

番茄育苗梯度施肥技术

张元国¹, 杨晓东¹, 魏家鹏², 刘树森², 王林武¹

(1. 潍坊市农业科学院, 山东 潍坊 261071; 2. 寿光市三木种苗有限公司, 山东 寿光 262700)

摘要:为筛选番茄种子发芽和育苗不同发育阶段适宜的施肥浓度,提高番茄育苗质量,对不同 EC 浓度条件下,番茄 4 个发芽指标和胚根、下胚轴和总长度进行了比较研究。结果表明:番茄发芽的适宜范围是 EC 1.25~2.00 mS·cm⁻¹,最佳处理为 EC 1.75 mS·cm⁻¹。对番茄育苗梯度施肥技术进行了研究,综合比较 G 值、复合指标茎粗/株高×全株干质量、茎秆硬度、番茄幼苗发育生长过程、发育阶段和生物量。结果表明:番茄幼苗生长发育最适宜的梯度处理是子叶期 EC 0.50 mS·cm⁻¹、第 1 真叶期 EC 1.00 mS·cm⁻¹、第 2 真叶期 EC 1.25 mS·cm⁻¹、第 3 真叶期 EC 1.50 mS·cm⁻¹和第 4 真叶期 EC 1.75 mS·cm⁻¹。

关键词:番茄;育苗;梯度;施肥

番茄是育苗移栽主要蔬菜种类之一,据国家大宗蔬菜产业技术体系不完全统计,全国番茄集约化穴盘育苗的种植率已达 30% 以上^[1]。目前,番茄穴盘育苗的施肥方式主要采用播种前肥料与基质混匀方式、育苗期间浇施营养液方式以及两者共用的方式^[2]。采用营养液方式,能够针对幼苗生长状况不断补充养分,育苗后期不会出现缺肥现象。过多的加入肥料必然会造成基质中盐分含量增加,产生浓度障碍,反而影响幼苗生长^[3]。番茄穴盘苗苗龄较长,对养分需求更严格,苗期养分不足尤其是氮磷钾养分缺乏,花芽分化质量下降,分化时期延迟,养分过多又会抑制种子的发芽及萌芽初期的生长,秧苗素质下降^[3]。番茄种子发芽和育苗不同发育阶段需要不同的溶液中可溶性盐浓度(Electrical Conductivity, EC)。现在大部分育苗场采用同一个浓度施肥,特别是子叶期严重过量施肥,但是鲜有针对番茄育苗梯

度施肥技术的精准研究,因此本研究对番茄发芽及育苗施肥浓度进行系统研究,旨在为番茄种子发芽和育苗梯度施肥技术提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

粉番茄新品种一代交配宝禄 3 号,由寿光三木种苗公司提供;沃夫特实验室专用超纯水器;EC/TOS/TEMP COM-100 测定仪。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2017 年 7-11 月在潍坊市农业科学院实验楼进行,试验分为两部分,首先进行发芽试验,比较不同 EC 浓度对番茄种子发芽的影响,以超纯水(EC=0 mS·cm⁻¹)为对照,研究 16 个 EC 浓度(配制 MS 培养液 EC 5.6 mS·cm⁻¹,添加超纯水稀释 16 个 EC 浓度)对番茄种子发芽的影响,具体浓度设置详见表 1。

表 1 不同 EC 浓度处理

Table 1 Treatments with different EC concentrations

(mS·cm⁻¹)

处理 Treatment	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16
EC	0	0.125	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	4.00	5.00

然后进行水培试验,进行培养液梯度比较。将番茄种子 50℃ 浸泡 15 min 后 25℃ 浸泡 5 h,清淘后放入培养皿(底部放一层滤纸,上覆纱布)

催芽,采用的自来水为 EC 1.37 mS·cm⁻¹,pH 6.55,白天 25℃,晚间 15~20℃ 培养。当胚根长至 6 cm 左右放入 150 mL 三角瓶培养液梯度培养,用 3 cm×2 cm×1 cm 海绵固定。设计 11 个处理,T9 和 T10 分别为高低浓度对照,每个处理按照子叶期、1 叶期、2 叶期、3 叶期和 4 叶期设计 5 个浓度,每个处理 2 个培养瓶,3 次重复(表 2)。

收稿日期:2018-09-17

基金项目:山东省现代农业产业技术体系创新团队资助项目(SDAIT-02-022-06)。

第一作者简介:张元国(1966-),男,硕士,从事蔬菜集约化育苗研究。E-mail:zyg66205@163.com。

表 2 每个处理梯度施肥浓度

Table 2 Gradient fertilization concentrations for each treatment (mS·cm⁻¹)

处理 Treatment	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9(CK1)	T10(CK2)	T11
子叶期	0.25	0.25	0.50	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	0.50	1.75	0.25
1 叶期	0.50	0.50	0.75	1.00	1.00	1.25	1.50	1.75	0.50	1.75	0.50
2 叶期	0.75	1.00	1.00	1.25	1.25	1.50	1.75	1.75	0.50	1.75	1.00
3 叶期	1.00	1.50	1.25	1.50	1.50	1.75	1.75	1.75	0.50	1.75	1.50
4 叶期	1.25	1.75	1.50	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	0.50	1.75	2.00

1.2.2 测定项目及方法 发芽试验:每个处理选择饱满的种子 30 粒,3 次重复,pH6.0。于 2017 年 7 月 20 日开始试验,前 4 d 每天调查发芽种子数,以胚根长 2 mm 作为萌芽标志认定为发芽。第 7 天结束发芽试验,测量根长和下胚轴长度。

发芽率(GR/%)=第 7 天发芽种子数/供试种子数×100;

发芽势(GE/%)=4 d 内发芽种子数/供试种子数 100;

发芽指数(GI) = $\sum Gt / Dt$

式中:Gt 为在不同时间(7 d)的发芽数,Dt 为发芽日数;

活力指数 VI=S×GI

式中:S 为幼苗胚根及胚轴的总长度,GI 为发芽指数;

水培试验:培养液梯度试验结束后,测量株

高、茎粗和叶绿素含量及叶片氮含量,称量根鲜重和冠鲜重。叶绿素含量及叶片氮含量用叶绿素测定仪测定。干物质测定用烘干箱在 105 ℃杀青 15 min后 70 ℃烘干至恒量。其它计算公式为

G 值(mg·d⁻¹)=全株干质量(mg)/天数;
根冠比=根重/冠重

复合壮苗指数=茎粗/株高×全株干质量^[4]。

1.2.3 数据分析 采用 Excel 2003 作图,SPSS Statistics 19.0 进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 EC 对番茄种子发芽的影响

2.1.1 发芽种子数量 由表 3 可知,随着 EC 值的增加,番茄种子发芽数量呈现波动式变化,最佳处理为 EC 1.75 mS·cm⁻¹,第 7 天时,发芽种子数量为 85。

表 3 不同 EC 处理的发芽种子数量

Table 3 The number of germinated seeds treated with different EC

天数 Days	发芽种子数 The number of germinated seeds															
	0	0.125 mS·cm ⁻¹	0.25 mS·cm ⁻¹	0.50 mS·cm ⁻¹	0.75 mS·cm ⁻¹	1.00 mS·cm ⁻¹	1.25 mS·cm ⁻¹	1.50 mS·cm ⁻¹	1.75 mS·cm ⁻¹	2.00 mS·cm ⁻¹	2.25 mS·cm ⁻¹	2.50 mS·cm ⁻¹	2.75 mS·cm ⁻¹	3.00 mS·cm ⁻¹	4.00 mS·cm ⁻¹	5.00 mS·cm ⁻¹
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	1	2	0	3	2	0	1	0	0	1	0	0
3	7	14	4	11	2	2	9	24	24	4	10	7	7	5	4	4
4	20	26	14	23	19	20	22	40	42	29	30	28	25	19	10	9
5	45	47	34	33	40	38	27	53	60	45	52	40	37	27	18	20
6	67	55	44	40	49	56	59	63	74	68	65	54	50	40	37	38
7	82	64	55	50	60	69	70	75	85	81	75	63	69	47	47	46

表中数据为 3 次重复总和。
Values in the table are the sum of 3 repeats.

2.1.2 胚根及胚轴总长度 由表 4 可知,不同处理胚根和下胚轴长度差异较大,随着 EC 浓度增加,胚根逐渐变短;总长度整体呈变短趋势;下胚

轴 EC 1.75 mS·cm⁻¹时最长,为 3.93 cm;EC 浓度太低或太高时无侧根,侧根较多的处理是 EC 1.25~2.00 mS·cm⁻¹。

表 4 第 7 天测量的胚根及胚轴的总长度

Table 4 Total length of radicle and hypocotyl measured on the 7th day

项目 Items	长度/cm Length															
	0	0.125	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	4.00	5.00
		mS·cm ⁻¹	mS·cm ⁻¹	mS·cm ⁻¹	mS·cm ⁻¹	mS·cm ⁻¹	mS·cm ⁻¹	mS·cm ⁻¹	mS·cm ⁻¹	mS·cm ⁻¹	mS·cm ⁻¹	mS·cm ⁻¹	mS·cm ⁻¹	mS·cm ⁻¹	mS·cm ⁻¹	mS·cm ⁻¹
胚根	3.67	4.27	4.20	3.33	3.10	2.77	1.77	1.73	1.57	1.17	1.03	1.00	1.00	0.90	0.63	0.40
胚轴	3.67	3.83	3.60	3.37	3.20	3.47	3.23	3.87	3.93	3.13	3.10	2.57	2.46	2.17	1.37	1.30
总长度	7.34	8.10	7.80	6.70	6.30	6.57	5.00	5.60	5.50	4.30	4.13	3.57	3.46	3.17	2.00	1.70
侧根	少短	无	无	无	少	少	多长	多长	多短	多短	少短	少	少	少	无	无

2.1.3 各项发芽指标比较 从表 5 可以看出,不同处理发芽势、发芽率、发芽指数和活力指数差异较大。EC 1.75 mS·cm⁻¹发芽势、发芽率、发芽指数均为最高。

表 5 番茄种子发芽指标

Table 5 Germination index of tomato seeds

项目 Items	发芽指标 Germination index															
	0	0.125	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	4.00	5.00
		mS·cm ⁻¹	mS·cm ⁻¹	mS·cm ⁻¹	mS·cm ⁻¹	mS·cm ⁻¹	mS·cm ⁻¹	mS·cm ⁻¹	mS·cm ⁻¹	mS·cm ⁻¹	mS·cm ⁻¹	mS·cm ⁻¹	mS·cm ⁻¹	mS·cm ⁻¹	mS·cm ⁻¹	mS·cm ⁻¹
GE/%	91.1 ab	71.1 fhi	61.1 kl	55.5 lm	66.7ijk	76.7 deij	77.8 def	83.3 bce	94.4 a	90.0 ac	83.3 bedf	70.0 fhj	76.7 def	52.2 m	52.2 jl	51.1 m
GR/%	22.2 cj	28.9 dfh	15.6 m	25.6 ch	21.1 ijk	22.2 ck	24.4 ci	44.4 a	46.7 a	32.2 bf	33.3 b	31.1 bd	27.8 cl	21.1 ijkl	21.1 ijkl	17.7 lm
GI	16.4 cd	14.6 ef	11.1 i	11.3 ij	12.4 hj	14.0 f	14.2 f	18.5 b	20.3 a	16.5 c	16.5 c	13.6 fh	15.8 de	10.1 ik	9.0 k	8.9 k
VI	120.4 a	118.3 a	86.6 f	75.7 bh	78.1 h	92.0 e	71.0 f	103.6 d	111.7 c	71.0 f	68.1 i	48.6 k	54.7 l	32.0 k	18.0 l	15.1 m

同行不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。
Different lowercase in the same row indicate significant difference($P<0.05$).

综合分析 4 个发芽指标,胚根、下胚轴及总长度,侧根发生情况,番茄发芽的适宜范围是 EC 1.25~2.00 mS·cm⁻¹,最佳处理是 EC 1.75 mS·cm⁻¹。

2.2 不同梯度 EC 对番茄育苗效果的影响

苗期观察:低浓度有利于子叶和第一、第二真叶生长,茎秆硬度大,真叶大。从表 6 可以看出,下胚轴 T8 最短外各处理变化不大;G 值和复合

壮苗指数基本相吻合,可以作为番茄壮苗指标;G 值最高的是 T4,T5 次之;复合壮苗指数最高的是 T5,T4 次之。

综合分析 G 值、复合壮苗指数、秸秆硬度、番茄幼苗发育生长过程、发育阶段和生物量,番茄幼苗生长发育最适宜的梯度处理是 T4。

表 6 番茄幼苗培养壮苗指标比较

Table 6 Comparisons of strong seedling indices in tomato seedling culture

指标 Index	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
下胚轴/cm	7.9	7.1	7.0	7.2	7.2	6.5	7.1	5.9	7.7	7.2	7.3
茎秆硬度	2	4	4	5	4	4	4	3	3	3	4
株高/cm	31.2	30.3	31.0	28.2	27.7	27.4	28.8	28.2	30.4	30.3	27.9
茎粗/cm	0.387	0.387	0.383	0.384	0.387	0.373	0.367	0.360	0.383	0.380	0.380
根重/mg	40.1	40.1	39.5	41.8	40.7	39.1	36.8	30.9	35.2	34.4	38.9
冠重/mg	267.0	266.3	269.0	290.1	283.2	268.6	266.7	256.8	253.6	250.1	279.9
根冠比	0.150	0.151	0.147	0.144	0.144	0.145	0.138	0.120	0.139	0.137	0.138
全株干重/mg	307.1	306.4	308.5	331.9	323.9	307.7	303.5	287.7	288.8	284.5	318.8
G 值/(mg·d ⁻¹)	10.23	10.20	10.28	11.06	10.80	10.26	10.12	9.59	9.63	9.48	10.63
复合壮苗指数	3.809 b	3.913 b	3.811 b	4.519 a	4.525 a	4.189 d	3.868 b	3.673 e	3.639 e	3.568 e	4.342 c
叶绿素含量(SPAD)	28.83	26.78	24.45	25.22	27.17	24.47	26.13	24.9	25.02	26.87	25.95
叶片氮含量/(mg·g ⁻¹)	2.57	2.43	2.45	2.30	2.45	2.27	2.38	2.30	2.35	2.43	2.38

茎秆硬度从软到硬分 5 级。小写字母表示差异显著($P<0.05$)。
Stem hardness is divided into 5 levels from softness to hardness. The lowercase indicate the significance at 0.05 level($P<0.05$).

3 结论与讨论

综合番茄发芽试验和水培试验结果可以得出番茄育苗的梯度施肥技术是:番茄发芽的适宜 EC 范围是 $1.25 \sim 2.00 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$, 最佳浓度是 $EC 1.75 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$, 育苗施肥梯度浓度为, 子叶期 $EC 0.50 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ 、第 1 真叶期 $EC 1.00 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ 、第 2 真叶期 $EC 1.25 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ 、第 3 真叶期 $EC 1.50 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ 和第 4 真叶期 $EC 1.75 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ 。番茄育苗的梯度施肥技术可以为番茄育苗施肥提供技术指标参考。

G 值和复合壮苗指数走势基本吻合, 且符合平时观察、发育阶段和生物量。根冠比、叶绿素和氮含量与指标 G 值和复合壮苗指数不吻合。综合分析番茄幼苗发育生长过程、发育阶段和生物量, G 值和复合壮苗指数可以作为番茄幼苗壮苗指标, 复合壮苗指数可以作为番茄幼苗可靠的壮苗指标^[5], 茎秆硬度可以作为简单的番茄幼苗壮苗指标, 叶绿素含量和氮含量不能作为番茄壮苗指标。

本试验是根据早先实验已经得出的番茄幼苗生长发育最适宜的 $EC 0.50 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ 和适宜区域是 $EC 0.50 \sim 1.75 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ ^[6] 设计每个梯度浓度的。从试验过程来看, 应当结合不同季节各个阶段生长量来综合设计梯度浓度。

参考文献:

- [1] 尚庆茂. 番茄集约化穴盘育苗技术[J]. 中国蔬菜, 2014(9): 70-72.
- [2] 孙晓梅, 徐志豪, 王保顺, 等. 黄瓜穴盘育苗优化施肥技术研究[J]. 浙江农业学报, 2004, 16(2): 75-78.
- [3] 何伟明, 陈殿奎. 不同施肥水平对番茄穴盘育苗生长的影响[J]. 北京农业科学, 1996, 14(2): 22-23.
- [3] 王晓雪, 付亚文, 金巨胜. 蔬菜合理施肥[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997.
- [4] 陈景长, 张秀环, 张喜春. 蔬菜育苗手册[M]. 北京: 中国农业出版社, 2010.
- [5] 王广龙, 魏猷刚, 章鸥, 等. 利用多元统计方法筛选确定番茄幼苗质量评价指标[J]. 西北农业学报, 2014, 23(6): 147-155.
- [6] 张元国, 杨晓东, 王林武, 等. 根际 EC 对番茄幼苗的影响[J]. 园艺与种苗, 2017(6): 6-8.

Study on Gradient Fertilization Technology of Tomato Seedlings

ZHANG Yuan-guo¹, YANG Xiao-dong¹, WEI Jia-peng², LIU Shu-sen², WANG Lin-wu¹

(1. Weifang City Academy of Agricultural Sciences, Weifang 261071, China; 2. Shouguang Sanmu Seedling Limited, Company, Shouguang 262700, China)

Abstract: In order to screen suitable fertilizer concentration for tomato seed germination and seedling growth at different stages and improve the quality of tomato seedling, four germination indices and radicle, hypocotyl and total length of tomato seedlings were compared under different EC concentration. The results showed that the optimum range for tomato germination was $EC 1.25 \sim 2.00 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$, and the optimum treatment was $EC 1.75 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$. The gradient fertilization technology of tomato seedling was studied. The G value, composite index of strong plant, stem hardness, growth process, development stage and biomass of tomato seedling were compared comprehensively. The results showed that the most suitable gradient treatments for tomato seedling growth and development were $EC 0.50 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ in cotyledon stage, $EC 1.00 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ in first true leaf stage, $EC 1.25 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ in second true leaf stage, $EC 1.50 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ in third true leaf stage and $EC 1.75 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ in fourth true leaf stage.

Keywords: tomato; seedlings; gradient; fertilization

欢迎关注本刊微信公众号

