

5 种牡竹属笋用竹竹笋营养成分之比较

陈松河¹, 马丽娟¹, 丁振华², 罗 祺¹, 刘 婧¹

(1. 厦门市园林植物园 福建 厦门 361003; 2. 厦门大学环境与生态学院 福建 厦门 364402)

摘 要 对福建省华安县竹种园 5 种牡竹属笋用竹云南甜龙竹、版纳甜龙竹、勃氏甜龙竹、马来甜龙竹和梁山慈竹竹笋营养进行成分比较。结果表明: 5 种笋用竹鲜竹笋含水量均接近或超过 90%, 口感较好; 灰分含量勃氏甜龙竹竹笋的最高, 达 0.893%, 版纳甜龙竹最低(0.340%); 蛋白质含量最高的是马来甜龙竹(1.717%), 最低的是版纳甜龙竹(1.260%); 勃氏甜龙竹(0.281%) 和云南甜龙竹(0.292%) 脂肪含量较低, 马来甜龙竹(1.134%) 和梁山慈竹(1.083%) 脂肪含量较高; 勃氏甜龙竹(0.655%) 和云南甜龙竹(0.666%) 粗纤维含量较低, 而梁山慈竹、版纳甜龙竹和马来甜龙竹含量相近, 达较高水平, 分别达 0.953%、0.894% 和 0.879%。5 种竹笋均含有 17 种氨基酸, 氨基酸总含量最高的是勃氏甜龙竹(227.64 mg · g⁻¹), 最低的是马来甜龙竹(120.43 mg · g⁻¹); 必需半必需氨基酸总含量最高的是勃氏甜龙竹(84.26%), 最低的是马来甜龙竹(50.67%); 呈味氨基酸总量最高的是勃氏甜龙竹, 达 212.79 mg · g⁻¹, 其次依次为梁山慈竹(164.71 mg · g⁻¹)、版纳甜龙竹(156.35 mg · g⁻¹)、云南甜龙竹(141.44 mg · g⁻¹) 和马来甜龙竹(115.83 mg · g⁻¹)。

关键词 云南甜龙竹; 版纳甜龙竹; 勃氏甜龙竹; 马来甜龙竹; 梁山慈竹; 竹笋; 营养成分

DOI:10.19560/j.cnki.issn1000-6567.2018.04.002

Comparison of Nutritional Components in Bamboo Shoots of Five *Dendrocalamus* Species

CHEN Song-he¹, MA Li-juan¹, DING Zhen-hua², LUO Qi¹, LIU Jing¹

(1. Xiamen Botanical Garden, Xiamen 361003, Fujian, China;

2. College of the Environment & Ecology, Xiamen University, Xiamen 364402, Fujian, China)

Abstract The nutritional components of bamboo shoots in five shoot-used bamboo species of *Dendrocalamus*, i. e. *D. yunnanicus*, *D. hamiltonii*, *D. brandisii*, *D. asper* and *D. farinosus*, from Bamboo Garden in Huaan County of Fujian Province were compared in this paper. The results showed that the water contents of fresh bamboo shoots in the five species were close to or more than 90%, and their taste were good. The ash content of *D. brandisii* shoots was the highest, amounting to 0.893%, while that of *D. hamiltonii* (0.340%) was the lowest. The protein content of *D. asper* (1.717%) was the highest, and that of *D. hamiltonii* (1.260%) was the lowest. The fat contents of *D. brandisii* (0.281%) and *D. yunnanicus* (0.292%) were lower, and that of *D. asper* (1.134%) and *D. farinosus* (1.083%) were higher. The crude fiber contents of *D. brandisii* (0.655%) and *D. yunnanicus* (0.666%) were lower, while that of *D. farinosus*, *D. hamiltonii* and *D. asper* reached a higher level, up to 0.953%, 0.894% and 0.879% respectively. There were 17 kinds of amino acids in the five shoot-used bamboo species, and the total amino acid content of *D. brandisii* (227.64 mg · g⁻¹) was the highest and that of *D. asper* (120.43 mg · g⁻¹) was the lowest. The total essential and semi-

收稿日期: 2018-03-19

基金项目: 厦门市科学技术局科研项目资助(3502Z20102003; 3502Z20144072)

作者简介: 陈松河, 研究员, 从事园林植物(竹类)分类、栽培与应用研究。E-mail: songhechen2009@126.com

essential amino acid content of *D. brandisii* (84.26%) was the highest, and that of *D. asper* (50.67%) was the lowest. The total amount of flavor amino acids of *D. brandisii* was the highest, up to 212.79 mg · g⁻¹, followed by *D. farinosus* (164.71 mg · g⁻¹), *D. hamiltonii* (156.35 mg · g⁻¹), *D. yunnanicus* (141.44 mg · g⁻¹) and *D. asper* (115.83 mg · g⁻¹).

Key words *Dendrocalamus yunnanicus*; *D. hamiltonii*; *D. brandisii*; *D. asper*; *D. farinosus*; Bamboo shoots; Nutritional components

云南甜龙竹(*Dendrocalamus yunnanicus*)、版纳甜龙竹(*D. hamiltonii*)、勃氏甜龙竹(*D. brandisii*)、马来甜龙竹(*D. asper*)和梁山慈竹(*D. farinosus*)属竹亚科牡竹属优良笋用竹种,不仅产量高,而且口感好,目前正在中国不少地方得到重点推广应用,其中版纳甜龙竹、勃氏甜龙竹和马来甜龙竹称为世界三大著名甜笋竹^[1]。有关这 5 种笋用竹营养成分,杨校生等^[2]对包括云南甜龙竹、勃氏甜龙竹在内的 17 种丛生竹笋营养成分进行评价;李荣等^[3]对版纳甜龙竹竹笋不同部位营养特征进行分析;王茜等^[1]对不同种源版纳甜龙竹竹笋营养成分进行分析;裴佳龙等^[4]对云南不同地理种源勃氏甜龙竹竹笋营养成分进行比较;此外少见其它报道。福建省华安县竹种园自云南引种栽培的这 5 种笋用竹生长适应性良好,在闽南等地正逐步得到推广种植,但其营养成分未见系统研究报道。本文首次对华安竹种园这 5 种优良笋用竹的营养成分进行比较分析,以期为其进一步推广、开发及经营管理提供科学参考依据。

1 试验地概况

试验竹种选自福建华安竹种园,该园地处漳州市华安县华丰镇,九龙平湖北侧的龟仔垅山,东经 117°30′、北纬 25°线贯穿全境,四季温暖多雨,为中、南亚热带气候过渡带。年平均降水 1 800 ~ 2 023 mm,年平均温度 20.1 °C,1 月平均温度 12.2 °C,绝对最低温 -3.8 °C,年积温 7 320.6 °C,土壤为山地红壤, pH 值 5.5 ~ 6.5,土层厚度一般大于 1 m,海拔 114 ~ 280 m,坡度 23°,坡向朝南,地形为北高南低、四周高中间低的 1 个小流域面,间有常年流水的小溪,小地形多变,自然条件适宜我国自然分布的 70% 以上竹种生长,是散生型和丛生型竹种生长繁育的理想之地^[5]。

2 材料与方法

2.1 材料

供试的 5 种笋用竹云南甜龙竹、版纳甜龙竹、勃氏甜龙竹、马来甜龙竹和梁山慈竹竹笋均取自福建华安竹种园,各竹种分别采集大小适中(高约 30 cm),无病虫害和机械损伤,无明显空洞,无畸形,不干缩,生长健壮、鲜活竹笋。剥除笋箨洗净后,纵切竹笋,采用四分法取样,分别取样测定含水量;其余置于 60 ~ 70 °C 烘箱中烘干,粉碎并过 0.5 mm 筛,保存于干燥器中,供其他成分测定。

2.2 竹笋成分测定方法

水分采用烘箱干燥法(GB/T 5009.3-2003),灰分用直接灰化法测定(GB/T 5009.4-2003),粗脂肪采用索氏提取法测定(GB/T 14772-2008),粗蛋白用凯氏定氮法测定(GB/T 14771-1993),粗纤维采用酸碱消煮法(GB/T 05009.10-2003)进行测定^[6]。氨基酸采用氨基酸自动分析仪进行测定(GB/T 5009.124-2003)^[7]。所有样品成分均由福建省亚热带植物研究所生理生化重点实验室测定。

3 结果与分析

3.1 竹笋营养成分比较

竹笋中含水量直接影响着竹笋的口感和品质,含水量越高竹笋越幼嫩,口感越好^[8]。由表 1 可见,云南

龙竹、版纳甜龙竹、勃氏甜龙竹、马来甜龙竹和梁山慈竹竹笋5种竹笋的含水量除梁山慈竹略低(88.23%)外,其余均在90%以上,口感较好。

灰分是由所有矿物质元素构成,是人体进行新陈代谢不可缺少的物质^[11]。竹笋中所有的矿物质元素构成了总灰分,灰分中的无机盐矿物质元素是人体新陈代谢不可缺少的部分,无机盐中的磷、铁、钙等矿物质元素更是人们重要的碱性食物^[18]。由表1可见,勃氏甜龙竹竹笋的灰分含量最高,达0.893%,版纳甜龙竹最低(0.340%),排在第2至第4位的分别是马来甜龙竹(0.549%)、云南甜龙竹(0.445%)、梁山慈竹(0.438%)。

蛋白质作为人体必需营养素,在人体代谢中起到重要作用^[9]。由表1可见,5种笋用竹蛋白质含量由高到低依次为:马来甜龙竹(1.717%)、云南甜龙竹(1.601%)、勃氏甜龙竹(1.538%)、梁山慈竹(1.492%)和版纳甜龙竹(1.260%)。

粗脂肪也是评价蔬菜质量的指标之一,而竹笋低脂肪含量,为需要节食以及想要控制体重的人群提供了很好的食物^[10-11]。由表1可知,勃氏甜龙竹(0.281%)和云南甜龙竹(0.292%)粗脂肪含量较低,马来甜龙竹(1.134%)和梁山慈竹(1.083%)粗脂肪含量较高。

竹笋中纤维素的含量会随着笋龄的增加而增多,使其口感变差,失去食用价值^[4]。由表1可见,勃氏甜龙竹(0.655%)和云南甜龙竹(0.666%)粗纤维含量较低,而梁山慈竹、版纳甜龙竹和马来甜龙竹含量相近,达较高水平,分别达0.953%、0.894%和0.879%。

表1 5种竹属笋用竹竹笋含水量、灰分、蛋白质、粗脂肪和粗纤维含量

Tab. 1 The content of water, ash, protein, fat and crude fiber of bamboo shoots in five *Dendrocalamus* species

序号 No.	竹种名称 Bamboo species name	含水量 Water content/%	灰分含量 Ash content/%	蛋白质 Protein content/%	粗脂肪 Fat content/%	粗纤维 Crude fiber content/%
1	云南甜龙竹 <i>D. yunnanicus</i>	90.44	0.445	1.601	0.292	0.666
2	版纳甜龙竹 <i>D. hamiltonii</i>	91.66	0.340	1.260	0.420	0.894
3	勃氏甜龙竹 <i>D. brandisii</i>	92.57	0.893	1.538	0.281	0.655
4	马来甜龙竹 <i>D. asper</i>	92.62	0.549	1.714	1.134	0.879
5	梁山慈竹 <i>D. farinosus</i>	88.23	0.438	1.492	1.083	0.953

说明:(1)以上数据均为新鲜竹笋的营养成分含量;(2)样品含量为3次试验平均值

Note: (1) The above data were all the nutrient contents of fresh bamboo shoots; (2) The sample component content is the average of 3 tests.

3.2 竹笋氨基酸含量比较

3.2.1 人体必需和半必需氨基酸含量 氨基酸在人体活动中占据重要地位,尤其是人体不能自身合成的8种必需氨基酸^[12]。在对5种竹笋样品进行氨基酸测定可见(表2)除色氨酸在酸水解的过程中被破坏以外,均含有17种氨基酸,各竹种氨基酸总含量最高的是勃氏甜龙竹,达227.64 mg·g⁻¹,其次是梁山慈竹182.19 mg·g⁻¹,最少的是马来甜龙竹,只有120.43 mg·g⁻¹;5种竹笋中均含有7种人体必需氨基酸和2种人体半必需氨基酸,必需半必需氨基酸总含量由高到低依次为勃氏甜龙竹(84.26%)、版纳甜龙竹(76.05%)、梁山慈竹(74.33%)、云南甜龙竹(57.39%)和马来甜龙竹(50.67%)。

氨基酸含量是反映食品营养成分高低的非常重要的指标,根据FAO/WHO标准,蛋白质比较理想的必需氨基酸(EAA)/总氨基酸(TAA)比值为40%左右,必需氨基酸(EAA)/非必需氨基酸(NEAA)比值为60%以上^[13,14]。据此,除勃氏甜龙竹两项指标比该标准略低(分别为37.01%和58.77%)、云南甜龙竹必需氨基酸(EAA)/总氨基酸(TAA)比值比标准略低(37.98%)外(但都与标准非常靠近),其余3种竹笋营养成分符合该标准,说明5种竹笋都是较理想的蛋白源。

3.2.2 竹笋呈味氨基酸含量 由表3可见,5种笋用竹中呈味氨基酸总量最高的是勃氏甜龙竹,达212.79 mg·g⁻¹,其次依次为梁山慈竹(164.71 mg·g⁻¹)、版纳甜龙竹(156.35 mg·g⁻¹)、云南甜龙竹(141.44 mg·g⁻¹)和马来甜龙竹(115.83 mg·g⁻¹)。

天冬氨酸和谷氨酸属于鲜味氨基酸^[15]。由表3可见,5种笋用竹中勃氏甜龙竹鲜味氨基酸含量最高,达97.63 mg·g⁻¹,其含量分别是排在第2至第5位梁山慈竹、云南甜龙竹、版纳甜龙竹和马来甜龙竹的1.6

表 2 5 种牡竹属笋用竹竹笋氨基酸含量

Tab. 2 The content of amino acids of bamboo shoots in five *Dendrocalamus* species (mg · g⁻¹)

编号 No.	氨基酸名称 Amino acid name	竹种 Bamboo species				
		云南甜龙竹 <i>D. yunnanicus</i>	版纳甜龙竹 <i>D. hamiltonii</i>	勃氏甜龙竹 <i>D. brandisii</i>	马来甜龙竹 <i>D. asper</i>	梁山慈竹 <i>D. farinosus</i>
1	精氨酸(Arg) ▲	7.60	11.37	11.95	7.13	13.25
2	丝氨酸(Ser)	5.47	7.82	10.82	5.47	6.34
3	天冬氨酸(Asp)	31.80	21.80	70.82	17.06	28.19
4	谷氨酸(Glu)	22.65	30.51	26.81	18.77	34.22
5	甘氨酸(Gly)	7.34	9.70	10.81	6.09	8.06
6	苏氨酸(Thr) ★	4.77	7.79	9.06	3.88	6.42
7	丙氨酸(Ala)	14.10	14.16	5.44	9.38	16.73
8	脯氨酸(Pro)	6.75	8.44	8.86	5.78	8.45
9	甲硫氨酸(Met) ★	0.68	1.44	0.77	0.82	1.12
10	组氨酸(His) ▲	3.64	3.56	6.04	2.28	4.65
11	缬氨酸(Val) ★	10.20	12.30	13.26	8.93	12.06
12	半胱氨酸(Cys)	0.91	0.81	1.49	0.90	1.15
13	苯丙氨酸(Phe) ★	5.91	7.85	8.95	5.70	7.31
14	亮氨酸(Leu) ★	10.66	14.31	14.3	10.51	12.66
15	异亮氨酸(Ile) ★	6.46	8.28	8.05	5.94	7.52
16	赖氨酸(Lys) ★	7.47	9.15	11.88	5.48	9.34
17	酪氨酸(Tyr)	4.71	2.77	8.33	6.31	4.72
必需(含半必需)氨基酸含量(B)		57.39	76.05	84.26	50.67	74.33
非必需氨基酸总含量(FB)		93.73	96.01	143.38	69.76	107.86
总氨基酸(B + FB) 含量(T)		151.12	172.06	227.64	120.43	182.19
B/T(%)		37.98	44.20	37.01	42.07	40.80
B/FB(%)		61.23	79.21	58.77	72.63	68.91

说明 “★”为人体必需氨基酸 “▲”为半必需氨基酸; 样品含量为 3 次试验平均值
 Note: "★" is an essential amino acid for human; "▲" is a semi-essential amino acid; sample component content is the average of 3 tests

表 3 5 种牡竹属笋用竹竹笋呈味氨基酸含量

Tab. 3 The content of flavor amino acids of bamboo shoots in five *Dendrocalamus* species (mg · g⁻¹)

类别 Category	氨基酸种类 Amino acidspecies	竹种 Bamboo species				
		云南甜龙竹 <i>D. yunnanicus</i>	版纳甜龙竹 <i>D. hamiltonii</i>	勃氏甜龙竹 <i>D. brandisii</i>	马来甜龙竹 <i>D. asper</i>	梁山慈竹 <i>D. farinosus</i>
鲜味 Delicious	天冬氨酸(Asp)	31.80	21.80	70.82	17.06	28.19
	谷氨酸(Glu)	22.65	30.51	26.81	18.77	34.22
	总量(Total)	54.45	52.31	97.63	35.83	62.41
甜味 Sweet	丝氨酸(Ser)	5.47	7.82	10.82	5.47	6.34
	甘氨酸(Gly)	7.34	9.70	10.81	6.09	8.06
	苏氨酸(Thr)	4.77	7.79	9.06	3.88	6.42
	丙氨酸(Ala)	14.10	14.16	5.44	9.38	16.73
	脯氨酸(Pro)	6.75	8.44	8.86	5.78	8.45
	总量(Total)	38.43	47.91	44.99	30.60	46.00
	苦味 Bitter	缬氨酸(Val)	10.20	12.30	13.26	8.93
苯丙氨酸(Phe)		5.91	7.85	8.95	5.70	7.31
亮氨酸(Leu)		10.66	14.31	14.30	10.51	12.66
异亮氨酸(Ile)		6.46	8.28	8.05	5.94	7.52
酪氨酸(Tyr)		4.71	2.77	8.33	6.31	4.72
总量(Total)		37.94	45.51	52.89	37.39	44.27
芳香类 Aromatic	苯丙氨酸(Phe)	5.91	7.85	8.95	5.70	7.31
	酪氨酸(Tyr)	4.71	2.77	8.33	6.31	4.72
	总量(Total)	10.62	10.62	17.28	12.01	12.03
呈味氨基酸 总量(T)		141.44	156.35	212.79	115.83	164.71

说明: 样品含量为 3 次试验平均值
 Note: sample component content is the average of 3 tests

倍、1.8倍、1.9倍、2.7倍。甜味氨基酸包括甘氨酸、丙氨酸、脯氨酸、丝氨酸等^[15]。5种笋用竹甜味氨基酸含量以版纳甜龙竹最多,达 $47.91 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,其次是梁山慈竹达 $46.00 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,排在第3位的勃氏甜龙竹 $44.99 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,马来甜龙竹含量最少,只有 $30.60 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。苦味类氨基酸一般包括亮氨酸、酪氨酸、缬氨酸、异亮氨酸、苯丙氨酸和色氨酸^[15]。5种笋用竹苦味氨基酸含量勃氏甜龙竹最高,达 $52.89 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,其次依次为版纳甜龙竹、梁山慈竹、云南甜龙竹和马来甜龙竹。芳香族氨基酸中苯丙氨酸、色氨酸属于必需氨基酸。而酪氨酸是半必需氨基酸。许多植物和微生物可以合成芳香族氨基酸^[16]。5种笋用竹芳香类氨基酸含量由高至低依次为勃氏甜龙竹、梁山慈竹、马来甜龙竹、云南甜龙竹和版纳甜龙竹。

4 小结

通过对福建省华安县竹种园5种牡竹属笋用竹云南甜龙竹、版纳甜龙竹、勃氏甜龙竹、马来甜龙竹和梁山慈竹竹笋营养进行成分比较。5种笋用竹鲜竹笋含水量均接近或超过90%,口感较好;灰分含量勃氏甜龙竹竹笋的最高,达0.893%,版纳甜龙竹最低(0.340%);蛋白质含量由高到低依次为:马来甜龙竹(1.717%)、云南甜龙竹(1.601%)、勃氏甜龙竹(1.538%)、梁山慈竹(1.492%)和版纳甜龙竹(1.260%);勃氏甜龙竹(0.281%)和云南甜龙竹(0.292%)粗脂肪含量较低,马来甜龙竹(1.134%)和梁山慈竹(1.083%)粗脂肪含量较高;勃氏甜龙竹(0.655%)和云南甜龙竹(0.666%)粗纤维含量较低,而梁山慈竹、版纳甜龙竹和马来甜龙竹含量相近,达较高水平,分别达0.953%、0.894%和0.879%。

5种笋用竹竹笋除色氨酸在酸水解的过程中被破坏以外,均含有17种氨基酸,氨基酸总含量最高的是勃氏甜龙竹,达 $227.64 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,其次是梁山慈竹 $182.19 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,最少的是马来甜龙竹($120.43 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$);5种竹笋中均含有7种人体必需氨基酸和2种人体半必需氨基酸,必需半必需氨基酸总含量由高到低依次为勃氏甜龙竹(84.26%)、版纳甜龙竹(76.05%)、梁山慈竹(74.33%)、云南甜龙竹(57.39%)和马来甜龙竹(50.67%)。

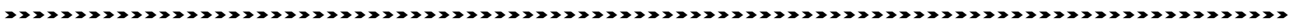
竹笋苦味氨基酸主要为异亮氨酸、亮氨酸、酪氨酸、苯丙氨酸、色氨酸和缬氨酸;鲜味氨基酸主要为谷氨酸、天冬氨酸;甜味氨基酸主要为甘氨酸、丙氨酸、脯氨酸、丝氨酸和苏氨酸;芳香类氨基酸主要为色氨酸、苯丙氨酸和酪氨酸^[17]。5种笋用竹竹笋中呈味氨基酸总量最高的是勃氏甜龙竹,达 $212.79 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,其次依次为梁山慈竹($164.71 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$)、版纳甜龙竹($156.35 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$)、云南甜龙竹($141.44 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$)和马来甜龙竹($115.83 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$)。勃氏甜龙竹鲜味氨基酸含量最高,达 $97.63 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,其含量分别是排在第2至第5位梁山慈竹、云南甜龙竹、版纳甜龙竹和马来甜龙竹的1.6倍、1.8倍、1.9倍、2.7倍;甜味氨基酸含量以版纳甜龙竹最多,达 $47.91 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,其次是梁山慈竹达 $46.00 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,排在第3位的勃氏甜龙竹 $44.99 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,马来甜龙竹含量最少,只有 $30.60 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$;苦味氨基酸含量勃氏甜龙竹最高,达 $52.89 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,其次依次为版纳甜龙竹、梁山慈竹、云南甜龙竹和马来甜龙竹;芳香类氨基酸含量由高至低依次为勃氏甜龙竹、梁山慈竹、马来甜龙竹、云南甜龙竹和版纳甜龙竹。

参 考 文 献

- [1] 王茜,王曙光,邓琳,等.不同种源版纳甜龙竹竹笋营养成分分析[J].西南林业大学学报,2017,37(5):188-192.
- [2] 杨校生,谢锦忠,马占兴,等.17种丛生竹笋的感官与营养品质评价[J].林业科技开发,2001,15(5):16-18.
- [3] 李荣,刁定伟,向明欢,等.版纳甜龙竹笋不同部位营养特征分析[J].林业科技开发,2010,24(4):76-78.
- [4] 裴佳龙,李鹏程,王茜,等.云南不同地理种源勃氏甜龙竹竹笋营养成分比较[J].西北林学院学报,2018,33(1):156-161.
- [5] 邹跃国.福建华安竹类植物园种质资源异地保存与分析[J].世界竹藤通讯,2006,4(4):23-26.
- [6] 王国玉,马师,苟光前.斑苦竹竹笋营养成分的分析[J].贵州大学学报(自然科学版),2014,31(6):42-44.
- [7] 廖林.贵州金沙方竹笋氨基酸含量分析[J].安徽农业科学,2014,42(14):4444-4446.
- [8] 王曙光,普晓兰,丁雨龙,等.云南箭竹2个变异类型竹笋营养成分分析[J].南京林业大学学报:自然科学版,2009,33(3):136-138.
- [9] 周中凯,杨艳,郑排云,等.肠道微生物蛋白质的发酵与肠道健康的关系[J].食品科学,2014,35(1):303-309.

(下转第19页)

[17] 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.
[18] 刘跃军,王立平,傅冰,等. 合江方竹和刺方竹 13 种不同种源方竹笋营养成分研究[J]. 浙江林业科技,2012,32(4):37-42.
[19] 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.
[20] 杨月欣,王广正,潘兴昌. 中国食物成分表[M]. 北京:北京大学医学出版社,2002,49-51.
[21] 王曙光,普晓兰,丁雨龙,等. 云南箭竹 2 个变异类型竹笋营养成分分析[J]. 南京林业大学学报:自然科学版,2009,33(3):136-138.
[22] 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,1981,301-393.
[23] 欧行奇,任秀娟,周岩. 叶菜型甘薯茎尖的氨基酸含量及组成分析[J]. 中国食品学报,2007,7(4):120-125.
[24] 周文伟,何奇江,叶春球,等. 不同季节毛竹笋营养成分比较分析[J]. 浙江林业科技,2013,33(4):64-68.



(上接第 8 页)

[10] 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):80-82,87.
[11] 甘小洪,唐翠彬,温中斌,等. 寿竹笋的营养成分研究[J]. 天然产物研究与开发,2013,25(4):494-499.
[12] 王小生. 必需氨基酸对人体健康的影响[J]. 中国食物与营养,2005(7):48-49.
[13] FAO/WHO. Energy and protein requirements [R]. Report of a joint FAO/WHO expert committee. Technical report series no. 522. Geneva: World Health Organization,1973.
[14] FAO/WHO/UNU. Energy and protein requirements [R]. Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. Technical report series no. 724. Geneva: World Health Organization,1985.
[15] 郑炯,夏季,陈光静,等. 腌制加工对麻竹笋氨基酸含量的影响[J]. 食品工业科技,2014,35(3):339-342.
[16] 查锡良,周春燕. 生物化学(第 7 版) [M]. 北京:人民卫生出版社,2005:9-10.
[17] 李明良,唐翠彬,陈双林,等. 覆土栽培对高节竹笋呈味氨基酸的影响[J]. 浙江林业科技,2015,35(2):54-57.
[18] Chongtham N, Bisht MS, Haorongbam S. Nutritional properties of bamboo shoots: potential and prospects for utilization as a health food [J]. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2011, 10(3), 150-171.