

张楠楠,李 乐,张丽娟,等. 不同生长调节剂对樱桃番茄生长的控旺效果[J]. 江苏农业科学,2020,48(21):154-160.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.21.027

不同生长调节剂对樱桃番茄生长的控旺效果

张楠楠^{1,3}, 李 乐¹, 张丽娟¹, 高艳明^{1,2}, 李建设^{1,2}

(1. 宁夏大学农学院,宁夏银川 750021; 2. 宁夏现代设施园艺工程技术研究中心,宁夏银川 750021;

3. 宁夏石嘴山市惠农区农业技术推广服务中心,宁夏石嘴山 753600)

摘要:为研究适用于樱桃番茄控旺的生长调节剂,为露地樱桃番茄在生产中生长调节剂的合理使用提供参考,采用穴盘育苗、露地栽植的方法,研究了 5 种生长调节剂叶绿素、扬彩、花果安、矮壮素、丙环唑对番茄生长的影响,确定了最适宜的生长调节剂。结果表明,在当前番茄生产中,各处理均对番茄幼苗生长有明显抑制作用,但在定植后 T1(叶绿素)、T4(矮壮素)的控旺效果最为明显。从番茄品质综合来看,T1(叶绿素)、T2(扬彩)的维生素 C、可溶性糖、可溶性固形物含量较高,可用于改善番茄的品质,适合在番茄育苗生产中推广应用。从产量来看,叶绿素(T1)、花果安(T3)产量较高,适合推广应用。

关键词:生长调节剂;樱桃番茄;控旺;品质;产量

中图分类号: S641.204 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)21-0154-06

樱桃番茄是一种具有优良营养价值的果蔬,以其小巧鲜艳的果实、酸甜浓郁的风味和较高的营养价值,赢得了消费者的青睐^[1]。樱桃番茄是普通番茄的一个变种。果实玲珑可爱,形状如樱桃、李、梨等,是菜中佳肴,果中珍品,可菜果兼用,具有食用和观赏价值。其品质优良,风味独特,成熟果实的糖度明显高于普通大果鲜食番茄 2 个百分点以上。果汁中含有甘汞,对肝脏疾病有疗效,也有利尿效果。果皮能分泌少量芸甘,可降低血压预防动脉硬化和解毒,同时果实中含有丰富的维生素和胡萝卜素等^[2]。随着人民生活水平的提高,对樱桃番茄的需求也逐年增加,由于露地番茄栽培受环境影响较大,因此在番茄种植过程中普遍存在使用植物生长调节剂以起到控制番茄徒长,从而提升番茄品质、提高产量的作用^[3]。

植物生长调节剂又称植物外源激素,是一类人工合成的具有植物天然激素活性、对作物生长发育具有明显调控作用的有机化合物。植物生长调节

剂已在蔬菜生产中得到广泛应用^[4],但因其有一定的毒性,不合理使用植物生长调节剂,可能导致果蔬品质下降、植物生长调节剂残留超标等问题,因此在我国属于农药管理范围^[5]。国际上对植物生长调节剂的残留限量标准越来越严^[6],成为各国政府设置贸易壁垒的手段^[7]。但在适宜的浓度下,可以起到抑制植物徒长、促进植物健壮生长的作用,是集约化育苗关键技术之一^[8]。因此,本试验选用 5 种生长调节剂(叶绿素、扬彩、花果安、矮壮素和丙环唑),在番茄二叶一心、四叶一心及生长期进行叶面喷施处理,对比研究其对番茄生长发育的影响,结合番茄的株高、茎粗、品质及产量等表型数据,选择利于番茄生长发育的更优生长调节剂种类、最适处理时期,从而探讨不同生长调节剂处理对番茄生长发育的影响^[9]。

1 材料与方法

1.1 试验材料与处理

试验于 2019 年 3—10 月在宁夏巨日现代农业科技有限公司进行,供试番茄品种为香妃 5 号。选用 72 穴盘育苗,5 个处理,1 个对照,每个处理 1 盘 3 次重复,共 18 盘。5 月 13 日定植,每个处理定植 3 畦,行距 0.8 m,株距 0.4 m,小区面积 8 m²,定植后浇透清水促进缓苗。试验所用生长调节剂见表 1。

收稿日期:2020-02-08

基金项目:宁夏回族自治区重点研发计划(编号:2019BBF02008);宁夏瓜菜产业技术协同创新中心项目(编号:2017DC55)。

作者简介:张楠楠(1988—),女,山东曹县人,硕士研究生,主要从事设施蔬菜无土栽培与营养施肥方面的研究。E-mail:397085966@qq.com。

通信作者:高艳明,硕士,教授,主要从事设施蔬菜无土栽培与营养施肥研究。E-mail:myangao@163.com。

表 1 不同植物生长调节剂所用含量及生产厂家

处理	生长调节剂名称	所用含量 (mg/L)	剂型	生产厂家
T1	叶绿素	166	10% 粉剂	山东省乐陵市高新技术产业园孵化器 2 号
T2	扬彩	333	18.7% 悬乳剂	瑞士先正达作物保护有限公司
T3	花果安	400	化控素	郑州新农基化工有限公司
T4	矮壮素	200	98% 粉剂	上海麦克林生化科技有限公司
T5	丙环唑	100	25% 乳剂	江苏常隆农化有限公司
CK	清水			

1.2 测定项目与方法

1.2.1 植株生长发育指标的测定 每处理选取 9 株番茄,每隔 14 d 测量株高、茎粗、叶绿素及叶面积等指标。株高用钢卷尺测量,茎粗用游标卡尺测量。叶面积测量叶长、叶宽后分生育期代入吴远潘的叶面积公式^[6]进行计算。用 SPAD 502 叶绿素仪测定番茄中部长势一致的 3 张叶子的叶绿素含量。番茄第一穗果采收初期用 GFS-3000 光合仪测定植株中部功能叶片的净光合速率、蒸腾速率、气孔导度等光合指标。

1.2.2 产量及果实品质的测定 记载采收日期,各处理的产量按小区实测。记录小区果实质量、果实个数,计算平均单果质量及平均单株产量,最后折合亩产。

盛果期每小区随机采 6 个果实测定番茄品质。可溶性总糖含量的测定用蒽酮比色法;维生素 C 含量的测定用钼蓝比色法;硝酸盐含量用水杨酸-硫酸法测定;有机酸含量用酸碱滴定法测定;分级指标由番茄选果机测定;可溶性固形物含量用 TD-45 手持式数显糖度计测定。

1.2.3 植株养分的测定 全氮含量的测定用凯氏定氮法(UDK-129)^[10];全磷含量测定用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮、钼锑抗比色法^[11];全钾含量测定用火焰光度计法(Model 410 Flame photometer)^[12]。

1.3 数据处理及分析

本试验数据使用 Microsoft Office Excel 2003 进行统计,使用 IBM SPSS Statistics 20 软件进行分析,Excel 和 origin 进行处理和作图。

2 结果与分析

2.1 对番茄株高、茎粗的影响

由图 1 可知,番茄植株的株高、茎粗随着生育期的延长逐渐增加。5 月 2 日进行第 1 次喷施,由图 1-A 可以看出,6 月 8 日至 6 月 23 日之间,植株

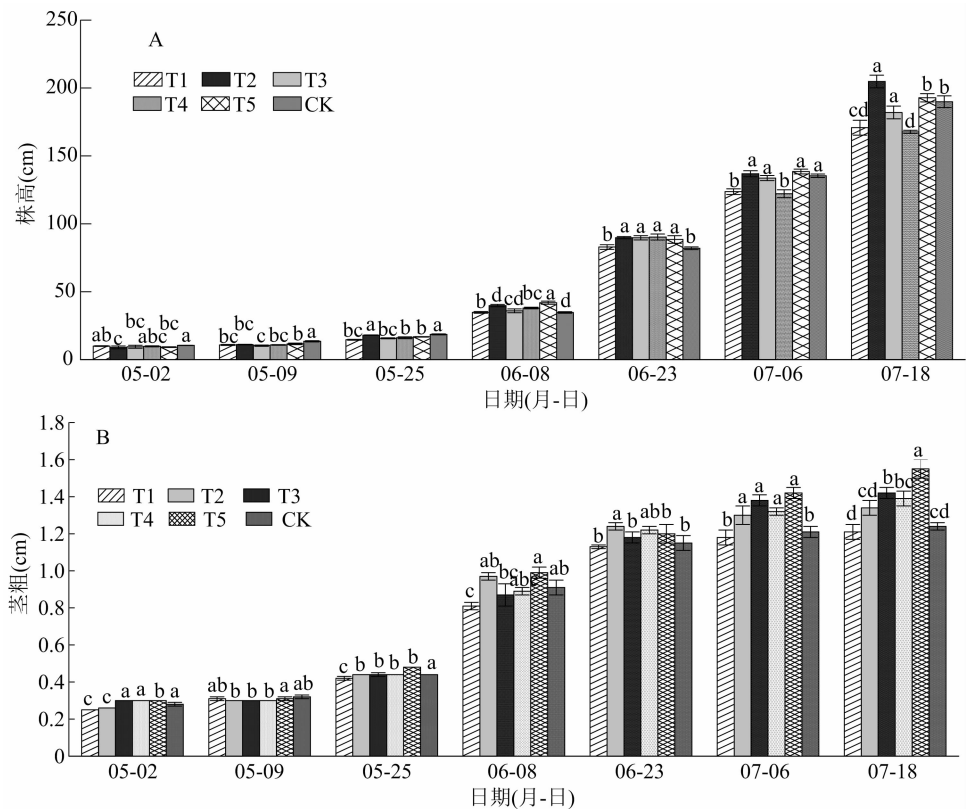
的株高大幅度增长,至 7 月 18 日各处理株高大小顺序为 T2 > T5 > CK > T3 > T1 > T4。由图 1-B 可以看出,5 月 25 日至 6 月 8 日之间,植株的茎粗大幅度增长,此后,增长放缓。6 月 8 日至 6 月 23 日 T1、T2、T3、T4、T5、CK 株高依次分别增加了 138.22%、125.63%、149.86%、137.63%、111.22%、136.31%,其中,T5 对植株株高的抑制作用最大,与 CK 对照差异显著。5 月 25 日至 6 月 8 日,T1、T2、T3、T4、T5、CK 茎粗依次分别增加了 92.86%、120.45%、97.73%、102.27%、106.25%、106.82%,各处理茎粗的大小顺序为 T5 > T2 > CK > T4 > T3 > T1。在苗期,各处理对植株的株高均有抑制作用,T3 对株高的抑制作用最为明显;定植后 T4 对于株高有明显的抑制作用,T1 对于茎粗有明显的抑制作用。

2.2 对番茄叶面积、叶绿素含量的影响

由图 2-A 可知,各处理叶面积变化后期较前期增长迅速。7 月 18 日叶面积大小表现为 T4 > T3 > T2 > T5 > T1 > CK,T2、T3 和 T4 处理增大了叶片的叶面积,与 CK 对照差异显著,T1 与 CK 对照之间差异不显著。叶绿素是光合作用的重要部分,其含量多少直接影响光合作用的强弱。由图 2-B 可知,5 月 2 日至 5 月 25 日,叶绿素含量呈现递减趋势,T1、T2、T3、T4 与对照差异显著;6 月 8 日,叶绿素含量为最高值,随着生长期的延长,叶绿素含量逐渐降低,至 7 月 18 日,T2、T3 处理与 CK 对照差异显著。T2 能够提高叶绿素的含量,T3 和 T4 次之。

2.3 不同处理对番茄光合作用变化的影响

表 2 为叶片的蒸腾速率、气孔导度、净光合速率和胞间 CO₂ 浓度,由表 2 可知,各处理蒸腾速率大小顺序为 T3 > T4 > T1 > CK > T2 > T5,方差分析表明,T3、T4 处理显著高于其他处理,T3 最高,说明 T3 处理可以提高叶片的蒸腾速率,而 T5 明显低于其他处理,说明 T5 处理不利于提高叶片的蒸腾速率。而从气孔导度来看,T4 处理最高,T1 次之,T2 最小,



不同小写字母表示同一时期不同处理间在 0.05 水平差异显著，下同
图1 不同生长调节剂对番茄不同时期株高、茎粗的影响

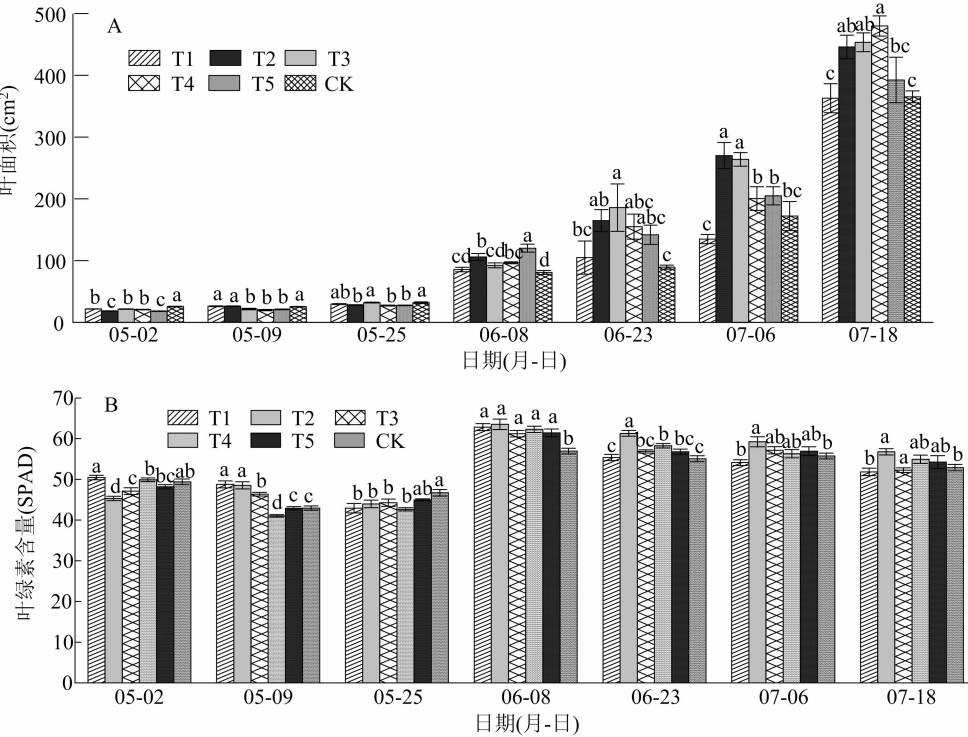


图2 不同生长调节剂对番茄不同时期叶面积、叶绿素含量的影响

T5 处理虽蒸腾速率最低,但气孔导度相较于其他处理则处于中等水平。净光合速率中,T4 处理值为最高,CK 最低,说明 T4 处理有助于提高叶片净光合

速率,而 CK 则不利于净光合速率的产生。胞间 CO₂ 浓度与光合速率呈正相关,如表 2 所示,T4 处理胞间 CO₂ 浓度最高,T2 最低。

表 2 不同生长调节剂对番茄光合作用的影响

处理	蒸腾速率 [mmol/(m ² ·s)]	气孔导度 [mmol/(m ² ·s)]	净光合速率 [μmol/(m ² ·s)]	胞间 CO ₂ 浓度 (μmol/mol)
T1	13.07 ± 0.29b	557.13 ± 11.93a	20.18 ± 0.69cd	260.76 ± 12.27ab
T2	10.88 ± 0.71cd	403.63 ± 25.88c	19.55 ± 0.71d	166.68 ± 5.79c
T3	15.21 ± 0.26a	546.45 ± 17.85ab	25.53 ± 0.27b	239.68 ± 8.61b
T4	14.75 ± 0.37a	629.85 ± 5.07a	30.75 ± 0.54a	280.78 ± 8.79a
T5	9.97 ± 0.52d	526.34 ± 41.09b	21.44 ± 0.23c	244.44 ± 4.85ab
CK	12.16 ± 0.09bc	522.52 ± 47.46b	17.04 ± 0.34e	230.30 ± 22.33b

注:同列数值后不同小写字母表示 0.05 水平上差异显著。

2.4 不同处理对番茄荧光作用变化的影响

由表 3 可知, F_i 中,各处理与 CK 对照相比差异显著; F_o 中, T3、T4、T5 与 CK 对照差异显著; T3 荧光产量最大, T5 最小; F_v/F_m 中, T3 为最高值, 说明

T3 光化学效率最高, 捕获能量的传递效率最高; F_s 中, T1、T2、T3、T4、T5 与 CK 对照相比差异显著, 大小顺序依次为 CK > T2 > T1 > T3 > T5 > T4。

表 3 不同生长调节剂对番茄荧光参数的影响

处理	实时荧光值 F_i	固定荧光 F_o	最大荧光产量 F_m	最大光化学效率 F_v/F_m	稳定荧光产量 F_s
T1	253.67 ± 2.73b	228.67 ± 3.33a	950.00 ± 19.00b	0.74 ± 0.01e	222.00 ± 3.21b
T2	237.00 ± 2.65c	220.00 ± 3.21ab	941.00 ± 12.58b	0.77 ± 0.00c	243.33 ± 0.67a
T3	249.67 ± 0.67b	190.33 ± 0.67d	1 016.00 ± 0.00a	0.81 ± 0.00a	219.67 ± 0.33b
T4	226.33 ± 2.18d	213.00 ± 1.00bc	859.67 ± 14.24c	0.75 ± 0.00de	203.33 ± 6.36c
T5	235.67 ± 1.76c	202.33 ± 4.98c	848.67 ± 22.21c	0.79 ± 0.01b	215.00 ± 1.15b
CK	265.00 ± 4.00a	228.67 ± 5.24a	924.00 ± 11.93b	0.76 ± 0.00cd	246.67 ± 1.67a

2.5 不同处理对番茄植株干质量、鲜质量及养分的影响

由图 3 可知, 在喷施生长调节剂之后, T4、T5 地上鲜质量较大, 与 CK 对照差异不显著, T3 地上鲜质量最小; 地下鲜质量均高于对照, 差异显著, 有利

于促进根的发育。从干质量看, T2、T3 地上干质量与 CK 对照差异显著, 并小于 CK 对照。干质量根冠比表现为 T3、T4、T5 显著大于 CK 对照, 大小顺序为 T3 > T5 > T4 > T2 > CK > T1。

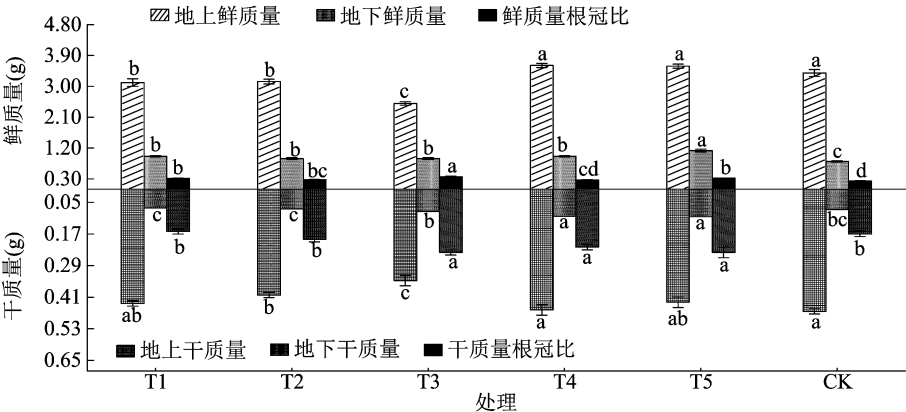


图3 不同生长调节剂对番茄植株干鲜质量及根冠比的影响

由图 4 - A 可知, T1 处理叶片全氮含量最大, T2 处理叶片全氮含量最小, T5 与 CK 对照间差异不明显。根、茎全氮含量变化基本趋势一致, T2 处理根部全氮含量最大, T5 最小。茎部各处理全氮含量大小表现为 T1 > T3 > T2 > T4 > CK > T5。由图 4 - B

可知, 叶、茎变化趋势一致, 叶片全磷含量表现为 T4 最高, T3 次之, T2 最低, T1、T2、T5 均低于 CK 对照。茎部全磷含量 T1 最高, T2 最低, T1、T3、T4 高于 CK 对照。根部全磷含量 T1 最高, T5 次之, T3 最低。由图 4 - C 可知, 叶片全钾含量 T2 对照最高, 各处

理大小顺序为 T2 > CK > T3 > T5 > T1 > T4, 与 CK 相比差异明显。茎、根变化趋势基本一致, 根中 T1 最高, T5 最低; 茎中 T3 最高, T1 最低, T3、T4 与 CK 对照相比差异明显。

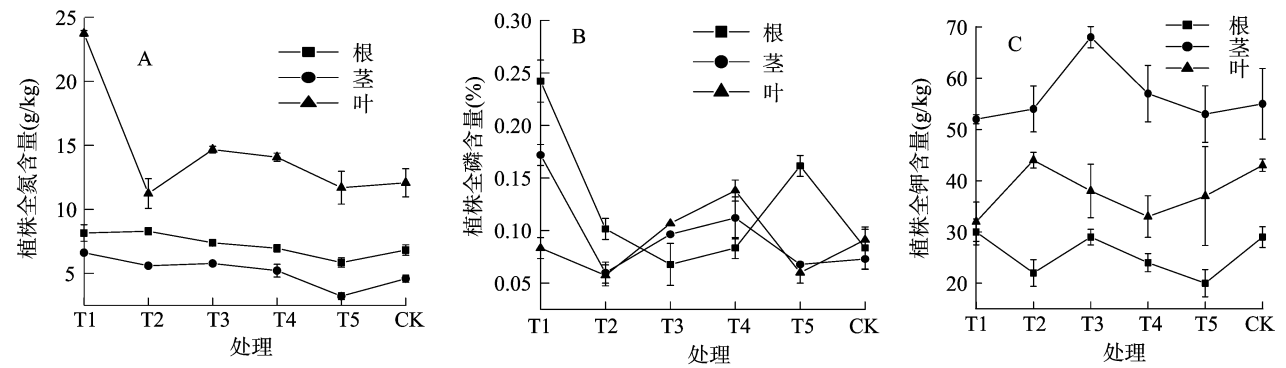


图4 不同生长调节剂对番茄根、茎、叶部的全氮(A)、全磷(B)、全钾(C)含量的影响

2.6 不同处理对番茄品质的影响

由表4可知,与CK对照相比,T1、T2、T3、T4、T5处理的番茄可溶性糖含量分别提高了27.30%、17.59%、19.73%、11.55%和13.50%;可溶性固形物含量分别降低了15.42%、3.25%、12.29%、13.25%和6.63%。可溶性糖做方差分析表明,T1、T2、T3、T4、T5处理与CK对照差异不显著,T1处理的可溶性糖均值最大;可溶性固形物方差表明,T1、T3、T4、T5处理与CK对照差异显著,T1最低;各处

理维生素C含量大小顺序依次为T1 > CK > T3 > T5 > T2 > T4;各处理有机酸大小顺序依次为T1 > T4 > T3 > T5 > CK > T2,说明T1有助于提高番茄的维生素C和有机酸含量;各处理硝酸盐大小顺序依次为T3 > CK > T1 > T5 > T2 > T4;糖酸比各处理与CK对照处理差异显著,大小顺序依次为T2 > CK > T5 > T3 > T1 > T4;果形指数T3、T5与CK对照差异显著。综合可见,T1、T2、T3处理的番茄风味口感更好,果型较大,有利于番茄品质的改善。

表4 不同生长调节剂对番茄品质的影响

处理	维生素 C 含量 (mg/100 g)	可溶性糖含量 (%)	有机酸含量 (%)	硝酸盐含量 (mg/kg)	可溶性固形物含量 (%)	糖酸比	果形指数
T1	37.73 ± 1.05a	12.45 ± 0.94a	0.46 ± 0.01a	13.58 ± 0.61a	7.02 ± 0.13c	19.16 ± 0.64d	1.20 ± 0.02ab
T2	32.25 ± 0.44b	11.50 ± 1.24a	0.30 ± 0.01e	7.77 ± 1.49b	8.03 ± 0.09ab	27.85 ± 0.36a	1.21 ± 0.02ab
T3	36.20 ± 0.38a	11.71 ± 0.74a	0.42 ± 0.00b	14.05 ± 0.76a	7.28 ± 0.16c	20.81 ± 0.40c	1.27 ± 0.02a
T4	29.99 ± 0.45c	10.91 ± 0.90a	0.45 ± 0.01a	6.34 ± 0.54b	7.20 ± 0.17c	16.10 ± 0.62e	1.19 ± 0.02b
T5	32.69 ± 0.33b	11.10 ± 0.30a	0.39 ± 0.00c	8.95 ± 0.50b	7.75 ± 0.12b	21.19 ± 0.32c	1.07 ± 0.04c
CK	36.93 ± 0.41a	9.78 ± 0.42a	0.36 ± 0.00d	13.72 ± 0.47a	8.30 ± 0.14a	23.67 ± 0.18b	1.17 ± 0.03b

2.7 不同处理对番茄产量的影响

如表5所示,各处理相比,T3平均单株产量最高、平均单果质量最重,T1、T3、T5与CK对照差异显著,各处理间产量大小顺序依次为T3 > T1 > T5 > T4 > T2 > CK,说明使用叶绿素、花果安、丙环唑能够提高番茄的产量。使用生长调节剂可代替肥料的使用,降低成本,提高收入,综合来讲,T3收到的经济效益最大。

2.8 不同处理对番茄果实分级指标的影响

如表6可知,在番茄分级中,T1、T4处理番茄质量均大于10 g;T1、T2、T3处理中10~13 g番茄数量均多于CK对照;14~17 g的番茄其各处理大小顺

序依次为T1 > CK > T2 > T3 > T4 > T5,说明T1有利于控制番茄的质量,利于包装,商品化较高;T2、T3、T5处理下18~22 g的番茄数量多于CK对照。综合来看,各处理在14~17 g质量范围内的番茄最多,T2、T4、T5处理下大果较多,说明T2、T4、T5有利于番茄果实的膨大。

3 小结与讨论

不同植物生长调节剂对植物生长发育影响的研究多有报道^[13],本试验以香妃五号樱桃番茄为材料,分别喷洒5种生长调节剂:叶绿素(T1)、杨彩(T2)、花果安(T3)、矮壮素(T4)、丙环唑(T5),以不

表 5 不同生长调节剂对番茄产量的影响

处理	平均单株产量 (g)	平均单果质量 (g)	小区产量 (kg/8 m ²)	折合产量 (kg/667 m ²)
T1	3 775.00 ± 151.68a	18.72 ± 0.03b	94.37 ± 3.79a	7 868.52 ± 316.16a
T2	3 231.50 ± 56.63b	17.25 ± 0.03e	80.97 ± 1.42b	6 735.66 ± 118.04b
T3	3 881.17 ± 108.14a	19.63 ± 0.05a	97.03 ± 2.70a	8 089.81 ± 225.40a
T4	3 350.43 ± 92.27b	17.70 ± 0.02d	83.76 ± 2.31b	6 983.56 ± 192.32b
T5	3 713.85 ± 19.65a	18.19 ± 0.03c	92.85 ± 0.49a	7 741.06 ± 40.96a
CK	3 115.20 ± 27.04b	17.16 ± 0.06e	77.88 ± 0.68b	6 493.25 ± 56.36b

表 6 不同生长调节剂对番茄果实分级指标的影响

处理	番茄数量(个)				
	<10 g	10 ~ 13 g	14 ~ 17 g	18 ~ 22 g	>22 g
T1	0	540	2 880	880	620
T2	220	620	2 520	1 400	1 160
T3	220	460	2 360	1 440	720
T4	0	320	1 900	1 360	1 580
T5	220	320	1 620	1 440	2 040
CK	220	420	2 820	1 360	760

喷洒任何调节剂为对照(CK),研究不同植物生长调节剂对樱桃番茄生长、果实品质、产量、光合、干鲜质量和植株养分等的影响^[14]。

在前人的研究中,控制植株徒长,有利于增加植株间的通透性,从而达到增产,本研究发现:T1、T2、T3、T4 和 T5 处理在苗期对番茄幼苗株高、茎粗、叶面积均有抑制作用,这与王亚慧等的研究^[15-17]一致;但随着生长期的延长,各处理间的差异逐渐拉大,在成熟期表现为 T1、T3 和 T4 处理对番茄植株株高的影响最大,较 CK 对照分别降低了 10.05%、3.70% 和 13.27%,对叶绿素的影响表现为先降低后升高再降低。刘小玲等表明植物生长调节剂可以促进光能利用率^[18],T4 处理下表现为蒸腾速率、气孔导度、净光合速率最大,说明 T4 处理有利于提高植株的光合作用,与其研究一致。在荧光参数下,T3 光化学效率最高,捕获能量的传递效率最高^[19]。试验中 T1 处理下氮、磷含量最高,钾含量最低,说明 T1 能够提高植株氮、磷含量,对钾元素有抑制作用,T3 能够提高植株钾含量,氮、磷含量则处于平稳水平^[20]。喷施生长调节剂有利于提高番茄的品质,其中 T1 处理维生素 C、可溶性糖、有机酸最高,高于其他处理,T2 处理可以改善糖酸比,提高果实品质,这与兰珊珊等的研究^[3]一致。T3 处理平均单果质量显著大于 CK,小区产量和单位面积产量均为最高,经济效益最大。T1 果实较为均匀,没有小

于 10 g 的小果,中果最多,形态较好,更利于包装,T5 处理果实大果较多,产量较好。

综合分析,叶绿素(T1)、杨彩(T2)、花果安(T3)、矮壮素(T4)和丙环唑(T5)均对番茄幼苗有抑制作用,可用来育苗,但在定植后 T1(叶绿素)和 T4(矮壮素)的控旺效果最为明显。从番茄品质综合来看,叶绿素(T1)、扬彩(T2)的维生素 C、可溶性糖、可溶性固形物含量较高,可用于改善番茄的品质,丙环唑(T5)品质较差,不建议广泛应用。花果安(T3)处理则产量最高,杨彩(T2)处理大果最多,经济效益较高。

参考文献:

- [1] 廖长贵,陈洁. 有机樱桃番茄栽培技术[J]. 长江蔬菜,2019(11):39-40.
- [2] 曲喜云,郭雷,刘晓娟. 樱桃番茄春季露地优质种植技术[J]. 吉林蔬菜,2017,11(11):3-4.
- [3] 兰珊珊,邹艳虹,沙凌杰,等. 云南优势水果中植物生长调节剂残留的膳食摄入与风险评估[J]. 食品安全质量检测学报,2018,9(23):6313-6319.
- [4] 王迪轩. 多效唑在蔬菜生产上的应用[J]. 蔬菜,2000(10):17.
- [5] 宋雯,徐浩,汪雯,等. 蔬菜中植物生长调节剂残留的膳食摄入风险评估——以江浙地区为例[J]. 农产品质量与安全,2017(1):9-14,20.
- [6] 徐爱东. 我国蔬菜中常用植物生长调节剂的毒性及残留问题研究进展[J]. 中国蔬菜,2009(8):1-6.
- [7] 张伟国,储晓刚,李重九. 气相色谱/离子阱质谱-选择离子方法同时检测大米中百种农药残留[J]. 分析化学,2006,34(4):484-488.
- [8] 刘志强,韩靖玲. 多效唑对羽衣甘蓝幼苗株高的影响[J]. 现代农业科技,2012(14):132-133.
- [9] 赵立群. 不同生长调节剂对辣椒幼苗生长发育影响到研究[J]. 温室园艺,2017(12):62-64.
- [10] 苗雪雪,龚浩如,陶曙华,等. 微波消解-钼锑抗光度法测定蔬菜中总磷[J]. 中国测试,2017,43(12):45-49.
- [11] 马福林,王微芝,张淑琴,等. 火焰光度法快速测定钾肥中的钾含量[J]. 磷肥与复肥,2017,32(2):45-47.
- [12] 汪建飞,董彩霞,沈其荣. 氮素不同形态配比对菠菜体内游离氨

高炜城, Muhammad Azeem, 孙吉翠, 等. 沼液与化肥配施对苹果生长及土壤理化性状的影响——以烟台红富士苹果为例[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(21): 160–165.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.21.028

沼液与化肥配施对苹果生长及土壤理化性状的影响 ——以烟台红富士苹果为例

高炜城¹, Muhammad Azeem², 孙吉翠¹, 张忠兰¹, 李金澄¹, 杨守军¹

(1. 中国农业大学烟台研究院, 山东烟台 264670; 2. Department of Botany, University of Karachi, Karachi 75270, Pakistan)

摘要:以 10 年生苹果树品种烟台红富士为试验试材, 探讨苹果的生长情况、土壤理化性质同沼液化肥搭配施用比例的关系, 期望为沼液作肥料进行利用提供科学依据。各组所施肥料含氮量相等, 设置 7 种处理: 处理 1, CK(空白); 处理 2, CF(基肥为牛粪有机肥, 追肥为化肥); 处理 3, 40% ZF + 60% HF(40% 沼液 + 60% 化肥); 处理 4, 60% ZF + 40% HF(60% 沼液 + 40% 化肥); 处理 5, 80% ZF + 20% HF(80% 沼液 + 20% 化肥); 处理 6, 100% ZF(全沼液); 处理 7, 100% HF(全化肥)。结果表明, 施用沼液能使土壤有机质含量、盐分含量和 pH 值提高。与 100% HF 处理比较, 搭配施用的沼液与化肥在果树花期能够使土壤速效养分含量降低, 至果实成熟期又升高, 其中以 40% ZF + 60% HF 处理最高。沼液与化肥配施不仅能提高苹果产量, 而且能增加果实中糖度、维生素 C 含量和硬度, 降低果实的酸度。综合果实品质和产量而言, 40% ZF + 60% HF 处理最好, 但与 60% ZF + 40% HF 处理无显著差异。80% ZF + 20% HF 处理与 100% ZF 处理果实中检出 Cu 和 Zn 的残留, 抗生素均未检出。综合统计分析认为, 40% ZF + 60% HF 配施较适合苹果的生长。

关键词:苹果; 沼液化肥配施; 果实生长指标; 土壤理化性质; 产量; 品质; 烟台红富士

中图分类号: S661.106 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)21-0160-06

当前, 我国面临土地质量下降、土壤中营养物质流失等农业污染, 严重制约农业发展, 主要原因是化肥过度使用与不合理使用^[1]。为推动实施耕

地质量保护与提升行动, 着力提高耕地内在质量^[2], 原农业部印发《耕地质量保护与提升行动方案》(农农发[2015]5 号)和《开展果菜茶有机肥替代化肥行动方案》(农农发[2017]2 号)。以畜禽养殖粪污为处理对象的沼气工程, 在获取能源的同时, 也带来了沼液难消纳的问题。

沼液含有丰富的养分元素和生理活性物质, 施用沼液不仅可以给作物生长提供必需养分, 还能提高土壤中的有机质、氮、磷、钾的含量从而提高土壤肥力和生产力水平, 兼具环境与经济效益^[3]。周丽

收稿日期: 2020-02-27

基金项目: 山东省重点研发计划(编号: 2017ZH097); 山东省烟台市级校地融合发展项目(编号: 2019XDRHXMK25)。

作者简介: 高炜城(1998—), 男, 山东济宁人, 主要从事设施农业研究。E-mail: 934154172@qq.com。

通信作者: 杨守军, 副教授, 主要从事畜禽养殖废弃物处理和资源化利用技术研究。E-mail: sjyang-2008@163.com。

基酸含量和相关酶活性的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(4): 664–670.

[13] 武春明, 邢风光, 王霞, 等. 不同生长调节剂对番茄幼苗生长的影响[J]. 农业科技通讯, 2019(6): 186–188.

[14] Karlen D L, Sadler E J, Camp C R. Dry matter, nitrogen, phosphorus, and potassium accumulation rates by corn on Norfolk loamy sand[J]. Agronomy Journal, 1987, 79(4): 649–656.

[15] 王亚慧. 噻菌酯对番茄的调控机理研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2015: 13–14.

[16] 黄健祥, 叶倩, 陈汉才, 等. 丙环唑对普通白菜株高和产量的影响及其残留研究[J]. 热带作物学报, 2018, 39(7): 1290–

1296.

[17] 郝岭, 邢嘉鹏, 段留生, 等. 丙环唑对玉米幼苗生长的调控及其相关机制[J]. 作物学报, 2017, 43(11): 1603–1610.

[18] 刘小玲, 张亨, 陈文, 等. 3 种植物生长调节剂对楝叶吴茭叶绿素荧光和根系生长的影响[J]. 林业与环境科学, 2019, 35(4): 71–78.

[19] 秦江南. 氮肥与甲哌鎗耦合对核桃土壤养分、光合特性及产量品质的影响[D]. 阿拉尔: 塔里木大学, 2019: 40–47.

[20] 刘中良, 高俊杰, 谷端银, 等. 施氮量对设施基质栽培番茄品质、产量及养分吸收的影响[J]. 干旱区资源与环境, 2019, 33(7): 163–167.