

## 包装透气性对串番茄保鲜效果的影响

韦强, 满杰, 钱井 (北京市农业技术推广站, 北京 100029)

**摘要** 以串番茄为研究对象, 对塑料包装盒设置了1孔、2孔、3孔、4孔4种透气性处理(透气孔面积与容积之比分别为1/350、2/350、3/350和4/350), 研究了在12和16℃的货架温度下串番茄的保鲜效果。结果表明, 在12℃条件下2孔和16℃条件下3孔处理的包装盒内, 空气相对湿度在货架中后期均稳定在93%~95%, 串番茄果枝新鲜度较好, 果实未出现明显的失水萎蔫状态, 可溶性固形物含量稳定; 货架期间, 各处理串番茄的可滴定酸含量逐渐下降, 中后期的固酸比高于初期。总之, 12℃条件下2孔和16℃条件下3孔的包装盒对串番茄保鲜效果较好。

**关键词** 串番茄; 包装; 透气性; 货架期; 保鲜效果

**中图分类号** TS255.3 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2023)06-0182-04

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.06.044



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Effect of Air Permeability Packaging on Preservation of Truss Tomato

WEI Qiang, MAN Jie, QIAN Jing (Beijing Agricultural Technology Extension Station, Beijing 100029)

**Abstract** Under the 12, 16 °C storage conditions, the preservation effect of four kinds of permeability treatment including 1, 2, 3 and 4 holes of the plastic packaging box on truss tomato were studied. The results showed that, during the middle and late shelf period, the relative humidity of air in 2-well boxes at 12 °C and 3-well boxes at 16 °C was stable at 93%~95%, the branch freshness of tomato was good and had no obvious dehydration wilting, the content of soluble solid was stable. During the shelving period, titratable acid content of tomatoes decreased gradually, and the ratio of solid acid in middle and late period was higher. In conclusion, the package box with 2 holes and 3 holes at 12 °C and 16 °C had better fresh-keeping effect.

**Key words** Truss tomato; Package; Air permeability; Shelf life; Preservation effect

串番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)又称为穗番茄, 是国际上最新育成、流行的一类整穗成熟、成串采收上市的番茄新品种<sup>[1-2]</sup>。串番茄果穗呈鱼骨状, 整串果实排列整齐, 果实大小、形状和色泽整齐一致, 由于商品性好而深受消费者的欢迎。与传统单个采收上市的番茄相比, 串番茄的保鲜不仅要减少果实失水萎蔫、腐烂变质和营养流失, 还要保持果串完整不空粒, 减轻果枝失水干枯或受潮长霉现象。研究表明, 串番茄与普通番茄在贮藏期间果实品质指标的变化存在较大差异<sup>[3]</sup>, 目前对于普通番茄货架期与耐贮性相关性状的变化已有很多研究<sup>[4-5]</sup>, 但对于串番茄货架期的保鲜包装技术研究鲜有报道。笔者以串番茄为研究对象, 采用塑料盒包装, 通过设置不同透气性状, 测定货架期间包装盒内空气相对湿度, 以及串番茄失重率、果枝新鲜度、可溶性固形物含量、可滴定酸含量的变化规律, 确定串番茄在一定温度条件下包装盒的适宜透气性, 以期降低串番茄货架期间损耗提供理论依据。

## 1 材料与方

**1.1 试验材料** 供试番茄品种为Juanita, 单穗保留12颗果实, 2021年2月15日购自北京宏福农业发展有限公司, 选取中熟期、当天采摘、大小均匀、无病虫害、无机械损伤的果穗, 泡沫箱包装, 1h内运至北京市农业技术推广站农产品贮藏加工实验室12℃冷库, 隔天备用。

**1.2 试验设备** 冷库, 天津捷盛东辉保鲜科技有限公司; Easy2-15超纯水系统, 上海康雷分析仪器有限公司; AR2202CN电子天平, 奥豪斯仪器(上海)有限公司; L92-1

温湿度仪, 杭州路格科技有限公司; PAL-1数显式折光仪, 日本爱拓。

**1.3 试验方法** 番茄采用PET塑料盒包装, 在包装盒上表面打大小相同的圆孔, 通过设置圆孔数量来调节包装盒的透气性。按照透气孔面积与容积的比值设置4个透气性处理, 分别为1/350(1孔)、2/350(2孔)、3/350(3孔)和4/350(4孔), 每个处理30盒, 每盒包装1穗番茄, 每个处理设3次重复。包装后分别放至12、16℃的货架温度环境中, 每天检测包装盒内空气相对湿度, 每2d检测串番茄的失重率、果枝新鲜度、可溶性固形物含量和可滴定酸含量。

### 1.4 测定项目与方法

**1.4.1 失重率。**参考刘清化等<sup>[6]</sup>的方法, 按公式(1)计算:

$$R = \frac{n_0 - n_1}{n_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中,  $R$ 为失重率, %;  $n_0$ 为贮藏前蔬菜质量, g;  $n_1$ 为贮藏后蔬菜质量, g。

**1.4.2 果枝新鲜度。**按照赋值方法, 根据果枝不同新鲜程度分别赋值, 新鲜度越高得分越高。

串番茄新鲜度评价标准: 5, 果枝翠绿色, 枝骨新鲜饱满、硬挺, 萼片平展; 4, 果枝翠绿色, 枝骨较新鲜饱满、硬挺, 萼片轻微上翘; 3, 果枝轻微发黄, 枝骨轻微收缩、萎蔫, 萼片上翘; 2, 果枝发黄, 枝骨皱缩、萎蔫, 萼片卷缩, 或轻微长霉、腐烂; 1, 果枝发黄, 枝骨、萼片干枯, 或长霉、腐烂。

**1.4.3 可溶性固形物含量。**选取果穗中第6、7个果实, 根据NY/T 2637—2014, 采用手持折光仪进行测定。

**1.4.4 可滴定酸含量。**选取果穗中第6、7个果实, 根据GB/T 12456—2008, 采用自动电位滴定法进行测定。

**1.4.5 固酸比。**可溶性固形物含量与可滴定酸含量的比值。

**基金项目** 北京市科委项目(Z201100008020013); 北京市农业科技项目。  
**作者简介** 韦强(1968—), 男, 广西钦州人, 正高级农艺师, 硕士, 从事农产品贮藏与加工技术研究与推广。

**收稿日期** 2022-04-06

1.5 数据处理 采用 Excel 2016 进行数据处理及作图分析。

## 2 结果与分析

2.1 透气性对包装盒内空气相对湿度的影响 适宜的空气湿度是保持果蔬新鲜状态的重要因素之一,研究表明番茄保鲜包装的适宜空气相对湿度为 90%~95%<sup>[7]</sup>。由图 1 可知,随着透气孔数的增加,串番茄包装盒内的空气相对湿度呈逐渐下降趋势,即透气性越大空气相对湿度越小;随着货架时间延长,包装盒内的空气相对湿度初期逐渐提高,之后基本

保持稳定状态。对比 2 种温度条件下包装盒内的空气相对湿度,12 ℃ 下除 1 孔处理的空气相对湿度高于 16 ℃ 下,其他相同透气性处理的空气相对湿度均低于 16 ℃;12 ℃ 下 2 孔处理与 16 ℃ 下 3 孔处理相比,中后期的空气相对湿度基本接近,总体稳定在 93%~95%。说明通过设置透气性可以调节包装盒内的空气湿度,且在不同温度下相同透气性包装盒内的空气相对湿度存在差异,即包装盒透气性的设置需要因货架环境温度而异。

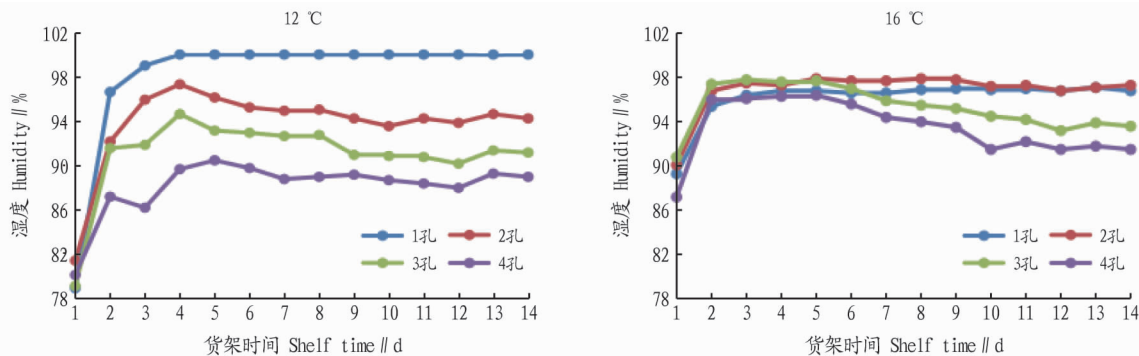


图 1 透气性对包装盒内空气相对湿度的影响

Fig.1 Effect of air permeability on the relative humidity of the air in the packaging box

2.2 透气性对串番茄果枝新鲜度的影响 果枝新鲜度是评价串番茄商品性的重要指标之一,果枝新鲜度越高,串番茄商品性越好,反之串番茄商品性越差。从表 1 可以看出,12 ℃ 下果枝新鲜度从高到低依次为 2 孔、1 孔、3 孔和 4 孔,其中 2 孔处理的果枝在试验期间始终呈最佳的新鲜状态,1 孔处理、3 孔处理和 4 孔处理分别在第 9 天、第 7 天和第 5 天出现萼片轻微上翘的现象,3 孔处理和 4 孔处理分别在第 12 天和第 11 天出现果枝轻微发黄、枝骨轻微收缩萎蔫、萼片上翘等现象。16 ℃ 条件下果枝新鲜度从高到低依次为 3 孔、2 孔、1 孔和 4 孔,其中 3 孔处理的果枝在试验期间始终呈最佳

的新鲜状态,2 孔处理、1 孔处理和 4 孔处理分别在第 10 天、第 5 天和第 3 天出现萼片轻微上翘的现象;至货架后期 1 孔处理果枝出现长霉、腐烂现象,4 孔处理果枝发生干枯、萎蔫现象。结合包装盒内空气湿度情况进行分析,当透气性偏小时,包装盒内空气相对湿度偏高,串番茄果穗特别是果枝、萼片容易长霉、腐烂;当透气性偏大时,包装盒内空气相对湿度偏低,串番茄果穗特别是果枝、萼片容易失水、干枯。对比 2 种温度下果枝新鲜度,12 和 16 ℃ 条件下果枝新鲜度较好的处理分别为 2 孔和 3 孔,总体而言,12 ℃ 下的果枝新鲜度优于 16 ℃。

表 1 透气性对串番茄果枝新鲜度的影响

Table 1 Effect of air permeability on the freshness of truss tomato fruit branches

天数 Days//d	12 ℃				16 ℃			
	1 孔	2 孔	3 孔	4 孔	1 孔	2 孔	3 孔	4 孔
1	5	5	5	5	5	5	5	5
2	5	5	5	5	5	5	5	5
3	5	5	5	5	5	5	5	4
4	5	5	5	5	5	5	5	4
5	5	5	5	4	4	5	5	3
6	5	5	5	4	4	5	5	3
7	5	5	4	4	4	5	5	2
8	5	5	4	4	4	5	5	2
9	4	5	4	4	3	5	5	2
10	4	5	4	4	3	4	5	2
11	4	5	4	3	3	4	5	1
12	4	5	3	3	2	3	5	1
13	4	5	3	3	2	3	5	1
14	4	5	3	3	2	3	5	1

2.3 透气性对串番茄失重率的影响 一般认为,呼吸作用和蒸腾作用是引起果实重量损失的重要原因<sup>[8]</sup>,分别引起水分散失和干物质消耗,其中失水是失重的主要原因<sup>[9]</sup>。失重率的变化是衡量生鲜农产品保鲜效果的主要指标之一,失重率越高表明农产品水分散失越快,产品新鲜度越低。从图 2 可

以看出,随着货架时间的延长,串番茄的失重率逐渐升高,且包装盒透气孔数量越多,番茄的失重率越大,不同透气性处理间存在显著差异。对比 2 种温度条件下串番茄的失重率,12 ℃ 下的串番茄失重率低于 16 ℃ 下,即货架温度越高失重率越大。一般而言,当园艺产品的失重率达 5% 时,就呈现明

显的萎蔫状态<sup>[8]</sup>,试验中仅有16℃下4孔处理的果实在货

架后期呈现明显萎蔫状态。

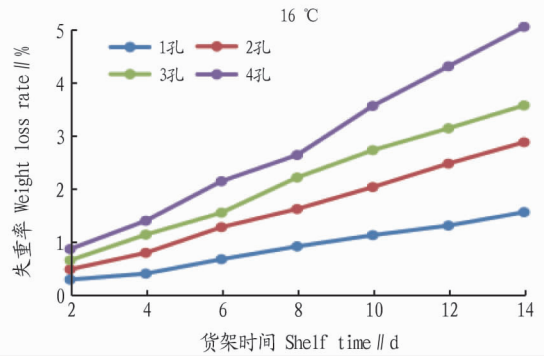
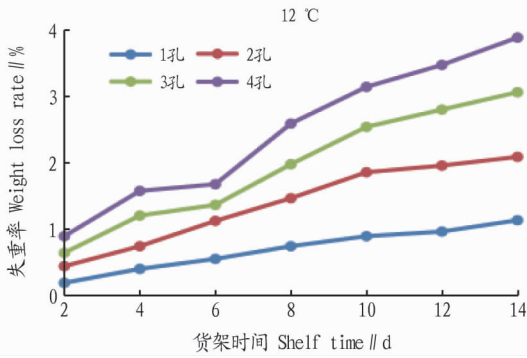


图2 透气性对串番茄失重率的影响

Fig.2 Effect of air permeability on weight loss rate of truss tomato

**2.4 透气性对串番茄可溶性固形物含量的影响** 可溶性固形物含量是果实品质的主要指标之一,也是影响果实风味品质的重要因素<sup>[10]</sup>。从图3可以看出,总体上不同透气性处理的串番茄在货架期的可溶性固形物含量均呈先上升后下降的趋势,不同处理间无显著差异,这可能是因为贮藏前期串番茄发生后熟作用,使淀粉等多糖转化为可溶性糖进而使可

溶性固形物含量上升;贮藏后期番茄呼吸代谢以及成熟衰老作用,导致可溶性固形物含量下降<sup>[11]</sup>;在12和16℃下,货架期6d时串番茄可溶性固形物含量达到峰值;总体而言,12℃下2孔处理,以及16℃下3孔处理的串番茄,货架期间的可溶性固形物含量变化相对平缓。

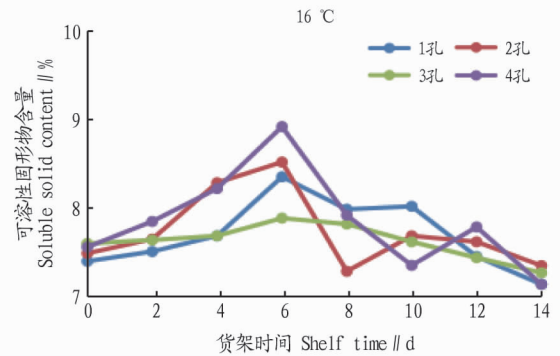
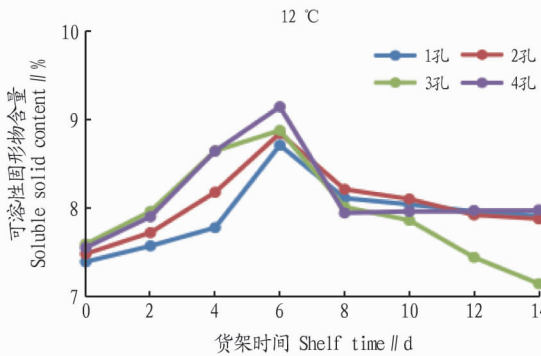


图3 透气性对串番茄可溶性固形物含量的影响

Fig.3 Effect of air permeability on soluble solid content of truss tomato

**2.5 透气性对串番茄可滴定酸含量的影响** 可滴定酸含量是衡量果蔬贮藏过程中的重要品质指标<sup>[12]</sup>。果蔬采后有有机酸的分解代谢与呼吸作用有关<sup>[13]</sup>,贮藏过程中,有机酸作为呼吸作用和各类物质转化的底物而不断被消耗<sup>[14]</sup>。从图4可以看出,总体上不同透气性处理的串番茄在货架期的可滴

定酸含量均呈逐渐下降趋势,货架后期,透气性较高的处理可滴定酸含量下降较慢,但不同透气性处理间无显著差异;12℃下可滴定酸含量下降速率较16℃下缓慢,即货架中后期12℃下串番茄的可滴定酸含量高于16℃下。

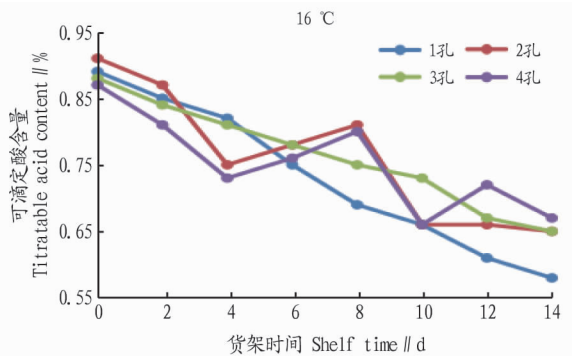
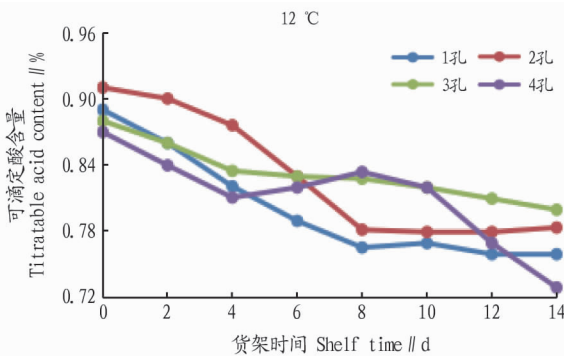


图4 透气性对串番茄可滴定酸含量的影响

Fig.4 Effect of air permeability on titratable acid content of truss tomato

**2.6 透气性对串番茄固酸比的影响** 固酸比是可溶性固形

物含量与可滴定酸含量的比值,是影响番茄风味的重要因



素,要使番茄具有良好的风味,应在较高的含糖量基础上有合适的糖酸比<sup>[14]</sup>。从图5可以看出,12℃下除4孔外,不同透气性处理串番茄的固酸比呈先上升后下降的趋势,总体上番茄货架中后期的固酸比高于初期,且在货架期6d时达到

峰值。16℃下1孔和3孔处理串番茄的固酸比随着货架期的延长而不断升高;2孔和4孔处理串番茄的固酸比呈先上升后下降再上升的趋势,货架中后期的固酸比高于初期,分别在货架期10和6d时达到峰值。

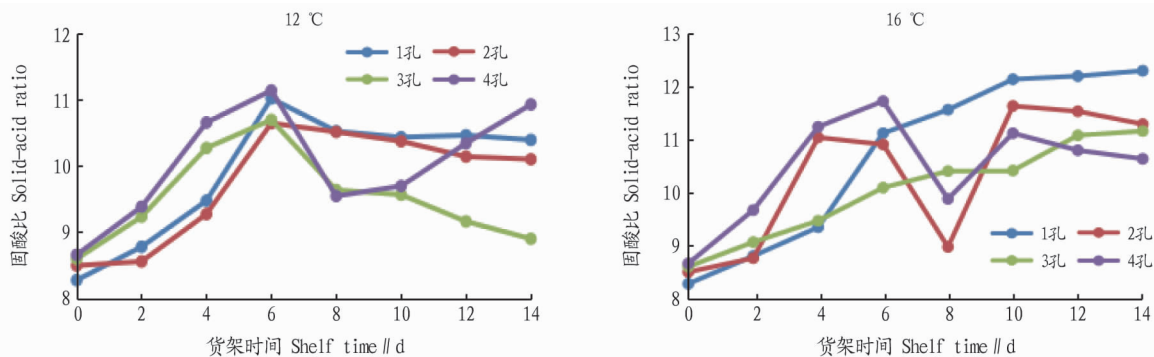


图5 透气性对串番茄固酸比的影响

Fig.5 Effect of air permeability on solid-acid ratio of truss tomato

### 3 结论与讨论

串番茄对果梗及果实整体感官品质要求较高,果梗不新鲜、果实失水是影响产品品质的重要因素,串番茄水分含量高,由于机体的呼吸作用和蒸腾作用等代谢活动,造成物质的消耗,从而导致重量随贮藏时间的延长而越来越低<sup>[15]</sup>,降低了果实新鲜度。叶小平<sup>[13]</sup>研究发现,樱桃番茄的失水萎蔫、褐变是从果萼开始,通过对樱桃番茄果萼的保水护绿,可以达到延缓果粒软化劣变的目的,该试验利用透气性和温度设置,调节串番茄周围环境,可以抑制番茄呼吸,延缓衰老进程,12℃下的串番茄失重率低于16℃,且孔数越多果实失重率越高,12和16℃条件下包装盒分别打2孔和3孔能较好地保持果枝新鲜度。与王洋洋等<sup>[16]</sup>研究结果不同,可溶性固形物含量呈先上升后下降的趋势,这主要是因为采收时串番茄成熟度低,货架前期串番茄进行后熟作用,使淀粉等多糖转化为可溶性糖进而使可溶性固形物含量上升。可滴定酸含量是衡量番茄风味的重要指标,串番茄在货架期的可滴定酸含量呈逐渐下降的趋势,这与前人研究结果基本一致<sup>[12-13]</sup>,主要是因为货架中后期番茄可滴定酸作为呼吸基质及转换为糖类而不断降低<sup>[17]</sup>,12℃下串番茄的可滴定酸含量较16℃下高,表明温度对番茄可滴定酸含量有一定的影响,12℃可以减缓可滴定酸下降速度。

该试验对串番茄塑料包装盒设置了4个透气性处理,置于12、16℃这2种货架温度环境中,在12℃下,2孔(透气孔面积与容积之比为2/350)和3孔(16℃下透气孔面积与容积之比为3/350)的包装盒内,空气相对湿度在货架中后期均稳定在93%~95%,串番茄果枝新鲜度较好,果实未出现明显的失水萎蔫状态,可溶性固形物含量稳定;货架期间,各处理串番茄的可滴定酸含量逐渐下降,中后期的固酸比高于初

期。总体上看,12℃下串番茄失水萎蔫和可滴定酸含量下降缓慢,整体保鲜效果较好,但16℃条件下,各处理串番茄固酸比较高,且包装盒3孔处理果枝新鲜度较好,更符合节能减排的环保理念。

### 参考文献

- [1] 李孝,余花娣,韩靖玲.串番茄新品种红星302的选育[J].中国蔬菜,2019(7):79-81.
- [2] 陈义重,吴小雄,许聪蕾,等.串番茄早春大棚栽培品比试验[J].蔬菜,2019(9):74-76.
- [3] 王五宏,冯辉,徐娜,等.串番茄与普通番茄果实贮藏期间几种与果实品质相关指标的变化比较[J].植物生理学通讯,2008,44(1):93-96.
- [4] 刘淑梅,苏晓梅,刘磊,等.不同番茄品种的品质分析与评价[J].辽宁农业科学,2020(5):21-23.
- [5] 张莉,胡志峰,邵景成,等.番茄果实风味的组成及其影响因素研究综述[J].甘肃农业科技,2020(12):85-92.
- [6] 刘清化,龙成树,陈永春,等.不同保鲜处理对柠檬贮藏效果的研究[J].保鲜与加工,2016,16(3):21-26.
- [7] 王文生,杨少松.果品蔬菜保鲜包装应用技术[M].北京:印刷工业出版社,2008:129.
- [8] 潘廷跳,石停凤,文狄,等.魔芋葡甘聚糖复合膜液对樱桃番茄的保鲜效果[J].食品工业,2020,41(6):60-63.
- [9] 罗云波,生吉萍.园艺产品贮藏加工学[M].北京:中国农业大学出版社,2010:20.
- [10] 刘佳,乔丽萍,李喜宏,等.温度波动对樱桃番茄贮藏效果研究[J].食品研究与开发,2017,38(11):198-202.
- [11] 李佳,姜爱丽,胡文忠.采后蓝莓呼吸代谢及颜色变化研究[J].现代园艺,2012(19):3-4.
- [12] 李跃红,李伟岸,张东亚,等.不同包装对番茄采后生理及保鲜效果的影响[J].包装与食品机械,2017,35(6):1-6.
- [13] 叶小平.包装材料及方式对采后樱桃番茄品质的影响[D].扬州:扬州大学,2017.
- [14] 谭其猛.蔬菜育种[M].北京:农业出版社,1984:169-180.
- [15] 李昌宝,辛明,孙宇,等.组合保鲜技术对圣女果保鲜效果的影响[J].食品研究与开发,2020,41(3):123-129.
- [16] 王洋洋,钱玉娇,刘孟禹,等.PBAT/PCL环保包装袋在樱桃番茄保鲜中的应用[J].包装与食品机械,2021,39(4):24-30.
- [17] 王金玉.采后因子对番茄货架期腐烂及品质的影响[D].北京:中国农业科学院,2008.