

冬季温室内 5 种爵床科植物光合特性研究

赵欢欢¹, 张芸¹, 曹慧清¹, 衣瑞东², 张翠萍^{1*}

(1. 青岛农业大学园林与林学院, 山东青岛 266109; 2. 烟台佳信林业规划设计有限公司, 山东烟台 264000)

摘要 爵床科植物性喜温暖, 多生长在南方, 北方地区的环境条件难以满足该种植物生长, 所以许多种类被引种到温室进行观赏。研究冬季温室内爵床科植物的光合特性, 为爵床科植物的引种、科学栽培、越冬提供科学依据。选用青岛市植物馆内 5 种爵床科(Acanthaceae)植物: 银脉爵床(*Kudoacanthus albonervosa*)、金脉爵床(*Sanchezia speciosa*)、赤苞花(*Megaskepasma erythrochlamys*)、黄虾花(*Pachystachys lutea*)、十字爵床(*Crossandra infundibuliformis*)为研究对象。采用 CIRAS-3 便携式光合测定仪, 分别测定了越冬过程中 5 种爵床科植物的净光合速率、蒸腾速率、气孔导度、胞间 CO₂ 浓度、水分利用效率(WUE)。结果表明: 在冬季温室环境中, 5 种爵床科植物的净光合速率会下降; 蒸腾速率会略微升高; 胞间 CO₂ 浓度变化不大, 在一定范围内平缓波动; 气孔导度除赤苞花出现升高外, 其余 4 种爵床科植物冬季出现下降; 黄虾花水分利用效率变化下降最大。综上所述, 冬季温室环境下, 爵床科植物会处于休眠状态, 生命活动变弱以减少养分的消耗, 维持正常生命活力, 安全越冬。

关键词 冬季; 温室; 爵床科; 光合特性

中图分类号 Q945.11 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)16-0126-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.16.034



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Research on Photosynthetic Characteristics of Five Acanthaceae Plants in Winter Greenhouse

ZHAO Huan-huan, ZHANG Yun, CAO Hui-qing et al (College of Landscape and Forestry, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109)

Abstract Acanthaceae plants like warm plants, more grow in the south, the environmental conditions in the north are difficult to meet the growth of this plant, so many species introduced to the greenhouse for viewing. The photosynthetic characteristics of Acanthaceae plants in greenhouse in winter were measured, aiming to provide scientific basic for the introduction, scientific cultivation and overwintering of Acanthaceae plants. This experiment selected five species of Acanthaceae plants as the research objects, including *Kudoacanthus albonervosa*, *Sanchezia speciosa*, *Megaskepasma erythrochlamys*, *Pachystachys lutea*, *Crossandra infundibuliformis*. The CIRAS-3 portable photosynthetic apparatus was used to measure net photosynthetic rate, transpiration rate, stomatal conductance and intercellular CO₂ concentration, water use efficiency (WUE) during the winter of five species of Acanthaceae plants. The results showed that in the greenhouse environment in winter, the net photosynthetic rates of the five species of Acanthaceae plants declined; transpiration rate slightly increased; intercellular CO₂ concentration change was not large, flat fluctuations within a certain scope; in addition to the *Megaskepasma erythrochlamys* increased, the stomatal conductance of the rest of the four kinds of Acanthaceae plant winter declined; water use efficiency variation of *Pachystachys lutea* decreased. In summary, in the greenhouse environment in winter, Acanthaceae plants will be dormant, and weaker life activities were kept in order to reduce the consumption of nutrient and maintain normal life safety overwinter.

Key words Winter; Greenhouse; Acanthaceae; Photosynthetic characteristics

光合作用是植物的一个重要生理指标, 是将太阳能转化为化学能, 并将其存储为有机物形式的唯一途径, 是许多物质循环的基础。测得植物的净光合速率、蒸腾速率、气孔导度等基本生理生态指标, 分析它们与各生态因子之间的关系, 有助于了解植物的生长发育规律, 揭示植物生长过程的机理, 并且对植物引种、驯化、科学栽培和提高生产力等具有重要的参考作用^[1-3]。爵床科(Acanthaceae)隶属于唇形目(Lamiales), 为泛热带分布的大科, 在我国主要分布于长江以南各省, 很多种类具有重要的药用价值和观赏价值^[4]。爵床科观赏植物种类繁多并已成为开发新型栽培花卉品种的重要资源^[5], 北方有大量引种栽植在温室内, 温室内与自然环境影响不同, 从而影响植物的光合特性。近年来, 对爵床科光合特性的研究较少。为研究温室内爵床科植物光合特性, 以青岛市李沧区世博园内的 5 种爵床科植物为研究对象, 测定其净光合速率、蒸腾速率、气孔导度、胞间 CO₂ 浓度、水分利用效率(WUE)等内容, 为温室内爵床科植物环境调控与栽培技术提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料 选择植物馆内 5 种爵床科植物为材料, 分别为银脉爵床(*Kudoacanthus albonervosa*)、金脉爵床(*Sanchezia speciosa*)、赤苞花(*Megaskepasma erythrochlamys*)、黄虾花(*Pachystachys lutea*)、十字爵床(*Crossandra infundibuliformis*), 选择生长良好的植株进行测量。

1.2 试验地环境及温室结构 试验地在青岛市李沧区世博园内的植物馆中, 处于崂山西面, 位于 120°26'E、36°10'N, 属于温带海洋性气候, 气候温和湿润, 四季分明。年平均气温 12.2 °C, 极端最高气温 37.4 °C, 极端最低气温 -16.4 °C, 年平均降水量 755.6 mm, 年平均相对湿度为 75%, 冬季为 64%。

植物馆占地面积 2.44 hm², 总建筑面积 22 749 m², 是亚洲最大的钢结构植物馆之一。整个场馆主要由玻璃材料构成, 使用了超过 1.5 万块玻璃, 是现代化智能温室。

1.3 方法

1.3.1 温室内环境条件观测 试验地在植物馆内, 选择晴天光照好的上午进行数据测定。利用 CIRAS-3 光合测定仪记录温室内的各种环境因子^[6-7], 测量 6 次, 每次测量会自动记录即时数据, 记录的有 CO₂ 浓度、外部光强、环境温度、相对湿度等环境因子数据。

作者简介 赵欢欢(1997—), 女, 山东菏泽人, 从事林学研究。* 通信作者, 讲师, 博士, 从事生理生态学研究。

收稿日期 2020-02-26

1.3.2 室内爵床科植物光合指标测定。选择光照相对充足的位置确定试验材料,然后进行编号,并在植株上挂上牌子,方便后续试验。采用 CIRAS-3 便携式光合测定仪,在 09:00 左右,分别对温室室内 5 种爵床科植物进行测量。每种植物选取不同植株的 6 个叶片进行测量,分别选取植株第 3~5 片生长健康、颜色鲜艳的叶子为材料。将叶片擦干净,没有水珠和灰尘,将叶片中间用仪器夹住,待仪器数值稳定,然后记录数据,每个叶片记录 6 次数据,1 种植物记录 36 个数据,试验完毕对数据进行分析处理。

2 结果与分析

2.1 冬季温室室内环境 根据测量数据可得冬季温室室内的环境变化。由图 1 可知,冬季温室室内的环境温度变化受外界温度的影响不大,仅会略微降低。当外界气温过低时,温室内会开暖风,为植物生长提供适宜的温度,所以当外界温度接近 0℃时,温室内仍是接近 20℃,植物会保持正常生命力。由图 2 可知,冬季温室室内 CO₂ 浓度会增加,结合其他图表,当温室室内光强弱,外界温度低时,CO₂ 浓度会升高。此时由于环境影响,植物的光合作用会减弱。由图 3 可知,冬季温室室内相对湿度会降低,冬季气候相对干燥,导致温室室内空气中水分减少。由图 4 可知,冬季温室室内的光强会略微减少,变化不是很大,光强受外界天气影响比较大,阴天、雾霾和结霜天气会有明显降低。

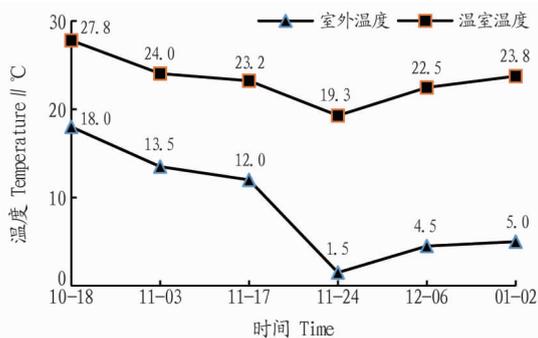


图 1 室内外温度对比

Fig.1 Indoor and outdoor temperature comparison

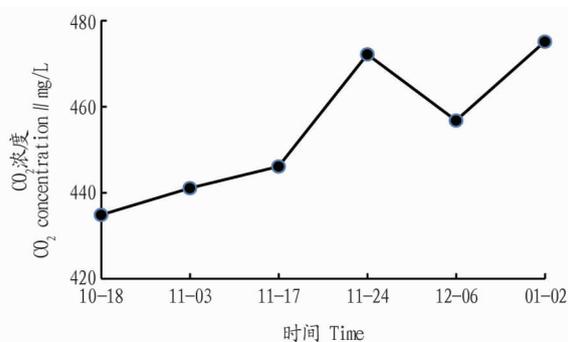


图 2 冬季温室 CO₂ 浓度变化

Fig.2 Change of greenhouse CO₂ concentration in winter

2.2 冬季温室室内爵床科植物光合作用的动态研究

2.2.1 净光合速率在不同月份的变化规律。从 5 种爵床科植物冬季温室室内净光合速率变化可以看出(图 5),10—12 月净光合速率呈下降的趋势,到 1 月开始呈现缓慢上升的趋

势。其中,黄虾花净光合速率比其余 4 种爵床植物高;金脉爵床和赤苞花的变化浮动较大,11 月底时出现了负值,12 月开始恢复正常;银脉爵床和十字爵床的变化浮动较小,12 月初净光合速率最低。所以,整体分析可得冬季爵床科植物的净光合速率会降低,甚至会出现负值。

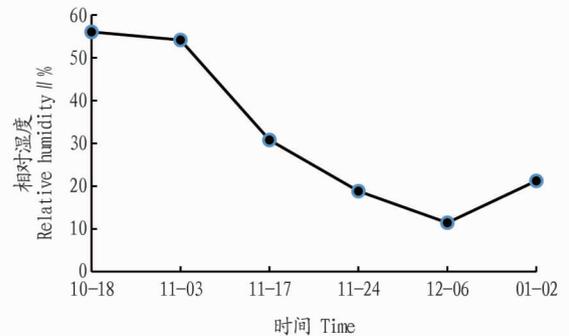


图 3 冬季温室相对湿度变化

Fig.3 Change of greenhouse relative humidity in winter

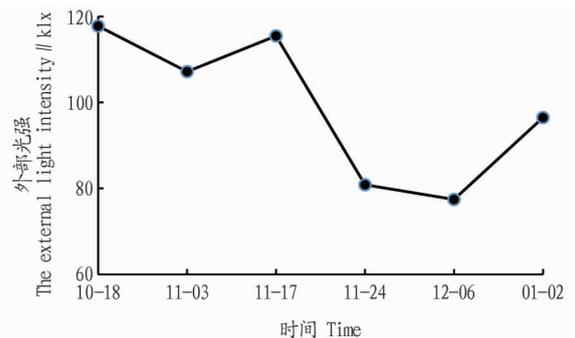


图 4 冬季温室外部光强变化

Fig.4 Change of greenhouse external light intensity in winter

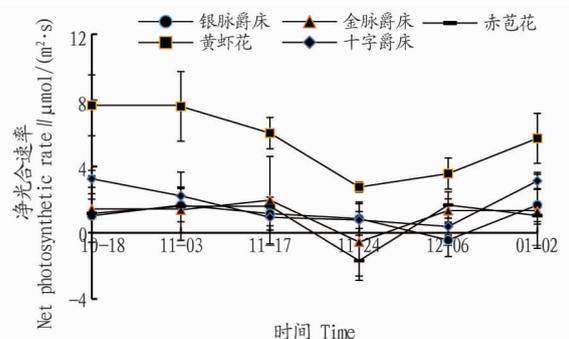


图 5 冬季净光合速率变化

Fig.5 Change of net photosynthetic rate in winter

2.2.2 蒸腾速率在不同月份的变化规律。从 5 种爵床科植物冬季温室室内蒸腾速率变化可以看出(图 6),11 月的蒸腾速率呈上升趋势,到 12 月开始呈现缓慢下降恢复正常值的趋势。其中,赤苞花的变化浮动最大,11 月的蒸腾速率变得比较高,或许因为其植物叶片面积大、长势好、蒸腾速率比较快^[8]。其余 4 种植物变化趋势不大,但是冬季的蒸腾速率略大。整体分析可得,冬季温室室内空气湿度小,蒸腾速率较大。

2.2.3 细胞间隙 CO₂ 浓度在不同月份的变化规律。从 5 种爵床科植物冬季温室室内细胞间隙 CO₂ 浓度变化可以看出(图 7),整个冬季的变化幅度很小,除了赤苞花在 12 月出现下

降,其余4种爵床科植物基本没有很大变化。所以,冬季温室环境对爵床科植物的胞间CO₂浓度影响不大。

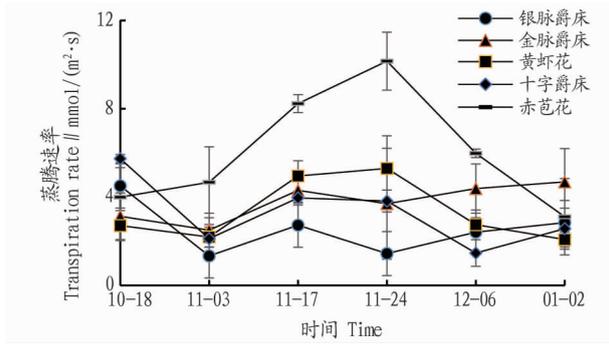


图6 冬季蒸腾速率变化

Fig.6 Change of transpiration rate in winter

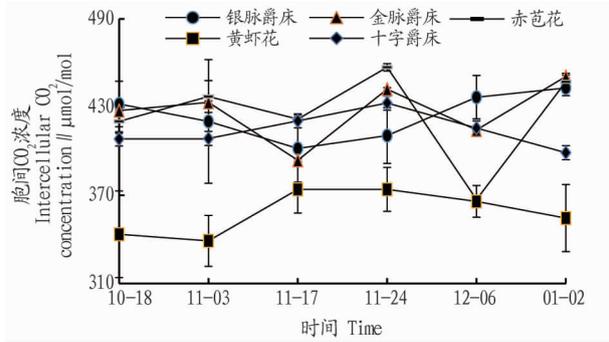


图7 冬季温室胞间CO₂浓度变化

Fig.7 Change of greenhouse intercellular CO₂ concentration in winter

2.2.4 气孔导度在不同月份的变化规律。从5种爵床科植物冬季温室内气孔导度变化可以看出(图8),除了赤苞花在11、12月气孔导度变高,变化幅度较大,其余4种爵床科植物冬季变化不大,整体出现小幅度增加。银脉爵床和十字爵床在10月中旬开始出现下降,整个冬季变化很小。除了赤苞花,冬季温室环境对其余4种爵床科植物的气孔导度影响不大。

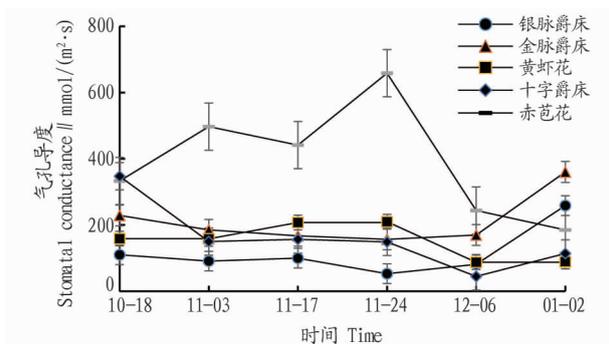


图8 冬季气孔导度变化

Fig.8 Change of stomatal conductance in winter

2.2.5 水分利用效率(WUE)在不同月份的变化规律。从5种爵床科植物冬季温室内水分利用率可以看出(图9),在11月开始,5种爵床科植物的水分利用率开始降低,到11月底最低,12月开始出现上升。其中黄虾花的变化幅度最大,11月水分利用率很低,其余月份都比较高。其余4种植物的变

化幅度不大。分析可得冬季温室内爵床科植物的水分利用率会降低。

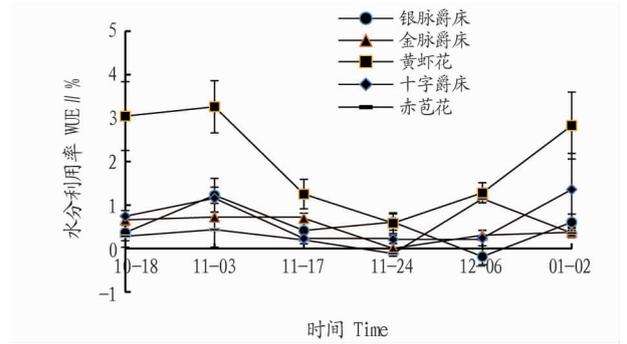


图9 冬季水分利用率变化

Fig.9 Change of WUE in winter

3 结论与讨论

3.1 冬季温室环境对爵床科植物光合特性的影响由试验结果可知,冬季温室环境变化比较大,例如温室内光强会变弱,温度会降低,空气变得比较干燥,对爵床科植物的光合特性会产生一定的影响^[9]。冬季温室环境下,爵床科植物的净光合速率会变慢,气孔导度会略微增加,蒸腾速率会变高,水分利用率出现比较明显的降低。一些爵床科植物的叶片边缘会出现干枯或发黄,底部叶片会干枯脱落,降低生命活动。综合分析可得,冬季温室环境会对爵床科植物产生不利影响,爵床科植物为了保持正常的生命活动,减少养分消耗,会处于休眠状态,引起光合特性变化。

3.2 不同爵床科植物对环境的响应由试验结果可得,不同爵床科植物对环境的响应不同。黄虾花生活的环境光照比较充足,所以净光合速率要比其余4种爵床科植物高,水分利用率也比较高,冬季下降比较大,变化明显;金脉爵床、银脉爵床和赤苞花的净光合速率出现负值,说明环境变化对其光合影响比较大;赤苞花的叶片面积比较大,冬季气孔导度和蒸腾速率都比较大;金脉爵床、银脉爵床和十字爵床对环境响应并不是很明显,变化不是特别大。

3.3 冬季温室内南方植物如何在北方安全越冬由试验分析可得,冬季温室环境会对植物生长产生不利的影响,让植物处于休眠状态,各种生命指标都会减弱,减少养分消耗维持正常生命活动。冬季温室内南方植物要想安全越冬,最关键的要保证4个条件:适宜的温度、充足的光照、足够的水分、良好的气体条件。冬季北方的外界温度很低,要使植物安全过冬必须要有适宜的温度,在大型温室内,具有大型空调进行控温,保持适宜的温度让植物正常生长,一般为25℃左右。其次保证足够的光照,温室透光性要好^[10],在特殊情况下,例如阴天、雾霾等天气可以进行人工补光,保证植物正常进行光合作用。同时,晴天要通风换气,保持良好的气体条件。冬季温室内湿度比较低,要注意科学灌水或者适当喷水,保持温室内正常的湿度^[11]。

参考文献

[1] 郭二辉.城市环境中不同土壤氮素和水分对紫丁香及火炬树的光合特性影响[D].郑州:河南农业大学,2009.

(下转第177页)

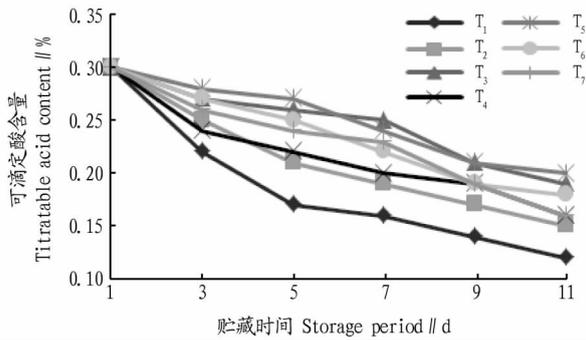


图5 不同处理对油桃果实可滴定酸含量的影响

Fig.5 Titratable acid content of nectarine fruit under different treatments

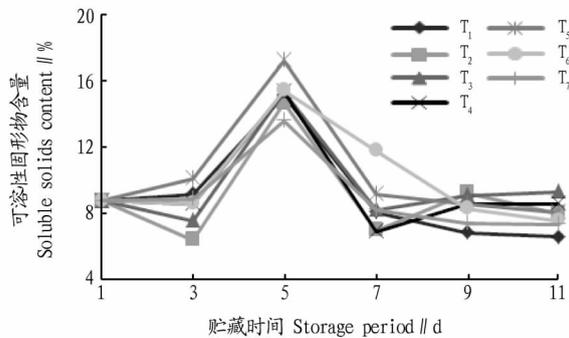


图6 不同保鲜液处理对油桃果实可溶性固形物的影响

Fig.6 Soluble solids content of nectarine fruit under different treatments

藏过程中随着时间的延长,果实品质会不断下降。经各项指标综合分析后表明,6种保鲜液均可在不同程度上提高保鲜效果,其中效果最好的是甘草提取液+1.0%壳聚糖复合保鲜液,经其处理后,油桃果实室温下可贮藏11d,商品价值保持时间比对照组长2d,能维持果实良好的感官品质,保持果实的香味、色泽、口感,减缓失重率、腐烂系数的上升,减少维生素C、可滴定酸和可溶性固形物的消耗,有较好的保鲜效果。

(上接第128页)

[2] 李艳芳.12个国外引进苜蓿品种光合蒸腾特性的研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2011.
 [3] 赵雪梅,潘远智,关朝玺,关朝玺.国兰光合生理生态研究进展[J].北方园艺,2010(7):212-216.
 [4] 汤慧敏,廖凌娟.爵床科植物种类及其在园林中的应用[J].现代农业科技,2013(9):194-195.
 [5] 陈少平.观赏为主的爵床科植物(一)[J].花卉,2019(9):18-21.
 [6] 尹燕雷,王传增,唐海霞,等.多效唑对石榴光合特性的影响[J].分子植物育种,2019,17(22):7494-7499.

草黄连1:1提取液+1.0%壳聚糖复合保鲜液及甘草黄连2:1提取液+1.0%壳聚糖复合保鲜液的保鲜效果稍差。1.0%壳聚糖保鲜液及甘草黄连1:2提取液+1.0%壳聚糖复合保鲜液的保鲜效果最差。

壳聚糖的成膜性能减少果实表面水分散失,且能抑制一定的呼吸作用。中草药甘草和黄连的成分复杂,含多种抑菌成分,尤其甘草对致腐微生物有较强的杀菌作用,因此在壳聚糖中添加甘草和黄连混配的复合保鲜液,甘草的比例越高,保鲜效果越好。

该研究结果表明:壳聚糖添加甘草、黄连提取液处理可提高油桃果实常温贮藏品质,延长保鲜期,为天然保鲜剂及中草药提取物应用于油桃的保鲜提供了理论依据。但未对壳聚糖、甘草提取液、黄连提取液的浓度差异对油桃保鲜的影响进行深入细致的研究,直接采用了前人的试验结果^[10];对甘草提取液、黄连提取液中有效成分的作用途径及复合液有效成分间的相互作用等还需进一步探讨。

参考文献

[1] 李合生.现代植物生理学[M].北京:高等教育出版社,2012:44-54.
 [2] 赖小龙,李文平,廖鹏运,等.生物源食品保鲜剂研究进展[J].食品与发酵科技,2013,49(1):79-84.
 [3] 秦睿睿,许文才,李东立,等.壳聚糖食品保鲜机理及应用进展[J].中国印刷与包装研究,2012,4(1):7-13.
 [4] 张艳,阙健全.中草药提取物在果蔬保鲜中的研究进展[J].中国食品添加剂,2007(6):106-109.
 [5] 朱江,张迪,易守连,等.中草药源保鲜剂对黄桃保鲜效果的研究[J].安徽农业科学,2007,35(29):9363-9364.
 [6] 阙微娜,谭天伟.微波法提取甘草中有效成分的研究[J].中草药,2006,37(1):61-64.
 [7] 刘敏,谢晶,蒯晶. MAP 保鲜及低温贮藏研究[J].湖北农业科学,2008,47(9):1073-1076.
 [8] 宿献贵,董晓菊,李文香,等.大蒜提取液对油桃保鲜效果的影响[J].安徽农业科学,2008,36(7):2713-2715.
 [9] 梁志宏,田世龙,葛霞,等.模拟简易货架条件下油桃 MA 保鲜效果研究[J].甘肃农业科技,2007(6):5-8.
 [10] 任邦来,李芸.壳聚糖对油桃保鲜效果的影响[J].中国食物与营养,2013,19(5):31-34.
 [11] BALL M C, BUTTERWORTH J A, RODEN J S, et al. Applications of chlorophyll fluorescence to forest ecology[J]. Australian journal of plant physiology, 1995, 22(2): 311-319.
 [8] 有祥亮,沈烈英,曹海东,等.施用保水剂对4种绿化植物叶片结构和功能性状的影响[J].中国农学通报,2014,30(28):38-45.
 [9] 赵建贵,李志伟,王文俊,等.日光温室番茄种植环境参数时空分布测试与分析[J].山西农业科学,2019,47(12):2172-2176.
 [10] 李新国,许大全,孟庆伟.银杏叶片光合作用对强光的响应[J].植物生理学报,1998,24(4):354-360.
 [11] CALATAYUD P A, LLOVERA E, BOIS J F, et al. Photosynthesis in drought-adapted cassava[J]. Photosynthetica, 2000, 38(1): 97-104.