

原子吸收法测定番茄在不同生育期常量 及微量营养元素的含量

陈希玉 陶宇梁 钱光熹

(上海农学院,201101,上海)

摘要 利用原子吸收光谱分析测定了番茄植株在不同生育期若干营养元素的含量。结果表明:在幼苗、营养生长、生殖生长3个生育期的同期比较中,4种微量元素 Fe,Zn,Cu,Mn 在其根部含量高于茎部和叶部的含量。幼苗期 Fe 的加权平均浓度远高于营养生长和生殖生长期。Zn 和 Cu 表现出营养生长期的加权平均浓度较高,而该时期 Mn 则最低。4种宏量元素 Mg,Ca,K,Na 则是,在3个生育期中,叶部的 Ca 含量高于茎部和根部的,而茎部的 K 含量高于根部和叶部的。番茄植株中 Ca 的加权平均浓度随生长发育逐渐递增,而 K 则逐渐递减。Mg 含量表现出在幼苗期根部最高,营养生长期茎部最高,生殖生长期叶部最高。番茄植株中尚含有一定量的 Na。

关键词 番茄植株;幼苗期;营养生长期;生殖生长期;原子吸收法

中图分类号 O5

在进行番茄优质高产的研究过程中,我们感到缺少对番茄各个生育期营养元素需求的了解。国外资料尚有少量报道(李光植,1989;Mnllins et al,1983),国内未见有这方面的详细报道。为此,我们对土壤栽培的番茄在3个不同生育期的 Fe,Zn,Ca,Mn 和 Mg,Ca,K,Na 元素状况,用原子吸收光谱进行了分析测定,从中较为详尽地探索了番茄在生长过程中,这些营养元素的含量情况及含量变化趋势。结果可为番茄栽培提供参考数据,也可为无土栽培番茄提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 番茄植株的取样

番茄取样于上海农学院实验农场,品种为洋杂851。栽培土壤为壤土,其中含 Fe 2.77%,Zn $56.25 \times 10^{-4}\%$,Cu $6.3 \times 10^{-4}\%$,Mn $4.71 \times 10^{-2}\%$,Mg 5.22%,Ca 0.30%,K $1.59 \times 10^{-2}\%$,Na 0.19%。育苗基质为土壤2,腐植质1,取定植苗为幼苗期植株。取定植后生长1个月的植株为营养生长期植株,定植时基肥为厩肥747.4 g/m²,尿素33 g/m²,过磷酸钙75 g/m²,氯化钾27 g/m²,定植密度为4 株/m²。取定植后生长3个半月的植株为生殖生长期植株,其苗肥,花蕾,初果肥共尿素16 g/m²,氯化钾27 g/m²。随机取番茄植株的根、茎、叶为分析样本,其中根取根须,茎取粗的主茎,叶取完全展开叶。

1.2 样品的前处理

1993-04-10 收稿

首先将经取样的根、茎、叶用自来水漂洗,完全除去外部所沾有的泥土,然后用重蒸馏水冲洗3次。在85~95℃下烘干至恒重,再精确称取干样约0.2000 g,放入聚四氟乙烯高压消化罐,加入1 mL 硝酸(分析纯)和0.2 mL 过氧化氢(分析纯),在500 W 条件下,微波消化3 min,然后放入冰柜中冷却10 min。用重蒸馏水洗入刻度试管,定容10 mL,待测。

1.3 标准溶液的配制

本次分析的8个元素:Fe,Zn,Cu,Mn 和 Mg,Ca,K,Na,其标准溶液是根据各元素在日立 Z-8000型原子吸收分光光度计的分析中,吸光度线性范围配制的。先用各元素的光谱纯固体配制成0.1%的母液,然后以0.5%硝酸稀释而至。

1.4 仪器及测试条件:

所用的仪器为日立 Z-8000型原子吸收分光光度计。分析测试条件分别见表1和表2。

表1 火焰原子化测试条件

元素	光源	I_{tr}/mA	λ/nm	燃烧器高度 /mm	狭缝 /nm	$\frac{\text{乙炔}/10^4\text{kg}\cdot(\text{m}^2)^{-1}}{\text{空气}/10^4\text{kg}\cdot(\text{m}^2)^{-1}}$
Zn	国产空心 阴极灯	5.0	213.8	7.5	1.3	0.20/1.60
Fe	国产空心 阴极灯	15.0	248.3	7.5	0.2	0.30/1.60
Ca	国产空心 阴极灯	7.5	422.7	12.5	1.3	0.35/1.60
Mg	国产空心 阴极灯	7.5	285.2	7.5	1.3	0.20/1.60
K	国产空心 阴极灯	10.0	766.5	7.5	1.3	0.30/1.60
Na	国产空心 阴极灯	10.0	589.0	7.5	0.4	0.25/1.60

表2 石墨炉原子化测试条件

元素	光源	石墨管	I_{tr}/mA	λ/nm	狭缝 /nm	干燥		灰化		原子化		计算
						温度 /℃	时间 /s	温度 /℃	时间 /s	温度 /℃	时间 /s	
Mn	国产空心 阴极灯	日立普通	7.5	279.6	0.4	80~ 120	30	500	30	2500	10	峰面积
Cu	国产空心 阴极灯	日立普通	7.5	324.8	1.3	80~ 120	30	600	30	2700	10	峰面积

1.5 计算方法

1.5.1 样品中元素干重浓度的计算: $M=p\cdot l\cdot s/G$

式中 M : 样品中元素干重浓度($1.0\times 10^{-4}\%$ 或 $1.0\times 10^{-7}\%$); p : 直接测量值($1.0\times$

10^{-6})或(1.0×10^{-9}); l :定容量/mL; s :稀释倍数; G :样品干重量/g

1.5.2 各生育期中元素加权平均浓度的计算 $m = M_r \cdot X_r + M_s \cdot X_s + M_y \cdot X_y$

式中 m :某元素在植株中的加权平均浓度 $1.0 \times 10^{-4}\%$;

M_r, M_s, M_y :分别表示某元素在根、茎、叶部的干重浓度/ 10^{-6} ;

X_r, X_s, X_y :分别表示番茄根、茎、叶部的重量百分数。经实际统计在幼苗期 $X_r = 17.8\%$, $X_s = 28.5\%$, $X_y = 53.7\%$; 在营养生长和生殖生长期 $X_r = 4.2\%$, $X_s = 41.3\%$, $X_y = 54.5\%$ 。

2 结果与讨论

2.1 Fe, Zn, Cu, Mn 在番茄植株中的含量

微量元素 Fe, Zn, Cu, Mn 在番茄植株的根、茎、叶部中, 在幼苗、营养生长和生殖生长3个时期的含量情况见表3和图1。

表3 番茄植株中 Zn, Fe, Cu, Mn 的含量¹⁾ $\times 10^{-4}\%$

		Zn	Fe	Cu	Mn
幼苗期	根	194.6 ± 140.5 ^{ab}	1855.8 ± 853.9 ^a	32.5 ± 10.2 ^b	164.0 ± 30.5 ^a
	茎	86.1 ± 51.0 ^b	100.5 ± 46.5 ^c	11.0 ± 3.0 ^b	62.6 ± 28.3 ^{bcd}
	叶	67.6 ± 14.8 ^b	295.1 ± 74.6 ^b	16.3 ± 2.6 ^b	61.3 ± 24.0 ^{bcd}
营养生长期	根	280.3 ± 113.5 ^a	868.3 ± 454.7 ^b	90.7 ± 59.7 ^a	75.1 ± 25.5 ^{bc}
	茎	148.9 ± 39.0 ^b	50.9 ± 11.6 ^c	25.0 ± 3.9 ^b	40.5 ± 6.7 ^c
	叶	65.6 ± 18.7 ^b	180.6 ± 62.5 ^b	35.7 ± 9.0 ^b	56.9 ± 17.4 ^{bcd}
生殖生长期	根	194.9 ± 42.5 ^{ab}	815.7 ± 245.1 ^b	14.6 ± 5.3 ^b	58.3 ± 27.0 ^{bcd}
	茎	140.4 ± 64.6 ^{ab}	36.3 ± 4.5 ^c	10.9 ± 6.0 ^b	15.1 ± 3.5 ^d
	叶	47.0 ± 10.9 ^b	207.8 ± 33.8 ^b	7.1 ± 3.8 ^b	97.4 ± 23.4 ^b

1) ① 样品数=5, 表4相同

② a, b, c, d; 表示每列不同角标数据间差异显著 ($a-b, a-c, b-d; P < 0.01; b-c; P < 0.05$)

③ 番茄果实中微量元素鲜重含量为 Fe (4.13 ± 1.21) $\times 10^{-4}\%$, Zn (2.82 ± 0.63) $\times 10^{-4}\%$, Cu (0.39 ± 0.27) $\times 10^{-4}\%$, Mn (0.38 ± 0.25) $\times 10^{-4}\%$, 以备参考。(样品数=10)

从表3中可明显发现,番茄植株在幼苗,营养生长、生殖生长3期的同期比较中,根部的 Fe,Zn,Cu,Mn 元素含量高于茎部和叶部。只在生殖生长期的叶部 Mn 含量较高。从图1中可见,在营养生长期,Cu 在番茄植株中的加权平均浓度明显高于幼苗期和生殖生长期。在整个生育过程,Fe 的加权平均浓度都大大高于 Zn,Cu,Mn 的浓度,且在幼苗期尤为高。

经生物统计分析,幼苗期根部中 Fe 含量和 Mn 含量分别与各生育期的各部位的 Fe,Mn 含量都差异性极显著。在营养生长期根部的 Cu 含量与各生长期各部位的 Cu 含量差异性极显著。Zn 含量是3个生长期中叶部的与营养生长期根部的差异极显著,详见表3。

2.2 Mg,Ca,K,Na 在番茄植株中的含量

宏量元素 Mg,Ca,K,Na 在番茄植株的根、茎、叶部,在幼苗、营养生长和生殖生长3个时期的含量情况见表4和图2。

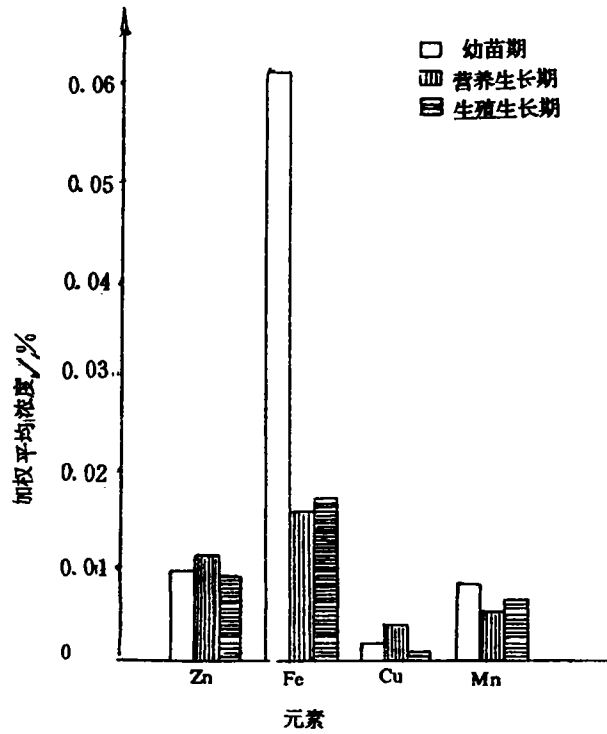


图1 番茄在各生育期 Zn,Fe,Cu,Mn 的加权平均浓度

表4 番茄植株中 Mg,Ca,K,Na 的含量 $\times 10^{-4}\%$

	Mg	Ca	K	Na	
幼苗期	根	12612±1263 ^a	14539±1983 ^b	32589±5615 ^{bcd}	2731±1006 ^b
	茎	8339±4358 ^{cd}	16708±2874 ^b	85584±18465 ^e	4113±1552 ^b
	叶	9189±2766 ^b	23988±5041 ^b	35030±3841 ^{bc}	3233±2378 ^b
营养生长期	根	6318±1092 ^e	18646±1528 ^b	20071±5383 ^c	3850±849 ^b
	茎	9755±1137 ^b	23750±2058 ^b	52085±4898 ^b	1767±573 ^b
	叶	7060±1194 ^{de}	31201±8129 ^b	25942±4406 ^{cd}	1384±316 ^b
生殖生长期	根	3500±869 ^f	21453±3012 ^b	7457±4459 ^d	8758±3034 ^e
	茎	3543±803 ^f	14468±3319 ^b	20908±2055 ^e	3273±741 ^b
	叶	6276±879 ^a	51274±18856 ^e	9608±3055 ^d	3202±765 ^b

1) ① a,b,c,d,e,f:表示每列不同角标数据间差异显著。(除 b-c,c-d:P<0.05之外,其余各字母间均表示 P<0.01)

② 番茄果实中宏量元素鲜重含量为 $Mg(241.0 \pm 136.5) \times 10^{-4}\%$, $Ca(110.4 \pm 52.7) \times 10^{-4}\%$, $K(2238.8 \pm 281.0) \times 10^{-4}\%$, $Na(102.2 \pm 47.1) \times 10^{-4}\%$ 。以备参考。(样品数=10)

从表4中可见,在幼苗、营养生长和生殖生长3期的同期比较中,番茄植株的叶部Ca含量远高于根部和茎部,茎部的K含量高于根部和叶部。经生物统计结果表明,生殖生长期叶部Ca含量与各时期各部位的Ca含量差异性极显著。在幼苗期,根部Mg含量最高;在营养生长期茎部Mg含量最高,在生殖生长期,叶部Mg含量最高,且差异性均为极显著。番茄植株中尚含有一定量的Na。从图2中可见,在生殖生长期Ca的加权平均浓度最高,而K和Mg则是幼苗期的高于营养生长和生殖生长期的。

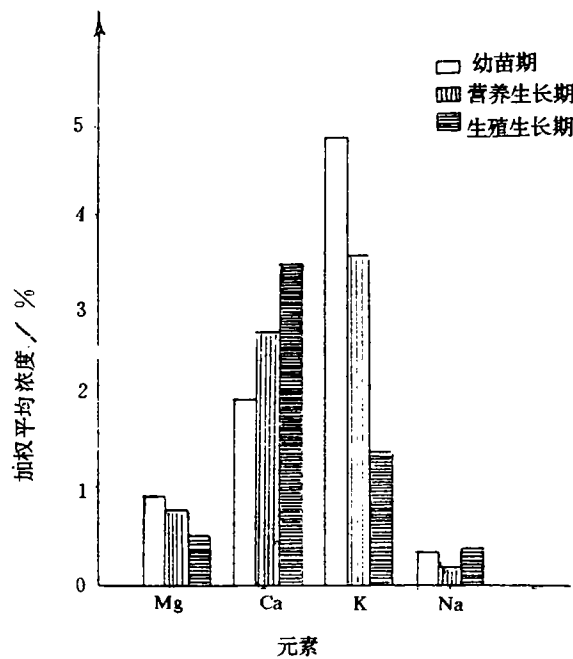


图2 番茄在各生育期 Mg, Ca, K, Na 的加权平均浓度

参 考 文 献

- 李光植. 1989. 西红柿对无机阳离子的吸收与分配. 日本土壤肥料学会讲演要旨集, 第35集. 73
 Mnlins C A, Wolt J D. 1983. Effects of Calcium and Magnesium lime sources on yield, fruit quality and elemental U_p take of tomato. J Amer Soc Hort Sci, 108(5):850~854

ASSAY OF NUTRIENT ELEMENTS IN THE TOMATO PLANT AT DIFFERENT GROWTH STAGES BY ATOMIC ABSORPTION SPECTROMETRY

Chen Xiyu Tao Yuliang Qian Guangxi
(Shanghai Agr. College, 201101, Shanghai)

Abstract Some nutrient elements in tomato plants at different growing stages were assayed by atomic absorption spectrometry. It was found that the levels of 4 microelements, namely Fe, Zn, Cu and Mn were higher in the root than the corresponding levels in the stem and leaf at the seedling, vegetative growth and reproductive stages. The weighted average of Fe concentration at the seedling stage was far above those for the vegetative growth and reproductive stages. At the vegetative growth stage the weighted average levels of Zn and Cu were rather high whereas that of Mn was the lowest. The levels for the macroelements Mg, Ca, K and Na were as follows: At all three stages of growth the Ca level of the leaf was higher than those of the stem and root, whereas the K level in the stem was higher than those of the root and leaf. During growth of the tomato plant, the weighted average level of Ca showed gradual incremental increase whereas that of K exhibited incremental decrease. As to Mg, for the seedling stage the content was highest in the root, for the vegetative growth stage highest in the stem, and for the reproductive stage highest in the leaf. A certain amount of Na was present also in the plant.

Key words Tomato plant; The seedling stage; The vegetative stage; The reproductive stage; Atomic-absorption spectrometry