DOI: 10.3969/j.issn.0488-5368.2025.10.007

10 种保果剂对越冬茬樱桃番茄安全生产的影响

赵瑞琦[1],赵秉茹[1],周　畑[2],张文浩[1],张明科[1]

(1.西北农林科技大学 园艺学院,陕西 杨凌　712100;
2.四川省凉山州木里县列瓦镇农业农村服务中心,四川 凉山　615800)

摘　要:本研究以樱桃番茄“粉妹二号”为试材,应用市场收集的 10 种番茄保果剂,探讨其对越冬茬樱桃番茄安全生产的影响。结果表明,不同保果剂对樱桃番茄的生长、果实产量和品质存在显著影响,合理使用保果剂可提高番茄坐果率及产量,优化果形指数,降低果实酸度,并显著增加维生素 C 和番茄红素含量。综合各项评价指标,推荐在越冬茬设施樱桃番茄生产中使用保果素、倍多粉 X6 和坐果 100 进行番茄保果,其综合效果较好。本研究同时证明了保果剂在越冬茬樱桃番茄安全生产中的积极作用,为农业绿色发展提供科学依据。

关键词:樱桃番茄;保果剂;产量;品质;安全生产

中图分类号:S641.2　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:0488-5368(2025)10-0035-05

Effects of Ten Fruit-preserving Agents on Safe Production of Cherry Tomatoes in Overwintering Stubble

ZHAO Ruiqi[1], ZHAO Bingru[1], ZHOU Tian[2], ZHANG Wenhao[1], ZHANG Mingke[1]

(1. *College of Horticulture*, *Northwest A&F University*, *Yangling*, *Shaanxi* 712100, *China*;
2. *Reva Town Agricultural and Rural Service Center*, *Muli*, *Liangshan*, *Sichuan* 615800, *China*)

Abstract: In this study, the cherry tomato cultivar ‘Fenmei No. 2’ was used as the experimental material, and ten commercially available fruit-preserving agents were applied to evaluate their effects on the safe production of cherry tomatoes during the overwintering stubble period. The results showed that different fruit-preserving agents had significant effects on the growth, yield, and fruit quality of cherry tomatoes. Reasonable application of these agents improved the fruit set rate and yield, optimized the fruit shape index, reduced fruit acidity, and significantly increased vitamin C and lycopene content. Based on a comprehensive evaluation, Beiduo Powder X6 and Zuoguo 100 are recommended for cherry tomato production during the winter stubble period due to their superior overall performance. Furthermore, this study confirmed the positive role of fruit-preserving agents in enhancing the safe winter production of cherry tomatoes, providing a scientific basis for promoting green agriculture.

Key words: Cherry tomato; Fruit protection agent; Output; Quality; Safe production

番茄(*Solanum lycopersicum* L),又名“西红柿”、“洋柿子”,属于茄科(Solanaceae Juss)茄属(*Solanum*),一年生草本植物。因颜色多样,酸甜可口,营养丰富等特点深受人们喜爱[1]。然而,在越冬茬设施番茄栽培过程中,由于不良环境条件的影响,尤其是温度波动,落花落果现象尤为突出,已成为制约番茄产业发展的首要障碍[2]。尽管传统的栽培管理措施在一定程度上能够缓解此问题,但其效果有限。近年来,市面上出现了许多环境友好型保果剂,这些保果剂在保持高效保果的同时,还能显著降低化学残留风险,确保农产品的食用安全性[3]。但市面上保果产品良莠不齐,加上冬季低

收稿日期:2024-12-01　**修回日期**:2025-02-05
基金项目:2023 年陕西省千亿级设施农业项目“设施蔬菜‘三改一提’技术集成与示范”;国家现代农业产业技术体系资助项目(CARS-23-G22)。
第一作者简介:赵瑞琦(2000-),硕士研究生,研究方向为设施蔬菜栽培与生理生态。
通信作者:张明科。

温寡照,植株生长代谢速度缓慢,个别保果剂使用后番茄植株容易出现茎秆变细、下部叶片卷曲增厚、枝条扭曲、中上部叶片柳叶化、果实开裂等现象[4],在越冬茬设施番茄栽培中,该问题呈现逐年加重的趋势,中大果番茄表现症状较轻,但在樱桃番茄上尤为明显,严重影响番茄的品质和产量。因此,科学合理地运用番茄保果剂,在提升番茄产量品质和保障安全生产方面愈发重要。本研究将从市场上收集到的 10 种用于番茄的保花保果剂,综合比较其效果,评估不同名称保果剂在越冬茬樱桃番茄生产中的适用性,明确其对日光温室樱桃番茄生长及产量的影响,旨在为生产实践中合理选择和使用保果剂提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料与地点

试验于 2023 年 9 月—2024 年 3 月在西北农林科技大学陕西泾阳蔬菜科技小院日光温室内进行。供试番茄品种为“粉妹二号”,属于樱桃番茄中无限生长类型,长势旺盛,丰产性好,果实圆球形,成熟果粉红色,单果重 20 g 左右。

试验中保果剂产品名称、使用浓度、主要成分(隐性成分未知)见表 1。

表 1 保果剂产品名称、使用浓度及主要成分

处理	使用浓度 (mg/L)	主要成分
座果王	10	$N+P_2O_5+K_2O \geqslant 400$ g/L
保果素	1	赤霉素
倍多粉 X6	0.6	Fe+Zn+B≥10.0%
防落素	1.2	对氯苯氧乙酸
糖猫	5	Zn+B≥10.0%、花粉酶、植酸、黄酮类化合物
果霉灵	10	Ca+Fe+Zn≥130 g/L
克得灵	0.67	甲基硫菌灵 52.5%、乙霉威 12.5%
蝴蝶恋	4	氨基酸≥100 g/L Mn+Zn≥20 g/L
坐果 100	0.6	Fe+Zn+B≥10.0%
果霉康	6.7	Zn+B≥20 g/L、生长素

1.2 方法

供试材料于 2023 年 9 月 19 日统一播种,穴盘育苗,10 月 17 日定植于日光温室内。采用蚯蚓肥简易槽式栽培模式,双行定植,栽培株行距为 35 cm×40 cm,操作行 160 cm。缓苗后覆盖银灰地膜,膜下滴灌。试验共 11 个处理,标记为 T1:座果王;T2:保果素;T3:倍多粉 X6;T4:防落素;T5:糖猫;T6:果霉灵;T7:克得灵;T8:蝴蝶恋;T9:坐果 100;T10:果霉康;CK:振荡授粉。每个处理 3 次重复,处理间随机排列,边缘各有 1 垄作为保护行。番茄于 11 月 8 日开始喷花,每穗花进行 2 次保果处理,在果穗基部 3~4 朵花盛开、2~3 朵半开时进行第 1 次喷花处理,药剂尽可能喷于离层处,间隔 7 天左右喷施第 2 次,于同一果穗中前部花。选温度在 20~25 ℃的时间内喷花,按照产品推荐施用浓度进行喷施。对照组番茄植株保果采用振荡授粉方法。

每处理随机抽取 5 株挂牌,从第 1 次喷花开始,每隔 15 天,测定株高和茎粗(用游标卡尺在植株距离距基质表面 3 cm 处测量);喷花 10 次后,用叶面积扫描仪测定叶面积;盛果期,从 5 株挂牌单株上的第三穗果取样测定品质,每个处理分别随机抽取 5 个达到商品成熟度的正常果实,测定其单果重、果形指数、果实可溶性糖含量、有机酸、维生素 C 含量、番茄红素、可溶性固形物含量。采用蒽酮比色法测定可溶性糖含量[5]、NaOH 滴定法测定有机酸含量[6]、钼蓝比色法测定维生素 C 含量[7]、分光光度计法测定番茄红素含量[8],比较喷施不同保花保果药剂对番茄品质影响。在结果期间,以小区为单位,统计产量最后折算平均 667 m^2 产量。

1.3 数据处理与分析

采用 Excel 2003 整理数据,IMB SPSS Statistics 26 统计分析,GraphPad Prism 8 作图。

2 结果与分析

2.1 不同保果剂对番茄营养生长的影响

2.1.1 不同保果剂对番茄株高的影响 从表 2 可以看出,各处理下不同时期番茄株高均存在差异。11 月 11 日,各处理间无显著差异;11 月 26 日至次年 1 月 30 日,各处理株高大幅度增长,且最终都高于 CK,T6 处理株高显著高于其他处理,与 CK 差异最为显著,增加了 32.18%;1 月 30 日,各处理株高大小为 T6>T4>T5>T8>T7>T10>T1>T9>T2>T3>CK,说明各保果剂均有促进植株高度增加的

作用。

表 2　不同保果剂对番茄株高的影响　(cm)

处理	11 月 11 日	11 月 26 日	12 月 27 日	1 月 30 日
CK	43.67±5.51ab	78.33±4.93abc	130.00±4.36d	174.00±6.56f
T1	41.37±1.53ab	75.67±8.62bc	139.33±3.21bc	201.33±4.51cd
T2	40.67±3.79ab	82.00±1.73ab	137.00±1.00bc	193.67±3.21de
T3	41.67±3.79ab	81.00±3.61abc	133.00±2.65cd	189.00±1.00e
T4	43.33±5.51ab	82.67±2.52ab	139.33±4.04bc	211.33±6.11b
T5	44.33±0.58a	75.67±2.08bc	138.67±2.08bc	209.67±1.53bc
T6	41.67±1.15ab	84.67±1.53a	149.67±6.35a	230.00±5.00a
T7	42.00±3.61ab	79.33±3.51abc	135.67±2.08bcd	206.33±10.26bc
T8	41.00±1.00abc	81.00±1.00abc	141.33±5.69b	206.67±7.57bc
T9	43.67±2.08ab	81.33±3.06abc	137.33±1.15bc	200.33±2.52cd
T10	43.00±1.00ab	74.67±1.53c	138.67±3.06bc	203.67±1.53bc

注:小写字母表示处理间差异显著($P < 0.05$)。下同。

2.1.2　不同保果剂对番茄茎粗的影响　如表 3 所示,在测定的时段内,各处理及 CK 的茎粗呈现不断增长的趋势;11 月 11 日至 12 月 27 日,各处理之间、处理与 CK 间差异不显著;至次年 1 月 30 日,各处理茎粗与 CK 相比均有显著性差异,其中 T6 处理的茎粗较 CK 降低了 36.35%,且与 T8 处理和 CK 差异显著;T6 处理茎粗增幅最小,为 27.77%,CK 茎粗增幅高于其他处理,达到 49.15%;该结果表明各保果处理对番茄植株茎粗均有显著抑制作用,T6 处理抑制作用最大,T8 处理抑制作用最小。

表 3　不同保果剂对番茄茎粗的影响　(mm)

处理	11 月 11 日	11 月 26 日	12 月 27 日	1 月 30 日
CK	7.44±0.14ab	9.98±0.64ab	11.51±1.12ab	14.63±1.06a
T1	8.17±0.25ab	8.35±0.23b	11.49±0.52ab	13.1±0.50bc
T2	7.47±0.69ab	9.29±1.28ab	11.88±0.41a	12.63±0.38bc
T3	7.05±0.47b	9.13±0.85ab	11.05±0.13ab	11.83±0.32cd
T4	8.28±0.55a	9.86±10ab	10.96±0.95ab	12.2±0.26bc
T5	7.67±0.61ab	9.72±0.68ab	11.22±0.96ab	12.63±0.15bc
T6	7.75±0.7ab	10.22±0.95a	10.52±0.43b	10.73±0.31d
T7	7.48±0.93ab	9.15±0.68ab	11.67±0.50ab	13 .03±0.32bc
T8	8.2±0.91ab	8.91±0.89ab	11.02±0.67ab	13.2±0.70b
T9	8.26±0.25a	9.2±0.37ab	11.97±0.43a	13.13±1.59bc
T10	8.08±0.70ab	9.89±1.10ab	12.3±0.85a	12.97±0.25bc

2.1.3　不同保果剂对番茄叶面积的影响　由图 1 可见,不同处理的番茄叶面积与 CK 均存在显著性差异,表明应用不同保果剂时均对番茄的叶片生长产生抑制作用;T10 处理对番茄叶面积抑制效果最大,其叶面积仅为 CK 的 21.1%,T1、T3、T6、T7、T9 处理抑制效果次之,T2、T4、T8 处理抑制效果较小,T5 处理抑制效果最小,其叶面积为 CK 的 81.78%。应用不同保果剂保果时对番茄叶面积的抑制效果排序为:T10(果霉康)>T9(坐果 100)>T7(克得灵)>T6(果霉灵)>T1(座果王)>T3(倍多粉 X6)>T8(蝴蝶恋)>T4(防落素)>T2(保果素)>T5(糖猫)。

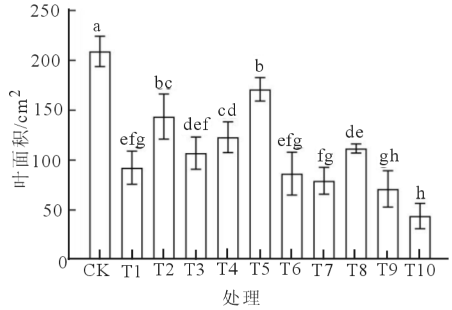

图 1　不同保果剂对番茄叶面积的影响

2.2　不同保果剂对番茄生殖生长的影响

2.2.1　不同保果剂对番茄生育期的影响　从表 4 可以看出,各保果处理的番茄第一穗果实的坐果期、转色期以及始收期均早于 CK;T6、T10 处理坐

果期较 CK 早 3 d,其余处理早于 CK 1~2 d;就转色期及始收期而言,T1 处理对比其他处理均延后,T6 处理使番茄第一穗果实的生育期明显提早。

表 4　不同保果剂对番茄第一穗果成熟期的影响(月-日)

处理	坐果日期	转色日期	始收日期
CK	11-22	01-05	01-15
T1	11-19	01-02	01-11
T2	11-21	12-30	01-09
T3	11-21	12-30	01-09
T4	11-21	12-31	01-10
T5	11-21	12-31	01-10
T6	11-18	12-27	01-05
T7	11-19	12-29	01-07
T8	11-19	12-29	01-07
T9	11-20	12-30	01-07
T10	11-18	12-29	01-07

2.2.2　不同保果剂对番茄坐果率的影响　由表 5 可知,T1、T2、T5 处理的番茄第一穗果实坐果率均高于 CK,T1、T2 处理坐果率均为 100%,T9 处理与 CK 相同,为 94.66%;从第二穗果至第三穗果的坐果率来看,T10 处理坐果率最低,低于 CK,其余处理的坐果率均高于 CK,但与 CK 差异不显著,T7 处理坐果率最高,均达到 97%以上;针对第四穗果实的坐果率,T5、T6 处理坐果率较低,分别为 85.32% 和 85.05%,除 T5、T6 处理之外,其余处理的坐果率均高于 CK,T3 处理最高,与 CK 存在显著性差异。由此可见,座果王(T1)、保果素(T2)、倍多粉 X6(T3)、坐果 100(T9)、蝴蝶恋(T8)处理的各穗果坐果率较高且稳定。

表 5　不同保果剂对番茄坐果率的影响　(%)

处理	第一穗果	第二穗果	第三穗果	第四穗果
CK	94.66±4.64ab	89.32±5.18ab	92.11±6.99ab	87.11±6.71bc
T1	100.00±0a	92.10±0.37ab	93.57±1.24ab	92.75±2.04abc
T2	100.00±0a	90.11±3.81ab	90.74±2.19ab	92.49±4.33abc
T3	93.94±5.25ab	94.19±5.04ab	91.29±2.69ab	95.69±3.74a
T4	91.88±0.37b	89.75±8.88ab	92.31±7.69ab	88.72±5.3abc
T5	97.22±4.81ab	89.96±2.94ab	94.29±5.15ab	85.32±2.41c
T6	92.10±7.7b	92.1±0.37ab	95.06±4.29ab	85.05±7.11c
T7	92.96±2.44ab	97.22±4.81a	97.62±4.12a	88.41±1.67abc
T8	92.07±0.69b	94.45±4.81ab	95.56±7.7ab	93.82±1.9ab
T9	94.66±4.64ab	92.06±8.36ab	92.91±1.05ab	92.74±2.18abc
T10	92.1±0.37b	86.25±5.43b	87.78±5.09b	89.28±4.1abc

2.3　不同保果剂对番茄产量的影响

如表 6 所示,不同保果剂对供试番茄品种的产量影响效果不同;T1、T2、T10 处理单果重较 CK 差异显著,T1 处理单果重最大,达到 24.34 g;T2 处理下的番茄产量显著高于其它处理,T1、T5、T6、T7 较 CK 显著减产,减产幅度以 T6 处理最大,达 35.02%,其余处理较 CK 无显著差异;就果形指数而言,T2、T3、T4 处理最大,接近 1.0,近圆球形,与 CK 相比无显著性差异,果形较为均匀;但 T6、T10 处理果形指数变小,果实变长。不同保果剂对樱桃番茄粉妹二号产量提升效果为:T2(保果素)>T4(防落素)>T3(倍多粉 X6)>T9(坐果 100)>CK(振荡授粉)>T8(蝴蝶恋)>T10(果霉康)>T7(克得灵)>T1(座果王)>T5(糖猫)>T6(果霉灵)。

表 6　不同保果剂对番茄产量的影响

处理	单果重/g	小区产量/kg	667 m^2 产量/kg	果形指数
CK	16.68±3.65d	54.96±2.74bc	5 111.03±255.1bc	0.92±0.02abc
T1	24.34±5.17a	49.83±2.38de	4 634.42±221.41de	0.95±0.03ab
T2	22.88±5.81ab	61.31±0.95a	5 701.64±88.09a	0.97±0.01a
T3	18.18±2.0cd	55.09±4.55bc	5 123.27±422.91bc	0.98±0.02a
T4	21.36±0.97abcd	59.16±1.66ab	5 501.27±154.01ab	0.97±0.06a
T5	17.19±1.51d	48.28±2.85e	4 490.04±265.05e	0.9±0.02bc
T6	17.94±4.19cd	35.71±1.34f	3 320.92±124.84f	0.87±0.04c
T7	19.63±2.15bcd	49.73±2.84de	4 625.01±263.89de	0.91±0.04abc
T8	17.93±2.48cd	53.55±3.68cd	4 979.84±342.78cd	0.89±0.03bc
T9	18.03±1.06cd	55.3±2.98bc	5 142.81±277.21bc	0.9±0.02bc
T10	22.25±2.92abc	51.98±1.58cde	4 834.13±146.51cde	0.85±0.11c

2.4 不同保果剂对番茄品质的影响

由表 7 可知,不同保果剂均会影响番茄的品质;就可溶性糖含量而言,各个处理的番茄果实可溶性糖含量较 CK 均有所降低, T9、T10 处理与 CK 无显著性差异,其余处理与 CK 间差异显著,其中 T1 和 T6 处理与 CK 相比分别显著降低了 70.1% 和 88.93%;就有机酸含量而言,除 T1 和 T3 处理外,其余处理均显著低于 CK,T10 处理有机酸含量最低,较 CK 降低 25.58%;T1~T9 处理的番茄果实维生素 C 含量均显著高于 CK,以 T3 处理增加幅度最大;各处理的果实中番茄红素含量均显著高于 CK,增幅为 8.96%~121.65%,以 T3 处理提升效果最大;就糖酸比而言,除 T9 和 T10 处理外,其余处理均不同程度上低于 CK,T2、T7 和 T9 处理与 CK 差异不显著,T1 和 T6 处理糖酸比值相对较小,分别显著低于 CK 82.36%和 71.37%。

采用平均隶属度对番茄果实品质进行综合评价,排名为 T3(倍多粉 X6)>T2(保果素)>T9(坐果 100)>CK(振荡授粉)>T7(克得灵)>T4(防落素)>T8(蝴蝶恋)>T10(果霉康)>T5(糖猫)>T6(果霉灵)>T1(座果王)。由此可以看出,用 T2(保果素)、T3(倍多粉 X6)、T9(坐果 100)处理的番茄品质综合表现较好。

表 7 不同保果剂对番茄果实品质的影响

处理	可溶性糖 /%	有机酸 /%	维生素 C (mg/100g)	番茄红素 (μg/g)	糖酸比	平均隶属度
CK	4.95±0.24a	0.54±0.01b	16.43±0.51d	36.62±0.32k	9.1±0.36bc	0.49
T1	2.91±0.14f	0.58±0.02a	23.19±0.78c	42.59±1.75i	4.99±0.26g	0.31
T2	4.54±0.05bc	0.51±0.03cd	33.17±1.03ab	75.84±1.6b	8.92±0.48bcd	0.71
T3	4.36±0.2c	0.53±0.02bc	36.34±6.9a	81.17±1.06a	8.19±0.68de	0.79
T4	3.27±0.03e	0.49±0.01def	32.37±7.99ab	65.17±0.56d	6.67±0.19f	0.44
T5	3.37±0.05e	0.48±0.01ef	29.39±6.25abc	47.25±0.95h	6.97±0.08f	0.36
T6	2.62±0.08f	0.49±0.02de	28.71±0.21bc	70±0.16c	5.31±0.23g	0.32
T7	3.93±0.04d	0.47±0.01f	29.83±1.07abc	55.44±0.4e	8.42±0.17cde	0.47
T8	3.8±0.03d	0.49±0.01def	28.46±0.52bc	50.13±0.42g	7.8±0.14e	0.43
T9	4.83±0.44ab	0.5±0.01de	32.19±1.57ab	53.77±0.94f	9.6±0.94b	0.65
T10	4.71±0.19ab	0.43±0.02g	16.43±0.39d	39.9±0.56j	10.88±0.74a	0.39

3 讨论与小结

近年来,保花保果剂以提高坐果率和产量、成本低、效益高等优点,被人们广泛使用,但一些保果剂使用后易造成激素中毒,并不能达到理想的效果[9]。研究表明,保果剂能显著影响番茄植株的生长[10~12],一些保果剂属于类似植物激素类物质,生理活性高,对植株刺激性强,有些保果剂未得到充分验证或试验证明,应用后会影响生产[13],因此,根据不同的生产需求来正确选择保果剂至关重要。本研究结果显示,尽管不同保果剂对番茄的茎粗和叶片生长均存在抑制作用,但能缩短番茄果实的生长期,选择使用适宜的保果剂可提高番茄坐果率、产量和品质,改善果形指数,这与颜培玉的研究结果一致[14]。施用果霉灵对番茄茎粗和叶面积抑制作用最大,而施用倍多粉 X6、蝴蝶恋、糖猫保果时对番茄茎粗和叶面积抑制作用较小。座果王、保果素、倍多粉 X6、坐果 100、蝴蝶恋保果处理时第 1 到 4 穗果坐果率较高且稳定,保果素、倍多粉 X6、防落素处理时单果重和果形指数较高,保果素处理下的番茄产量显著高于其余处理,座果王、糖猫、果霉灵、克得灵较对照显著减产,各处理的番茄有机酸含量整体下降,但维生素 C 和番茄红素均有不同程度的提高,保果素、倍多粉 X6、坐果 100 较其他处理果实的糖酸比显著增加,口感更为浓郁。

(下转第 51 页)