

魏启舜,周 影,王 琳,等. 不同肥料处理对草莓生长、产量和品质的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(9):160-164.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.09.031

不同肥料处理对草莓生长、产量和品质的影响

魏启舜¹,周 影¹,王 琳¹,王志刚²,文蔚明¹,张 培¹

(1. 江苏丘陵地区南京农业科学研究所,江苏南京 210046; 2. 南京爱小番农业科技发展有限公司,江苏南京 211151)

摘要:研究不同肥料处理对草莓地上部分生长、果实产量和品质的影响,通过田间小区试验,设置有机肥与化肥混合使用的常规基肥(YJH)、全化肥基肥(CHF)、常规基肥增施羽毛生物降解氨基酸(YHA)肥料处理,研究不同肥料处理对草莓地上部分生长、前期产量和果实品质的影响。结果表明,与 YJH、CHF 处理相比,YHA 处理显著提高了草莓株高、株茎、叶面积、叶柄长、叶柄粗、平均产量和平均产果数等生长和产量指标,可溶性固型物含量、可溶性糖含量、维生素 C 含量、糖酸比等品质指标也显著提升;CHF 处理与 YJH 处理相比,草莓生长和产量没有明显差异,但糖酸比降低了 18.4%;YHA 处理与 YJH 处理相比,株高、株茎、叶面积、叶柄长、叶柄粗分别增加了 14.9%、16.8%、12.3%、33.8%、17.5%,单株平均产量和单株平均产果数分别提高了 72.8% 和 68.2%,可溶性糖含量、维生素 C 含量、糖酸比分别提高 14.5%、13.7%、50.8%,可滴定酸、硝酸盐含量分别降低了 25.5%、16.0%。表明在本试验条件下,有机肥与化肥混合基肥相比全化肥基肥,可以部分改善草莓品质,而有机肥与化肥混合基肥处理后,增施羽毛生物降解氨基酸能够显著促进草莓植株生长,提高草莓的产量和品质。羽毛生物降解氨基酸作为功能型肥料具有很大的应用潜力。

关键词:草莓;羽毛生物降解氨基酸;营养生长;前期产量;果实品质

中图分类号: S668.406 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)09-0160-04

草莓在世界七大水果中营养价值最高,享有“水果皇后”的美誉,是经济效益较高的浆果类果品,在我国各地区生产发展非常迅速^[1]。

我国设施栽培草莓多以农户为主,种植者技术水平较低,化肥投入量过高,三元复合肥因能够提供草莓氮、磷、钾 3 种主要营养元素,且施用便捷,是一种普遍应用于草莓生产的化肥,但常年大量使用,造成土壤酸化、盐渍化越来越严重,导致土壤养分失衡,影响了作物对土壤中养分的吸收和利用,多年栽培草莓后土壤严重退化,连作障碍很大,草莓减产现象十分普遍^[2-3]。

有机肥含有丰富的有机养分,能够有效改善土壤理化性状,所含养分持效性强,可以延长作物的生育期,增加植株养分积累^[4]。在草莓设施生产中

施用有机肥,可以减少化肥的施用量,但有机肥中氮、磷、钾养分含量低,无法保证草莓养分的需求,因此有机肥和化肥结合施用,可以保证草莓养分需求,也能改良土壤,提高草莓生产的品质和产量^[5]。当前农民栽培草莓时,一般都以有机肥和化肥混合作为基肥施用。

氨基酸水溶肥是一种新型的功能型肥料,合理施用后,能够促进作物生长,有增产、提高品质的作用^[6]。在草莓生产中,刘杰等报道施用氨基酸水溶肥能够促进草莓植株生长,提高产量和果实品质^[1,7-10]。羽毛经过生物降解后含有丰富的氨基酸,笔者在前期试验中,通过盆栽草莓施用羽毛生物降解氨基酸,也取得了与前人报道一致的研究结果。

本研究通过连栋大棚设置田间小区试验,以当前栽培最广的红颜草莓为对象,设定了常规基肥、全化肥基肥、常规基肥增施羽毛微生物降解氨基酸的肥料处理,研究不同施肥处理对草莓营养生长、前期产量及果实品质的影响,以期为草莓生产中科学施肥提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验时间与地点

试验于 2018 年 9 月 12 日开始,试验地位于江

收稿日期:2019-05-29

基金项目:国家自然科学基金(编号:31700099);江苏省自然科学基金(编号:BK20170113);江苏省农业科技自主创新资金[编号: CX(17)3017];南京农业科技产学研合作示范项目(编号: 2019RHJD1202)。

作者简介:魏启舜(1973—),男,江苏南京人,副研究员,主要从事农业废弃物综合利用研究。E-mail:hhzx.w@163.com。

通信作者:王 琳,博士,助理研究员,主要从事农业有机废弃物资源化利用。E-mail:wanglin0421nj@163.com。

苏省南京市栖霞区江苏丘陵地区南京农业科学研究所的连栋塑料大棚内,栽培土壤有机质含量为 11.6 g/kg,全氮含量为 1.2 g/kg、全磷含量为 0.5 g/kg、全钾含量为 13.3 g/kg,速效磷含量为 11.5 mg/kg、速效钾含量为 95.0 mg/kg, pH 值为 6.25, EC 值为 60 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。

1.2 试验材料

1.2.1 栽培品种 试验栽培草莓品种为红颜,由江苏丘陵地区南京农业科学研究所果树研究室提供。

1.2.2 试验肥料 供试化肥为史丹利三元素复合肥($\text{N}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{K}_2\text{O}=17-17-17$)、普通过磷酸钙(P_2O_5 12%)、硫酸钾(含 K_2O 50%);供试有机肥的有机质含量为 240.88 g/kg,全氮含量为 11.02 g/kg、全磷含量为 8.34 g/kg、全钾含量为 14.66 g/kg,速效磷含量为 1.07 g/kg、速效钾含量为 9.21 g/kg,由南京沃优生物肥业有限公司提供;羽毛生物降解氨基酸为笔者所在实验室自制。

1.3 试验设计与方法

1.3.1 试验设计 试验设 3 个处理,处理 1(YJH)为有机肥与化肥混合基肥,肥料水平为商品有机肥 15.00 t/hm² 和三元素复合肥 0.75 t/hm²,为当前草莓生产中常用施肥量;处理 2(CHF)以全化肥作为基肥,根据 YJH 处理中氮元素含量计算出施用氮素总量为 0.29 t/hm²,换算成三元素复合肥施用量为 1.72 t/hm²,将 2 个处理基肥的磷、钾元素含量调节成相等,不足部分以过磷酸钙、硫酸钾补充;处理 3(YHA)基肥与 YJH 处理相同,但在草莓栽培过程中增施浓度为 0.364 g/L(前期盆栽试验最佳浓度)的羽毛生物降解氨基酸。

1.3.2 试验方法 试验每小区种植草莓 40 株,不同处理随机排列,每个处理重复 3 次。试验前测定大棚土壤和有机肥的理化指标,不同处理基肥均在草莓苗栽培前一次性施入,草莓生长期其他田间管理相同。YHF 处理于 2018 年 10 月 25 日、11 月 9 日、12 月 4 日喷施羽毛生物降解氨基酸 3 次,羽毛生物降解氨基酸的制作方法是在羽毛发酵培养基中接入 1% 的 *Thermoactinomyces* sp. YT06 种子液,55 $^{\circ}\text{C}$ 、180 r/min 摇床培养 3 d 后离心收集上清液得到,使用时根据用量适度稀释^[11]。

营养生长数据于 11 月 15 日测定,果实品质数据以 12 月 28 日采收的草莓进行测定,草莓前期产量为统计春节前 12 月 29 日至 1 月 28 日所有处理草莓的收获量后计算获得。

1.4 测定项目与方法

1.4.1 土壤与有机肥 有机肥与土壤中有机质含量、全氮含量、全磷含量、全钾含量、速效磷含量、速效钾含量等指标参照鲍士旦《土壤农化分析》中的方法^[12]进行测定。

1.4.2 营养生长 株高:用直尺测量地面到最高叶片的自然高度^[13];株径:用游标卡尺测量紧贴基质的植株直径^[13];叶面积:取心叶向外第 2 张展平的功能叶,用游标卡尺测量 3 张复叶中央小叶,以长 \times 宽 $\times 0.73$ 进行计算得出^[13];叶柄长:用直尺测量心叶向外第 2 张展平的功能叶的叶柄长度^[13];叶柄粗:用游标卡尺测量心叶向外第 2 张展平的功能叶叶柄中段的粗度^[13]。

叶绿素相对含量(SPAD)采用日本 Konica Minolta 公司 SPAD-502Plus 型叶绿素仪测定,方法是选取第 4 叶位中间叶片进行测定^[1]。

各项测定指标每小区随机选取 10 株草莓苗进行测量,取其平均值。

1.4.3 果实品质 可溶性固形物含量采用齐威牌 PAL-101 型手持式糖度计直接测定^[1];可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定^[1];可滴定酸含量采用酸碱滴定法测定^[1];糖酸比测定的可溶性糖含量与可滴定酸含量之比^[1];维生素 C 含量采用紫外分光光度法测定^[14];硝酸盐含量采用紫外分光光度法^[15]。

1.4.4 产量统计 每次收获后称量每个小区的果实质量,记录果实数量,最后计算每个处理的单株产量、单株产果数及平均单果质量。

1.3 数据处理

使用 Excel 2007 处理数据和绘制表格,SPSS 19.0 软件进行统计分析,Duncan 氏新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同肥料处理对草莓营养生长的影响

对草莓植株地上部分生长状况(表 1)分析可知,YHA 处理与 YJH 和 CHF 处理相比,各项生长指标数据均为最大,株高、株茎、叶柄长、叶柄粗差异均达到显著水平,SPAD 处理间差异不显著,说明 YHA 处理草莓植株生长最健壮。CHF 与 YJH 处理之间,各项生长指标均差异不显著,说明有机、无机混合基肥与等量营养元素的全化肥基肥对草莓生长的影响差别不大;YHA 处理比 YJH 处理的株高、株茎、叶面积、叶柄长、叶柄粗分别增加了 14.9%、

表 1 不同肥料处理对草莓生长的影响

处理	株高 (cm)	株茎 (mm)	叶面积 (cm ²)	叶柄长 (cm)	叶柄粗 (mm)	SPAD 值
YJH	18.10 ± 2.14b	12.79 ± 1.24b	39.09 ± 8.73a	13.30 ± 2.54b	2.63 ± 0.35b	40.12 ± 1.84a
CHF	18.50 ± 2.17b	13.24 ± 1.63b	42.32 ± 6.91a	14.65 ± 1.86b	2.39 ± 0.29b	39.09 ± 2.05a
YHA	20.80 ± 2.85a	14.94 ± 1.94a	43.89 ± 11.83a	17.80 ± 3.11a	3.09 ± 0.45a	40.18 ± 1.41a

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著($P < 0.05$)。表 2、表 3 同。

16.8%、12.3%、33.8%、17.5%,表明增施羽毛生物降解氨基酸可有效促进草莓植株生长。

2.2 不同肥料处理对草莓前期产量的影响

从表 2 可以看出,YHA 处理的草莓单株平均产量和单株平均产果数均为最高,与 YJH 和 CHF 比较差异达到显著水平,平均单果质量不同处理间差异不显著,表明 YHA 处理的草莓前期产量最高。CHF 与 YJH 处理间,各产量指标差异不显著,说明有机、无机混合基肥与等量营养元素的纯化肥基肥对草莓产量的影响差别不大;YHA 处理与 YJH 处理相比,单株平均产量、单株平均产果数分别提高了 72.7%、68.2%,但平均单果质量没有显著性差异,表明增施羽毛生物降解氨基酸可以显著增加平均产果数,从而大幅提升草莓产量。

2.3 不同肥料处理对草莓果实品质的影响

从表 3 可以看出,YHA 处理可溶性固型物含量、可溶性糖含量、维生素 C 含量和糖酸比最高,可滴定酸含量、硝酸盐含量最低,可溶性糖含量、维生

表 2 不同肥料处理对草莓前期产量的影响

处理	单株平均产量 (g)	单株平均产果数 (个)	平均单果质量 (g/个)
YJH	58.86 ± 0.34b	4.4 ± 0.3b	14.21 ± 3.20a
CHF	67.18 ± 9.29b	4.6 ± 0.6b	15.89 ± 6.74a
YHA	101.68 ± 6.65a	7.4 ± 0.3a	14.76 ± 3.73a

素 C 含量、可滴定酸含量、糖酸比与 YJH、CHF 处理相比差异显著,可溶性固型物与硝酸盐含量处理间差异不显著,说明 YHA 处理的草莓果实品质最好。CHF 处理与 YJH 处理相比较,糖酸比降低了 18.39%,可溶性固型物、可溶性糖含量低,维生素 C 含量、可滴定酸含量、硝酸盐含量高,但处理间差异不显著,说明有机肥替代部分化肥可以提高草莓的风味,对草莓品质有一定作用;YHA 处理与 YJH 处理相比较,可溶性糖含量、维生素 C 含量、糖酸比分别提高 14.5%、13.7%、50.8%,可滴定酸、硝酸盐含量分别降低了 25.5%、16.0%,表明增施羽毛生物降解氨基酸可显著提高草莓品质。

表 3 不同肥料处理对草莓品质的影响

处理	可溶性固型物含量 (%)	可溶性糖含量 (%)	维生素 C 含量 (μg/g)	可滴定酸含量 (%)	糖酸比	硝酸盐含量 (mg/kg)
YJH	11.6 ± 1.3a	8.19 ± 0.13b	856.52 ± 18.76b	0.51 ± 0.07a	16.37 ± 2.61b	165.54 ± 2.05a
CHF	10.9 ± 1.7a	7.34 ± 0.31b	878.84 ± 19.83b	0.55 ± 0.02a	13.36 ± 0.86c	218.02 ± 115.02a
YHA	11.7 ± 2.2a	9.38 ± 0.46a	974.00 ± 26.88a	0.38 ± 0.00b	24.68 ± 1.40a	139.02 ± 41.30a

3 讨论与结论

3.1 有机肥对草莓生长、前期产量及品质的影响

有机肥替代化肥是当前国家力推的工作,有机肥与化肥配合施用可提高农产品的产量和品质^[16],但本次试验中,有机肥与化肥配合施用的 YJH 处理对比全化肥施用的 CHF 处理,YJH 处理在株高、株茎、叶面积、叶柄长等营养生长指标和单株平均产量、单株平均产果数、平均单果质量等产量指标上均小于 CHF 处理,而果实品质提升也不是很大,主

要原因可能是 YJH 处理中有机肥氮素比例过大,李玲玲报道,玉米有机肥氮替代化肥氮量适宜的比例是 15%~45%^[17]。张长春等报道小麦有机肥氮替代化肥氮较为合理的范围是 10%~30%^[18-19]。有机肥中的氮素矿化是一个缓慢过程,替代化肥量过多无法满足作物生长所需氮素^[20]。本试验根据不同肥料的施用量计算,YJH 处理有机肥氮比例超过 56%,因而导致土壤中速效氮不足,而草莓是喜肥作物,加上设施栽培氮肥的利用率仅为 10%左右^[5];也有研究表明,有机肥替代化肥氮肥会推迟高峰苗

出现时间^[21],以上诸多因素导致了 YJH 处理草莓苗营养生长不足,进而影响了产量和果实品质。

因此,利用有机肥替代化肥进行作物栽培,虽然可有效控制土壤的退化,但有机肥应在一定范围内替代化肥氮,只有在合适比例替代后施用才能维持作物的高产^[20]。农业生产中有机肥替代化肥,应针对不同作物需肥特点,研究相应的肥料运筹技术,才能发挥施用有机肥的生态效益,同时保障栽培作物的产量,提高经济效益。

3.2 羽毛生物降解氨基酸对草莓生长、前期产量及品质的影响

氨基酸肥是一种生态、安全和高效的功能性肥料,在作物增产和改善品质方面具有重要作用,相关研究表明,氨基酸肥在多种作物上都具有促进生长、增产和提高品质的积极作用^[6]。本研究结果也证实,增施羽毛生物降解氨基酸的 YHA 处理,在营养生长、前期产量和果实品质指标上具有显著正效应,在本试验条件下,喷施羽毛生物降解氨基酸可以有效促进草莓营养生长,提高前期产量和果实品质,与前人的研究结果一致,这与氨基酸对作物的生物学效应密切相关,氨基酸可以通过增加作物体内激素合成、促进根系生长、增加根系氨基酸转运蛋白等方式来促进作物吸收养分,同时氨基酸还可以影响作物中许多酶的活性,具有提高作物品质的特殊生理功能^[22-23]。另外,氨基酸本身含有的氨基酸态氮能够直接被作物叶片快速吸收和利用,有机氮补充促进了草莓地上部分的生长^[24],YHA 处理的草莓植株比其他处理更健壮,良好的营养生长基础也促进了前期产量和果实品质的提高。

综合分析,在当前草莓生产的基肥施用水平下,增施羽毛生物降解氨基酸肥可以有效提高草莓的产量和品质,本试验喷施的生物降解羽毛液是一种含有 20 种氨基酸的混合氨基酸^[25],作为肥料使用,比单一氨基酸肥效更高^[26],而利用生物降解羽毛来生产氨基酸,比目前常用的酸水解法更环保、安全和经济,且形成的氨基酸结构更完整,肥效更高,具有明显优势^[27]。氨基酸还是一种理想的微量元素螯合剂,与微量元素螯合后被公认为作物生长最理想的微肥^[28]。本次试验中使用的羽毛生物降解氨基酸还是实验室产品,并没有螯合微量元素,如针对栽培作物螯合相应的微量元素再施用,肥效表现一定会更好,因此,羽毛生物降解氨基酸值得进一步研究与开发。

参考文献:

- [1] 刘杰. “禾稼春”氨基酸肥料在大棚草莓生产中的应用效应[D]. 南京:南京农业大学,2015.
- [2] 史云飞. 减量化肥配施氨基酸和硒对连作花生生长及肥效的影响[D]. 沈阳:沈阳农业大学,2017.
- [3] 谢巧娟. 三种有机肥对土壤理化性质与草莓生长结果的影响[D]. 重庆:西南大学,2017.
- [4] 安建刚. 有机肥等价替代下复合肥减量对套作马铃薯产量品质及土壤活性物质的影响[D]. 重庆:西南大学,2018.
- [5] 王连新. 包膜控释肥在设施草莓栽培上的应用研究[D]. 泰安:山东农业大学,2009.
- [6] 袁凤英,朱孔杰,李秀芹,等. 浅谈含氨基酸水溶肥的应用[J]. 山东化工,2015,44(14):111-112,115.
- [7] 刘新彩,陈永芳,郑书旗,等. 植物氨基酸液肥在温室草莓上应用试验[J]. 河北果树,2009(1):8-9,12.
- [8] 刘新彩,刘强,郑书旗,等. 几种有机肥料在温室草莓上施用试验[J]. 北方果树,2008(5):12-13.
- [9] 成学慧,冯新新,张治平,等. “爱乐壮”氨基酸肥料对大棚草莓叶片光合效率和产量的影响[J]. 果树学报,2012,29(5):883-889.
- [10] 杜雷,陈钢,张利红,等. 氨基酸叶面肥对草莓产量和品质的影响[J]. 湖北农业科学,2015,54(7):1564-1566.
- [11] Wang L, Qian Y T, Cao Y, et al. Production and characterization of keratinolytic proteases by a chicken Feather - Degrading thermophilic strain, *Thermoactinomyces* sp. YT06 [J]. Journal of Microbiology and Biotechnology, 2017, 27(12):2190-2198.
- [12] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,2011.
- [13] 彭月丽. 高架栽培及秸秆基质在草莓生产上的应用效果[D]. 泰安:山东农业大学,2011.
- [14] 宋光泉. 大学通用化学实验技术——下[M]. 北京:高等教育出版社,2010.
- [15] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 食品安全国家标准 食品中亚硝酸盐与硝酸盐的测定:GB 5009.33—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [16] 张建军,刘红. 不同配方施肥对大棚草莓生长结实的影响[J]. 西北林学院学报,2013,28(2):114-117,167.
- [17] 李玲玲. 有机肥氮素有效性和替代化肥氮比例研究[D]. 北京:中国农业科学院,2011.
- [18] 张长春,袁丽敏,高建勇,等. 商品有机肥部分替代化肥对小麦产量和氮肥利用率的影响[J]. 现代农业科技,2019(4):8-9,12.
- [19] 陈志龙,陈杰,许建平,等. 有机肥氮替代部分化肥氮对小麦产量及氮肥利用率的影响[J]. 江苏农业科学,2013,41(7):55-57.
- [20] 欧杨虹. 有机肥氮部分替代化肥氮对稻麦产量及土壤供氮特性的影响[D]. 南京:南京农业大学,2008.
- [21] 李波,魏亚凤,薛亚光,等. 基施有机肥替代无机氮分蘖肥后移对水稻产量及生长的影响[J]. 中国农学通报,2018,34(4):21-26.
- [22] 王莹,史振声,王志斌,等. 植物对氨基酸的吸收利用及氨基

程亚雄,武佩琪,曹晓雪,等. 生菜和菜薹耐盐性鉴定方法建立及耐盐种质初期筛选[J]. 江苏农业科学,2020,48(9):164-173.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.09.032

生菜和菜薹耐盐性鉴定方法建立及耐盐种质初期筛选

程亚雄,武佩琪,曹晓雪,陈红,李斌,李梅兰,许小勇

(山西农业大学园艺学院/山西省设施蔬菜提质增效协同创新中心,山西太谷 030801)

摘要:为建立生菜、菜薹发芽期和幼苗期耐盐性鉴定方法,筛选耐盐性材料,以生菜、菜薹种子为材料,通过无菌培养的方法研究不同浓度盐胁迫处理对生菜、菜薹材料种子萌发和幼苗生长的影响。结果表明,生菜、菜薹均表现出一定的盐胁迫耐受性,且随着盐胁迫浓度升高,生菜的种子萌发和幼苗生长呈下降趋势。低浓度盐胁迫(小于 100 mmol/L)可促进菜薹种子的萌发,而高浓度盐胁迫表现出抑制现象;菜薹幼苗生长随着盐胁迫浓度升高呈下降趋势;菜薹比生菜耐盐性强。最终筛选出的耐盐性较强的 2 个生菜材料为 LG13、LP14,较敏感的材料为 LG1、LP24;菜薹耐盐性较强的材料为 CP38、CG40、CG42,较敏感的材料为 CG34。此外,紫菜薹的耐盐性总体强于绿菜薹,而紫生菜与绿生菜的盐胁迫耐受性差异不明显。研究结果为耐盐种质筛选及耐盐品种选育奠定了基础。

关键词:盐胁迫;生菜;菜薹;种子萌发;幼苗生长;种质筛选

中图分类号: S630.34 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)09-0164-10

土壤盐碱化是目前世界各国面临的共同问题,土壤盐碱化会使土壤板结、肥力下降,不利于农作物的生长,已成为设施农业生产中须要克服的重要难题。我国是盐碱地大国,盐碱化的土地面积约有 0.27 亿 hm^2 ^[1],主要分布于华北平原、东北平原、西北内陆及滨海地区。当植物暴露于盐渍土壤时,渗透胁迫是其经历的第一个胁迫,会立即影响植物的生长^[2]。当盐离子浓度达到某个阈值时,离子毒性会随后发生;超过该阈值,植物将无法维持离子稳态和生长^[3]。渗透胁迫和离子毒性可引起氧化应激及一系列次级应激反应,盐胁迫还可导致光合作用降低^[4],产量大幅降低^[3]。

用降低^[4],产量大幅降低^[3]。

目前,用于克服土壤盐渍化的 2 种主要技术分别是用化学或物理方法改造土壤,以及培育耐盐作物品种^[5]。化学或物理方法改造土壤成本高昂,且不可避免带来次生盐渍化,从而增加土壤中的化学物质。因而耐盐作物材料的选育非常重要。相关研究表明,钠离子和氯离子在盐渍化土壤中占有较高的比例,常采用 NaCl 处理模拟盐胁迫进行植物耐盐性评价,在植物生长发育过程中,最脆弱的时期是萌发期和幼苗期,植物在盐胁迫环境下能否顺利萌发以及幼苗期能否顺利生长,在一定程度上能反映其耐盐性的强弱^[6]。因此,本试验通过无菌培养的方法测定不同浓度的 NaCl 胁迫对生菜、菜薹种子萌发及幼苗生长的影响,筛选出生菜、菜薹的盐胁迫致死浓度,进一步扩大种质筛选范围以获得耐盐性较强的生菜、菜薹材料,以期抗逆育种研究奠定基础。

收稿日期:2019-10-25

基金项目:国家自然科学基金(编号:31401885、31501806);山西省自然科学基金(编号:201801D121248);山西省重点研发专题(编号:201703D211001-04-01)。

作者简介:程亚雄(1994—),女,山西临猗人,硕士研究生,主要从事蔬菜种质创新研究。E-mail:1305327861@qq.com。

通信作者:许小勇,博士,副教授,主要从事蔬菜种质创新及遗传改良。E-mail:xuxy7926@163.com。

酸在农业中的应用[J]. 中国土壤与肥料,2008(1):6-11.

[23]袁伟,董元华,王辉. 植物氨基酸多元素肥料生物效应的研究进展[J]. 土壤,2009,41(1):16-20.

[24]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.

[25]王琳,钱玉婷,周影,等. 高温放线菌 YT06 降解羽毛的研

究[J]. 生物加工过程,2018,16(4):49-56.

[26]莫良玉,吴良欢,陶勤南. 无菌条件下小麦氨基酸态氮及铵态氮营养效应研究[J]. 应用生态学报,2003,14(2):184-186.

[27]徐淑班,李广涛,袁凤英,等. 浅述蛋白废弃物生产氨基酸肥料[J]. 广东化工,2014,41(17):103-104.

[28]张连秋,杨玉岭,朱哲,等. 氨基酸肥料在生产中的应用进展[J]. 农业灾害研究,2014,4(6):48-49,55.