

不同外源激素对越冬番茄坐果率、果实外观品质及产量的影响

颜培玉, 潘凯, 刘守伟, 吴凤芝

(东北农业大学 园艺园林学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘要:越冬栽培番茄在低温弱光的生长环境下,常发生落花落果问题,施用外源激素可有效防治落花落果,选取4种外源激素为试材,以大果型、小果型2个番茄品种为研究对象,分别配制3种浓度对番茄进行蘸花处理,研究不同浓度激素对番茄坐果率、畸形果率及番茄果实外观品质的影响,以期筛选出较适合的外源激素及其适宜浓度。结果表明:整体上,对于小果型番茄,15 mg·L⁻¹番茄灵处理处的第3、4、5、6穗果的坐果率均较高,对于大果型番茄,各处理间第3、4穗果的坐果率均差异不显著($P < 0.05$),整体上以20 mg·L⁻¹的2,4-D、15 mg·L⁻¹的番茄灵处理的坐果率较高,15 mg·L⁻¹的番茄灵、15 mg·L⁻¹的新保花保果乐处理的畸形果率为零。在大果型中,15 mg·L⁻¹番茄灵处理的果实横径和纵径较大,10 mg·L⁻¹的丰达处理果形指数较大,接近于椭圆形。小果型番茄果实横、纵径和果形指数均没有显著差异($P < 0.05$)。20 mg·L⁻¹2,4-D处理的大果型番茄产量较高,667 m²产量为4 548.33 kg,15 mg·L⁻¹番茄灵处理的小果型产量较高,667 m²产量为2 992.53 kg。

关键词:外源激素;番茄;越冬;坐果率;畸形果率

中图分类号:S 641.206⁺.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)10-0011-05

番茄(*Lycopersicon esculentum* Miller)别名西红柿,果实营养丰富,可以生食、煮食、加工制成番茄酱、汁或整果罐藏,是全世界栽培最为普遍的果菜之一,也是我国设施栽培的主要蔬菜种类之一^[1-2]。黑龙江省冬季漫长,一年中室外可种植的时间短,为了满足冬季对番茄的需求,同时满足春节期间番茄的

供应,在冬季可加温的温室中种植番茄,使其在春节期间上市,就显得尤为重要^[3],然而,黑龙江省温室越冬栽培番茄落花落果现象较严重,低温还会引起番茄植株生长缓慢,坐果率低、产量和品质下降等问题^[4]。研究表明,采用对氯苯氧乙酸、2,4-二氯苯氧乙酸等外源激素能够提高番茄坐果率,缓解番茄的落花落果现象^[5-6]。因此,该研究采用4种外源激素,分别设置3个浓度,对温室越冬番茄进行喷施,探讨不同浓度外源激素对番茄坐果率、畸形果率、外观品质及产量的影响,以期筛选出较合适的外源激素种类及浓度,为黑龙江省越冬番茄生产提供参考依据。

第一作者简介:颜培玉(1992-),女,硕士研究生,研究方向为设施园艺与蔬菜生理生态。E-mail:592161434@qq.com。

责任作者:刘守伟(1974-),女,博士,教授,硕士生导师,研究方向为设施园艺与蔬菜生理生态。E-mail:liushouwei1974@126.com。

基金项目:黑龙江省重大攻关资助项目(GA15B104);国家大宗蔬菜产业技术体系专项资助项目(CARS-25-08)。

收稿日期:2017-02-03

plant height increased by 50.19% and 46.26% compared with the treatment containing turf and CK. Also, the plant weight increased by 104.64% and 64.14%. Treatment with vermicompost of the edible rape of vitamin C content was significantly higher than that of treatment with peat, vegetable quality was improved significantly. The nutrient elements of the matrix containing vermicompost were all high, which could provide the necessary nutrients for the whole growth process of edible rape. Vermicompost could replace turf as soilless substrate.

Keywords:vermicompost; turf; soilless substrates; edible rape

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试番茄品种为大果型番茄“丰收”和小果型番

茄“福特斯”^[7], 选用 4 种外源激素, 分别为 2,4-D、植物生长调节剂、番茄灵和新保花保果乐。具体名称、浓度、功能等见表 1。

表 1

外源激素名称、浓度、生产商、授粉方式和功能

处理	浓度	生产商	施用方式	功能
Treatment	Concentration/(mg · L ⁻¹)	Manufacturer	Manner	Function
2,4-D	10	西安禾嘉种苗有限公司	蘸花	减少落花落蕾, 提高坐果率, 加速果实膨大, 促进果实成熟
	15			
	20			
丰达 Fengda	10	大连松辽化工有限公司	蘸花	促进花芽分化, 防止落花落果, 可提高坐果率, 促进果实膨大, 改善品质
	15			
	20			
番茄灵 PCPA	10	常州市新北区魏村植物激素经营部	喷花	防止落花落果, 提高坐果率, 促进子房发育成果实, 不易发生药害, 畸形果率低
	15			
	20			
新保花保果乐 New flower fruit	10	北京钼钼科技发展有限公司	喷花	含有防病药剂, 保花保果、防病, 是根据番茄复杂的生理生化变化研制的无公害产品
	15			
	20			

1.2 试验方法

在东北农业大学园艺设施工程中心育苗, 2015 年 8 月 7 日定植于双城市水泉乡设施蔬菜试验基地的日光温室中, 采用大垄双行膜下滴灌, 温室的加温方式为地热水管道加温, 11 月 10 日开始加温。每种外源激素分别设置 3 个浓度, 共计 12 个处理(表 1), 每处理 3 次重复, 每个重复 9 株, 每穗花有 3~4 朵花开放时, 对整穗花进行喷(蘸)花, 喷(蘸)花时加入红色染料, 避免重复处理。小果型番茄留 6 穗果后摘心, 大果型番茄留 4 穗果后摘心, 番茄生长期间, 从第 3 穗果开始调查每穗果的坐果数、畸形果数, 计算坐果率和畸形果率, 小果型番茄统计其坐果率, 在结果期测定番茄果实横径、纵径, 计算果实指数, 采收期测定单株产量, 每个处理每次重复测定 3 株, 最后折合成 667 m² 产量。

1.3 项目测定

用 Thermo Recorder TR-72Ui 连续记录温室及露地温度。统计坐果率、畸形果率, 坐果率(%) = 坐果数/开花数 × 100, 畸形果率(%) = 畸形果数/总果数 × 100, 用游标卡尺测量番茄的横径、纵径, 计算果实指数, 果实指数 = 纵径/横径, 用电子天平测定番茄产量。

2 结果与分析

2.1 试验期间露地及日光温室的温度变化

由图 1 可知, 定植后 1 个月, 露地温度较高, 在 10~20 °C, 室内平均温度也维持在 20 °C 左右, 随着入冬后, 露地温度下降很快, 10 月 2 日以后, 露地温度降为 10 °C 以下, 11 月 11 日以后, 夜间温度完全降

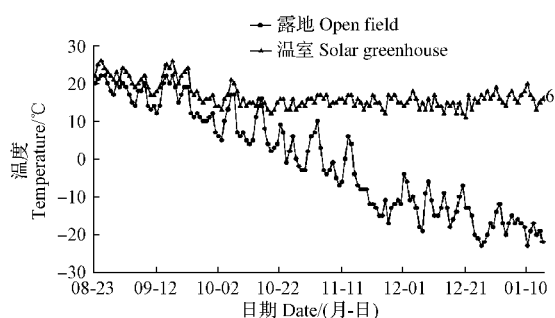


图 1 露地及日光温室内的温度变化

Fig. 1 Temperature change in open field and solar greenhouse to 0 °C below, 温室内平均温度维持在 10 °C 以上。

2.2 不同浓度激素对番茄坐果率和畸形果率的影响

从表 2 可以看出, 对于小果型番茄, 采用不同浓度的 2,4-D、番茄灵和新保花保果乐处理, 番茄第 3 穗果的坐果率均没有显著差异, 以 15 mg · L⁻¹ 的番茄灵处理最高, 为 88.71%, 其次是 20 mg · L⁻¹ 的 2,4-D 和番茄灵, 分别为 86.53%、86.40%, 10 mg · L⁻¹ 的丰达处理的坐果率较低; 对于第 4 穗果而言, 以 15 mg · L⁻¹ 的番茄灵处理的坐果率较高, 为 84.13%, 其次是 20 mg · L⁻¹ 的番茄灵、15 mg · L⁻¹ 的 2,4-D 坐果率分别为 83.93%、83.73%。对于第 5 穗果, 15 mg · L⁻¹ 的 2,4-D 和 20 mg · L⁻¹ 的番茄灵处理的坐果率较高; 第 6 穗果时, 15 mg · L⁻¹ 的番茄灵处理的坐果率较高, 为 50.73%。

表 3 表明, 对于大果型番茄来说, 各处理对第 3、4 穗果的坐果率影响没有显著差异, 其中 20 mg · L⁻¹ 的 2,4-D、15 mg · L⁻¹ 的番茄灵处理的

表 2 不同外源激素对小果型番茄“福特斯”坐果率的影响

Table 2 Effect of different exogenous hormones on fruit setting rate for small-sized tomato ‘Fortes’

处理 Treatment	浓度 Concentration/(mg·L ⁻¹)	第 3 穗果 The third fruit/%	第 4 穗果 The fourth fruit/%	第 5 穗果 The fifth fruit/%	第 6 穗果 The sixth fruit/%
2,4-D	10	81.66±1.58abc	79.65±4.02abc	55.90±4.20abc	42.83±9.05ab
	15	85.60±2.95ab	83.73±2.66abc	68.87±5.69a	47.93±3.82ab
	20	86.53±4.04ab	80.67±4.86abc	60.39±6.35abc	46.57±3.73ab
丰达 Fengda	10	73.24±1.93c	62.83±7.70c	49.91±9.17c	34.83±8.05ab
	15	76.86±9.26bc	71.39±2.92abc	52.21±1.97bc	40.33±2.59ab
	20	83.40±1.75ab	67.84±4.87abc	51.41±1.61bc	37.62±6.98ab
番茄灵 PCPA	10	85.77±1.36abc	77.63±13.04abc	60.50±4.00abc	44.33±8.43ab
	15	88.71±3.93a	84.13±1.55a	64.53±1.53ab	50.73±4.18a
	20	86.40±4.59ab	83.93±1.48ab	67.07±3.39a	45.27±2.61ab
新保花保果乐 New flower fruit	10	77.26±2.56abc	69.17±0.58abc	49.71±4.49c	30.62±8.00b
	15	79.84±4.53abc	71.53±6.43abc	58.10±6.33abc	45.56±3.73ab
	20	85.43±2.67ab	63.54±13.00bc	61.00±2.77abc	43.86±8.57ab

注:同一列中不同小写字母表示差异达 0.05 显著水平,下同。

Note: Different lowercase letters in the same column mean significant difference at 0.05 level, the same below.

表 3 不同激素处理对大果型番茄“丰收”第 3、4 穗果的坐果率和畸形果率的影响

Table 3 Effect of different exogenous hormones on setting rate and deformity rate for the third and fourth fruit of big-sized fruit ‘Fengshou’

处理 Treatment	浓度 Concentration /(mg·L ⁻¹)	坐果率 Fruit-setting rate/%		畸形果率 Abnormal fruit rate/%	
		第 3 穗果 The third fruit	第 4 穗果 The fourth fruit	第 3 穗果 The third fruit	第 4 穗果 The fourth fruit
2,4-D	10	77.58±6.03a	58.33±12.50a	2.08±1.22ab	8.33±7.68a
	15	84.85±8.48a	61.11±22.05a	5.45±3.34ab	5.56±2.02ab
	20	87.88±9.81a	61.11±13.18a	10.30±5.03a	8.33±5.68a
丰达 Fengda	10	76.36±12.06a	52.78±8.33a	6.06±4.60ab	5.56±3.02ab
	15	79.39±1.54a	52.78±15.02a	4.85±2.48ab	5.56±2.02ab
	20	81.82±6.03a	61.11±25.26a	8.48±5.84a	8.33±5.68a
番茄灵 PCPA	10	72.12±9.72a	55.56±11.02a	2.42±1.16ab	2.78±1.33b
	15	86.82±10.55a	66.67±17.68a	0.00b	0.00b
	20	81.52±6.85a	58.33±21.65a	3.64±2.06ab	5.56±3.67ab
新保花保果乐 New flower fruit	10	78.79±9.37a	69.44±30.05a	0.00b	2.78±1.33b
	15	78.18±2.29a	50.00±21.65a	0.00b	0.00b
	20	80.15±11.70a	63.89±18.16a	2.27±1.54ab	5.56±2.02ab

第 3 穗果坐果率较高,分别为 87.88%、86.82%,第 4 穗果的坐果率以 10 mg·L⁻¹ 新保花保果乐处理最高,其次是 15 mg·L⁻¹ 的番茄灵。从畸形果率来看,15 mg·L⁻¹ 的番茄灵、15 mg·L⁻¹ 的新保花保果乐处理没有畸形果,畸形果率均为零。

2.3 不同浓度激素对番茄果实形态指标的影响

从表 4 可以看出,大果形番茄以 15 mg·L⁻¹ 的番茄灵处理果实横径和纵径最大,10 mg·L⁻¹ 的新保花保果乐处理番茄果形指数较小,接近于扁圆形,10 mg·L⁻¹ 的丰达处理果形指数最大,接近于椭圆形。在小果形番茄中,果实横、纵径和果形指数均没

有显著差异,20 mg·L⁻¹ 的 2,4-D 处理果实横径最大,10 mg·L⁻¹ 的 2,4-D 处理果实纵径最大,20 mg·L⁻¹ 的新保花保果乐处理的果形指数最大,为 1.06,接近于长圆形,其余均接近于椭圆形。

2.4 不同浓度激素对番茄单果质量和产量的影响

从表 5 可以看出,对于大果型番茄而言,20 mg·L⁻¹ 的 2,4-D 处理 667 m² 产量较高,为 4 548.33 kg,其次是 20、15 mg·L⁻¹ 的番茄灵处理,667 m² 产量分别为 4 309.67、4 275.40 kg,10 mg·L⁻¹ 丰达处理的产量最低。小果型中,15 mg·L⁻¹ 番茄灵和 20 mg·L⁻¹ 2,4-D 处理的番茄产量较高,667 m²

表 4 不同激素处理对番茄果实形态指标的影响

Table 4 Effect of different exogenous hormones on tomato fruit shape index

处理 Treatment	浓度 Concentration ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	大果型番茄“丰收” ‘Fengshou’			小果型番茄“福特斯” ‘Fortes’		
		果实横径 Fruit transverse diameter/mm	果实纵径 Fruit longitudinal diameter/mm	果形指数 Fruit shape index	果实横径 Fruit transverse diameter/mm	果实纵径 Fruit longitudinal diameter/mm	果形指数 Fruit shape index
2,4-D	10	70.56±2.87abc	53.56±2.27ab	0.76±0.04bc	29.80±2.78a	28.96±2.78a	0.97±0.05a
	15	70.96±3.89abc	60.08±4.12ab	0.85±0.07abc	28.77±2.08a	28.70±1.78a	0.97±0.07a
	20	76.41±2.08a	60.04±4.70ab	0.91±0.12ab	29.92±1.72a	28.76±1.02a	1.00±0.05a
丰达 Fengda	10	66.08±3.69bc	53.83±1.95ab	0.97±0.04a	29.03±0.51a	27.39±0.96a	0.94±0.05a
	15	64.59±1.21c	59.96±1.87ab	0.93±0.03ab	29.67±1.42a	28.10±1.72a	1.00±0.02a
	20	69.08±1.64abc	61.70±4.00ab	0.89±0.07abc	28.13±1.32a	27.32±1.25a	0.92±0.08a
番茄灵 PCPA	10	71.68±5.26abc	59.78±2.23ab	0.77±0.02abc	29.00±1.51a	26.96±0.61a	0.93±0.04a
	15	77.31±2.50a	62.79±4.22a	0.75±0.02abc	29.57±1.48a	28.06±1.51a	0.97±0.01a
	20	68.17±1.55abc	56.16±3.32ab	0.78±0.05abc	28.97±1.47a	27.62±0.95a	0.94±0.07a
新保花保果乐 New flower fruit	10	66.40±2.90bc	52.69±2.49b	0.69±0.05c	28.66±0.91a	28.04±1.05a	0.98±0.07a
	15	74.22±4.62ab	60.18±1.89ab	0.87±0.05abc	29.79±1.60a	28.58±1.19a	0.97±0.06a
	20	69.58±2.20abc	56.06±2.73ab	0.76±0.08bc	29.17±1.09a	27.63±1.25a	1.06±0.10a

表 5 不同激素处理对大果型番茄“丰收”和小果型番茄“福特斯”产量的影响

Table 5 Effect of different exogenous hormones on yield for big-sized fruit ‘Fengshou’ and small-sized fruit ‘Fortes’

处理 Treatment	浓度 Concentration ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	大果型番茄“丰收” ‘Fengshou’		小果型番茄“福特斯” ‘Fortes’	
		单株产量 Yield per plant/kg	667 m ² 产量 Yield per 667m ² /kg	单株产量 Yield per plant/kg	667 m ² 产量 Yield per 667m ² /kg
2,4-D	10	3.03±0.16bc	3 921.57±200.39bc	1.97±0.08b	2 555.70±105.30b
	15	3.21±0.16abc	4 158.63±177.77abc	2.14±0.02ab	2 784.50±41.77ab
	20	3.51±0.07a	4 548.33±83.54a	2.30±0.02a	2 980.57±21.55a
丰达 Fengda	10	2.85±0.18c	3 762.23±193.43c	1.98±0.04ab	2 571.13±55.45ab
	15	3.00±0.05bc	3 892.97±62.99bc	2.07±0.16ab	2 674.83±203.77ab
	20	3.14±0.16abc	4 070.03±207.02abc	2.09±0.04ab	2 709.63±48.92ab
番茄灵 PCPA	10	3.16±0.16abc	4 092.97±203.17abc	1.94±0.16b	2 507.83±206.99b
	15	3.30±0.04ab	4 275.40±53.71ab	2.31±0.17a	2 992.53±223.98a
	20	3.32±0.11ab	4 309.67±150.50ab	2.20±0.14a	2 855.17±147.50a
新保花保果乐 New flower fruit	10	3.08±0.12bc	3 992.70±162.73bc	2.02±0.05ab	2 618.77±63.37ab
	15	3.13±0.20abc	4 052.67±262.59abc	2.07±0.19ab	2 684.80±244.26ab
	20	3.17±0.20abc	4 108.27±262.65abc	1.97±0.08b	2 547.83±103.37b

产量分别为 2 992.53、2 980.57 kg。

3 结论与讨论

黑龙江省处于北纬 43°以北的高寒地区,冬季漫长,保证蔬菜常年供应是生产中要解决的一大难题,温度低、湿度大、光照弱是冬季生产面临的几大问题,越冬番茄低温、高湿、寡照的生长环境决定日光温室不能及时的通风散湿,这样会使棚内湿度过大,增加了感染灰霉病等一些喜湿性病害的发生,同样也不利于番茄花序的发育,导致番茄花朵发育不全、花粉无受精能力等问题,影响了番茄的坐果率,在番茄的盛花期用外源激素(保花保果剂)进行蘸(喷)花,是一种耗时较少且成本低的有效防止番茄落花落果的方法,但不同的保花保果剂对作物的效果差异较大,选择低成本、使用剂量少、效果好的保花保果剂是生产上的需求^[8-10]。该试验选用 4 种当地普遍使用的保花保果剂作为试材,并依据王令霞等^[11]、

常婷婷等^[12]、于洋等^[13]的研究设置了 3 个浓度,用于番茄的保花保果研究,结果表明,15 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的番茄灵和 20 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 2,4-D 处理的效果整体上好于其它处理,番茄坐果率较高、畸形果率较低,果实横径和纵径较大,大果型番茄,用 20 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 2,4-D 处理产量较高,小果型的则以 15 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 番茄灵处理产量较高。这和马建华^[6]、严海欧等^[14]的研究结果一致。尤其是用 15 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的番茄灵处理的大果型番茄,其果实横径、纵径较大,且果形指数较低,果实形状接近扁圆形,符合运输要求,且产量较高,这在冬季番茄生产和市场供应中显得更加重要。

进行该试验时,仅选取了哈尔滨周边设施蔬菜生产基地常用的几种保花保果剂,并且只是处理花序,药剂数量较少且没有与叶面喷施等其它方法相结合,因此在挑选出合适的药剂和适宜浓度后,可结合叶面喷施微量元素等方法,找出适宜的配合比例

和浓度,以提高设施番茄越冬生产的坐果率和增加产量,解决生产中的实际问题。同时,因试验需要,选择哈尔滨周边地区的温室进行越冬茬番茄栽培,试验期间番茄生育过程的温度变化是由高到低、由平稳到剧烈变化的过程,是否能对其它地点、其它时间的设施番茄栽培都适用还有待进一步试验。

参考文献

- [1] 焦自高,徐坤.蔬菜生产技术[M].北京:高等教育出版社,2002:60-62.
- [2] 沈红芬,张依群.设施栽培番茄新品种比较试验[J].长江蔬菜,2009(8):42-43.
- [3] 薛玉梅,穆欣,许明.保护地番茄生理性落花落果的原因及预防措施[J].北方园艺,2007(8):82-83.
- [4] 刘庞源,张宝海,何伟明.传统优良番茄品种与新番茄品种品质比较[J].中国蔬菜,2009(10):37-40.
- [5] 古丽比热·马纳甫.4种保果灵对番茄的使用效果对比试验[J].上海蔬菜,2015(2):56-57.
- [6] 马建华.不同浓度2,4-D蘸花对早春日光温室番茄坐果率的影响[J].北方园艺,2010(22):58-59.
- [7] 王贤,赵丹,吴凤芝,等.黑龙江省节能日光温室越冬番茄品种耐寒性初步评价[J].北方园艺,2014(21):59-65.
- [8] 程群科,罗庆熙,李利兰,等.番茄抗冷性的研究进展[J].长江蔬菜,2012(8):14-16.
- [9] 王荣青,阮美颖,杨悦俭.亚低温对番茄坐果的影响及耐低温材料的筛选[J].浙江农业学报,2007,19(3):206-210.
- [10] 王永旭,刘雪梅,司鲁俊,等.高寒地区冬春茬番茄高效栽培技术[J].北方园艺,2016(2):51-53.
- [11] 王令霞,曾丽萍,李新国,等.不同浓度烯效唑和乙烯利对妃子笑荔枝成花效应的影响[J].中国园艺文摘,2012(8):5-6.
- [12] 常婷婷,张洁,潘菲,等.不同浓度多效唑对番茄穴盘育苗质量的影响[J].江苏农业科学,2011,39(3):189-191.
- [13] 于洋,翁倩,郝建军.两种植物激素对番茄果实品质与产量的影响[J].上海蔬菜,2012(1):51-52.
- [14] 严海欧,鲁富宽,李龙梅.保护地早春栽培番茄2,4-D蘸花研究[J].内蒙古农业大学学报,2006,27(2):84-86.

Effects of Different Exogenous Hormones on Fruit Setting Rate, Appearance Quality and Yield of Tomato

YAN Peiyu, PAN Kai, LIU Shouwei, WU Fengzhi

(College of Horticulture and Landscape Architecture, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030)

Abstract: Exogenous hormones had been proved to be effective to prevent the problem of the abscission of flower and fruit of tomatoes in the environment of low temperature and weak light during winter cultivation. Two types of tomatoes including small-sized and big-sized were selected to conduct the experiment and four kinds of exogenous hormones configured by three different concentrations. Exogenous hormones were used to treat tomato flower on flowering stage to explore the effect on the fruit setting rate, deformity fruit and appearance quality. The experiment aimed to select more suitable exogenous hormone and appropriate concentration. The results showed the fruit setting rates of the third, the fourth, the fifth and the sixth fruit were overall higher when the concentration of PCPA was $15 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ for small-sized tomato. While for big-sized tomato, there was no significant difference between the third and the fourth fruit ($P < 0.05$). On the whole, the fruit setting rate was higher than the others when sprayed with $20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 2,4-D and $15 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ PCPA. When the concentration of PCPA and New Flower Fruit were $15 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, the deformity fruit rates were zero. For big sized tomatoes, fruits' vertical diameter and horizontal diameter were bigger than the others when sprayed with $15 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ PCPA, meanwhile, the fruit shape index was bigger when the concentration of Fengda was $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, and close to the oval. For small sized tomatoes, there was no significant differences ($P < 0.05$) in fruits' vertical diameter and horizontal diameter. The yield of big-sized tomato was about $4\,548.33 \text{ kg per } 667 \text{ m}^2$, and was higher than other treatments, however, the yield of small-sized tomato was about $2\,992.53 \text{ kg per } 667 \text{ m}^2$, and was higher than other treatments.

Keywords: exogenous hormone; tomato; overwintering; fruit setting rate; deformity fruit rate