机盐是6大营养素之一,因此灰分含量也是评价不同竹种竹笋营养价值的参考指标^[12-13]。从表1可见,3种笋用竹竹笋中的灰分变化在89.1—122.2 g/kg,不同竹种之间变化不大。从不同采收期3种笋用竹竹笋中灰分含量的细微变化来看,红哺鸡竹和白哺鸡竹竹笋的灰分含量均呈现前期高后期低的特征,但黄秆乌哺鸡竹笋中的灰分含量变化则表现为前期含量低,后期含量有所增加。

表1 3种笋用竹不同采收期竹笋蛋白质、还原糖、脂肪、粗纤维、灰分含量变化 g/kg

竹种	采收日	粗纤维	灰分	脂肪	蛋白质	还原糖
红哺鸡竹	04-12	43.0	114.2	36.1	400.0	107.0
	04-23	59.1	89.1	33.0	323.1	193.2
	05-06	50.2	92.4	31.2	346.2	188.1
白哺鸡竹	04-12	63.1	111.4	26.2	350.1	66.1
	04-23	56.1	94.2	41.2	332.2	117.2
	05-06	50.3	92.3	35.4	330.3	108.3
黄秆乌哺鸡竹	04-12	80.1	112.1	35.2	311.2	72.1
	04-23	49.1	109.1	26.2	359.1	98.2
	05-06	84.2	122.2	41.2	324.2	121.0

2.2 不同采收期3种笋用竹竹笋脂肪、蛋白质和还原糖含量的变化

据文献报道,食品中的脂肪可降低血液中胆固醇含量,还有助于预防心血管病,可促进人体脑细胞发育,提高记忆力^[14]。一般而言,竹笋中的脂肪含量较少,仅占据营养成分中一小部分比例,但含量因竹种不同而不同^[15-16]。由表1可见,红哺鸡竹竹笋中脂肪含量31.2—36.1 g/kg,并随采集时间的推后含量递减;但白哺鸡竹和黄秆乌哺鸡竹竹笋中脂肪含量随着采集时间的推后,表现为增加的趋势。这说明不同竹笋之间营养成分发育存在异同。

蛋白质是竹笋最重要的营养成分,是竹笋食品价值的评判标志^[14]。从表1可以看出,不同采收期3种笋用竹竹笋中蛋白质含量存在一定变化。红哺鸡竹竹笋中蛋白质以早期采集的竹笋含量最高(400.0 g/kg),中期下降(323.1 g/kg),后期含量为346.2 g/kg;白哺鸡竹竹笋中蛋白质含量也以早期

采集的竹笋含量最高(350.1 g/kg),后期采集的竹笋蛋白质含量下降(后期采集的笋样含量330.3 g/kg);而黄秆乌哺鸡竹蛋白质以中期采集的竹笋中含量最高(359.1 g/kg)。

还原糖是决定竹笋品质的主要营养成分,也是决定其风味的主要物质,是竹笋甜味的主要来源^[14]。从表1可见,不同采收期3种笋用竹竹笋还原糖含量的变化趋势一致,均是随采收时间的延后含量增加。从还原糖的含量来看,红哺鸡竹最高,变化在107.0—193.2 g/kg之间,表现为甜味竹笋,而另外2种竹笋的还原糖含量相对较低。

2.3 不同采收期3种笋用竹竹笋氨基酸含量的变化

不同采收期3种笋用竹竹笋氨基酸含量的检测结果见表2。由表2可知,3种竹的竹笋氨基酸总量(T)变化在13.06—35.40 g/kg,普遍高于常见的大白菜、芹菜、甘蓝、生菜等绿色蔬菜^[17]。可见,3种竹笋均为富含各种氨基酸的绿色保健食品,适于人们日常食用。从不同采收期3种笋用竹竹笋氨基酸总量(T)的变化来看,后期采收的红哺鸡竹氨基酸总量(T)(35.40 g/kg)是早期采集的竹笋氨基酸总量(T)(17.68 g/kg)的2倍,故红哺鸡竹竹笋的氨基酸总量随采收期的延后含量显著增加。但是,白哺鸡竹和黄秆乌哺鸡竹竹笋的氨基酸总量(T)则呈现出随采收期的延后递减的趋势。不同竹种不同采收期竹笋氨基酸总量的变化呈现不同的变化,进而影响竹笋的营养价值。

一般而言, E/T 值(人类必须氨基酸含量与氨基酸总量的质量分数)往往可以更准确地表征不同食品材料的营养价值^[18]。食品营养学认为,理想的蛋白质标准是 E/T 在40%左右, E/N 在0.60以上^[19]。从表2可见,3种笋用竹种竹笋氨基酸 E/T 值普遍在33.0%以上,红哺鸡竹33.051%—36.542%,白哺鸡竹33.844%—35.788%,黄秆乌哺鸡竹33.33%—35.533%,虽小于韭菜(38.33%)、空心菜(39.16%)、甘薯茎尖(39.50%)等高值蔬菜,但均普遍高于大白菜(25.76%)、甘蓝(29.44%)、蒜苗(32.33%)等蔬菜^[17],具有较高的实用价值。3种笋用竹竹笋氨基酸 E/T 值总体上随采收期的延后而递减,这与 T 值的变化大体一致。

表 2 3 种笋用竹不同采收期竹笋氨基酸含量 g/kg

氨基酸种类	红哺鸡竹			白哺鸡竹			黄秆乌哺鸡竹		
	04-12	04-23	05-06	04-12	04-23	05-06	04-12	04-23	05-06
天冬氨酸	3.60	2.40	6.90	3.30	2.90	3.20	4.30	4.70	3.70
* 苏氨酸	0.60	0.67	1.50	0.63	0.53	0.73	0.74	0.68	0.55
丝氨酸	1.10	1.00	2.10	1.10	0.91	0.96	1.20	1.20	0.80
谷氨酸	1.90	2.20	4.10	2.00	1.70	1.90	2.00	1.80	1.70
甘氨酸	0.63	0.70	1.60	0.60	0.50	0.59	0.72	0.64	0.56
丙氨酸	0.86	1.00	2.20	0.81	0.68	0.64	1.00	0.90	0.73
* 缬氨酸	1.30	1.20	1.90	1.20	0.86	0.81	1.50	1.40	0.92
* 蛋氨酸	0.13	0.16	0.30	0.13	—	—	0.16	0.14	0.18
* 异亮氨酸	1.00	0.94	1.50	1.10	0.82	0.89	1.50	1.30	1.00
酪氨酸	1.90	1.20	2.30	1.00	0.49	0.55	1.70	1.40	0.92
* 亮氨酸	1.10	1.20	2.50	1.10	0.85	0.91	1.20	1.10	0.90
* 苯丙氨酸	0.70	0.69	1.40	0.72	0.52	0.59	0.87	0.87	0.59
* 赖氨酸	1.10	1.10	2.60	1.00	0.84	0.88	1.30	1.20	1.00
组氨酸	0.38	0.38	0.90	0.39	0.35	0.38	0.45	0.45	0.38
精氨酸	0.78	0.78	1.90	0.78	0.61	0.60	1.10	1.00	0.93
脯氨酸	0.60	0.69	1.70	0.57	0.50	0.58	0.72	0.67	0.56
人体必需氨基酸总量(E)	5.93	5.96	11.70	5.88	4.42	4.41	7.27	6.69	5.14
非必需氨基酸总量(N)	11.75	10.35	23.70	10.55	8.64	8.80	13.19	12.76	10.28
儿童必需氨基酸总量(CE)	1.16	1.16	2.80	1.17	0.96	0.75	1.55	1.45	1.31
氨基酸总量(T)	17.68	16.31	35.40	16.43	13.06	9.69	20.46	19.45	15.42
E/T/ %	33.541	36.542	33.051	35.788	33.844	31.900	35.533	34.396	33.333
CE/T/ %	6.561	7.112	7.910	7.121	7.351	7.581	7.576	7.455	8.495
E/N	0.505	0.576	0.494	0.557	0.512	0.467	0.551	0.524	0.500

注：* 为人体必需氨基酸

竹笋也是少年儿童喜爱食用的蔬菜,因此分析儿童必需氨基酸可以了解竹笋中有益于儿童发育的成分占比。儿童必需氨基酸总量(CE)是指组氨酸、精氨酸 2 种氨基酸含量之和^[20]。从表 2 中可见,3 种竹笋中 CE 含量在 0.96—2.80 g/kg,高于常见的的生菜、芹菜、空心菜、茼蒿^[19],适于儿童健康食用。比较而言,红哺鸡竹竹笋的氨基酸 CE 在不同采收期间差异较大,并随采收期的推后而有所增加,而白哺鸡竹和黄秆乌哺鸡竹竹笋的 CE 则呈现出随采收期的延后递减的趋势,与 T 和 E/T 值的变化大体一致。

3 结论与讨论

(1)竹笋是人们喜爱的传统素食蔬菜,在人们日益追求绿色健康的今天无疑具有广阔的生产应用空间。从本文研究结果来看,红哺鸡竹、白哺鸡竹和黄秆乌哺鸡竹蛋白质干基含量均在 310 g/kg 以上,高于土豆、萝卜、生菜等常见蔬菜^[21],也高于毛竹和高节竹竹笋中的蛋白质含量^[22];从竹笋糖含量来看,红哺鸡竹还原糖干基含量在 107.0—193.2 g/kg,为理想的甜味笋用竹笋;而白哺鸡竹和黄秆乌哺鸡竹的还原糖干基含量略低,分别为 66.1—

117.2,72.1—121.0 g/kg。3 种笋用竹竹笋中粗纤维含量在 43.0—84.2 g/kg 之间。本试验分析表明,红哺鸡竹、白哺鸡竹和黄秆乌哺鸡竹均是营养价值较高的笋用竹种,值得广泛生产栽培。

(2)王海霞等^[23]的研究表明,竹笋的品质主要取决于竹种自身的遗传特性,但也受到区域环境因素和栽培措施的影响;朱元洪^[24]的研究结果认为,施肥和土壤养分对毛竹笋蛋白质、脂肪、可溶性糖含量等营养成分具有重要影响,提倡生长期应加强林地的生产管理,以促进毛竹笋用林的产量和效益。因此,可以说环境要素及经营措施直接影响笋用竹林竹笋的营养及利用价值,进而影响竹林的生产效益。时俊帅等^[2]的研究表明,高节竹笋出土后时间的长短对竹笋外观、营养品质、食味品质均有显著影响,特定竹笋出土后选择合适的采收时间可以提高鲜竹笋的利用价值。从本文研究结果来看,竹笋发笋期内采收期的先后不仅影响竹笋的粗纤维、灰分含量,也会影响到竹笋的蛋白质、脂肪、还原糖含量,竹笋采收期的确定同样关系到竹笋品质和利用价值,是不可忽视的竹林经营技术措施。红哺鸡竹竹笋中脂肪、蛋白质含量随采集时间的推后

含量递减,但增加甜味的还原糖含量递减,而白哺鸡竹和黄秆乌哺鸡竹中脂肪、蛋白质含量随采集时间的变化不明显。因此,从营养利用来分析红哺鸡竹竹笋适于提早采集,后期采笋其营养成分会有所下降,白哺鸡竹和黄秆乌哺鸡竹集中采笋时间可以适当延迟,不会对其营养成分有大的影响。

(3)研究表明,除了蛋氨酸部分样品未检出之外,16种基本的食品氨基酸均被检出,3种笋用竹竹笋中氨基酸成分齐全。3种笋用竹竹笋氨基酸总量(T)变化在13.06—35.40 g/kg,高于常见的大白菜、芹菜、甘蓝、生菜等蔬菜,氨基酸 E/T 值普遍高出33.0%,均大于大白菜、甘蓝、蒜苗等蔬菜^[19],是富含各种氨基酸的绿色保健食品,不愧为高端素食蔬菜。从不同采收期3种笋用竹竹笋氨基酸 T 值变化来看,红哺鸡竹竹笋的氨基酸 T 值随采收期的延后含量明显增加,白哺鸡竹和黄秆乌哺鸡竹竹笋的氨基酸 T 值则呈现出随采收期的延后含量递减, CE 值呈现类似的变化。所以,从食用竹笋氨基酸的摄取量来看,红哺鸡竹竹笋适于晚期采集,而白哺鸡竹和黄秆乌哺鸡竹竹笋适于早采。当然,竹笋采收还要顾及经营竹林的竹龄、立竹密度、土壤肥力、发笋量等竹林要素,以及发笋季的天气情况,以有利于竹林提高产量和永续利用为前提。本研究结果对当前江苏笋用林竹笋的科学采收及可持续经营具有一定的指导意义。

参考文献:

- [1] 陈松河.福建笋用竹研究[M]. 厦门:厦门大学出版社,2019: 78-108.
- [2] 时俊帅,章超,陈双林,等.高节竹笋出土后外观、营养和食味品质的时序变化[J].林业科学研究,2019,32(6):137-143.
- [3] 杨奕,董文渊,邱月群,等.笋竹笋生长过程中营养成分的变化[J].东北林业大学学报,2015,43(1):80-82.
- [4] 何林,何小勇.毛竹笋用林合理竹龄结构及其笋期生长规律[J].竹子研究汇刊,1993,12(3):52-56.
- [5] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.中华人民共和国国家标准 GB/T5009.5-2016 食品安全国家标准-食品中蛋白质的测定[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [6] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.中华人民共和国国家标准 GB/T5009.7-2016 食品安全国家标准-食品中还原糖的测定[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [7] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.中华人民共和国国家标准 GB/T5009.4-2016 食品安全国家标准-食品中灰分的测定[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [8] 中华人民共和国国家卫生部,中国标准化委员会.中华人民共和国国家标准 GB/T5009.10-2003 植物类食品中粗纤维的测定[S].北京:中国标准出版社,2003.
- [9] 中华人民共和国国家卫生部,中国标准化委员会.中华人民共和国国家标准 GB 5009.6-2016 食品安全国家标准-食品中脂肪的测定[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [10] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.中华人民共和国国家标准 GB/T5009.124-2016 食品安全国家标准-食品中游离氨基酸的测定[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [11] 常晓萍,刘冠楠.粗纤维食品的作用、地位及前景研究[J].北京农业,2014(6):280.
- [12] 聂小林,孙伟,徐春祥.食品灰分两种测定方法适用性的研究[J].食品安全质量检测学报,2014,5(3):925-929.
- [13] 林益明,郑茂钟,林鹏,等.园林竹类植物叶的热值和灰分含量研究[J].厦门大学学报(自然科学版),2000,39(1):136-141.
- [14] 尹卓容.竹笋的营养及其他[J].食品科学,1987(1):30-31.
- [15] 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(16):79-81.
- [16] 陈玉惠,刘翠,王文久,等.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.
- [17] 欧行奇,李新,朱彬.甘薯茎尖与常见叶菜类蔬菜氨基酸含量及组成的比较分析[J].氨基酸和生物资源,2007,29(3):70-74.
- [18] 颜孙安,林香信,钱爱萍,等.闽产柑橘果实氨基酸含量及组成分析[J].中国食物与营养,2012,18(6):66-70.
- [19] 天津工业学院,无锡轻工业学院.食品生物化学[M].北京:轻工业出版社,1981.
- [20] 蒋滢.氨基酸的应用[M].北京:世界图书出版公司,1996.
- [21] 蒋玉艳,陈兴乐,刘展华.广西常见蔬菜营养成分分析与评价[J].中国食物与营养,2012,18(7):71-74.
- [22] 郭子武,江志标,陈双林,等.高节竹与毛竹鞭笋品质和适口性比较[J].林业科学研究,2015,28(3):447-450.
- [23] 王海霞,彭九生,曾庆南,等.江西毛竹笋营养成分区域分异性研究[J].竹子研究汇刊,2012,31(4):22-25.
- [24] 朱元洪.施肥和土壤养分对毛竹笋营养成分的影响[J].土壤学报,1992,28(1):40-48.