

doi: 10.11838/sfsc.1673-6257.20047

# 不同类型氮肥对番茄穴盘基质育苗的影响

刘新红, 宋修超, 马艳\*, 罗佳, 郭德杰

(江苏省农业科学院农业资源与环境研究所, 江苏省农业科学院农业农村部长江下游平原农业环境重点实验室, 江苏 南京 210014)

**摘要:** 为了明确不同类型氮肥在穴盘基质育苗中的效果, 向中药渣废弃物育苗基质中施用不同类型氮肥进行番茄育苗, 研究育苗完成后成苗生长指标参数。结果表明, 施用氨基酸氮肥和化学氮肥均显著增加叶绿素 SPAD 值 (6.4% 和 8.4%) 和幼苗茎粗 (2.5% 和 3.8%)。氨基酸氮肥较不施肥对照和化学氮肥显著增加了成苗的地下部干重 (17.9% 和 22.2%)、地上部干重 (17.4% 和 18.7%) 以及壮苗指数 (16.4% 和 20.1%); 显著增加了根表面积 (13.3% 和 18.5%)、平均直径 (38.9% 和 25.0%)、根长 (10.4% 和 31.5%) 和根体积 (6.3% 和 13.3%)。与对照相比较, 施用化学铵态氮肥对幼苗地上部、地下部干重和壮苗指数没有显著影响, 但降低了根表面积和单位体积根长。此外, 施用氨基酸氮肥较对照显著增加了细根相关参数在相应参数总值中的占比, 细根表面积增幅 22.9%, 根长增幅 20.8%, 根体积增幅 49.6%。由此可见, 在育苗基质中应用氨基酸氮肥能够改变根系形态结构并实现壮苗目标, 值得进一步研究并在规模生产中推广应用。

**关键词:** 氨基酸氮肥; 化学氮肥; 穴盘育苗; 番茄

自 20 世纪 80 年代以来, 穴盘育苗已经成为重要的生产形式<sup>[1-2]</sup>, 因地制宜选择大量农业废弃物作为基质材料进行育苗, 既可以解决农业废弃物资源化问题, 又可以解决育苗基质来源问题<sup>[3-4]</sup>, 可谓一举两得。中药渣是药用植物经熬煮后的产物, 其中剩余养分能够作为栽培材料进行育苗<sup>[5-6]</sup>。鉴于中药渣废弃物每年大量产生并逐年增长<sup>[7-9]</sup>, 许多学者以中药渣为主要原料, 进行育苗基质的配方筛选和应用, 并取得了一定的效果<sup>[8, 10-11]</sup>。但是研究表明, 为了实现壮苗目标, 中药渣基质育苗仍然需要施肥以满足育苗期间基质养分的供应强度<sup>[8, 12-13]</sup>。

研究发现生物废弃物发酵酶解后获得的复合氨基酸液, 含有多种游离氨基酸和活性有机碳, 可以作为植物生长的优质氮源<sup>[14-16]</sup>。在蔬菜、水果、小麦、玉米和棉花等作物上应用后均收到了良好的效果<sup>[17-18]</sup>, 能够改善光合效率、增加叶绿素、促进生长和提高品质<sup>[19-20]</sup>。另外, 施用氨基

酸肥还可以改良土壤环境, 抑制连作障碍<sup>[21]</sup>, 对盐胁迫下的种子萌发、健苗和壮苗具有正向促进作用<sup>[22]</sup>。

近年来, 生物有机废弃物发酵获得氨基酸的生产工艺已经有较大的改进<sup>[23]</sup>, 为了解复合氨基酸液对穴盘育苗的影响。本研究以化学氮肥为参照, 采用一种生物发酵氨基酸液产品进行基施使用, 对番茄穴盘育苗效果进行研究, 旨在为穴盘育苗生产过程提供施肥技术支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

本试验采用的基质材料成分是中药渣和少量的蛭石、椰糠。其中中药渣是从江苏康缘药业的常规废弃药渣获取并经过充分腐熟后的产物, 粒径 2mm, pH 7.6, EC 5.6 mS · cm<sup>-1</sup>, 其它成分均购自南京市花卉市场。复合基质的理化性状如表 1 所示。供试氨基酸浓缩液来自于波兰栢富公司酶解动物源氨基酸原液, 粗蛋白含量 30%, 有机质含量 31.5%。

### 1.2 试验方法

试验设 3 个处理, 分别是不施肥对照 (CK)、化肥铵态氮 (CF) 和氨基酸氮 (AA), 处理 2 和 3 不同形态氮肥施用量按照每千克干基质 0.1g N 进行

收稿日期: 2020-02-01; 录用日期: 2020-02-21

基金项目: 江苏省科技支撑计划项目 [CX(17)2025]; 江苏现代农业 (蔬菜) 产业技术体系废弃资源利用创新团队项目 (JATS [2018] 209)。

作者简介: 刘新红 (1978-), 女, 河南人, 副研究员, 博士, 专业方向为植物营养与生物资源利用。E-mail: xhliu2011@126.com。

通讯作者: 马艳, E-mail: myjaas@sina.com.cn。

表 1 供试育苗基质基本理化性状

容重 ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )	总孔隙度 (%)	通气孔隙度 (%)	田间持水量 (%)	pH	EC ( $\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ )	速效氮 ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	有效磷 ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	速效钾 ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )
$0.30 \pm 0.012$	$65.1 \pm 0.47$	$10.4 \pm 1.07$	$382.1 \pm 19.72$	$6.71 \pm 0.07$	$3.47 \pm 0.02$	$467.05 \pm 18.04$	$296.91 \pm 19.30$	$576 \pm 37.45$

折算, 其中化肥氮以氯化铵为氮源。试验开始前, 首先将准备好的复合基质混合均匀, 之后将各处理所用肥料溶于 1 L 水中 (对照处理采用超纯水进行), 再与基质进行充分混合后装在穴盘中备用。各处理重复 4 次。

试验于 2019 年 10 至 11 月在江苏省农科院玻璃温室内进行。番茄品种为金棚一号, 种子先在控温环境下进行催芽, 出芽后播种于准备好的穴盘内, 每穴一颗, 常规浇水管理, 待苗长至五叶一心时进行采样和各指标测定。

### 1.3 指标测定方法

试验在成苗期一次性采样, 测定株高、茎粗、叶片量、地上部和地下部干重、根长、根投影面积、根平均直径、根表面积和根体积。首先在每个穴盘内避开周边位置随机取样 10 株, 用 SPAD 仪 (SPAD, KANIKI, 日本) 直接对功能叶测定叶绿素含量。然后将苗样带至室内用直尺和游标卡尺测定株高 (茎基部至茎顶部生长点) 和茎粗 (茎基部 1 cm 处), 随后分别将地上部和地下部样品仔细清洗分离后杀青、烘干至恒重测定干物质重。另随机采取 8 棵番茄苗的根系样品, 清洗后用根系扫描仪

(WinRHIZO Pro, 加拿大) 进行根系扫描和系统分析, 获取根系相关参数。壮苗指数的计算方法为: 壮苗指数 = (茎粗 / 株高 + 根干重 / 地上部干重)  $\times$  (根干重 + 地上部干重)<sup>[4, 10-11]</sup>。

### 1.4 数据统计

采用 Excel 2016 进行数据分析, 采用 SPSS 18.0 进行方差分析 (ANOVA) 和多重比较 (LSD, Duncan), 用于显著性分析, 采用 Sigmaplot 7.0 进行箱式图制作。

## 2 结果与分析

### 2.1 添加不同类型氮肥对药渣基质基本性状的影响

与对照相比, 施用铵态氮肥和氨基酸氮肥处理基质 pH 分别增加了 0.14 ( $P < 0.01$ ) 和 0.07, 但均在中酸性范围内。施用氨基酸肥料较对照降低了 EC 值  $0.1 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ , 降幅 2.9%。化学氮肥和氨基酸氮肥处理的速效氮含量较对照分别增加了 8.7% 和 7.9%, 而对有效磷和速效钾均无显著影响 (表 2)。总之, 增加不同形态氮肥对基质理化性质影响不显著。

表 2 添加不同类型氮肥后中药渣育苗基质物理化学性状

处理	pH	EC ( $\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ )	速效氮 ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	有效磷 ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	速效钾 ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )
CK	$6.71 \pm 0.07\text{c}$	$3.47 \pm 0.02\text{ab}$	$467.1 \pm 18.0\text{b}$	$296.9 \pm 19.3\text{c}$	$576 \pm 37.45\text{a}$
CF	$6.78 \pm 0.01\text{b}$	$3.55 \pm 0.03\text{a}$	$507.8 \pm 41.3\text{a}$	$372.5 \pm 41.2\text{c}$	$510 \pm 46.38\text{a}$
AA	$6.85 \pm 0.01\text{a}$	$3.37 \pm 0.07\text{b}$	$504.1 \pm 11.0\text{a}$	$310.8 \pm 42.6\text{c}$	$518 \pm 57.94\text{a}$

注: 同列不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。下同。

### 2.2 不同氮肥对番茄幼苗生长的影响

如表 3 所示, 与对照相比较, 两类型氮肥对番茄幼苗的株高和叶片发生量没有显著影响, 但茎粗和叶片 SPAD 值分别增加了 2.5% ~ 3.8% 和 6.4% ~ 8.4% ( $P < 0.05$ )。两类型氮肥间的地上部参数没有显著差异。

表 3 施用不同类型氮肥的番茄成苗地上部参数特征

处理	茎粗 (mm)	株高 (cm)	叶片量 (片)	SPAD
CK	$3.14 \pm 0.24\text{b}$	$18.75 \pm 1.93\text{a}$	$5.07 \pm 0.26\text{a}$	$29.85 \pm 1.82\text{b}$
CF	$3.22 \pm 0.22\text{a}$	$18.39 \pm 2.00\text{a}$	$5.12 \pm 0.18\text{a}$	$31.76 \pm 2.26\text{a}$
AA	$3.36 \pm 0.23\text{a}$	$18.16 \pm 1.73\text{a}$	$5.09 \pm 0.26\text{a}$	$32.37 \pm 3.04\text{a}$

相对于对照和化肥氮处理, 氨基酸氮肥地下部干重分别增加了 22.2% 和 17.8%, 地上部干重分别增加了 17.4% 和 18.7%, 茎粗 / 株高值分别增加了 10.1% 和 6.3%, 壮苗指数分别增加了 20.1% 和 16.4% (图 1)。对照和化肥氮处理间这些指标值差异不显著。

### 2.3 不同氮肥对番茄幼苗根系主要特征的影响

根系扫描结果如表 4 所示, 与对照相比, 施用氨基酸态氮肥处理的投影面积、表面积、平均直径、单位体积根长和根体积分别增加了 13.3%、13.3%、38.9%、10.4% 和 13.3% ( $P < 0.05$ ), 平均直

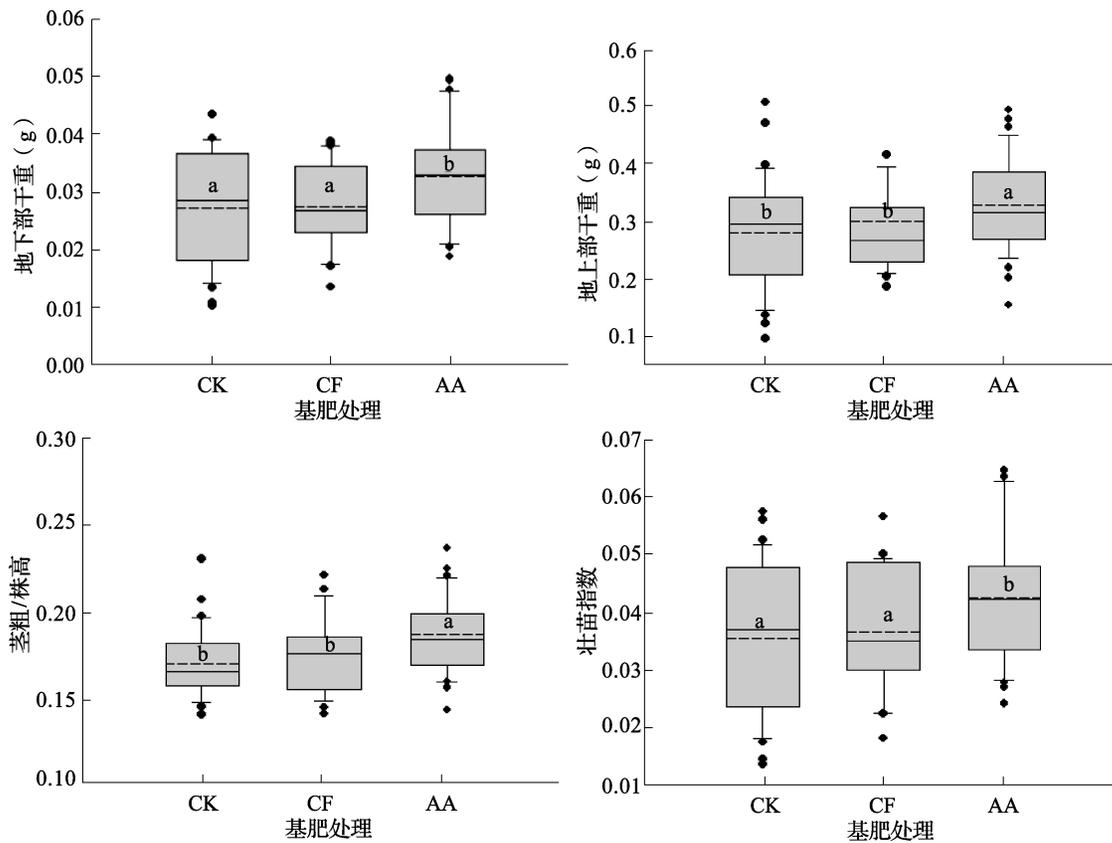


图1 不同类型氮肥对番茄幼苗生长的影响

注：箱图的箱体内部实线表示中值，虚线表示均值，每个小图中3个箱体中部字母相同表示差异不显著，不同表示差异显著 ( $P < 0.05$ )， $n = 40$ 。  
茎粗单位是 mm，株高单位是 cm。

表4 施用不同类型氮肥对根系参数的影响 ( $n = 8$ )

处理	投影面积 ( $\text{cm}^2$ )	表面积 ( $\text{cm}^2$ )	平均直径 (mm)	单位体积根长 ( $\text{cm} \cdot \text{m}^{-3}$ )	根体积 ( $\text{cm}^3$ )
CK	$15.7 \pm 0.95\text{a}$	$49.5 \pm 3.00\text{a}$	$0.36 \pm 0.02\text{a}$	$447.6 \pm 34.04\text{b}$	$0.45 \pm 0.04\text{a}$
CF	$15.1 \pm 0.73\text{a}$	$47.3 \pm 2.30\text{a}$	$0.40 \pm 0.01\text{a}$	$376.0 \pm 20.01\text{a}$	$0.48 \pm 0.03\text{ab}$
AA	$17.8 \pm 0.95\text{b}$	$56.0 \pm 2.97\text{b}$	$0.50 \pm 0.06\text{b}$	$494.2 \pm 24.75\text{c}$	$0.51 \pm 0.03\text{b}$

径的增幅最高。施用化学氮肥后，以上根系指标值均略低于对照（平均直径和根体积除外），单位体积根长较对照降低 16%。氨基酸氮肥处理的根投影面积、表面积、平均直径和单位体积根长分别较化肥氮提高 17.8%、18.5%、25.0% 和 31.5% ( $P < 0.05$ )。单位体积根长的提高幅度最大。

通过根系扫描图片，根据根系直径大小将幼苗根系分为毛细根（直径  $< 0.5$  mm）、细根（ $0.5$  mm  $<$  直径  $< 1.0$  mm）、中等根（ $1.0$  mm  $<$  直径  $< 1.5$  mm）和粗根（直径  $> 1.5$  mm）4 种类型，进一步对根系各项参数进行区间分布统计分析，结果如表 5 所示。从表面积指标来看，80% 以上的根表面积由毛细根和

细根决定，各处理的毛细根占比无显著差异，细根占比的处理间差异是各处理的主要影响参数；氨基酸肥料细根的占比较对照提高了 22.9%，较化肥氮提高了细根比例 11.0%。施用化肥氮较对照提高细根比例 10%，但差异不显著。

单位体积根长指标与根表面积相似，85% 以上的根长由毛细根决定，中等根和粗根的比例不足 2%，各处理根长占比差异同样取决于细根的比例。氨基酸肥料的细根占比较对照和化肥氮分别提高了 20.8% 和 8.5%，化肥氮较对照细根比例增幅 11.3%，但差异均不显著。

幼苗根体积占比在毛细根、细根和粗根中基

本呈均衡分布,各处理除毛细根占比无显著差异外,与对照相比,氨基酸肥料的细根占比提高了49.6%,粗根占比降低了66.2%。与化肥氮相比,氨基酸肥料中等根占比显著降低了20.8%,并显著降低粗根占比,降幅51.5%;施用化肥处理的细根占比较对照增加了19.7%,而粗根占比降低了30.3%,但差异均不显著。

表5 不同直径根系表面积、单位体积根长和根体积在相应参数总值中的占比

考查指标	直径分布区间 (mm)	各处理占比 (%)		
		CK	CF	AA
表面积	0 ~ 0.5	65.5a	63.6a	64.5a
	0.5 ~ 1.0	22.6b	25.1ab	27.8a
	1.0 ~ 1.5	4.6b	6.8a	4.5b
	>1.5	7.2a	4.6ab	3.2b
单位体积 根长	0 ~ 0.5	87.4a	85.9a	85.9a
	0.5 ~ 1.0	10.7b	11.9ab	12.9a
	1.0 ~ 1.5	1.2b	1.8a	1.1b
根体积	>1.5	0.7a	0.5ab	0.1b
	0 ~ 0.5	32.2a	32.0a	40.3a
	0.5 ~ 1.0	24.5b	29.3ab	36.6a
	1.0 ~ 1.5	7.9b	14.1a	11.2b
	>1.5	35.4a	24.6ab	11.9b

注:表中数字表示对应直径根系相应指标在指标总值中的百分比,小写字母表示同一行内3个数据的差异显著性,相同表示不显著,不同表示显著( $P<0.05$ )。

总的来看,氨基酸型氮肥施用较对照显著增加了细根表面积、单位体积根长和根体积在相应参数总值中的分布占比,降低了粗根对应参数在参数总值中的分布占比;施化肥氮后细根的3个指标值与对照比无显著性差异。

### 3 讨论与结论

中药渣废弃物复方基质在蔬菜生产和育苗中均能够应用<sup>[8, 10-12]</sup>,氨基酸氮肥被认为是一种有效氮源,土壤施用具有良好的增产效果<sup>[24-25]</sup>,优于其它氮源如硝态氮和铵态氮<sup>[26]</sup>。考虑基质育苗的壮苗需求和基质中硝态氮含量占比通常在99%以上的特征,本试验以化肥铵态氮、氨基酸氮肥为施肥品种对育苗基质进行氮肥添加。结果表明氨基酸肥和化肥在基本不改变基质环境条件下均显著增加了叶SPAD和幼苗茎粗。相比化肥氮和不施肥

处理,氨基酸氮肥显著增加了植株地下部和地上部生物重,增加了壮苗指数,因此,穴盘基质育苗过程中施用氨基酸复合氮肥优于化肥铵态氮和不施肥,这与前人在土壤和水培施用的研究结果相似<sup>[21-22, 26]</sup>。

氨基酸促进植物营养效果的首要原因是植物根系能够直接吸收氨基酸氮为自己所用<sup>[27]</sup>,并且在同时具备不同形态氮源的条件下,会优先吸收氨基酸态氮抑制硝态氮吸收<sup>[26, 28]</sup>。其次,氨基酸肥料本身含有一些活性碳源,对生物质建成有一定的促进作用<sup>[29]</sup>,氨基酸氮肥进入植株体内后,能够在新生组织中集中并直接参与到蛋白质合成途径,调节一些关键生物酶的活性<sup>[30]</sup>,并能在逆境下抗逆和促进幼苗生长<sup>[22]</sup>。本研究结果表明施用氨基酸肥料显著增加了茎粗、叶绿素值、地上部干重(增幅17.4%)和地下部干重(增幅22.2%),而化学铵态氮肥对这些指标没有显著影响,这与前人采用叶面喷施的研究结果相似<sup>[17, 19]</sup>。曹小闯等<sup>[31]</sup>采用无菌水方法研究发现施用20%谷氨酸可以有效增加总根长和根体积指标,改善根形态结构。本文在基质环境中应用复合氨基酸氮肥,发现能够显著增加根表面积、平均直径和根长、根体积。此外,值得重视的是,本研究分析发现氨基酸氮肥显著增加了细根表面积、根长和根体积的占比,即增加了细根比例。根据文献报道,细根是根毛附着的主要场所,是植物养分吸收的主要区域<sup>[32-33]</sup>,因此推测,氨基酸氮肥可能是通过改变细根分布比例来改善根系形态,从而提高了根系对基质环境中养分的吸收效率,并最终实现较高的壮苗指数。

综上所述,育苗过程进行氮肥基施是壮苗的重要措施。本研究表明,合理施用化学铵态氮肥和氨基酸氮肥对基质理化性状没有显著影响,而能显著增加叶片SPAD值和幼苗茎粗。氨基酸氮肥能较对照处理显著增加成苗的干物质重以及壮苗指数,显著增加根表面积、平均直径、根长和根体积,尤其是显著增加了细根表面积、根长和根体积在对应参数总值的占比,可作为推荐氮源施用。化学氮肥较对照未能显著增加幼苗干物质重和壮苗指数,并在一定程度上降低了根表面积、根长等根系相关指标,不宜作为基质育苗时氮肥施用的优选。

## 参考文献:

- [1] 陈殿奎. 国内外蔬菜穴盘育苗发展综述 [J]. 中国蔬菜, 2000 (S1): 7-11.
- [2] 周建, 郝峰错, 李保印. 工厂化育苗基质的研究进展 [J]. 广东农业科学, 2012, 39 (4): 224-225.
- [3] 孙永明, 李国学, 张夫道, 等. 中国农业废弃物资源化现状与发展战略 [J]. 农业工程学报, 2005, 35 (8): 169-173.
- [4] 刘忠华, 赵帅翔, 刘会芳, 等. 蚯蚓粪复合基质对番茄穴盘育苗影响的试验研究 [J]. 中国土壤与肥料, 2019 (4): 208-212.
- [5] 陈迪, 赵洪颜, 葛长明, 等. 中药渣堆肥化过程中腐殖酸的动态变化研究 [J]. 延边大学学报, 2015, 37 (4): 292-295.
- [6] 黎智华, 祝倩, 姬玉娇, 等. 六种中药渣的营养成分 [J]. 天然产物研究与开发, 2017, 29 (1): 91-95.
- [7] 杨冰, 丁斐, 李伟东, 等. 中药渣综合利用研究进展及生态化综合利用模式 [J]. 中草药, 2017, 48 (2): 377-383.
- [8] 刘遂飞, 张志红, 孙桂琴, 等. 不同中药渣组合替代棉籽壳栽培平菇试验 [J]. 北方园艺, 2013 (12): 155-158.
- [9] 张英. 中药渣资源利用现状 [J]. 药物生物技术, 2013, 20 (3): 280-282.
- [10] 唐懋华, 成维东. 中药渣基质对蔬菜育苗及产量的影响 [J]. 江苏农业科学, 2005 (4): 81-82.
- [11] 齐露露, 姚旭, 李季蔓, 等. 添加蚓粪和蛭石对菇渣育苗基质培育番茄幼苗的影响 [J]. 中国农学通报, 2018, 34 (18): 54-58.
- [12] 李晓丽, 宋晓飞, 孙成振, 等. 中药渣、鸡粪替代草炭配制黄瓜育苗基质的比例筛选 [J]. 河北科技师范学院学报, 2016, 30 (3): 21-25.
- [13] 陈毛华, 韦中, 徐阳春. 蚓粪配合不同堆肥对不结球白菜育苗及生长的影响 [J]. 南京农业大学学报, 2014, 37 (2): 73-78.
- [14] 庞庆阳, 宣毓龙, 蔡旭, 等. 基于棉粕的氨基酸肥对小麦生长及产量的影响 [J]. 干旱地区农业研究, 2017, 35 (2): 21-26.
- [15] 刘娜, 高凌峰, 丁志文, 等. 利用废弃革屑制备氨基酸肥料的研究 [J]. 中国皮革, 2015, 44 (17): 27-31.
- [16] 邵光文, 周琰, 邵建华, 等. 新型氨基酸肥料的研究与肥效试验 [J]. 化肥工业, 2015, 42 (3): 90-94.
- [17] 段春慧, 申明, 张治平, 等. 氨基酸肥料对大豆叶片光合作用与产量的影响 [J]. 南京农业大学学报, 2012, 35 (4): 15-20.
- [18] 黄继川, 彭智平, 涂玉婷, 等. 氨基酸肥料对花椰菜产量和品质的影响研究 [J]. 中国农学通报, 2014, 34 (34): 42-46.
- [19] Cerdán I M, Sánchez-Sánchez I A, Jordá J D, et al. Effect of commercial amino acids on iron nutrition of tomato plants grown under lime-induced iron deficiency [J]. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 2013, 176: 859-866.
- [20] Liu X Q, Ko K Y, Kim S H, et al. Effect of amino acid fertilization on nitrate assimilation of leafy radish and soil chemical properties in high nitrate soil [J]. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 2007, 39: 269-281.
- [21] 张树生, 杨兴明, 黄启为, 等. 施用氨基酸肥料对连作条件下黄瓜的生物效应及土壤生物性状的影响 [J]. 土壤学报, 2007, 44 (4): 689-694.
- [22] 许猛, 袁亮, 李伟, 等. 复合氨基酸肥料增效剂对 NaCl 胁迫下小白菜种子萌发和苗期生长的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2018, 24 (4): 992-1000.
- [23] 王永红, 冉炜, 张富国, 等. 混合菌种固体发酵菜粕生产氨基酸肥料的条件研究 [J]. 中国农业科学, 2009, 42 (10): 3530-3540.
- [24] 刘森. 新型氨基酸肥料在西葫芦上的肥效试验 [J]. 吉林蔬菜, 2008 (3): 76.
- [25] 邱宁宇, 陈崇兰, 胡子梅, 等. 水稻施用氨基酸肥料的效果 [J]. 安徽农学通报, 1998, 4 (4): 37-38.
- [26] Noroozlo Y A, Souri M K, Delshad M. Effects of soil application of amino acids, ammonium, and nitrate on nutrient accumulation and growth characteristics of sweet basil [J]. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 2019, 50 (22): 2864-2872.
- [27] Falkengren-Grerup U, Mansson K F, Olsson M O. Uptake capacity of amino acids by grasses and forbs in relation to soil acidity and nitrogen availability [J]. Environmental and Experimental Botany, 2000, 44 (3): 207-219.
- [28] Aslam M, Travis R L, Rains D W. Differential effects of amino acids on nitrate uptake and reduction systems in barley roots [J]. Plant Science, 2001, 160 (2): 219-228.
- [29] 张夫道, 孙羲. 氨基酸对水稻营养作用的研究 [J]. 中国农业科学, 1984 (5): 61-66.
- [30] 吴良欢, 陶勤南. 水稻氨基酸态氮营养效应及其机理研究 [J]. 土壤学报, 2000, 37 (4): 464-473.
- [31] 曹小闯, 吴良欢, 陈贤友, 等. 氨基酸部分替代硝态氮对小白菜产量、品质及根际分泌物的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2012, 18 (3): 699-705.
- [32] White P J. Chapter 2: Ion uptake mechanisms of individual cells and roots: Short-distance transport [M]//Marschner P. Marschner's mineral nutrition of higher plants (third edition). San Diego: Elsevier, 2012. 7-47.
- [33] Häussling M, Jorns C A, Lehmecker G, et al. Ion and water uptake in relation to root development in norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) [J]. Journal of Plant Physiology, 1988, 133 (4): 486-491.

**Effect of different types of nitrogen fertilizers on tomato plug seedling**

LIU Xin-hong, SONG Xiu-chao, MA Yan\*, LUO Jia, GUO De-jie ( Institute of Agricultural Resources and Environment, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory for Agricultural Environment at the Lower Reach of the Yangtze River Plain, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Nanjing Jiangsu 210014 )

**Abstract:** In this study, plug seedling experiment was carried out to clarify the effect of different types of nitrogen fertilizers on substrate seedling, using amino acid nitrogen fertilizer ( AA ), chemical ammonium nitrogen fertilizer ( CF ) and seedling substrate from the Chinese traditional medicine waste, and the growth index parameters of seedlings were analyzed. Results showed that both types of nitrogen fertilizer significantly increased chlorophyll SPAD value ( 6.4% and 8.4% ) and seedling stem diameter ( 2.5% and 3.8% ). Compared with the control and CF treatments, AA significantly improved the strong seedling index ( 16.4% and 20.1% ), the underground dry weight ( 17.9% and 22.2% ) and the aboveground dry weight ( 17.4% and 18.7% ); also significantly increased the root surface ( 13.3% and 18.5% ), average diameter ( 38.9% and 25.0% ), root length ( 10.4% and 31.5% ) and root volume ( 6.3% and 13.3% ). Compared with the control, CF had not significantly effect on strong seedling indexes the dry weight of seedlings aboveground and underground, but decreased root surface and reduced root length per volume (  $P<0.05$  ). Furthermore, AA significantly increased the percentage of fine root in the whole root structure. In details, root surface, root length and root volume of fine root raised by 22.9%, 20.8% and 49.6%, respectively. The results indicated that AA application in seedling substrate may change the root characteristics of morphology and structure to achieve higher seedling index. This work provides technical support for fertilizer selection in the process of plug substrate seedling.

**Key words:** amino acid nitrogen fertilizer; chemical ammonium fertilizer; plug seedling; tomato