

植物诱抗剂对设施番茄生长及产量的影响

国淑梅¹, 于晓野¹, 曲玉阳¹, 祝玉蕾¹, 冯木彩², 牛贞福¹

(1. 山东农业工程学院, 济南 250100; 2. 诸城市农业农村局, 山东 潍坊 262200)

摘要:为研究植物诱抗剂对番茄植株生长性状及产量的影响,以3种诱抗剂CTS、BABA、BTH为试材,每种诱抗剂设置3个水平进行灌施处理。结果表明:施用诱抗剂后,各处理的株高、茎粗、节数、始花节位、分枝角度、叶重、叶厚、果实大小、单果重、产量、果实糖度、果实密度等均与CK差异不显著,但对其他性状有显著的影响。处理2番茄植株的生长性状和早期产量性状总体表现最佳;与CK相比,株高降低,茎粗增加;节数、节间距在各处理中表现中等,能提高每穗花序的花朵数量;果实横径、纵径、单果重均为各处理(含CK)的最高值,分别为62.05 mm、47.93 mm、115.74 g,果皮厚度、果实硬度和密度均较CK稍有降低。

关键词:诱抗剂;设施番茄;生长性状;产量

中图分类号:S641.2

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2021)02-0066-04

Effects of Plant Inducer on Growth and Yield of Greenhouse Tomato

GUO Shumei¹, YU Xiaoye¹, QU Yuyang¹, ZHU Yulei¹, FENG Mucui², NIU Zhenfu¹

(1. Shandong Agriculture and Engineering University, Jinan 250100; 2. Zhucheng Agricultural and Rural Bureau, Weifang 262200, China)

Abstract: In order to determine the effects of plant inducer on growth characters and yield of tomato plants, CTS, BABA and BTH were used as test materials, and three levels of each inducer were set for irrigation treatment. The results showed that the plant height, stem diameter, node number, initial flower node, branch angle, leaf weight, leaf thickness, fruit size, single fruit weight, yield, fruit sugar content and fruit density had no significant difference with CK, but had significant effect on other traits. Overall, the growth traits and early yield traits of treatment 2 were the best overall. Compared with CK, plant height decreased, stem diameter increased, node number and node spacing were medium in all treatments, which could increase the number of flowers per panicle. The fruit transverse diameter, vertical diameter and single fruit weight were the highest values of treatment (including CK), which were 62.05 mm, 47.93 mm and 115.74 g, respectively. The fruit peel thickness, fruit hardness and density were slightly lower than CK.

Key words: Inducer; Greenhouse tomato; Growth traits; Yield

设施番茄生产中病虫害种类较多,整个生育期会接连不断地发生,尤其是种植无限生长型的品种,番茄连续开花结果成熟采收^[1]。如果长期过量地采用化学农药防治病虫害,势必造成产品的农药残留超标,影响产品安全;而如果不防治,则将造成一定的损失,严重者甚至会绝收^[2]。

植物诱抗剂也叫植物疫苗,是一类新型生物

农药,对人畜无害,不污染环境,可降低农药残留^[3]。在诱导植物抗病方面具有系统性、广谱性、持续性、安全性等优点,近年来已成为预防抗病热点^[4],对病害既具有预防作用^[5],取得一定成果^[6-7],还可增加产量、改善产品品质^[8]。但目前主要集中在抗病性研究方面^[9],而诱抗剂对植株的整体性状研究较少。本文选取3种常见的植物诱抗剂^[10-11],每种诱抗剂设置3个水平在番茄苗期进行灌施处理,以明确诱抗剂对番茄植物学性状、枝叶性状、果实性状、果实品质的影响,筛选适宜番茄生产的高效诱抗剂^[12],为其在番茄生产中的应用提供相关参考。

收稿日期:2019-01-29

基金项目:济南市科技发展计划(201401271);国家级大学生创新训练项目(201714439003);山东农业工程学院校级扶贫项目【山工院院办字(2019)31号】

作者简介:国淑梅(1975-),女,副教授,硕士,从事植物生理方面的教学科研工作。

1 试验材料和方法

1.1 试验材料

1.1.1 番茄苗

4叶期番茄苗,品种是圣尼斯粉果304,无限生长型,种苗来自山东安信种苗股份有限公司。

1.1.2 诱抗剂

壳聚糖(CTS),纯度 $\geq 90\%$,上海伊卡生物技术有限公司。 β -氨基丁酸(BABA),纯度98.5%,美国Sigma公司。2,1,3-苯并噻二唑(BTH),纯度98%,上海源叶生物科技有限公司。

1.2 方法

1.2.1 番茄栽植

试验在山东农业工程学院双屋面日光温室阳面进行,该温室高4.68 m、跨度9.0 m、长度90 m^[13]。番茄苗采用大小行定植,大行80 cm(为工作过道),小行60 cm,株距40 cm。番茄种植时间为2018年3月29日~6月30日。

1.2.2 诱抗剂处理

每种诱抗剂3个处理,处理1:CTS 50 mg/L,处理2:CTS 100 mg/L,处理3:CTS 200 mg/L,处理4:BABA 100 mg/L,处理5:BABA 200 mg/L,处理6:BA-BA 400 mg/L,处理7:BTH 50 mg/L,处理8:BTH 100 mg/L,处理9:BTH 200 mg/L,CK:清水对照。

1.2.3 诱抗剂施用方法

在番茄苗7叶期时(4月12日)分别用以上处理进行灌施,具体方法:在距苗4 cm处挖一个深约5 cm、宽约2 cm的环形沟,均匀灌入诱抗剂,每株灌施20 mL。每处理10株,重复3次。以后每隔7 d灌入一次,共灌施5次。

1.2.4 指标测定方法

番茄植株性状的测定:分别在2018年6月2日对番茄的株高(卷尺,cm)、茎粗(游标卡尺,mm)、节间距(直尺,cm)、果穗间距(直尺,cm)、分枝角度(量角器, $^{\circ}$)进行测定;采用叶绿素测定仪(TYS-A型)测定叶绿素含量,取距离地面80 cm处完全展开的功能叶进行测定,每株测定3个叶片;叶厚用Exploit测厚仪测定,叶重用Sartorius百分之一电子天平测定。

自然坐果率等的测定:每处理的每株选前2穗,统计其开花数量和自然坐果数量,坐果率=自然坐果数量/花数量。

果实性状测定:每处理随机测定10个果实的横径、纵径,用游标卡尺测得最大横纵径(mm),果实密度为单果重和体积之比,果实硬度采用GY-4水果硬度计进行测定,果皮厚度采用Exploit测厚仪测定,果实糖度采用RHB-10ATC糖度计测定。

1.2.5 数据分析方法

采用软件DPS 7.05进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 诱抗剂对番茄植株性状的影响

从表1可以看出,施用诱抗剂后除处理9外,其余处理的株高均较CK有所下降,但差异不显著。处理2、处理4、处理6、处理7的茎粗均高于CK,但差异不显著。各处理的节数均比CK有所减小,处理7、处理8与CK差异显著,其余处理差异不显著。各处理的节间距均大于CK,处理1、处理4与CK差异显著。除处理5、处理7、处理2外,其余处理的单株叶片少于CK,处理8与CK差异显著,其余处理差异不显著。

表1 诱抗剂对番茄植株性状的影响

处理	株高(cm)	茎粗(mm)	每株节数	节间距(cm)	叶片数/株
1	130.56±13.58a	12.15±1.70ABabc	17.78±2.05abc	5.48±1.67a	18.5±0.7ABabc
2	120.89±12.71a	13.31±1.38ABab	17.22±3.49abc	4.93±1.73ab	20.5±0.7ABab
3	125.00±22.21a	12.04±1.89ABabc	19.00±1.22a	4.50±1.41ab	19.5±3.5ABabc
4	125.78±9.83a	13.65±1.71Aa	18.56±3.13abc	5.44±2.24a	20.0±1.4ABabc
5	124.78±7.33a	11.56±1.46ABbc	17.78±2.91abc	5.00±1.90ab	21.5±0.7ABab
6	130.44±17.95a	12.93±2.09ABab	18.78±2.95ab	5.17±1.99ab	19.5±4.9ABabc
7	122.78±16.96a	13.19±1.74ABab	15.67±3.04c	5.20±2.43ab	23.5±2.1Aa
8	120.33±15.53a	10.80±1.74Bc	15.89±2.71bc	4.41±1.31ab	14.5±2.1Bc
9	133.56±11.76a	11.96±2.24ABabc	17.89±2.15abc	5.33±1.94ab	17.0±1.4ABbc
CK	132.67±22.52a	12.67±1.63ABabc	19.33±2.60a	4.19±1.59b	20.5±2.1ABab

注:茎粗为距离地面50 cm处测得;节间距为从下部数第3、4、5个节间的长度

2.2 诱抗剂对番茄植株开花、枝叶性状的影响

2.2.1 诱抗剂对番茄植株开花性状的影响

从表2可以看出,诱抗剂施用后提高始花高度,处理3与CK差异显著,其余处理差异不显著;

除处理1外,其余处理的始花节位均比CK有所增加,但差异不显著。除处理8、处理3外,每穗花数均比CK有所增加,但差异不显著。各处理的自

然坐果率均比CK有所降低,处理1、处理3、处理8与CK差异显著。除处理3外,各处理果穗间距均比CK有所增加,但差异不显著。

表2 诱抗剂对开花坐果性状的影响

处理	始花高度(cm)	始花节位	花数量/穗	自然坐果率(%)	果穗间距(cm)
1	32.56±16.42ab	4.67±1.50a	6.78±2.96a	20.41±19.66Ab	28.67±9.04Aab
2	23.78±9.02b	5.67±1.80a	6.78±2.56a	38.98±8.26Aab	33.22±9.64Aab
3	37.78±18.11a	5.44±2.30a	5.56±3.11a	17.44±15.29Ab	22.33±5.48Ab
4	28.56±15.61ab	4.89±1.54a	6.72±2.14a	39.26±8.32Aab	31.89±10.62Aab
5	31.44±10.91ab	5.78±1.72a	6.94±2.90a	28.59±9.32Aab	31.44±9.23Aab
6	31.11±15.05ab	5.67±1.73a	7.00±3.48a	28.87±15.11Aab	32.11±10.66Aab
7	22.44±6.52b	5.22±1.64a	6.56±2.15a	40.22±7.90Aab	34.22±16.24Aab
8	32.22±12.41ab	6.11±1.97a	5.11±2.19a	24.72±1.19Ab	29.33±15.14Aab
9	26.56±13.32ab	5.67±1.73a	5.61±1.88a	35.95±14.98Aab	34.78±12.11Aa
CK	20.00±2.60b	4.78±1.86a	5.56±1.65a	48.30±4.94Aa	27.67±3.87Aab

注:花数为第1、2花穗上的花数平均值;果穗间距为第1、2果穗之间的长度

2.2.2 诱抗剂对番茄植株枝叶性状的影响

从表3可以看出,施用诱抗剂后番茄分枝角度、叶重相比CK有增有减,但各处理均与CK差异不显著;处理3、5、6、8分枝角度减小,其余处理增加;处理1、2、4、9叶重增加,其余处理减小。处

理1、处理5叶片叶绿素含量显著高于CK,处理6、处理9达到极显著水平。各处理叶片厚度与CK差异不显著。除处理6外,其余处理的叶片厚度均比CK有所增加,但差异不显著。

表3 诱抗剂对番茄植株枝叶性状的影响

处理	分枝角度(°)	叶绿素(SPAD)	叶厚(mm)	叶重(g)
1	51.48±19.65ABab	55.80±4.52ABCabc	3.30±0.87a	23.08±2.28a
2	57.78±20.40ABa	54.49±6.09ABCDabcd	2.73±0.35a	18.79±4.05ab
3	44.63±16.29Bb	51.18±7.62Dd	2.63±0.48a	16.04±2.39ab
4	57.78±24.86ABa	53.67±5.11ABCDabcd	3.04±0.41a	19.41±4.47ab
5	42.78±16.83Bb	55.93±7.45ABCab	2.79±0.73a	17.54±5.71ab
6	44.04±12.12Bb	56.80±4.50ABab	2.35±0.52a	12.89±2.31b
7	62.11±23.05Aa	53.39±3.82ABCDbcd	2.70±0.15a	12.32±4.68b
8	42.59±16.37Bb	52.43±6.52BCDcd	2.64±0.21a	13.72±3.76ab
9	51.22±17.27ABab	57.14±4.67Aa	2.63±0.45a	19.42±8.59ab
CK	51.11±21.05ABab	51.55±5.78CDd	2.38±0.41a	18.78±6.61ab

注:叶厚、叶重为3片相同位置叶片的总厚度及对应的总重量

2.3 诱抗剂对番茄果实性状的影响

2.3.1 诱抗剂对番茄果实大小、产量的影响

从表4可以看出,诱抗剂对番茄果实大小有一定影响,但各处理果实的横径、纵径均与CK差异不显著。处理2、处理5和处理7单果重高于CK,其余均有所减小。处理2在收获前20d产量最大,较CK增加,其余处理较CK减小,但各处理均与CK差异不显著;收获前30d处理2的产量较CK显著增加,与处理3、处理5、处理6、处理8差异极显著,其余处理与CK差异不显著。

2.3.2 诱抗剂对果实品质的影响

从表5可以看出,施用诱抗剂后番茄果皮厚度均比CK减少,处理8与CK差异极显著。处理4果实的糖度最高,但各处理的果实糖度均与CK差异不显著。处理6的果实硬度极显著高于CK,其余处理与CK差异不显著。各处理果实密度均与CK差异不显著。

2.4 诱抗剂对番茄植物生物量的影响

从表6可以看出,根部比地上部分的生物量变化大,处理1的茎鲜重、干重均显著高于CK,其余处理与CK差异不显著;处理4、处理9根部鲜重、干重极显著高于CK,处理1显著高于CK,其余处理与CK差异不显著。

表4 诱抗剂对果实形状、产量的影响

处理	果实大小(mm)		单果重(g)	每10株产量(g)	
	横径	纵径		收获前20 d	收获前30 d
1	58.76±9.19a	43.86±6.38a	92.88±41.30Aab	1 233.54±323.70Aab	1 549.73±88.86ABb
2	62.05±9.44a	47.93±5.71a	115.74±44.98Aa	1 934.14±496.67Aa	2 541.70±74.45Aa
3	56.86±8.57a	45.00±5.33a	88.06±34.84Aab	1 056.14±132.03Ab	1 150.57±48.07Bb
4	57.65±7.32a	44.96±4.73a	86.87±23.38Aab	1 157.14±70.47Aab	1 579.94±156.83ABb
5	60.26±15.31a	44.76±6.69a	96.00±53.50Aab	1 094.12±101.38Ab	1 380.14±156.53Bb
6	58.94±5.30a	45.66±3.43a	90.94±20.74Aab	1 077.54±116.17Ab	1 252.63±43.30Bb
7	58.83±5.99a	46.38±5.42a	96.90±28.04Aab	1 370.60±138.34Aab	1 889.17±162.08ABab
8	56.21±6.64a	44.05±3.83a	82.79±25.40Ab	828.14±57.44Ab	1 003.48±152.63Bb
9	57.56±7.66a	45.45±4.82a	87.71±27.68Aab	1 171.82±108.49Aab	1 501.16±112.39ABb
CK	61.23±8.54a	44.67±4.64a	95.38±32.33Aab	1 567.74±144.53Aab	1 693.33±55.08ABb

表5 诱抗剂对果实品质性状的影响

处理	果皮厚度(mm)	果实糖度(Brix)	果实硬度(kg/cm ²)	果实密度(g/mL)
1	0.143±0.119ABa	4.171±0.377Bcd	3.54±1.04ABCDbcd	0.980±0.128ABab
2	0.145±0.126ABa	4.379±0.625ABbcd	2.83±0.76CDd	0.989±0.114ABab
3	0.105±0.096ABab	4.750±0.288ABab	4.00±1.04ABCab	0.997±0.155ABab
4	0.154±0.053ABa	4.992±0.699Aa	3.09±0.97BCDcd	0.998±0.172ABab
5	0.131±0.048ABab	4.356±0.566ABbcd	2.66±1.01Dd	0.915±0.137ABb
6	0.095±0.066ABab	4.680±0.259ABabc	4.51±0.93Aa	0.981±0.125ABab
7	0.140±0.063ABa	4.133±0.407Bcd	2.99±0.94BCDcd	1.003±0.102ABab
8	0.069±0.022Bb	4.075±0.619Bd	4.02±1.74ABab	0.899±0.126Bb
9	0.127±0.057ABab	4.555±0.455ABbcd	3.84±1.29ABCabc	1.069±0.207Aa
CK	0.157±0.085Aa	4.527±0.284ABbcd	3.30±0.93BCDbcd	1.009±0.115ABab

表6 诱抗剂对番茄植株生物量的影响

处理	茎重		根部	
	鲜重	干重	鲜重	干重
1	16.00±3.64Aa	2.91±0.81Aa	19.61±5.52ABab	5.52±1.51ABCab
2	12.38±2.82ABbcd	2.13±0.45ABbc	15.35±6.71ABCbc	4.68±2.28ABCabc
3	9.64±1.56Bd	1.92±0.63Bc	10.87±4.22Cc	3.14±1.08Cc
4	15.04±0.82Aab	2.62±0.17ABabc	22.97±3.03Aa	6.05±2.63ABa
5	12.40±4.18ABbcd	2.13±0.63ABbc	13.70±5.32BCbc	3.83±1.38ABCbc
6	11.34±3.11ABcd	2.24±1.01ABabc	11.11±3.35BCc	3.33±0.99BCc
7	13.45±2.84ABabc	2.35±0.36ABabc	15.21±5.13ABCbc	4.33±1.31ABCabc
8	12.03±3.46ABbcd	2.67±0.82ABab	11.33±6.75BCc	3.41±1.70BCc
9	15.48±3.75Aab	2.72±0.84ABab	22.39±9.10Aa	6.41±3.48Aa
CK	12.36±3.18ABbcd	2.03±0.48ABbc	11.19±5.16BCc	2.94±0.83Cc

注:茎部鲜重、干重为距地面11~20 cm部位茎的鲜重、干重

3 结论与讨论

3.1 结论

施用诱抗剂后,各处理的株高、茎粗、节数、始花节位、分枝角度、叶重、叶厚、果实大小、单果重、产量、果实糖度、果实密度等性状均与CK差异不显著,但对其他性状有一定的影响。

处理1的节间距、叶片叶绿素含量、茎和根部的鲜重、干重均显著大于CK,但自然坐果率显著比CK降低;处理2果实单重、产量最大;处理3的始花高度显著大于CK,但自然坐果率显著比CK降低;处理4的节间距、根部鲜重和干重极显著大于CK;处理5叶片叶绿素含量显著高于CK;处理6叶片叶绿素含量极显著大于CK,(下转第93页)

- [10] 史焱文,李二玲,李小建.农业产业集群创新效率及影响因素—基于山东省寿光蔬菜产业集群的实证分析[J].地理科学进展,2014,33(7):1000-1008.
- [11] 彭迅一.我国农业产业集群发展的困境与实现路径[J].农业经济,2019,382(2):15-17.
- [12] 刘学华,杜建军,杨玲丽.农业产业集群、信息获取与农业收益[J].经济经纬,2018,35(4):30-36.
- [13] 孙正东.现代农业产业化联合体运营效益分析—一个经验框架与实证[J].华东经济管理,2015,29(5):108-112.
- [14] 张芬响.生态农业产业集群发展中的经济效应与政府行为探究[J].农业现代化研究,2013(2):172-175.
- [15] 马飞峰.加快建设现代农业产业化集群研究[J].中国农业资源与区划,2016(3):191-194.
- [16] 王晓姣,姚金安.美国、日本、荷兰第六产业发展路径对中国的启示[J].黑龙江畜牧兽医,2018(2):37-39.
- [17] 孙晓一,汤青,徐勇,等.宁南山区特色农业发展模式探讨[J].水土保持研究,2013(2):181-185.
- [18] 梁勇,闵庆文.宁夏重要农业文化遗产的保护与利用研究[J].自然与文化遗产研究,2019,4(11):96-100.
- [19] 程玉桂.江西农产品加工产业集群的识别与优劣势分析—基于区位商(LQ)理论的研究[J].江西社会科学,2009,4(11):218-221.
- [20] 蔡环宇,巫雪芬.江西省农业产业集群的区位商计算与检验[J].江苏农业科学,2020,48(9):327-332.
- [21] 周蕾.基于SWOT的宁夏农业特色优势产业竞争力分析[J].安徽农业科学,2010,38(5):2610-2612.

(责任编辑:王丝语)

(上接第69页)果实硬度极显著大于CK;处理7单株节数比CK显著减少;处理8单株节数、每株叶片数、自然坐果率、番茄果皮厚度极显著小于CK;处理9叶片叶绿素含量、根部鲜重、干重极显著大于CK。

综上,处理2番茄植株的生长性状和早期产量性状总体表现最佳,其中株高较CK降低,茎粗较CK增加,节数、节间距在各处理中表现中等,能提高每穗花序的花朵数量;其果实横径、纵径、单果重均为各处理(含CK)的最高值,果皮厚度、果实硬度和密度均较CK稍微有所降低。

3.2 讨论

施用3种诱抗剂后,植株的始花高度均较CK增加,其自然坐果率均较CK降低,可能与诱抗剂促进番茄的营养生长有关,营养生长的增强可间接增大植株的抗逆性,在实际生产中可结合整枝、蘸花等管理措施提高番茄植株的坐果率。前人研究表明诱抗剂可以引起植物内源激素的变化^[14],今后可进一步开展外源诱抗剂灌根与内源激素的变化关系研究及其对番茄生长发育^[15]、花芽分化、果实生长成熟等方面的影响研究。

施用诱抗剂对番茄植株的影响是系统性的,首先要保证番茄的高产性和稳定性;另外诱抗剂种类、处理浓度、施用时期等因素对不同作物的作用机制也可能存在差别,因此推广应用前明确其作用机制显得尤为重要^[16]。

参考文献:

- [1] 余文贵,赵统敏.番茄栽培新技术[M].福州:福建科学技术出版社,2010:1-8.

- [2] 李安国,陆发德,袁辉,等.番茄病害对产量损失定量评估研究[J].南方园艺,2014,25(3):24-25.
- [3] 李建中.植物诱抗剂研究进展[J].农药,2002,41(6):12-14.
- [4] 尹松松,赵婷婷,李景富,等.外源ABA对番茄幼苗抗冷性差异的研究[J].东北农业科学,2016,41(4):94-99.
- [5] 牛贞福,国淑梅,张鹤,等.防控番茄灰霉病的化学药剂和生防菌株筛选研究[J].东北农业科学,2016,41(3):41-45.
- [6] 肖淑贤,高俊明.番茄诱导抗病性的研究进展[J].中国西部科技,2011,10(4):5-7.
- [7] 程艳,吴春燕,王娜,等.矮壮素基质浇灌法对番茄幼苗生长及理化指标的影响[J].东北农业科学,2018,43(6):40-43.
- [8] 秦瑞劫,张民,刘之广,等.植物诱抗剂对尿素氮利用率和小麦产量的影响[J].水土保持学报,2018,32(4):327-332,345.
- [9] 齐福高,武占会,刘大为,等.植物免疫诱抗剂对番茄主要病害的防效研究[J].现代农业科技,2018(16):96-97.
- [10] 牛贞福,徐金强,田召玲,等.诱抗剂对番茄植物学性状和灰霉病抗性的影响[J].江苏农业科学,2017,45(2):103-105.
- [11] 国淑梅,张凯,张鹤,等.番茄植株对外源植物诱抗剂的生理响应[J].江苏农业科学,2017,45(3):102-104.
- [12] 于晓野,曲玉阳,祝玉蕾,等.植物诱抗剂对番茄穴盘育苗的影响研究[J].东北农业科学,2019,44(2):37-39,44.
- [13] 牛贞福,黄振轩,国淑梅,等.双屋面日光温室建造设计及其环境动态变化分析[J].中国农机化学报,2016,37(6):74-78.
- [14] 方良俊,符小琴,叶群珊,等.诱抗剂对水稻幼苗耐盐性的诱导作用[J].核农学报,2006,20(4):273-276.
- [15] 张晓旭,叶景学,侯杰,等.夜间低温对樱桃番茄叶片氧化活性的影响[J].东北农业科学,2017,42(2):39-43.
- [16] 李芳,张珏锋,钟海英,等.植物免疫诱抗剂对茭白黑粉菌生长的影响[J].浙江农业科学,2016,57(10):1613-1616.

(责任编辑:王昱)