

# 施肥和土壤养分对毛竹笋营养成分的影响

朱元洪 孙 羲

(浙江农业大学)

洪顺山

(亚热带林业研究所)

## 摘 要

本试验研究了 N、P、K 肥料和土壤 N、P、K 养分对毛竹笋营养成分的影响,并由此考察了其营养成分,结果表明,毛竹笋的氨基酸总量和必需氨基酸含量高于一般蔬菜。游离 Glu, Gln 及 Asp 是毛竹笋的鲜味成分,其中冬笋主要是 Gln 和 Asp,春笋则是 Glu 和 Asp。施肥提高笋体的水解氨基酸和游离氨基酸含量。糖分含量随氮肥增加而减少,随磷肥增加而增加,钾肥对糖分影响不明显,冬笋水解氨基酸含量与土壤水解氮成显著正相关,而与土壤速效磷及速效钾相关不显著。N、P 肥料的施用及高含量的土壤 N、P 养分有利于笋体游离 Tyr 的降低。

毛竹笋是我国传统蔬菜,据食品专家研究和药志记载,笋具减肥,防止肠癌,毛笋烤肉可以滋阴益血,麻油焖笋能够化痰、消食等。近年来,由于人们对纤维食品的追求,毛竹笋更因其味道鲜美而倍受人们青睐,使得鲜笋和罐藏笋在国内外销量不断上升,各种笋制品也不断增加。

然而,对毛竹笋营养成分的研究,仅见报道其含量,而未考虑环境和人为因子的影响,近年施肥已成为提高竹笋产量的一项有效措施,但施肥对笋品质的影响还很少了解,因此研究施肥及土壤养分状况对毛竹笋品质的影响,明确其变化趋势,对培育高品位的竹笋具有实际生产意义。

## 一、材料与 方法

### (一) 试验设计与实施

试验在毛竹林施肥定位试验<sup>[6]</sup>点上进行。该试验于 1984 年开始实施,供试竹林位于浙江省安吉县山河乡马吉村百家坪,该地地处低山丘陵,土壤母质为页岩风化物,土层厚度多在 50—100cm 间,试验地土壤粘粒平均含量为 21.2%, pH 值 5.50,有机质 5.83%,全氮 0.205%,全磷( $P_2O_5\%$ ) 0.062%,水解性氮 15.39mg/100g 土,有效磷 (P,ppm) 1.0ppm,代换性钾 (K,ppm) 87.4ppm,代换量 11.34me/100g 土。

说明:氨基酸名称前冠以 F-, H-分别表示游离或水解氨基酸; E-AA 表示必需氨基酸。蛋白质水解氨基酸(简称水解氨基酸)是指样品经水解后水解液测定结果,因此它是游离氨基酸与蛋白质氨基酸的总和。

天冬氨酸 (Asp), 天冬酰胺 (Asn), 天冬氨酸+天冬酰胺 (Asx), 丝氨酸 (Ser), 苏氨酸 (Thr), 谷氨酸 (Glu), 谷氨酰胺 (Gln), 谷氨酸+谷氨酰胺 (Glx), 脯氨酸 (Pro), 甘氨酸 (Gly), 丙氨酸 (Ala), 缬氨酸 (Val), 蛋氨酸 (Met), 异亮氨酸 (Ile), 亮氨酸 (Leu), 酪氨酸 (Tyr), 苯丙氨酸 (Phe), 组氨酸 (His), 色氨酸 (Trp), 赖氨酸 (Lys), 精氨酸 (Arg), 必需氨基酸 (E-AA)。

试验地毛竹林长势中等,林地平均立竹数 193 支,平均胸径 25.43cm, 平均蓄积量每亩 2.827 吨。

试验采用正交设计,三个因子为氮、磷、钾,并根据肥料一般用量高低限度安排三个水平,选用正交表  $L_9(3^4)$  排列试验,另加不施肥处理 (CK) 以资比较。小区面积 1 亩。试验设计见表 1,重复 3 次。施肥方法采用条施,间隔 1.2m 开水平沟,沟深 10cm,施肥后覆土。为了减少原来竹林生长状况的影响,1984 年 8 月和 1985 年 9 月连续二年施肥后于第三年 (1986 年 4 月 16 日) 始采集春笋样品供分析用。采法为每小区采大小尽量一致的笋 5 支,然后立即运回实验室进行处理。

表 1 试验设计

Table 1 Treatments of the experiment

处 理 Treatments	施 肥 量 Quantity of fertilizer application (kg/mu)		
	尿 素 Urea	过磷酸钙 Superphosphate	硫 酸 钾 Potassium sulphate
$N_1P_1K_1$	10	10	5
$N_1P_2K_2$	10	20	10
$N_1P_3K_3$	10	30	15
$N_2P_1K_2$	15	10	10
$N_2P_2K_3$	15	20	15
$N_2P_3K_1$	15	30	5
$N_3P_1K_3$	20	10	15
$N_3P_2K_1$	20	20	5
$N_3P_3K_2$	20	30	10
$N_0P_0K_0$	0	0	0

为了研究土壤养分状况对笋体营养成分的影响,1987 年 1 月中旬于安吉县马吉、港口一带低丘竹林地内,选择不同土壤肥力的样地 15 块,每块样地采冬笋 20 支,选择相似大小的笋体 10 支作为分析样,同时在采笋地点分别采集土壤混合样品供分析用。

笋样处理:先剥去笋箨,然后取可食的鲜嫩部分,用刀切碎后分成二份,一份作烘干样 (90℃ 烘半小时,再在 70℃ 烘一昼夜),一份作鲜样,鲜样保存于 -15℃ 冰箱中备用。

## (二) 分析方法

笋样全氮、全磷、全钾及土壤速效氮、速效磷、速效钾的测定参考《土壤农业化学常规分析方法》一书<sup>[1]</sup>。

笋样氨基酸用 Waters 公司的高效液相色谱仪测定。游离氨基酸用 10% 醋酸提取<sup>[2]</sup>。蛋白质氨基酸则用 6N HCl 在密闭条件下于 110℃ 水解 24 小时而成。

酰胺测定样品的制备:取一定量游离氨基酸提取液,加入 HCl,使 HCl 浓度为 2N,然后将该液体在 100℃ 下水解 3 小时,使天冬酰胺变成天冬氨酸,谷氨酰胺变成谷氨酸,水解完后定容,取一定量该定容液,用 HPLC 测定各氨基酸含量。天冬酰胺和谷氨酰胺量就是该测得的天冬氨酸和谷氨酸量与游离氨基酸提取液测得的游离天冬氨酸和谷氨酸量的差值<sup>[3]</sup>。

笋样粗纤维:中性洗涤剂法<sup>[3]</sup>。

笋样糖分:铜还原碘量法<sup>[1]</sup>。

## 二、结果与讨论

### (一) 毛竹笋营养成分

测定结果表明,冬、春笋水解氨基酸总量分别为 15.59 和 30.28g/100gD. W., 折合鲜样各为 2339 和 3028mg/100gF. W.<sup>1)</sup>;必需氨基酸含量分别为 3.790 和 9.903g/100g D. W., 折合鲜样各为 568.5 和 990.3mg/100gF. W.;这一含量与 Paul 等(1980)<sup>[11]</sup>食物成份表中蔬菜一栏比较,可以发现,不管冬笋或春笋,其水解氨基酸总量都超过一般蔬菜,只有芦笋氨基酸含量与它相似(大于冬笋而小于春笋)。必需氨基酸含量,除孢子甘兰超过毛竹笋、芦笋、蘑菇、马铃薯与毛竹笋相近外,其它大部分叶菜、根菜、果菜类的必需氨基酸含量都低于毛竹笋。

毛竹笋还含有大量的游离氨基酸,尤其是冬笋,游离氨基酸含量为 1620mg/100gF. W., 占氨基酸总量的 68%,春笋游离氨基酸含量为 548mg/100gF. W., 占氨基酸总量的 19%,而这些游离氨基酸是笋体主要呈味物质,根据食品方面资料<sup>[4,5]</sup>,游离 Glu, Gln 及 Asp 在 pH6—7 范围内具有鲜味,它们的味感阈值比为 1:8.3:3.3,即 1 份谷氨酸鲜味相当于 8.3 份谷氨酰胺或 3.3 份天门冬氨酸鲜味。从测定结果可知,冬笋中含有大量的游离天门冬氨酸和谷氨酰胺,其含量分别为  $35.72 \pm 1.57$  和  $148.9 \pm 7.76$ ,而谷氨酸含量很低,春笋则天门冬氨酸和谷氨酸含量较高,并经测定,笋体 1:1 水提液的 pH 为 6.5 左右,因此笔者认为 Gln, Asp 及 Glu 是笋体的鲜味成份,而冬春笋稍有差异,冬笋主要是 Gln 和 Asp,并根据它们的含量和味感阈值比,认为冬笋中 Gln 对鲜味的贡献大于 Asp, Glu 由于含量很低,作用很小。春笋中鲜味成份则是 Glu 和 Asp,并且 Glu 的作用大于 Asp。这与前人结果<sup>[9]</sup>稍有不同,该文作者认为天门冬氨酸是竹笋的主要鲜味物质,而作者却认为,尽管天门冬氨酸对笋体鲜味有较大贡献,但 Gln 和 Glu 的贡献在冬笋和春笋上分别大于 Asp。需要指出的是,由于 Gln 在加热过程中会变成 Glu<sup>[14]</sup>,因此食用的煮熟竹笋其鲜味成份主要是 Glu 和 Asp。

糖分是笋体另一呈味物质,分析结果指出,冬笋总糖含量比春笋大 5 倍,分别为 3400 和 610mg 葡萄糖/100gF. W., 这无疑给冬笋味道鲜美添了一份贡献。

笋体粗纤维含量,无论冬笋或春笋,基本上都在 17—20% 左右。

## (二) 施肥对毛竹笋营养成份的影响

对试验结果进行直观分析,结果如表 2。由表 2a 可见,施用 N、P、K 肥料后,多数游离氨基酸含量都有所增加,总游离氨基酸含量增加 50mg/100g, F. W. 左右,但反应随肥料和氨基酸种类不同而有差异。

氮肥对游离氨基酸的影响,除 Asp, Tyr 随氮肥用量提高而降低外, Gly、Ala、Val、Ile、Leu、Phe、His、Trp、Lys 随氮肥用量增加而增加,其它氨基酸施肥后都比对照高。

磷肥对 Asp 的影响与氮肥相似,随磷肥用量增加而降低。Gly、Ala 则随磷肥用量增加而增加, Tyr 含量在 P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub> 水平时比对照低,其它大部分游离氨基酸含量在施用磷肥后都比对照提高。

钾肥对游离氨基酸的影响有一个明显的特点,就是每亩施用 0、5、10 公斤 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 游离氨基酸含量随钾肥用量增加而增加,到 15 公斤/亩硫酸钾时,游离氨基酸含量随之下。其原因可能是,在钾肥供应水平较低时,钾的供应促进了氮的吸收、运输和转化<sup>[8-10]</sup>,

1) 春笋和冬笋含水量分别为 90% 和 85%。D. W. 表示干重; F.W. 表示鲜重。

表 2 正交试验结果直观分析表(单位: 游离氨基酸 mg/100g F. W.)  
 Table 2 Results of the orthogonality design experiments by direct visual analysis

a. 游离氨基酸含量  
 a. The contents of free amino acids

氨基酸名称 Amino acid	肥料 Fertilizer	$\bar{K}_0$	$\bar{K}_1$	$\bar{K}_2$	$\bar{K}_3$
Asp	N	34.02	33.35	30.56	29.98
	P	34.02	33.48	30.82	29.65
	K	34.02	31.68	35.97	26.30
Thr	N	104.95	119.82	106.11	125.71
	P	104.95	124.07	111.57	116.01
	K	104.95	116.68	122.26	117.71
Glu	N	18.07	22.01	24.78	21.46
	P	18.07	22.07	25.22	20.97
	K	18.07	20.01	25.73	22.52
Gly	N	4.21	4.53	4.64	5.02
	P	4.21	4.55	4.73	4.91
	K	4.21	4.57	4.95	4.67
Ala	N	17.39	20.29	21.55	24.63
	P	17.39	20.84	22.15	23.48
	K	17.39	21.64	22.14	22.70
Val	N	24.73	27.02	27.94	29.54
	P	24.73	30.29	30.18	24.02
	K	24.73	25.05	31.07	28.38
Met	N	6.42	7.50	6.58	7.26
	P	6.42	7.08	6.69	7.56
	K	6.42	7.16	7.42	6.75
Ile	N	17.41	18.98	19.21	19.30
	P	17.41	19.22	18.77	19.39
	K	17.41	18.23	19.96	19.29
Leu	N	23.61	26.60	25.70	26.81
	P	23.61	26.06	25.70	27.42
	K	23.61	25.41	27.54	26.22
Tyr	N	93.60	92.70	90.70	91.08
	P	93.60	90.26	90.51	93.72
	K	93.60	91.86	94.39	88.72
Phe	N	14.47	16.83	18.87	17.28
	P	14.47	16.71	16.61	19.66
	K	14.47	16.02	20.60	16.37
His	N	126.02	144.55	139.60	153.57
	P	126.02	140.87	151.40	145.44
	K	126.02	141.63	149.93	146.24
Trp	N	9.05	9.03	9.15	9.77
	P	9.05	9.47	10.22	8.26
	K	9.05	8.70	9.69	9.55

续表 2a

氨基酸名称 Amino acid	肥料 Fertilizer	$\bar{K}_0$	$\bar{K}_1$	$\bar{K}_2$	$\bar{K}_3$
Lys	N	7.67	9.41	10.47	9.65
	P	7.67	10.15	10.10	10.39
	K	7.67	8.94	10.32	10.27
总量 Totalk	N	501.65	552.75	535.86	571.07
	P	501.65	553.99	554.34	551.00
	K	501.65	532.59	581.97	545.11

b. 水解氨基酸含量  
b. The contents of hydrolytic amino acids

氨基酸名称 Amino acid	肥料 Fertilizer	$\bar{K}_0$	$\bar{K}_1$	$\bar{K}_2$	$\bar{K}_3$
Asp	N	2.343	2.513	2.673	2.446
	P	2.343	2.608	2.621	2.403
	K	2.343	2.472	2.588	2.573
Thr	N	1.152	1.223	1.307	1.168
	P	1.152	1.246	1.248	1.210
	K	1.152	1.229	1.212	1.259
Ser	N	1.158	1.263	1.332	1.205
	P	1.158	1.292	1.282	1.227
	K	1.158	1.229	1.215	1.259
Glu	N	5.188	5.037	5.323	5.019
	P	5.188	5.268	5.152	4.959
	K	5.188	5.203	5.048	5.128
Pro	N	1.491	1.341	1.455	1.499
	P	1.491	1.385	1.560	1.355
	K	1.491	1.304	1.584	1.404
Gly	N	1.253	1.368	1.459	1.299
	P	1.253	1.397	1.392	1.337
	K	1.253	1.366	1.355	1.406
Ala	N	1.674	1.858	1.921	1.820
	P	1.674	1.872	1.878	1.850
	K	1.674	1.838	1.872	1.889
Val	N	1.423	1.555	1.624	1.525
	P	1.423	1.586	1.577	1.541
	K	1.423	1.534	1.568	1.602
Met	N	0.088	0.063	0.154	0.077
	P	0.088	0.123	0.087	0.093
	K	0.088	0.085	0.146	0.089
Ile	N	1.107	1.202	1.230	1.183
	P	1.107	1.222	1.204	1.189
	K	1.107	1.174	1.214	1.227

续表 2b

氨基酸名称 Amino acid	肥料 Fertilizer	$\bar{K}_0$	$\bar{K}_1$	$\bar{K}_2$	$\bar{K}_3$
Leu	N	2.089	2.191	2.236	2.174
	P	2.089	2.233	2.212	2.153
	K	2.089	2.159	2.215	2.224
Tyr	N	4.877	5.458	5.253	5.500
	P	4.877	5.420	5.370	5.421
	K	4.877	5.233	5.360	5.618
Phe	N	1.175	1.346	1.358	1.304
	P	1.175	1.349	1.332	1.327
	K	1.175	1.294	1.350	1.357
His	N	1.380	1.317	1.458	1.677
	P	1.380	1.683	1.307	1.463
	K	1.380	1.363	1.658	1.432
Trp	N	0.310	0.357	0.331	0.296
	P	0.310	0.297	0.313	0.369
	K	0.310	0.364	0.288	0.323
Lys	N	2.035	2.184	1.930	2.205
	P	2.035	2.149	2.042	2.128
	K	2.035	1.985	2.149	2.185
总量	N	28.743	30.276	31.044	30.397
	P	28.743	30.960	30.470	29.933
	K	28.743	29.832	30.830	30.975
E-AA	N	9.290	10.041	10.014	9.854
	P	9.290	10.082	9.910	9.918
	K	9.290	9.739	9.993	10.178

从而使体内游离氨基酸含量增加,但当钾素营养进一步改善时,其促进蛋白质合成的作用超过了游离氨基酸的增加,使游离氨基酸含量显示下降趋势,这与下面施钾增加蛋白质水解氨基酸含量的结果是一致的。

施肥对蛋白质水解氨基酸的影响与对游离氨基酸的影响不同。氮、磷、钾肥料的施用使总水解氨基酸、必需氨基酸和各个别水解氨基酸的含量比对照增加,但随肥料用量的增加,氨基酸含量的变化对各种肥料的反应不同,结果如表 2b。在每亩 0—15 公斤尿素范围内,其含量随施肥增加而增加,当施肥量达每亩 20 公斤尿素时,其含量反而下降。施用过磷酸钙 10 公斤/亩,总水解氨基酸和各个别水解氨基酸含量比对照增加,当磷肥用量再增加,则总水解氨基酸含量微弱下降,各个别氨基酸含量的变化与总水解氨基酸含量变化相似。

钾肥的施用提高总蛋白质水解氨基酸和各个别氨基酸含量,并且随钾肥用量提高显示增加趋势,必需氨基酸总量也随钾肥用量增加而增加。

可见,氮、磷肥料过高会引起笋体氨基酸含量降低,其原因可能是,氮、磷肥料用量提高到一定程度后,由它引起的整个竹子家族中氨基酸含量的提高被出笋数增加所抵消,使得单位重量笋体内氨基酸含量降低。洪顺山(1986)<sup>[6]</sup>试验结果认为,氮、磷、钾肥料对早

笋产量影响的重要性顺序为氮>磷>钾,可见,氮、磷肥料在增加早笋产量方面的作用大于钾肥,这与我们的推测相符。尽管如此,施用氮、磷肥料的毛竹笋,其氨基酸含量还是高于对照。

施肥影响糖分含量。表3结果指出,随着氮肥用量提高,蔗糖含量随着减少,还原糖和总糖含量在  $N_1$  水平时高于  $N_0$ ,以后随氮肥用量增加而降低,其原因可能是少量氮肥施用,增强了竹子的光合作用,从而增加了运往笋体的糖分含量,使笋体还原糖和总糖含量得以提高。当氮肥用量进一步提高时,更多的碳链参与氮素代谢,转变为氨基酸,从而使还原糖和总糖含量下降。

表3 正交试验结果直观分析法(糖分含量)

Table 3 Results of the orthogonality design experiments by directly perceived through the senses (The contents of sugars, mg. G/100g F. W.)

	总 糖 Total sugar	还原糖 Reducible sugar	蔗 糖 Sucrose
N 肥 (Nitrogen fertilizer)			
$\bar{K}_0$	619.20	554.67	64.53
$\bar{K}_1$	620.77	568.62	52.15
$\bar{K}_2$	615.55	565.32	50.23
$\bar{K}_3$	598.64	549.76	48.88
P 肥 (Phosphorous fertilizer)			
$\bar{K}_0$	619.20	554.67	64.53
$\bar{K}_1$	586.08	534.46	51.62
$\bar{K}_2$	590.05	535.88	54.57
$\bar{K}_3$	658.43	613.36	45.06
K 肥 (Potassium fertilizer)			
$\bar{K}_0$	619.20	554.67	64.53
$\bar{K}_1$	642.40	599.72	42.67
$\bar{K}_2$	575.20	512.69	62.50
$\bar{K}_3$	617.36	571.29	46.07

磷肥用量从  $P_1$  增加到  $P_3$ , 总糖和还原糖也逐渐增加。在  $P_0$  水平时,还原糖和总糖含量却高于  $P_1$ 、 $P_2$  水平,这似乎与 Pankov 和 Pavlova(1986)<sup>[12]</sup> 的结果相似,该文作者发现,洋葱在轻度缺磷时,糖分含量增加。究其原因,可能是磷肥的施用,使植物生长转好,个体变大,从而引起稀释效应。

钾肥对糖分的影响没有 N、P 明显,不同钾水平下,各种糖分含量显现相互错落。

施肥对纤维素含量影响,规律不甚明显,只有磷肥,随其用量提高,粗纤维含量显示微弱增加,从对照水平 18.14% 增加到  $P_3$  水平的 18.86%,这与 Sorensen(1984)<sup>[13]</sup> 在大白菜上发现的磷肥施用微弱增加粗纤维含量的结果一致。

### (三) 土壤养分对毛竹笋营养成分的影响

土壤养分对笋体营养成分影响是以生长于不同土壤肥力上的竹林为研究对象。表4结果表明,土壤水解氮与冬笋蛋白质水解氨基酸含量成正相关,其中 Ser、Glu、Gly、Leu、

表 4 土壤养分和水解氨基酸的线性关系  
Table 4 The linear relation between soil nutrients and hydrolytic amino acids

因 子	土壤水解氮 Available nitrogen (mg. N/100g土)	土壤速效磷 Available phosphorus (P,ppm)	土壤速效钾 Available potassium (K,ppm)
	相关系数 (r)		
T-AA	0.527*	0.148	0.113
E-AA	0.352	0.139	0.027
Asp	0.502 <sup>△</sup>	0.161	0.049
Ser	0.655**	0.302	0.013
Glu	0.643**	0.245	0.098
Gly	0.754**	0.436 <sup>△</sup>	-0.031
Ala	0.493 <sup>△</sup>	0.303	0.109
Val	0.588*	0.300	0.078
Ile	0.626*	0.356	0.056
Leu	0.781**	0.447 <sup>△</sup>	-0.075
Tyr	0.425	0.117	0.102
Phe	0.704**	0.339	-0.276
His	0.456 <sup>△</sup>	0.056	-0.326
Trp	-0.217	-0.073	-0.139
Lys	0.421	0.071	0.270
Arg	0.208	-0.102	0.382

$r_{0.05} = 0.514$ ;  $r_{0.01} = 0.641$ ;  $\Delta$ 为 10% 显著水平。

Phe 与土壤水解氮相关达 1% 显著水平, 氨基酸总量及 Val、Ile 与土壤水解氮的相关达 5% 显著水平, 其它氨基酸与土壤水解氮相关不显著。土壤速效磷与蛋白质水解氨基酸成微弱正相关, 其中 Gly、Leu 与土壤速效磷相关达 10% 水平。土壤速效钾与蛋白质水解氨基酸含量相关不显著。

游离 Tyr 的存在会使罐头产生白色或黄褐色混浊, 影响罐头质量<sup>[7]</sup>, 因此我们对它与土壤养分的关系表示关注。结果发现, 游离 Tyr 与土壤水解氮、速效磷成负相关, 相关系数分别为 -0.615 及 -0.508, 前者达 5% 显著水平, 后者虽然没有达到 5% 显著水平, 但与 5% 显著水平所要求的相关系数  $r = 0.514$  相差很小, 而大大超过 10% 显著水平 ( $r = 0.441$ )。土壤速效钾与游离 Tyr 成显著正相关, 相关系数为 0.562\* (表 5)。这与前述的 N、P 肥料施用能降低酪氨酸含量的结果一致。因此我们认为供给足量的 N、P 养分能降低毛竹笋体内的 Tyr 含量, 提高罐头笋品质, 而钾肥的施用可能有相反效应。

表 5 土壤养分对游离酪氨酸的影响  
Table 5 The effect of soil nutrients on the contents of tyrosine

因子 (X) Factors(X)	回归方程 (Y = 游离酪氨酸) Regressive equation (Y = contents of tyrosine)	r
土壤水解性氮	$Y = 221.9811 - 1.4002X$	-0.615*
土壤速效磷	$Y = 218.3847 - 12.7596X$	-0.508 <sup>△</sup>
土壤速效钾	$Y = 174.6088 - 0.8263X$	0.562*



粗纤维和糖分也是笋体的两大成分。对粗纤维和糖分含量与土壤水解性氮、速效磷、速效钾之间进行相关分析。结果不显著。

### 参 考 文 献

- [1] 中国土壤学会农业化学专业委员会编, 1983: 土壤农业化学常规分析法。科学出版社。
- [2] X. H. 波钦诺克著(荆家海、丁钟荣译), 1981: 植物生物化学分析法。科学出版社。
- [3] 农林省农村水产技术会议事務局監修作物分析委员会编(邹邦基译), 1974: 栽培植物营养诊断分析测定法。农业出版社。
- [4] 黄梅丽、姜汝焘、江小梅, 1984: 食品色香味化学。轻工业出版社。
- [5] 天津、无锡轻工业学院合编, 1981: 食品生物化学。轻工业出版社。
- [6] 洪顺山、江业根, 1986: 竹林施肥研究, II. 氮、磷、钾三要素肥效试验。亚林科技, 第3期, 21—26页。
- [7] 顾复昌、彭泳芳、徐静宜, 1982: 笋类罐头汁液混浊的一点看法。食品发酵, 第4期, 第35页。
- [8] Blevins, D. G., Barnett, N. M. and Frost, W. B. 1978: Role of potassium and malate in nitrate uptake and translocation by wheat seedlings. *Plant Physiol.*, 62: 784—788.
- [9] Blevins, D. G., Hiatt, A. T., Lowe, R. H. and Leggett, J. E. 1978: Influence of potassium on the uptake, translocation and reduction of nitrate by seedlings. *Agron. J.*, 10: 393—396.
- [10] Mengel, K., Secer, M. and Koch, K. 1981: Potassium effect on protein formation and amino acid turnover in developing wheat grain. *Agron. J.*, 73: 74—78.
- [11] Paul, A. A., Southgate, D. A. T. and Russel, J. 1981: The composition of foods, First supplement to McCance and Widdowson's. London. Elsevier/North-Holl and Biomedical Press.
- [12] Pankow, V. V., Pavlova, V. P., 1986: Effect of phosphorus on the yield and chemical composition of onions. *Horticultural abstracts*, 56(6): 4147.
- [13] Sorensen, J. N. 1984: Dietary fibre and ascorbic acid in white cabbage as affected by fertilization. *Acta Horticulture*, 163: 221—230.
- [14] Could, W. A. 1974: Tomato production processing and quality evaluation. Westport, Conn. The AVI publishing Co. Inc., p. 347—365.

## THE EFFECT OF FERTILIZATION AND SOIL FERTILITY ON THE NUTRITIVE COMPOSITION OF BAMBOO (PHYL- LOSTACHYS PUBESCENSE) SHOOT

Zhu Yuanhong Sun Xi

*(Department of Soil Science and Agricultural Chemistry, Zhejiang Agricultural University)*

Hong Shunshan

*(Subtropic Forestry Institute, Chinese Academy of Forestry Science)*

### Summary

Field experiments were conducted to study the effects of nitrogen, phosphorus, potassium fertilizers and soil fertility on the nutritive composition of bamboo shoot. The results obtained showed that the bamboo shoot had much higher contents of total and essential amino acids than other common vegetables. The free amino acids contents were higher in winter bamboo shoot than those in spring bamboo. The free glutamine and aspartate were the major delicious amino acids of the former, glutamate and aspartate were the major delicious amino acids of the latter. The hydrolytic and free amino acids contents of bamboo shoot were enhanced by N, P or K fertilization. But the sugar content was decreased with application of N fertilizer and increased with phosphorus addition. The results also indicated that the hydrolytic amino acids in winter bamboo shoot had a significantly positive correlation with soil available N, but no significant relation with K and P were observed. In addition, the free tyrosine content, which always results in turbidness of the canned bamboo shoot, was lowerd with increasing soil N or P content and fertilizer rates of N or P.