

智能温室栽培番茄的品质及贮藏稳定性研究

毛方华, 陈华* (福建省农业科学院, 福建福州 350003)

摘要 为探讨南方智能温室栽培番茄的品质及贮藏特性, 结合福建省农业科学院国家(福清)农业科技创新与集成示范基地智能温室条件, 开展了番茄果实的贮藏稳定性研究。结果表明, 在4个试验番茄品种中, 农科2号果实品质最好, 其番茄红素和可溶性固形物含量分别为72.10 mg/kg和8.30%, V_c 含量为152.30 mg/kg, 糖酸比为19.41; 农科1号表现出较好的耐贮藏稳定性, 在室温贮藏6 d时烂果率最低(6.01%), 且其他品质指标的变化趋势也更为缓和。

关键词 番茄; 智能温室; 品质; 贮藏稳定性

中图分类号 S641.2 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)02-0194-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.02.053

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Study on the Quality and Storage Stability of Tomato Cultivated in Intelligent Greenhouse

MAO Fang-hua, CHEN Hua (Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350003)

Abstract In order to discuss the quality and storage characteristics of tomato cultivated in the intelligent greenhouse in southern regions, we combined with the intelligent greenhouse conditions of the National Fuqing Agricultural Science and Technology Innovation and Integration Demonstration Base of Fujian Academy of Agricultural Sciences to study the storage stability of tomato fruits. The results showed that among 4 test tomato cultivars, the fruit quality of Nongke No.2 was the best, the contents of lycopene and soluble solids were 72.10 mg/kg and 8.30% respectively, V_c content was 152.30 mg/kg and sugar-acid ratio was 19.41. Nongke No. 1 showed better storage stability, its rotten fruit rate was the lowest (6.01%), and the change trend of other quality indices was also more moderate.

Key words Tomato; Intelligent greenhouse; Quality; Storage stability

番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)具有维生素、番茄红素、有机酸等活性成分,能有效降低消化道癌、前列腺癌等多种疾病发生风险^[1-2]。番茄果实是典型的呼吸跃变型浆果,果实采后其内仍然进行着活跃的新陈代谢作用,在贮藏过程中极易变质腐烂,影响番茄品质,从而限制番茄贸易产业链的延伸^[3]。由于市场对番茄较大的消费需求,科研工作者对耐贮藏番茄品种进行了大量科研工作,关于适应南方高温、高湿环境的温室栽培番茄品种及其耐贮藏性的研究较少。近年来,福建省农业科学院在国家(福清)农业科技创新与集成示范基地重点示范推广智能温室蔬菜生产系统工程化实验室项目,番茄为智能温室重要的栽培品种。笔者结合福建省农业科学院福清基地智能温室的特点,开展了南方温室条件下番茄的耐贮藏稳定性研究,旨在为适应南方智能温室条件的耐贮藏番茄新品种的示范推广工作提供依据。

1 材料与方

1.1 智能温室条件 试验在福建省农业科学院国家福清农业科技创新与集成示范基地智能温室进行,智能温室采用模块化、装配式工艺建造而成,温室单体面积10 000 m²,肩高4.3 m,顶高6.5 m,配有电动顶部蝶式开窗系统、侧部电动自然通风系统、高压喷雾降温系统、电动内遮阳系统、轴流风机空气循环系统、封闭式防虫系统、出入口空气净化系统、水肥一体机化系统、环境监控系统及喷雾降温系统等,这些系统均可实现自动化控制。该温室采用无土基质栽培模式,采用水肥一体化灌溉系统,实现根据植物不同生长阶段需求及微生境条件下通过水肥管道定量灌溉。

1.2 试验材料与试验设计 试验番茄为筛选的4个无限生长类型品种,分别为农科1号、农科2号、农科3号和农科4号,采摘后选择成熟度一致、无伤病、带果蒂的果实为试验对象,在室温环境下开展耐贮藏性的比较试验,同时选择适宜品种在室温贮藏、室温遮光贮藏和冷库贮藏的条件下进行耐贮藏试验。试验开始15 d内每隔3 d测定1次,第15天后每隔5 d进行指标测定,试验重复3次。

1.3 试验仪器与设备 手持折射仪 MASTER-URC/N α ; 紫外-可见分光光度计(EV300PC, Thermo Fisher, USA)。

1.4 测定指标与方法 可溶性糖含量采用蒽酮比色法^[4]测定,可溶性固形物含量使用手持折光仪测定,可滴定酸含量采用酸碱滴定法测定, V_c 含量采用2,6-二氯酚酚法测定,番茄红素含量采用萃取比色法测定^[5]。按照以下公式计算烂果率:烂果率=烂果数/全部果实数 \times 100%。

1.5 数据统计与分析 应用Excel 2003软件进行绘图,使用DPS数据处理系统进行数据统计与分析。

2 结果与分析

2.1 番茄果实品质比较 由表1可知,4个番茄品种的综合品质存在差异,其中可溶性固形物含量农科2号最高(8.30%),农科1号最低(4.51%)。番茄红素是番茄果实中重要的品质指标之一。番茄红素含量农科2号最高(72.10 mg/kg),其次为农科4号(68.40 mg/kg),农科1号最低(39.70 mg/kg)。4个番茄品种糖酸比分别为农科1号12.84、农科2号19.41、农科3号20.38、农科4号19.48。由此可见,这4个番茄品种中综合品质较好的是农科2号。

2.2 室温环境下番茄耐贮藏性研究

2.2.1 番茄贮藏期间烂果率的变化。果实烂果率是评价番茄品种耐贮藏性最直接、最重要的指标^[6]。由图1可知,果实采摘后在室温环境贮存过程中会迅速腐烂。贮藏第6天各

基金项目 福建省农业科学院设施农业专项(FQ1405)。

作者简介 毛方华(1983—),男,福建福州人,助理研究员,硕士,从事食品科学研究。*通信作者,副研究员,硕士,从事经济作物研究。

收稿日期 2021-05-07

品种番茄烂果率均在 6.00% 以上,且不同品种番茄果实烂果率存在明显的品种间差异,其中农科 2 号烂果率最高(20.50%),其次为农科 4 号(10.25%),农科 3 号烂果率第三,农科 1 号烂果率最低(6.01%)。当贮藏 6 d 以上时,各品

种番茄果实烂果率会迅速增加。当贮藏 15 d 时,农科 3 号番茄果实烂果率超过 50.00%,农科 4 号烂果率为 26.70%。4 个番茄品种中,在室温贮藏条件下农科 1 号果实不易腐烂。

表 1 4 个番茄品种果实品质的比较

Table 1 The fruit quality comparison among 4 tomato cultivars

品种 Cultivar	可溶性固形物含量 Content of soluble solids//%	V _c 含量 V _c content mg/kg	可滴定酸含量 Titratable acid content//%	可溶性糖含量 Soluble sugar content g/kg	番茄红素含量 Lycopene content mg/kg	糖酸比 Sugar- acid ratio
农科 1 号 Nongke No.1	4.51±0.03 d	160.20±0.02 a	0.25±0.00 c	32.10±0.01 d	39.70±0.02 d	12.84
农科 2 号 Nongke No.2	8.30±0.08 a	152.30±0.02 b	0.29±0.00 b	56.30±0.01 b	72.10±0.01 a	19.41
农科 3 号 Nongke No.3	6.24±0.00 c	62.40±0.02 d	0.21±0.00 d	42.80±0.01 c	54.80±0.02 c	20.38
农科 4 号 Nongke No.4	7.43±0.08 b	126.20±6.67 c	0.33±0.07 a	60.20±1.34 a	68.40±0.71 b	19.48

注:同列不同小写字母表示品种间差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant differences between different varieties ($P<0.05$)

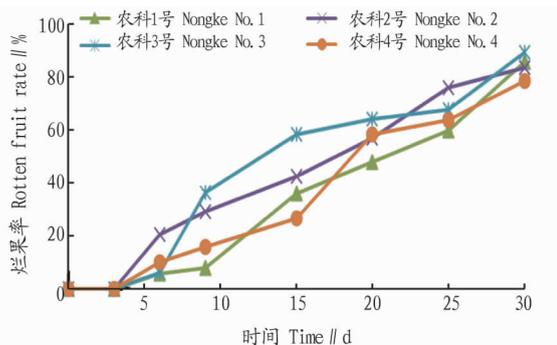


图 1 番茄贮藏期间烂果率的变化

Fig.1 The rotten fruit rate changes of tomato during the storage

2.2.2 番茄贮藏期间可溶性固形物含量的变化。可溶性固形物是可溶性糖、酸及酚类物质等混合物的总称^[1],其含量与番茄果实风味密切相关,可反映果实的成熟程度^[2],也是影响番茄经济效益的最直接因素。由图 2 可知,4 个番茄品种采后贮藏前期均有一个可溶性固形物积累的过程,可溶性固形物含量会随着贮藏时间的延长而逐渐增高,此后呈现下降的趋势,这与雷静等^[7]的研究结果相一致。4 个番茄品种可溶性固形物含量存在一些差异,其中农科 1 号可溶性固形物贮藏第 9 天出现最高值(5.30%),之后开始下降;农科 4 号可溶性固形物含量贮藏第 3 天最高,此后就开始下降;0 d 时农科 2 号的可溶性固形物含量为 8.30%,当贮藏第 6 天时可溶性固形物含量达到 9.40%,此后开始下降。由此可见,农科 2 号可溶性固形物含量最高,且受环境的影响最小。

2.2.3 番茄贮藏期间可滴定酸含量的变化。可滴定酸含量与番茄果实风味密切相关^[8],在果实贮藏初期是主要的呼吸基质,随着贮藏时间的延长而不断消耗^[9]。Fagundes 等^[10]研究表明樱桃番茄在冷藏过程中可滴定酸含量呈现明显下降的趋势。从图 3 可以看出,4 种番茄果实在采后贮藏过程中的可滴定酸含量随着贮藏时间的延长均呈现先升高后降低的变化趋势。农科 2 号和农科 3 号在采后第 15 天均达到最大值;农科 1 号和农科 4 号在第 9 天达到最大值,此后迅速下降。这可能是该研究中 4 个番茄品种果实采收成熟度的差异导致

可滴定酸合成与代谢途径不同而引起的。

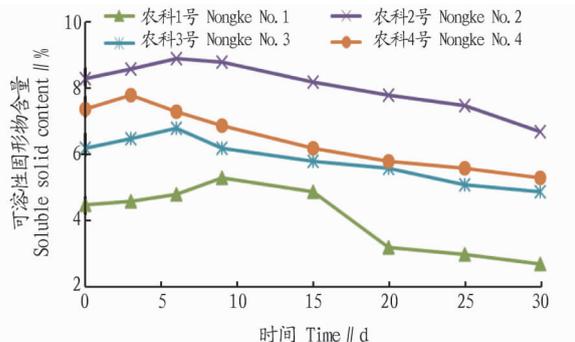


图 2 番茄贮藏期间可溶性固形物含量的变化

Fig.2 The soluble solid content changes of tomato during the storage

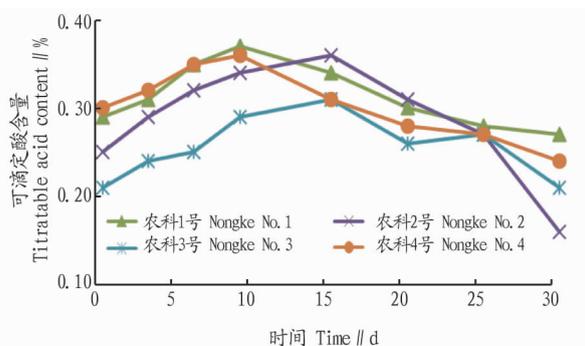


图 3 番茄贮藏期间可滴定酸含量的变化

Fig.3 The titratable acid content changes of tomato during the storage

2.2.4 番茄贮藏期间 V_c 含量的变化。维生素 C 是番茄果实中重要的营养成分之一,也是评判番茄营养价值的主要指标之一。智能温室番茄贮藏期间 V_c 含量的变化如图 4 所示。从图 4 可以看出,随着贮藏时间的延长,各品种番茄果实中的 V_c 含量均呈现出下降的趋势,这与 Fagundes 等^[10]的研究结果相一致。这可能是因为在番茄果实中 V_c 在贮藏过程中逐渐被氧化分解所致^[11]。0 d 时农科 1 号番茄果实中 V_c 含量最高(160.20 mg/kg),其次为农科 2 号,农科 3 号第三,农科 4

号最低。

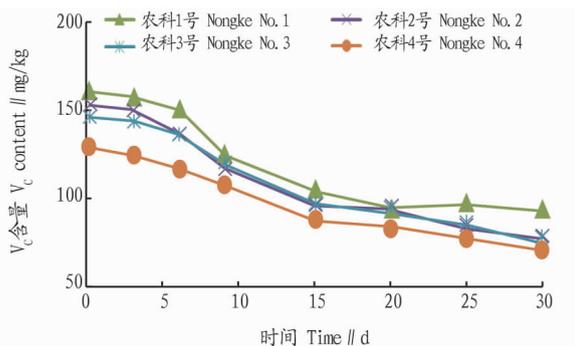


图4 番茄贮藏期间V_c含量的变化

Fig.4 V_c content changes of tomato during the storage

2.3 农科2号番茄耐贮运性研究 由图5~7可知,选择果实品质较好的农科2号作为耐贮运性试验对象,冷库贮藏6 d时烂果率为6.10%,V_c含量为140.48 mg/kg,可溶性固形物含量为8.64%;当冷库贮藏15 d时烂果率为19.70%。冷库贮藏下番茄果实V_c含量及可溶性固形物含量的下降速度较其他2种贮藏方式更慢,室温遮光贮藏与室温贮藏2种方式下番茄果实V_c含量及可溶性固形物含量的下降速度均较快。

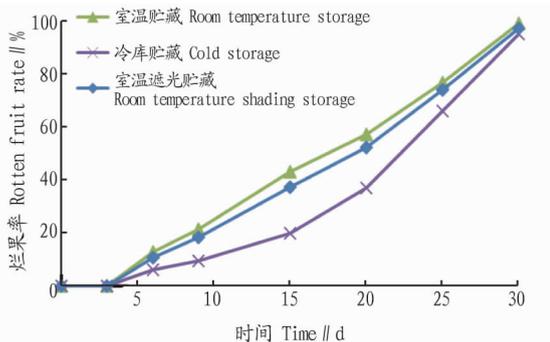


图5 农科2号烂果率的变化

Fig.5 The rotten fruit rate changes of Nongke No.2

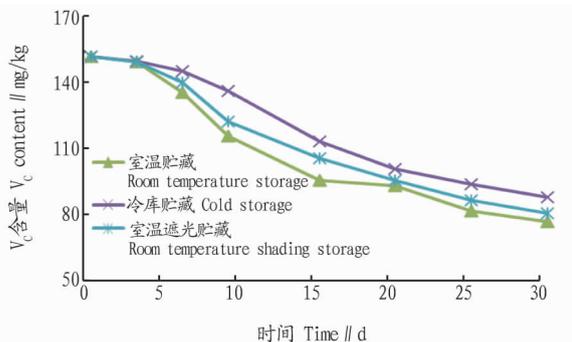


图6 农科2号V_c含量的变化

Fig.6 The changes of V_c content in Nongke No.2

3 结论与讨论

番茄果实品质的重要指标主要包括可溶性固形物含量、可滴定酸含量、V_c含量、番茄红素含量、糖酸比等。此外,番茄良好的风味品质要求合适的糖酸比^[12]。该研究结果表明,4个试验品种番茄果实的可溶性固形物含量与可溶性糖含量均呈线性正相关,这与罗颖^[13]的研究结果相一致。该

试验中农科3号糖酸比最高(20.38),其次为农科4号,农科1号最低;农科2号番茄红素含量及可溶性固形物含量均最高,分别为72.10 mg/kg和8.30%,V_c含量为152.30 mg/kg。这表明4个试验品种中番茄综合品质较好的是农科2号。

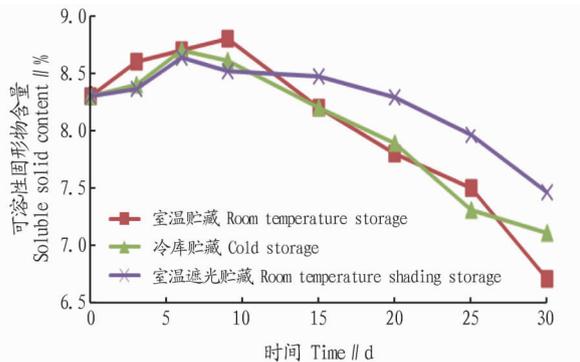


图7 农科2号可溶性固形物含量的变化

Fig.7 The changes of soluble solid content in Nongke No.2

番茄是典型的呼吸跃变型浆果,在贮藏过程中有明显的后熟现象,衰老速度快,且容易受到微生物的侵染,从而导致劣变和腐烂^[14],不利于贮藏和运输。贮藏温度^[15]、品种^[6]等均是影响番茄果实耐贮性的重要因素,不同番茄品种的耐贮性存在一定的差异。烂果率是番茄品种耐贮性最重要、最直接的指标。该研究中番茄果实在贮藏6 d时农科1号烂果率最低(6.01%)。在贮藏过程中,4个番茄品种可滴定酸和可溶性固形物含量均呈现先上升后下降的趋势,农科1号可溶性固形物含量贮藏第9天出现最高值(5.30%);可滴定酸含量的变化趋势与可溶性固形物含量的变化趋势相近,4个番茄品种间没有显著差异。综上所述,农科1号表现出较佳的耐贮藏特性。以农科2号为试验番茄品种,采用冷库贮藏方式可以有效减缓烂果以及延缓V_c含量和可溶性固形物含量的降低,表明冷库贮藏可以有效延长番茄果实的贮藏期。

参考文献

- [1] ODRIÓZOLA-SERRANO I, SOLIVA-FORTUNY R, MARTÍN-BELOSO O. Changes of health-related compounds throughout cold storage of tomato juice stabilized by thermal or high intensity pulsed electric field treatments [J]. Innovative food science and emerging technologies, 2008, 9(3): 272-279.
- [2] LIU C H, CAI L Y, LU X Y, et al. Effect of postharvest UV-C irradiation on phenolic compound content and antioxidant activity of tomato fruit during storage [J]. Journal of integrative agriculture, 2012, 11(1): 159-165.
- [3] 张海利, 孙娟, 庞子千. 番茄品质及耐贮运性研究 [J]. 江苏农业科学, 2012, 40(8): 257-258.
- [4] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 195-196.
- [5] 吕鑫, 侯丽霞, 张晓明, 等. 番茄果实成熟过程中番茄红素含量的变化 [J]. 中国蔬菜, 2009(6): 21-24.
- [6] 李国景, 徐志豪, 戴丹丽, 等. 无土栽培樱桃番茄的耐藏性与品种、EC和采收期的关系 [J]. 浙江农业学报, 1999, 11(1): 17-22.
- [7] 雷静, 张娜, 阎瑞香, 等. LED红蓝光照射保持樱桃番茄冷库贮藏品质 [J]. 农业工程学报, 2016, 32(9): 248-254.
- [8] 王愈, 王宝刚, 李里特. 静电场处理对贮藏番茄品质及生理变化的影响 [J]. 农业工程学报, 2009, 25(7): 288-293.
- [9] BUTA J G, MOLINE H E, SPAULDING D W, et al. Extending storage life of fresh-cut apples using natural products and their derivatives [J]. Journal of agricultural and food chemistry, 1999, 47(1): 1-6.

汇集、扩散、传播技术、市场等各种信息,加速农业和农村信息化进程。

3.9 绿色生态化 现代农业示范区(农高区)建设紧密围绕农业可持续发展和生态建设的总体目标,注重水土保持、培肥地力和林网建设,保护好当地的生态环境,形成农业生产的良性循环。

4 发展高新农业,打造国际农业合作交流平台

4.1 打造高新农业国际交流中心 广泛开展国际交流与合作,努力扩大开放,加速国际化进程,建成具有中国特色、农业特色的国际合作交流中心。以高新农业国际交流中心作为农业方面的合作交流平台,促进“一带一路”国家之间农业的密切合作与交流^[7]。

4.1.1 教育合作。现代农业示范区(农高区)要重视培养学生的国际视野和创新精神,努力与“一带一路”国家广泛开展交换生项目、短期交流项目、交换实习项目等农业学生交流项目,通过农业国际合作交流平台,在培养高素质农业人才的同时,提升青岛市的国际知名度和影响力。

(1)促进留学交流。借助国际开放城市优势,鼓励促进留学生交流,促进农业文化知识在“一带一路”沿线国家之间的传播,吸引更多的农业学子来我国学习和交流先进的农业技术知识。

(2)引进师资力量。注重教育在经济发展中的重要作用,大力引进一带一路沿线国家先进的师资力量,引导国家之间农业知识的相互传播。

4.1.2 科技合作。要积极开展与“一带一路”国家高水平大学和科研机构、国际组织和跨国公司实质性的科技合作,通过农业国际合作交流平台,大力发展与其他国家农业科技的科研合作。以农业国际合作交流平台作为纽带,在农产品精深加工技术、农业高新技术方面取得提升。

(1)高新技术的合作。以青岛市作为基点,通过国际合作交流平台促进高新技术的发展。随着信息化、智能化等科技的发展,高新农业技术在现代农业中起着不可忽视的作用。“一带一路”沿线国家之间高新农业技术的相互交流可以促进高新技术更好、更快地发展。

(2)深加工技术的合作。随着农业产品加工技术的发展,各类产品加工的热潮也随之而来。“一带一路”沿线国家的加工技术可以通过国际农业合作交流平台得到更好的发展。各个国家通过合作交流平台来进行加工技术的交流。

4.1.3 国际会议。为提升现代农业示范区(农高区)的农业科技力量和促进农业产业的国际化发展,要积极鼓励和支持

举办高水平的农业国际学术会议,提高农业科技水平,促进国家农业的高速发展。与农业技术先进的国家共同举办国际农业科技会议,促进青岛农业的发展,促进“一带一路”国家农业技术发展。

4.1.4 国际培训。为促进高新农业技术的推广,要积极加强与“一带一路”国家的深入交流。积极引进学生或者农业人才留学培训,通过国内科研机构、专业学校的专业知识以及农业技术的培训,加强各个国家之间在农业上的沟通。也可以将农业人才进行分配,提高“一带一路”国家农业技术水平。通过人才的引进或分配,可以更好地推动高新农业技术的发展。

4.2 打造高新农业国际会展 以青岛农业“国际客厅”为窗口,依托丰富的资源优势和运营管理经验,突出品牌化、专业化、国际化、特色化,瞄准国际、国内两个市场,着力引进培植总体实力强、辐射带动力大、社会贡献率高的会展项目。中国国际农产品交易会、中国国际农业机械展、全国工艺品交易会、全国饮料展等大型品牌展会已在陆续登陆西海岸新区。中铁博览城将分区展示高新农业技术在农业产业中的应用,要继续举办好青岛国际品牌农产品博览会、亚洲农业与食品产业博览会、青岛国际设施蔬菜品种展、“青岛农产品”国际展览会等,促进“一带一路”国家之间农业文化交流与合作。

参考文献

- [1] 黄景明,黄雨晨.“乡村振兴”战略下的新农业机遇探讨[J].农业工程技术,2020,40(30):67-68.
- [2] 金江军.新旧动能转换读本[M].北京:中共中央党校出版社,2018:78.
- [3] 张雯萱.11月,西海岸交出漂亮成绩单[J].走向世界,2019(50):45-49.
- [4] 梁崑,普建勇,石林.绘就美丽石林多彩画卷 书写幸福彝乡壮丽诗篇[N].昆明日报,2019-09-27(T01).
- [5] 范坤,梁晶.全域旅游背景下陕西省高新农业旅游发展研究[J].农村经济与科技,2019,30(16):40,43.
- [6] 巴园园.现代农业科技发展:以杨凌农业高新技术产业示范区为例[J].农村经济与科技,2017,28(10):28-29.
- [7] 山东省人民政府.山东省人民政府关于印发山东省新旧动能转换现代高效农业专项规划(2018—2022年)的通知[J].山东省人民政府公报,2018(23):1-15.
- [8] 崔旭东.基于信息化视角下智慧农业园区发展对策及研究[J].南方农机,2021,52(3):79-80.
- [9] 唐婧清,赵威,程钰森,等.物联网技术在智慧农业中的应用及发展模式创新[J].南方农机,2020,51(24):10-11.
- [10] 袁立新.乡村振兴战略背景下都市农业发展对策研究:以沈阳市沈北新区为例[J].农村经济与科技,2021,32(3):1-2.
- [11] 常艺馨.鸡西市现代农业发展问题研究[D].长春:吉林大学,2018.
- [12] 杜炜.包头市现代农业园艺示范园规划及其人才队伍建设的思路[D].杨凌:西北农林科技大学,2010.
- [13] 薛君艳.现代花卉示范园规划的探索与实践:以西安长安秦岭花卉示范园规划为例[D].杨凌:西北农林科技大学,2011.

(上接第196页)

- [10] FAGUNDES C, MORAES K, PÉREZ-GAGO M B, et al. Effect of active modified atmosphere and cold storage on the postharvest quality of cherry tomatoes[J]. Postharvest biology & technology, 2015, 109(11): 73-81.
- [11] 胡晓亮,周国燕.四种天然保鲜剂对樱桃番茄贮藏的保鲜效果[J].食品科学,2012,33(10):287-292.
- [12] 岳冬,刘娜,朱为民,等.樱桃番茄与普通番茄部分品质指标及氨基酸

组成比较[J].食品科学,2015,36(4):92-96.

- [13] 罗颖.番茄可溶性固形物含量与相关生理生化指标关系研究[D].石河子:石河子大学,2010:53-56.
- [14] 潘浩,黄焰,董莹莹,等.臭氧处理对番茄采后品质的影响[J].杭州师范大学学报(自然科学版),2013,12(6):528-534.
- [15] 黄漫青,韩涛,李丽萍,等.温度调节对贮藏番茄冷害及相关生理变化的影响[J].中国食品学报,2006,6(3):89-94.