

温室番茄越夏栽培肥水精确量化指标的研究

贺超兴, 陈双臣, 张志斌

(中国农业科学院蔬菜花卉研究所, 北京 100081)

摘要: 对大棚番茄越夏长季节栽培的水肥量化管理指标进行了研究。结果表明, 灌水量对番茄产量有很大影响, 较高的灌水量可获得较高的产量和生物量, 但水分生产效率和水分干物质生产率低于中水量处理。相同追肥情况下, 灌水量的增加对叶片叶绿素含量和果实营养品质有稀释效应。从产量、水分利用率和成本等方面综合考虑, 最适水肥管理指标为: 土壤含水量为 35% ~ 45% (体积含水量), 肥料组合为硫酸铵+ 硫酸钾或尿素+ 硫酸钾, 且肥料养分中 N: K₂O= 1: 1. 2。

关键词: 番茄; 越夏栽培; 灌水量; 施肥配比

中图分类号: S641. 2 文献标识码: A 文章编号: 1000- 7091(2006)03- 0031- 06

Studies on Water-topdressing Quantitative of Tomato Trans-Summer High Yield Cultivation in Plastic Greenhouse

HE Chao-xing, CHEN Shuang-chen, ZHANG Zhi-bin

(Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: The experiment of different water and top fertilizer combination for tomato cultivated in greenhouse were studied in long season cultivation over summer. The results showed that water irrigation had significant effects on tomato yield. Higher water irrigation could attain higher yield and dry matter, but water produce efficiency and dry matter productivity in high water irrigation treatments were much lower than that in middle water irrigation treatments. With the same top dressing fertilizer mixture treatments, the contents of chlorophyll in leaves and nutrient qualities of fruit might diluted by more water. Considering yield, water using efficiency and cost, the best soil water content was 35% - 45% (V/V), the economic and suitable top dressing fertilizer combinations were (NH₄)₂SO₄+ K₂SO₄ or CO(NH₂)₂+ K₂SO₄, the proportion of N: K₂O= 1: 1. 2.

Key words: Tomato; Long season cultivation over summer; Water irrigation quantity; Fertilizer mix ratio

番茄是我国日光温室内栽培的主要蔬菜种类之一, 它是一种产量高, 需肥多且耗水量较大的作物, 存在着明显的肥水互作现象^[1]。现阶段由于我国设施番茄栽培存在大肥大水灌溉现象, 致使水肥利用率低, 氮磷钾肥营养比例失调, 在一定程度上造成了番茄间歇性结果和植株早衰, 偏施氮肥还易导致蔬菜产品硝酸盐积聚, 过量氮肥渗入地下, 增大了地下水的硝态氮含量, 还对地下水产生了污染, 危害了人体健康和生态环境^[2, 3]。国内外有关番茄高产栽培中肥料配比的报道很多, 但夏季高温耗水条件下的肥水研究

并不多见, 有关温室越夏长季节栽培条件下水肥量化的研究亦不多见。温室越夏栽培可以充分利用自然光照, 在北方及山区有很大的推广应用前景^[4]。本研究在以往研究的基础上^[1, 5], 定量研究了灌水和施肥类型因素对番茄生长发育及产量品质的影响, 以期番茄高产优质栽培提供优化量化的肥水管理指标。

1 材料和方法

试验于 2002 年 3~ 11 月在中国农业科学院蔬菜花卉研究所连栋大棚内进行。温室为 3 连栋钢管组

收稿日期: 2005- 12- 23

基金项目: 国家 863 资助项目(2004AA247010); 国家科技攻关项目(2004BA521B01)

作者简介: 贺超兴(1965-), 男, 陕西铜川人, 副研究员, 博士, 主要从事设施蔬菜栽培技术研究。

装式大棚,拱跨两侧留有风口,以电动卷膜机放风。棚内安装铝箔反光电动内遮阳系统,盛夏用于正午遮阳降温。3月6日整地前测得肥力水平为:有机质含量45.9 mg/g,速效氮140 mg/kg,有效磷为737 mg/kg,有效钾为458 mg/kg。供试番茄为荷兰品种BAQ-FA008,3月15日定植。在磷肥(过磷酸钙)充足的条

件下,对氮钾水采用裂区设计方案,主因子为水,副因子为氮肥、钾肥,共设8个处理。在已有研究基础上^[1],设定番茄对N,K的吸收比例为1:1.2,根据目标产量确定追肥量(表1)。供试氮肥分别为尿素(N 46%)、硫酸铵(N 21%)、(NH₄)₂HPO₄(N 18%);钾肥均为K₂SO₄(K₂O 50%)。

表 1 不同肥料处理的肥料配比

Tab.1 Ratio of different fertilizers mixture in treatments

肥料编号 Number of treatments	肥料配比 Fertilizer mixture	追肥量 (kg/hm ²) Additional fertilizer	小区氮、钾肥用量 (kg) N, K application	N、K ₂ O 含量比 (kg) Ratio of N, K ₂ O Content
1	尿素 硫酸钾	1 012.5 1 117.5	2 185.4 2 413.2	1.005 1.206 6
2	硫酸铵 硫酸钾	1 416 714	3 057.6 1 541.4	0.642 0.770 7
3	磷酸二铵 硫酸钾	1 488 642	3 211.2 1 387.2	0.578 0.693 6
4	硫酸铵 磷酸二铵 硫酸钾	709.5 709.5 709.5	1.533 1.533 1.533	0.322 0.766 5
ck	复合肥 鸡粪	2 778 8 334	1 3	0.635 0.549

每种配比每次每小区施用复混肥量为0.766 kg,分别加入2.233 kg的消毒干鸡粪(以下简称鸡粪),总重为3 kg,混匀施入。全生长季共计施鸡粪6 204.75 kg/hm²。对照为复合肥:鸡粪=1:3。采用软管滴灌系统,水处理共设2个水平:高水量35%~45%(H);中水量30%~40%(M),对照采用高水量处理,含水量值为土壤体积含水量。每天以英国Delta Device Ltd生产的HH2型土壤水分测定仪定点测定各处理小区土壤相对含水量,在水分含量降至低限时灌水至高。8个处理分别为高水量的H1,H2,H3,H4;中水量的M1,M2,M3,M4。每处理设3次重复。小区面积7.2 m²,株行距0.30 m×0.75 m。每畦栽培2行,小区间设保护株,并以塑料膜隔离,防止小区之间水分和养分互相影响。每小区取双行14株计产,小区产量以3个重复合计产量。全生育

期采用熊蜂授粉辅助坐果。采用膜下软管滴灌结合单干整枝进行田间管理,整地前铺施大粪干75 m³/hm²,过磷酸钙750 kg/hm²,有机复合肥450 kg/hm²,鸡粪3 750 kg/hm²。在番茄第一穗果开始膨大时开始追肥(05-13),以后每30 d追肥1次,共追肥6次。生长期间,用美国产LI6400便携式光合作用仪调查光合速率、蒸腾速率等指标,植株根系活力用TTC法测定,叶绿素含量用丙酮提取法测定。采收始期及采收末期测定营养品质,统计小区产量及果数。6月3日始收,11月3日结束,采收期150 d。

2 结果与分析

2.1 不同处理对番茄叶片光合生理及根系活力的影响

由表2可以看出,在相同灌水条件下,肥料1与

表 2 不同水肥处理对番茄生理指标的影响

Tab.2 Effects of different treatments on physiological traits of tomato

处理 Treatments	叶绿素含量 (mg/L) Chlorophyll content	光合速率 (CO ₂ μmol/(m ² ·s)) Photosynthetic rate	蒸腾速率 (H ₂ Oμg/(cm ³ ·s)) Transpiration rate	根系活力 (mgTTC/g) Root vigor	气孔导度 (cm/s) Stomatal conduction	细胞间隙CO ₂ 浓度 (μmol/(m ² ·s)) Cell CO ₂ concentration
H1	20.724 6	3.419	3.459	0.029 6	0.295	87.65
H2	22.058 0	3.735	3.773	0.025 9	0.313	93.33
H3	19.449 3	2.890	3.088	0.019 7	0.278	86.97
H4	18.869 6	2.555	2.181	0.024 6	0.170	82.59
M1	20.087 0	3.771	3.367	0.025 3	0.285	91.13
M2	23.594 2	4.840	3.474	0.034 6	0.295	94.87
M3	21.188 4	4.101	1.993	0.019 8	0.250	96.96
M4	18.405 8	3.551	1.968	0.014 7	0.155	83.29
ck	17.702 8	2.715	1.824	0.021 3	0.210	81.45

肥料2叶片叶绿素含量、光合速率、细胞间隙CO₂浓度、气孔导度、根系活力均高于其他处理与对照,表明肥料1与肥料2可提高根系活力,改善根系营养

状况,利于养分吸收,从而促进叶片同化作用的进行,其肥效高,易于被吸收利用。在相同追肥情况下,叶片叶绿素含量随灌水量的增加有所下降,表明

充足灌水下植株叶片叶绿素含量反而低于适量灌水。这可能与高水量处理下, 地上部生长过旺, 光合产物大部分消耗在茎叶生长上, 叶片大而薄, 对根系供应的碳水化合物显著减小, 吸水吸肥减退, 叶绿素形成受阻, 光合受抑制有关。中水量光合速率和细胞间隙 CO₂ 浓度要高于高水量, 但蒸腾速率和气孔导度低于高水量处理。

2.2 不同水处理下土壤含水量的变化趋势

对不同灌水量处理的土壤含水量的定期测定发现, 土壤水分的变动与番茄生长发育及环境变化相关, 呈现不规则的变化曲线(图 1)。中水量下完成一次灌水的周期短, 灌水次数相应增多, 变化趋势上表现为波动大。夏季温室番茄耗水规律表现为: 日耗水量随着生育进程的推进逐渐增加。现蕾-开花期的日耗水量较小, 开花-坐果期迅速增大, 成熟采收期达到最大值。其中土壤湿度在 5 月 15 日至 6 月 15 日之间波动较大, 除与番茄进入坐果期后需水量增大有关, 还因棚内尚未使用内遮阳设施所致。

表 3 不同处理下水分利用率

Tab. 3 Effects of different treatments on water effectivity							
处理 Treatments	总灌水量 (m ³ /m ²) Total water	平均含水量 (%) Average water content	小区产量 (kg/m ²) Yield	水分生产效率 (kg/m ³) Water production efficacy ratio	总干物质重 (g/m ²) Dry matter weight	总鲜物质重 (g/m ²) Fresh matter weight	干物质生产率 (kg/m ³) Dry matter production ratio
H1	0.719 8	38.56	32.22	44.76	582.6	5 841.3	0.809
H2	0.719 8		31.37	43.58	588.8	4 025.3	0.818
H3	0.748 4		28.40	37.95	839.0	4 517.7	1.121
H4	0.748 4		27.38	36.58	450.2	5 378.2	0.601
M1	0.517 9	33.61	26.60	55.13	753.3	3 543.1	1.455
M2	0.517 9		26.76	51.67	766.6	2 853.6	1.480
M3	0.482 5		25.19	48.64	579.5	3 374.4	1.201
M4	0.482 5		25.68	53.22	693.3	3 310.0	1.437
ck	0.754 6	—	30.80	40.82	519.9	4 613.2	0.689

表 4 不同处理对番茄产量的影响

Tab. 4 Effects of different treatments on yield of tomato							
处理 Treatments	有效穗率(%) Fruit truss ratio	小区总产量 (kg) Total yield in plots	单果重(g) Single fruit weight	单株产量 (kg) Single plant yield	单株果数 Fruit numbers of single plant	产量 (t/hm ²) Yield	产量增减 (%) Increase ratio
H1	88.0	304.51	91.1	7.250	79.55	322.24	25.48
H2	87.0	296.34	94.1	7.056	74.98	313.61	22.12
H3	86.4	268.40	93.6	6.390	68.26	284.01	10.59
H4	90.5	258.74	85.8	6.160	71.76	273.79	6.61
M1	87.0	252.93	79.4	6.022	75.86	267.66	4.22
M2	90.5	256.03	81.8	6.096	74.50	270.95	5.50
M3	91.3	238.09	78.9	5.669	71.88	251.97	-1.89
M4	91.3	251.40	79.6	5.986	75.17	266.06	3.60
ck	90.9	231.12	91.0	5.778	63.50	256.80	—

2.3 不同处理对产量构成及产量分布的影响

2.3.1 不同处理对番茄产量的影响 番茄产量由

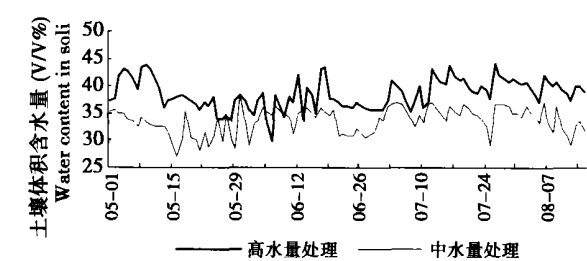


图 1 不同土壤含水量处理的水分变化趋势

Fig. 1 Change curves of soil water contents in different irrigation treatments

高水量处理虽可获得较高的产量和生物量, 但其水分利用效率低于中水量(表 3)。越夏栽培处于高温环境下, 植株蒸腾量大, 中水量处理每次灌水量少, 灌水次数多, 因此劳动强度较大。因高水量处理较中水量处理产量显著增加, 且灌水次数少, 因此高水量的 35%~45% 为番茄生长适宜的土壤体积含水量。根据总灌水量计算得出本试验条件下番茄平均每天的单株灌溉量为: 高水量下 765~796 mL/株, 中水量下 513~551 mL/株。

栽培密度、有效果穗数、单株果数和平均单果重所决定。分析不同处理的产量可以看出(表 4), 高水量

处理除有效穗率较低外,在小区产量、单果重、单株产量等方面均高于中水量处理。

表 5 裂区试验的差异显著性分析

Tab. 5 Difference significance analysis of experiments						
处理因子 Treatment factors	总产量 Total yield		单果重 Single fruit weight		单株果数 Fruit numbers of single plant	
	5%	1%	5%	1%	5%	1%
主因子 H	A	a	A	a	A	a
主因子 M	B	b	B	b	A	a
副因子 1	A	a	A	a	A	a
副因子 2	AB	a	A	a	A	a
副因子 3	B	a	A	ab	AB	a
副因子 4	B	a	B	b	B	a

其中 H1 产量最高,单株产量为 7.250 kg,比对照增加 25.48%,其次为 H2,增加 22.12%。中水量较对照降低 1.89%,差异不显著,且中水量处理之间产量差异较小,表明提高灌水量促进了营养吸收,提高了肥料的利用率。高水量增产的原因主要是其平均单果重高于中水量所致。同时,在相同灌水条件下,肥料 1、肥料 2 的

单株产量亦高于其他肥料处理,但单果重在处理间无明显差别。肥料 2 略高于肥料 1。表明,速效氮或生理酸性肥有利于番茄果实的生长,因此在本试验中灌水量是影响产量的主导因素,施肥量次之。对各因子的差异显著性分析结果也表明了这种趋势(表 5)。

2.3.2 不同处理番茄的产量分布 对不同处理番茄的产量分布分析可以看出(表 6),各处理 70%以上的产量分布在 6 月初至 8 月中旬之间,而 8 月下旬至 10 月上旬产量分布不足总产量的 10%。表明在越夏长季节栽培中,7、8 月份的高温降低了番茄的开花坐果率,从而造成了 9、10 月份番茄产量的显著减少。对不同水分处理来看,单果重随灌水量的增加而增大,高水量大于中水量。但 7~10 月间中水量果实个数大于高水量处理,表明在越夏栽培中中水量处理可使番茄坐果率提高,并且大于高水量处理。不同肥料配比均以肥 1、肥 2 的产量最高,高产的原因在于其产量始终较高且明显高于其他处理。

表 6 不同处理间番茄小区采收量的时间分布

处理 Treatments	前期 Early stage (06- 03~ 07- 09)			中期 Middle stage (07- 10~ 08- 19)			后期 Late stage (08- 20~ 10- 10)			末期 End stage (10- 11~ 11- 04)		
	产量 (kg)	个数 Fruit	单果重(g) Single fruit weight	产量 (kg)	个数 Fruit	单果重(g) Single fruit weight	产量 (kg)	个数 Fruit	单果重(g) Single fruit weight	产量 (kg)	个数 Fruit	单果重(g) Single fruit weight
	Yield	numbers		Yield	numbers		Yield	numbers		Yield	numbers	
H1	118.95	1332	89.3	100.52	1125	118.8	29.49	263	112.1	55.55	621	89.5
H2	124.56	1353	92.1	91.92	998	117.2	30.31	262	115.7	49.55	536	92.4
H3	133.63	1446	92.4	84.12	910	113.7	20.62	186	110.9	30.03	325	92.4
H4	112.41	1336	84.1	88.62	1053	122.4	20.87	187	111.6	36.84	438	84.1
M1	95.48	1238	77.1	91.44	1185	113.9	26.53	251	105.7	39.48	512	77.1
M2	100.57	1229	77.4	87.51	1130	112.0	31.88	304	104.9	36.07	466	77.4
M3	94.42	1224	77.1	83.98	1089	104.3	24.46	248	98.6	35.23	458	76.9
M4	94.19	1215	77.5	90.97	1173	118.6	26.4	254	104.0	39.84	515	77.4

表 7 不同水肥处理对番茄品质的影响

Tab. 7 Effects of different treatments to nutrient quality of tomato fruits							
处理 Treatments	番茄红素 (mg/kg) Lycopane	可溶性固形物 (%) Solvable solid matter	总糖 (%) Total sugar	Vc (mg/kg)	果实硝酸盐含量 (mg/kg) Nitrogen content	拉秧时 End stage	
						总糖 (%) Total sugar	可溶性固形物 (%) Solvable solid matter
H1	40.7	4.8	2.91	146	95	2.23	2.8
H2	60.2	5.0	3.23	128	92	2.28	4.0
H3	56.1	4.8	2.92	115	101	2.61	3.9
H4	46.3	5.2	3.21	134	113	2.68	4.8
M1	62.0	5.0	3.25	148	116	2.63	3.2
M2	73.5	6.0	3.68	167	125	3.34	5.0
M3	69.6	4.6	3.45	152	148	2.48	4.1
M4	53.0	5.6	3.63	185	180	3.05	5.3
ck	53.5	4.8	2.75	126	104	2.16	3.4

2.4 不同处理对番茄营养品质的影响

对番茄果实营养品质的分析结果(表 7)可以看出,相同施肥处理下中水量处理在番茄红素、可溶性固形物、总糖、Vc、果实硝酸盐含量均明显高于高水

量处理及对照。营养品质随灌水量的增多呈明显下降趋势,表明一定程度的亏缺灌溉对果实品质具有提高和改善作用。相同灌水量下,肥料 2 品质表现最好,肥料 4 果实硝酸盐含量最高。拉秧结束时采

收番茄的还原糖与可溶性固形物含量较夏季明显降低,但中水量仍好于高水量处理,表明采用低灌水量的亏缺处理有利于番茄营养品质提高,灌水过多将导致品质变差。

2.5 处理间生产成本比较

所用肥料价格按尿素 1.0 元/kg, 磷酸二铵 1.2 元/kg, 硫酸铵 1.5 元/kg, 水 1.0 元/m³ 计, 对本试验条件下灌水量和施肥所用成本分析表明: 肥料 2 成本最低, 较对照降低 36.47%, 肥料 1 与肥料 3 成本基本相当。比较整个栽培过程中总的水肥投入成

本, 可见生产成本以高水量肥料 2 的 H2 处理的产投比最好, 且生产成本较对照降低 35.17%, 中水量肥料 2 的 M2 处理投入虽然最小, 比对照降低 44.53%, 但由于其产量不及高水量, 所以在大棚越夏栽培中在综合考虑生产成本、当地水资源、产量、劳动投入等及产品市场价格因素后, 番茄水肥管理以高水量施用硫酸铵和硫酸钾(1:1.2)的施用效果最好, 水肥投入产出比最高, 可较对照提高 1 倍, 因此经济效益显著。

表 8 不同肥水处理生产成本比较

Tab.8 Comparison of production cost among treatments

处理 Treatments	肥料成本 (元/hm ²) Fertilizer cost	总灌水量 (m ³ /hm ²) Total irrigation	用水成本 (元/hm ²) water cost	水肥成本 Total cost (千元/hm ²)	较对照成本增减 (%) Cost changes	产值* (千元/hm ²) Value	水肥投入 产出比 Cost/ Value
H1	8 912.10	7 198	7 198	16.11	- 25.33	322.24	£ 20.0
H2	6 788.85	7 198	7 198	13.99	- 35.17	313.61	£ 22.4
H3	8 911.80	7 484	7 484	16.40	- 24.00	284.01	£ 17.3
H4	7 847.70	7 484	7 484	15.33	- 28.93	273.79	£ 17.9
M1	8 912.10	5 179	5 179	14.09	- 34.69	267.66	£ 19.0
M2	6 788.85	5 179	5 179	11.97	- 44.53	270.95	£ 22.6
M3	8 911.80	4 825	4 825	13.74	- 36.33	251.97	£ 18.3
M4	7 847.70	4 825	4 825	12.67	- 41.26	266.06	£ 21.0
ck	14 028.30	7 546	7 546	21.57	-	256.80	£ 11.9

注: * 按番茄市场价为 1.0 元/kg 计;
Note: * . It was calculated according to market price 1.0 / kg for tomato production

3 讨论

设施灌溉采用滴灌系统进行水肥综合管理是一项省工、便捷、高效、节水的栽培措施。尤其在越夏栽培中, 蒸腾需水量大, 采用滴灌节水效果十分明显, 冬春季设施栽培不论大棚栽培还是温室栽培, 应用滴灌系统与施肥器配合使用可将施肥与灌水结合在一起, 利用肥水耦合效应提高肥水利用率^[1], 比单独使用滴灌系统增产效果显著^[6, 7]。

以往的研究表明, 番茄作为需氮钾肥较多的蔬菜其氮钾配比应在 1:1.2^[1] 或在 1:1 至 1:1.4 之间^[5], 赵斌等以尿素、磷酸二铵、硫酸钾为供试肥料研究番茄最佳施肥量配比的结果认为, N: K₂O=1:1.4 可明显促进茎的生长和根系的发育^[8]。何萍对番茄专用肥最佳配方及用量的研究结果表明, 高钾且配合微量元素的配方可作为番茄最佳配方予以推荐^[9]。本研究结果表明, 越夏栽培的较高温条件下, 番茄 N: K₂O 为 1:1.2 可使番茄生殖生长与营养生长相协调, 植株表现出较好的生长势, 无脱肥和早衰现象。本研究中以肥料 2 的根冠比及干物质量最大, 其产量和效益也最好, 究其原因可能是北京水质

偏碱性, 而硫酸铵为生理酸性盐, 番茄喜偏酸土壤环境, 由于夏季灌水较多, 采用偏酸性肥料有利于植物的营养吸收和利用。以土壤高含水量处理为灌水指标可获得较大的番茄植株和较多的生物量, 同时产量也较高, 虽然水分生产效率略低, 但由于夏季气温高, 多量灌水更利于植物正常生长。

植物光合速率的大小与其水分状况密切相关。随土壤含水量降低, 供水量减少, 导致叶片扩散阻力加大, 气孔导度降低, 作物蒸腾速率随之降低。但本试验中水量光合速率要高于高水量, 这是因为中水量下叶片叶绿素含量与细胞间隙 CO₂ 浓度较高。表明光合速率是由细胞间隙 CO₂ 浓度和气孔导度共同决定的, 这与光合作用的主要限制因素与非气孔因素(即叶肉细胞的光合活性)有关的研究结果是一致的^[10]。

番茄的营养品质受水肥措施的显著影响, 并存在显著的水肥互作效应^[1]。在施肥水平相同的情况下, 高水量虽可提高产量, 但决定番茄营养品质的营养物含量有所降低, 表现为水分对品质具有稀释效应^[11~13]。已有研究表明, 氮磷钾配合施用可提高品质、坐果率及植株抗病能力, 氮磷钾合理配施可提高

番茄果实的含糖量和 Vc 含量,且 N:K₂O=1:1.2 时品质最好,产量最高^[14]。本试验表明,灌水量是影响产量的主导因素,中水量处理的产量虽低于高水量处理,但在营养品质上优于高水量处理。对照产量偏低,可能与复合肥肥效不如硫酸钾、硫酸铵、尿素等易溶肥的肥效快有关。在越夏长季节栽培中 8、9 月份产量较低,主要是因为盛夏高温对番茄花药发育及正常开花产生了不良影响,花粉可育性降低导致了坐果率的显著下降,最终引起产量减产。

参考文献:

- [1] 贺超兴,张志斌. 日光温室水钾氮耦合效应对番茄产量的影响[J]. 中国蔬菜,2001,(1): 35- 36
- [2] 吴志行. 大棚蔬菜连作障碍及土壤次生盐渍化原因及防止措施[J]. 长江蔬菜,1994,(5): 21- 23
- [3] 薛继澄,毕登义. 保护地栽培蔬菜生理障碍的土壤因子与对策[J]. 土壤肥料,1994,(1): 4- 9
- [4] Unger P W, Stewart B A. Soil management for efficient water use, An overview, In: Limitations to efficient water use in crop production [J]. American Society of Agronomy [M]. 1983
- [5] 高新昊,张志斌,郭世荣. 氮钾化肥配合追施对日光温室番茄越冬长季节栽培产量与品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2005,11(3): 375- 378
- [6] 吴建繁,王运华,贺建德,等. 京郊保护地番茄氮磷钾肥料效应及其吸收分配规律研究[J]. 植物营养与肥料学报,2000,6(4): 409- 406
- [7] Phene C J, Hutmacher R B, Davis K R, *et al.* Water-fertilizer management of processing tomatoes[J]. Acta Hort, 1990, 277: 137- 193
- [8] 赵斌,郎家庆,韩晓日. 番茄最佳施肥量及配比研究[J]. 辽宁农业科学,2002(5): 16- 18
- [9] 何萍,杨金. 番茄专用肥最佳配方及用量的研究[J]. 土壤肥料,1997,(1): 32- 35
- [10] 于国华. CO₂ 浓度对黄瓜叶片光合速率、Rubisco 活性及呼吸速率的影响[J]. 华北农学报,1997,12(4): 101- 106
- [11] 王立秋,曹敬山,靳占忠. 小麦产量及其品质的水肥效应研究[J]. 干旱地区农业研究,1997,3: 58- 63
- [12] Basalga Yrisarry J J. Response of processing tomato to three different levels of water and nitrogen application[J]. Acta Hort, 1993, 335: 149- 153
- [13] 刘明池,陈殿奎. 亏缺灌溉对樱桃番茄产量形成和果实品质的影响[J]. 中国蔬菜,2002,(6): 4- 6
- [14] 朱本岳. 氮磷钾肥不同用量和比对番茄产量及品质的影响[J]. 浙江农业科学,1992,(3): 131- 133