

# 不同水溶肥种类及浓度对番茄幼苗生长的影响

陈兴平<sup>1</sup>, 郭佩仪<sup>2</sup>, 于金晖<sup>2</sup>, 郭少龙<sup>1</sup>, 张泽鑫<sup>3</sup>, 宋世威<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>广东省良种引进服务公司, 广东 广州

<sup>2</sup>华南农业大学园艺学院, 广东 广州

<sup>3</sup>广州健雅种植有限公司, 广东 广州

收稿日期: 2022年3月13日; 录用日期: 2022年4月13日; 发布日期: 2022年4月21日

## 摘要

为探究适合番茄高效育苗的营养管理方法, 本试验施用5种水溶肥和最适水溶肥的5个浓度, 研究其对番茄幼苗生长的影响。结果表明, “莱瑞”水溶肥处理下的番茄幼苗的叶片SPAD值、地上部鲜重和茎粗均优于其它4种水溶肥; 施用1倍浓度的“莱瑞”水溶肥, 番茄幼苗的地上部和地下部鲜重、茎粗和壮苗指数均显著高于其它浓度处理。综合幼苗的生长状况、种苗质量和水溶肥的价格, 1倍浓度的“莱瑞”水溶肥最适合番茄优质高效育苗。

## 关键词

番茄幼苗, 水溶肥, 生物量, 壮苗

# Effects of Different Water-Soluble Fertilizers and Concentrations on the Growth of Tomato Seedlings

Xingping Chen<sup>1</sup>, Peiyi Guo<sup>2</sup>, Jinhui Yu<sup>2</sup>, Shaolong Guo<sup>1</sup>, Zexin Zhang<sup>3</sup>, Shiwei Song<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Guangdong Provincial Improved Variety Introduce Service Corp., Guangzhou Guangdong

<sup>2</sup>College of Horticulture, South China Agricultural University, Guangzhou Guangdong

<sup>3</sup>Guangzhou Jianya Planting Co. Ltd., Guangzhou Guangdong

Received: Mar. 13<sup>th</sup>, 2022; accepted: Apr. 13<sup>th</sup>, 2022; published: Apr. 21<sup>st</sup>, 2022

## Abstract

In order to explore the nutrient management method suitable for tomato seedlings with high effi-

\*通讯作者。

文章引用: 陈兴平, 郭佩仪, 于金晖, 郭少龙, 张泽鑫, 宋世威. 不同水溶肥种类及浓度对番茄幼苗生长的影响[J]. 农业科学, 2022, 12(4): 275-281. DOI: 10.12677/hjas.2022.124041

ciency, five kinds of water-soluble fertilizers and five optimum concentrations of water-soluble fertilizers were applied in this experiment, to study their effects on the growth of tomato seedlings. The results showed that the leaf SPAD value, shoot fresh weight and stem diameter of tomato seedlings treated with "Lairui" water-soluble fertilizer were better than those of the other four water-soluble fertilizers. The fresh weight, stem diameter and strong seedling index of tomato seedling with one time concentration were significantly higher than those of other concentration treatments. Considering the growth status of the seedlings, the quality of the seedlings and the price of the water-soluble fertilizer, the "Lairui" water-soluble fertilizer with one time concentration is the most suitable for high-quality and efficient tomato nursery.

## Keywords

Tomato Seedlings, Water-Soluble Fertilizers, Biomass, Strong Seedlings

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

育苗是蔬菜生产中的重要环节,通过集约化育苗可以大大提高生产效率和种苗质量。对果菜类蔬菜来说,进行工厂化穴盘育苗可以获得整齐度高、品质好的矮壮幼苗,为后续的优质高产奠定基础。

水肥管理是蔬菜育苗中的重要技术,而养分管理更是规模化的工厂化育苗中的关键技术。虽然育苗周期不长,但幼苗只从基质中吸取养分是远远不够的,需要通过额外施加营养液来提供养分。研究表明,黄瓜幼苗叶面喷施稀释 1000 倍的腐殖酸水溶肥可以显著提高幼苗的茎粗和生物量,增加叶面积和提高叶绿素含量[1]。浇灌 0.2 mg/L 的海藻酸水溶肥可以提高低温胁迫下辣椒幼苗的茎粗、叶绿素含量和壮苗指数等指标[2]。对番茄幼苗施用不同浓度营养液,发现幼苗的株高、茎粗和叶面积均呈现抛物线增长趋势,且在 1 倍浓度处理下有着最好的生长状况[3]。另外灌施高浓度营养液可以有效抑制黄瓜和番茄幼苗下胚轴伸长,抑制幼苗徒长[4]。

营养液的不同浓度会对作物产生不同的影响。一般情况下,营养液浓度过高会导致基质 EC 值增高,从而影响幼苗正常生长,造成水肥浪费的同时还会增加育苗成本[5]。因此需要结合生产目标探究适合作物生长的营养液种类和浓度。有研究表明,不同营养液配方与浓度对番茄幼苗的生长产生不同的影响[6]。但在实际育苗生产中,配制完全营养液的技术要求较高,并且费时费力,因此更多采用方便实用的水溶肥。水溶肥包含作物生长必需的养分,还可以添加植物生长调节剂或者其它有机物一起施用来促进幼苗生长。

本研究的目的是比较 5 种商品水溶肥对番茄幼苗生长的影响,结合育苗效果和水溶肥价格,筛选出适宜的水溶肥并进行不同浓度试验,以便选出合适的浇灌浓度,达到减少肥料使用量和降低育苗成本的目的,为工厂化培育番茄壮苗提供理论参考。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 试验材料

试验在广东省广州健雅种植有限公司温室中进行,试验用番茄品种为广东省良种引进服务公司的“广良阿尔泰 1405”。种子播种于 72 孔穴盘,混合基质为体积比 3:1 的泥炭和珍珠岩。随后放置于 30℃、

空气湿度 100%的催芽室进行催芽，两天后转移至温室中。

试验用 5 种水溶肥均从市场购买，具体成分见表 1，编号依次为 A、B、C、D 和 E。前 4 种水溶肥氮磷钾(NPK)的含量(%)均为 20-20-20，水溶肥 E 由两种比例的 NPK 肥按照 2:1 比例混合。除大量元素外，5 种水溶肥均含有一定量的微量元素，水溶肥 E 还含有中量元素钙和镁。

## 2.2. 试验方法

在外界环境因子相同的条件下，养分供应(包括水溶肥的种类和施用浓度)是影响种苗质量的重要因素。番茄播种 7 天之后进行不同的试验处理。2021 年 8 月 7 日至 27 日先进行水溶肥种类试验，然后 8 月 23 至 9 月 12 日进行不同浓度水溶肥的试验。采用表 1 中的 5 种水溶肥进行水溶肥种类试验，选取试验中效果最好的一种水溶肥进行水溶肥浓度试验。

由于 5 种水溶肥的大量元素含量和比例不同，本研究以 N 和 K 含量来统一肥料的施用量，即 5 种水溶肥的施用浓度依次为 0.8 g/L、0.8 g/L、0.8 g/L、0.8 g/L 和 1 g/L。1 倍标准浓度以 1 g/L 浓度为基准，设置 0.5 倍、0.75 倍、1 倍、1.25 倍和 1.5 倍共 5 个浓度梯度，分析比较不同浓度处理对番茄幼苗生长的影响。两个试验均设置了 5 个处理，每个处理各重复 3 次。

试验的番茄幼苗每 2 天浇灌 1 次营养液，浇灌至营养液滴出为止，其余时间按照常规方法浇灌清水。温室外覆盖遮阳网，白天温度 28℃~35℃，空气相对湿度 30%~70%，夜间温度 24℃~28℃，相对湿度 50%~95%，试验期间白天的光照强度在 300~400  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  之间。

**Table 1.** Five water-soluble fertilizer compositions

**表 1.** 五种水溶肥成分

肥料种类	NPK 含量(%)	其它营养元素含量	其它性状
A	20-20-20	(Fe + Mn + Zn + Cu + B + Mo + EDTA) $\geq$ 0.37%	
B	20-20-20	(Fe + Mn + Zn + Cu + B + Mo) $\geq$ 0.5%	S + MgO + 海藻萃取物 + 铈 + 缩二脲 $\geq$ 2.0%
C	20-20-20	(Fe + Mn + Zn + Cu + B) $\geq$ 0.5%-3.0%	添加缓释剂、超级叶面展着剂和渗透因子
D	20-20-20	(Fe + Mn + Zn + Cu + B + Mo) $\geq$ 0.5%-3.0%	
E	(14-0-14):(20-10-20) = 2:1	(Ca + Mg + Fe + Mn + Zn + Cu + B + Mo + S) $\geq$ 0.5%~12.0%	

## 2.3. 生长指标测定

每个处理随机选取 15 株番茄幼苗，洗净擦干幼苗根部后用直尺测量株高，用游标卡尺测量茎粗(子叶往下 1 cm 处)。于根茎交界处、叶和叶柄交界处剪开，用电子天平(0.01 g)称量植株地上部、根部和所有真叶的鲜重。将真叶放在白纸上拍照后用 Image J 软件计算叶面积。成熟功能叶片的叶绿素含量使用 SPAD-502 便携式叶绿素测定仪进行多点测量，数据用 SPAD 值表示。综合指标中的比叶重计算方式为叶片鲜重(mg)/叶面积( $\text{cm}^2$ )，壮苗指数为(茎粗/株高 + 根部鲜重/地上部鲜重)  $\times$  全株鲜重。

## 2.4. 数据处理

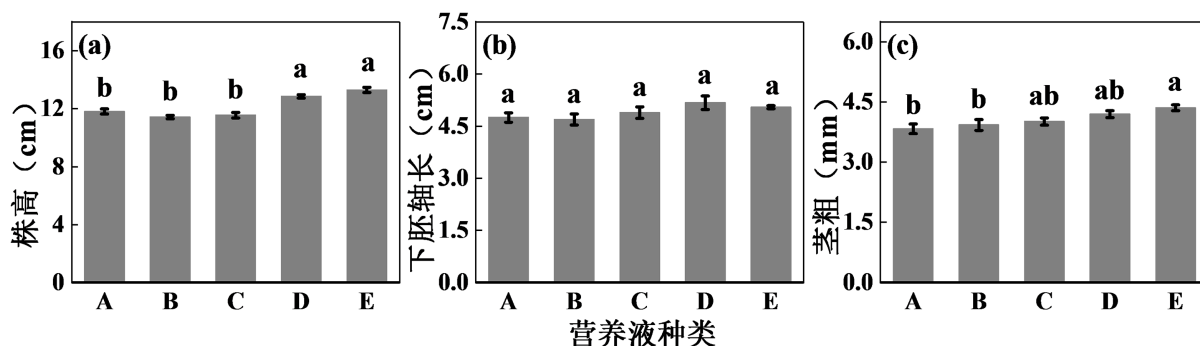
试验数据的统计分析采用 SPSS 26.0，用单因素方差分析，Duncan 法进行多重比较， $P < 0.05$  为差异显著，采用 Origin 2021 Pro 软件制图。

### 3. 结果与分析

#### 3.1. 不同水溶肥种类对番茄幼苗的影响

##### 3.1.1. 不同水溶肥种类对番茄幼苗形态的影响

从图 1 可知, 水溶肥 D 和 E 处理的番茄幼苗株高显著高于其余 3 个处理, 处理间的下胚轴长均无显著差异。水溶肥 E 处理下番茄幼苗有着最大的茎粗, 并显著高于 A 和 B 处理。与其他处理相比, 水溶肥 E 浇灌下的幼苗茎粗增加了 3.67%~12.05%。由此可见, 浇灌水溶肥 E 培育的番茄幼苗更为健壮。



注: 图柱中的不同小写字母代表处理间达到显著差异水平( $P < 0.05$ ), 下同。

Figure 1. Effects of different water-soluble fertilizer species on the morphology of tomato seedlings

图 1. 不同水溶肥种类对番茄幼苗形态的影响

##### 3.1.2. 不同水溶肥种类对番茄幼苗叶片性状的影响

水溶肥 C 处理的番茄幼苗有着最大的叶面积(图 2(a)), 比其它种类水溶肥处理提高了 7.88%~34.12%, 但与水溶肥 E 处理相比差异不显著。水溶肥 C 处理的番茄幼苗比叶重显著低于其它 4 个处理(图 2(b)), 表明其叶片大而薄。水溶肥 B 和 E 处理番茄幼苗叶片的叶绿素含量显著高于其它 3 种肥料, 说明其具有较高的光合潜能。综合来看, 水溶肥 E 处理番茄幼苗叶片性状最优。

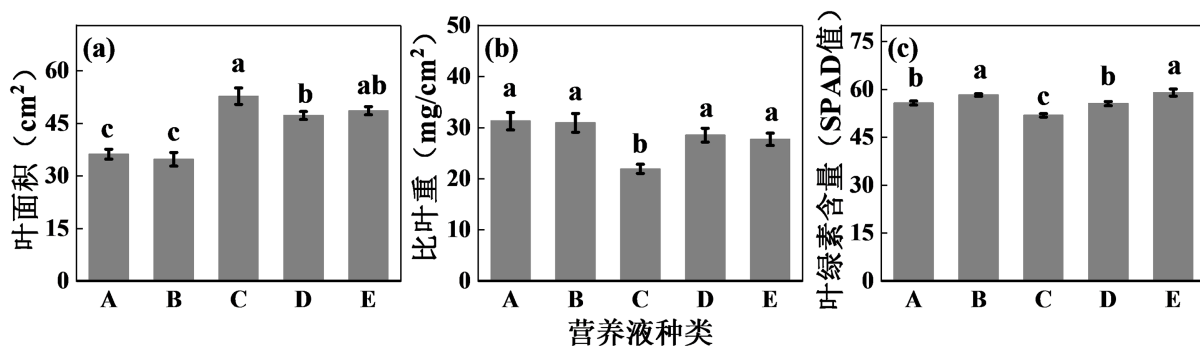


Figure 2. Effects of different water-soluble fertilizer species on leaf traits of tomato seedlings

图 2. 不同水溶肥种类对番茄幼苗叶片性状的影响

##### 3.1.3. 不同水溶肥种类对番茄幼苗生物量和壮苗指数的影响

水溶肥 D 和 E 处理下番茄幼苗的地上部鲜重、地下部鲜重和壮苗指数均高于其它 3 种水溶肥处理(图 3), 部分指标处理间差异显著。这表明水溶肥 D 和 E 有利于番茄幼苗生物量的积累和培育健壮种苗, 但这两个肥料之间的处理效果没有显著差异。

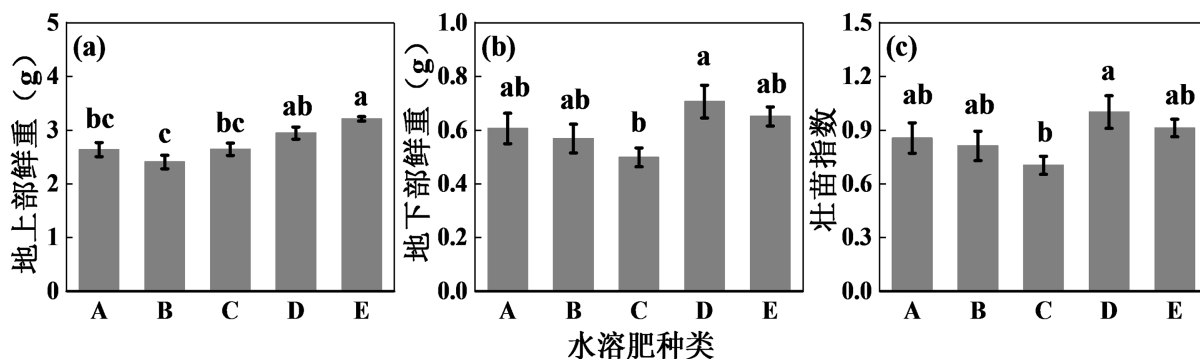


Figure 3. Effects of different water-soluble fertilizer species on tomato seedling biomass

图 3. 不同水溶肥种类对番茄幼苗生物量的影响

综合上述指标, 水溶肥 D 和 E 有利于促进番茄幼苗的生长和培育壮苗, 由于水溶肥 E 价格更低, 性价比更高, 因此水溶肥 E (即试验公司使用的“莱瑞”水溶肥) 适合番茄的工厂化育苗生产。

### 3.2. 不同浓度水溶肥对番茄幼苗的影响

#### 3.2.1. 不同浓度水溶肥对番茄幼苗形态的影响

随着营养液浓度的升高, 3 个番茄幼苗形态指标基本呈现出先上升后下降的趋势, 且在 1 倍浓度时达到峰值(图 4)。1 倍浓度处理的幼苗茎粗比其它浓度处理提高了 5.15%~9.84%, 表明过低浓度和过高浓度的水溶肥在一定程度上抑制幼苗茎部的生长。

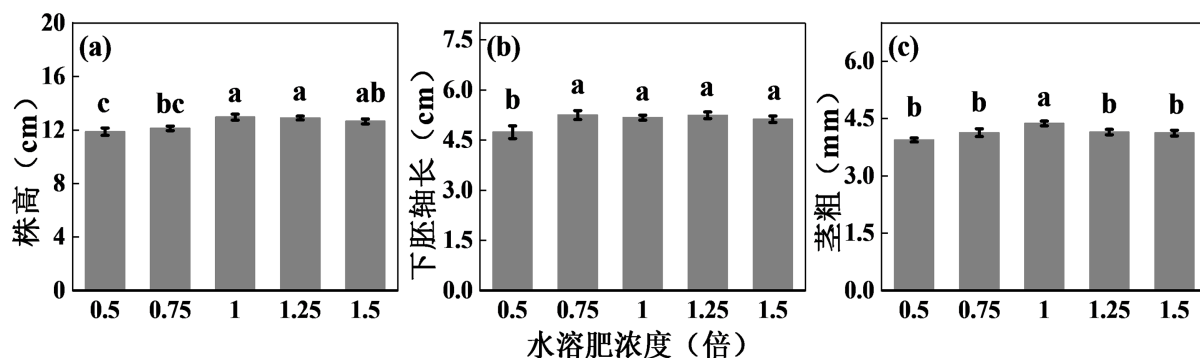


Figure 4. Effects of different concentrations of water-soluble fertilizer on the morphology of tomato seedlings

图 4. 不同浓度水溶肥对番茄幼苗形态的影响

#### 3.2.2. 不同浓度水溶肥对番茄幼苗叶片性状的影响

1~1.5 倍浓度水溶肥处理番茄幼苗的叶面积显著高于 0.5 倍和 0.75 倍处理(图 5(a))。1.5 倍处理幼苗的比叶重显著高于其余 4 个处理(图 5(b)), 表明高浓度营养液处理有利于提高叶片的厚度。较高浓度水溶肥处理番茄叶片的叶绿素含量(SPAD 值)更高, 但各处理间的数值差别不大(图 5(c))。综合来看, 较高浓度水溶肥处理有利于番茄幼苗叶片生长。

#### 3.2.3. 不同浓度水溶肥对番茄幼苗生物量和壮苗指数的影响

与其它处理相比, 1 倍浓度水溶肥处理番茄幼苗的地上部鲜重、地下部鲜重和壮苗指数均最高(图 6), 其地上部鲜重提高了 8.30%~26.12%, 地下部鲜重提高了 14.66%~30.78%, 壮苗指数提高了 21.03%~36.13%。这表明用 1 倍标准浓度“莱瑞”水溶肥培育番茄幼苗可以获得更大的生物量和健壮种苗。

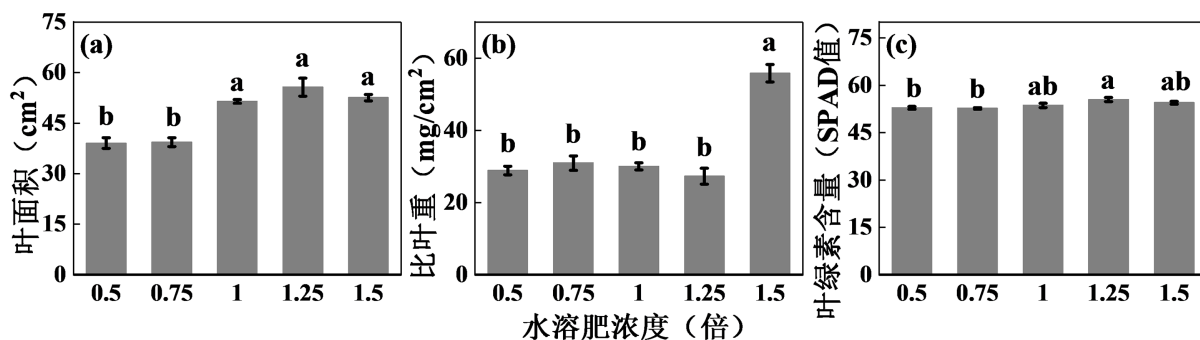


Figure 5. Effects of different concentrations of water-soluble fertilizer on leaf traits of tomato seedlings

图 5. 不同浓度水溶肥对番茄幼苗叶片性状的影响

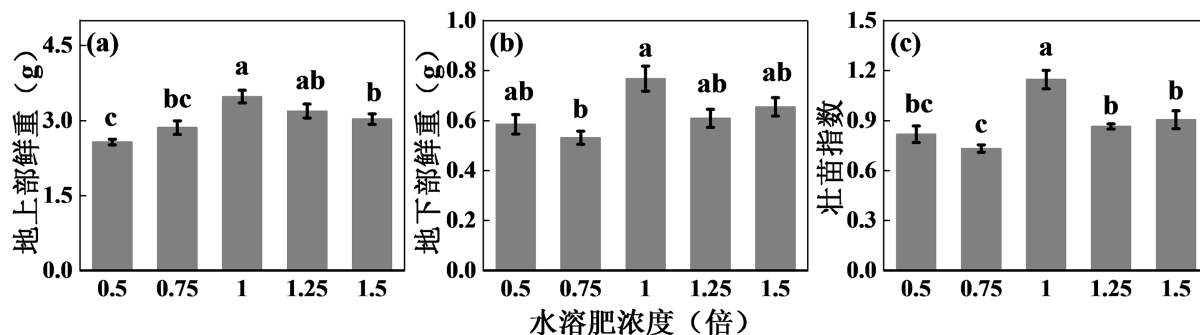


Figure 6. Effects of different concentrations of water-soluble fertilizer on biomass of tomato seedlings

图 6. 不同浓度水溶肥对番茄幼苗生物量的影响

综合上述指标, 较高浓度水溶肥比低浓度处理更有利于番茄幼苗生长。其中 1 倍浓度处理番茄幼苗有着最大的茎粗、生物量及壮苗指数, 在减少肥料用量的同时能保证番茄幼苗生长良好, 适合番茄工厂化育苗生产。

#### 4. 讨论和结论

为了获得高品质的幼苗, 在集约化育苗过程中通常会使用营养液, 但化学营养液存在成本高、存放时间短和配制复杂等显著弊端[7]。相比之下, 水溶肥具有易获得、成本低、吸收利用率较高、极易溶解和使用方便等特点, 可用于代替复杂的化学营养液实现轻简化育苗, 在农业生产上具有广阔的应用前景[8]。水溶肥是一种多元复合型肥料, 除了含有植物生长必需的大量、中量和微量矿质元素外, 通过添加腐殖酸、氨基酸和海藻酸等活性物质可以促进作物幼苗生长、提高果实品质和作物抗逆性[9] [10]。

本研究中, 5 种不同种类水溶肥对番茄幼苗生长具有不同的影响, 其中“莱瑞”水溶肥显著促进了番茄幼苗的生长、提高了壮苗指数, 而且性价比更高, 因此最适合用于番茄的工厂化育苗生产。“莱瑞”水溶肥除了含有和其它水溶肥相同的大量和微量元素外, 还含有钙、镁等中量元素, 能够提供更加全面的营养, 这可能是促进番茄幼苗生长的重要原因。一般营养液浓度过高或过低都不适宜幼苗生长, 当浓度过高时, 可能会阻碍作物对某些元素的吸收和降低代谢酶活性, 浓度过低可能会导致养分供应不足, 使作物生长缓慢, 选择适宜的浓度才能提高提高养分利用效率[7]。本试验中, 1 倍浓度水溶肥处理下的番茄幼苗有着最大的茎粗、生物量及壮苗指数, 在减少肥料用量的同时能保证番茄幼苗生长良好, 适合番茄工厂化育苗生产。

综合幼苗的生长状况、种苗质量和水溶肥的价格, 1 倍浓度的“莱瑞”水溶肥最适合番茄优质高效育苗。



## 基金项目

广东省重点领域研发计划项目(2020B020220001); 广州市农村科技特派员项目(GZKTP202026); 广东省现代农业产业共性关键技术研发创新团队项目(2022KJ131)。

## 参考文献

- [1] 刘铭铭, 熊乐歌, 李衍素, 等. 腐植酸水溶肥对黄瓜幼苗生长和产量的影响[J]. 蔬菜, 2017, 36(9): 25-28.
- [2] 宋修超, 张杨, 高岩, 等. 含海藻酸有机水溶肥料对低温胁迫下菜椒幼苗生长的影响[J]. 现代园艺, 2020, 44(2): 4-6.
- [3] 柳美玉, 曹红霞, 杜贞其, 等. 营养液浓度对番茄营养生长期生长发育的影响[J]. 北方园艺, 2015, 45(8): 10-14.
- [4] 高晓旭, 张志刚, 段颖, 等. 高浓度营养液对黄瓜和番茄下胚轴徒长的抑制作用[J]. 植物营养与肥料学报, 2014, 20(5): 1234-1242.
- [5] 庄团结. 蔬菜潮汐式穴盘育苗营养液浓度及水分吸持特征的研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国农业科学院, 2021.
- [6] 吕炯璋, 桑鹏图, 李灵芝, 等. 不同营养液配方与浓度对番茄幼苗生长的影响[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2010, 30(2): 112-116.
- [7] 王龙, 闫征南, 杨延杰, 等. 不同浓度有机营养液对黄瓜幼苗质量及后期生长的影响[J]. 青岛农业大学学报(自然科学版), 2021, 38(1): 26-33.
- [8] 王越, 温祥珍, 李亚灵. 基质栽培中营养液配方对番茄养分吸收利用的影响[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(23): 139-145.
- [9] 宋修超, 张杨, 高岩, 等. 含海藻酸有机水溶肥料对低温胁迫下菜椒幼苗生长的影响[J]. 现代园艺, 2020, 44(2): 4-6.
- [10] 赵文娟, 陈卫锋, 白亚妮, 等. 蚯蚓氨基酸水溶肥用于油麦菜与番茄的肥效试验[J]. 陕西农业科学, 2021, 67(9): 44-48.