

李 勇,朱更瑞,方伟超,等. 桃设施栽培研究进展[J]. 江苏农业科学,2014,42(7):162-166.

# 桃设施栽培研究进展

李 勇<sup>1,2</sup>,朱更瑞<sup>1</sup>,方伟超<sup>1</sup>,闫顺杰<sup>3</sup>,赵 佩<sup>1</sup>,赵 娟<sup>1</sup>

(1. 中国农业科学院郑州果树研究所,河南郑州 450009; 2. 山东农业大学园艺科学与工程学院,山东泰安 271000;

3. 山东省烟台市福山区农业局,山东烟台 265500)

**摘要:**果树的设施栽培是果树栽培的重要分支,解决了果品淡季的市场供应问题。设施栽培与露地栽培环境不同,导致设施栽培果树的生长发育规律不同于露地栽培果树,具体表现在树势、营养吸收、营养分配、内源激素、果实发育和果实品质等方面。桃是设施栽培的重要树种,针对桃设施栽培的条件,从品种选择、环境调控、营养调控等方面综述桃设施栽培的研究进展。

**关键词:**桃;设施栽培;研究进展;品种;环境因子;营养调控

**中图分类号:** S662.104 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)07-0162-05

果树设施栽培是指利用温室、塑料大棚或其他设施,通过改变或控制果树生长发育的环境因子,包括光照、温度、水分、CO<sub>2</sub>、土壤条件等,达到果树生产目标的人工调节。设施栽培目的在于调节果实的成熟期,进而改变果品的上市时间,实现果品生产淡季的供应,获取经济利润。设施栽培技术已有 100 多年的历史,20 世纪 80 年代由于小冠整形和矮化、密植栽培的推广,加之果品淡季的高额经济利润,促进了设施栽培果树迅猛发展。经过近 30 多年的发展,如今果树的设施栽培已成为果树栽培学的一个重要分支,并且栽培技术正逐步提

高。果树的设施栽培技术以日本最为先进,意大利、荷兰、加拿大、比利时、罗马尼亚、美国等国也有较大的种植面积,而我果树设施栽培起步较晚<sup>[1]</sup>。

我国的果树设施栽培始于 20 世纪 50 年代,在此后的 20 年间几乎停滞不前,到 70 年代葡萄塑料薄膜日光温室栽培成功,随后塑料大棚试验种植成功,此后果树塑膜大棚及温室栽培在辽宁、山东、河北、河南、安徽等省逐步开始试验、推广和应用。近年来,由于淡季果品的高利益驱动,同时随着果树“矮密早”栽培技术的发展、设施材料的改进和市场经济体制的确立,我国果树设施栽培发展迅速。据统计,目前我国设施栽培的果树面积已超过 50 000 hm<sup>2</sup>,其中,山东果树设施栽培面积最大,面积将近 20 000 hm<sup>2</sup>,辽宁、河北、河南、北京等也有大面积栽培。其中栽培最多的是草莓(约占 60%)和葡萄(约占 20%),其次为桃、油桃、李、杏、樱桃、柑橘、枣、无花果和枇杷等<sup>[2]</sup>。

根据生产目的不同,可以将设施栽培分为促早栽培、延迟

收稿日期:2013-10-28

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2011BAD12B02-3);公益性行业(农业)科研专项(编号:200903044-6)。

作者简介:李 勇(1988—),男,山东临沂人,硕士研究生,主要从事果树生理学研究。E-mail:jay20075267@163.com。

通信作者:方伟超,副研究员,主要从事果树种质资源研究。E-mail:weicaof@sina.com。

物新品种评估中获得了广泛应用<sup>[13]</sup>。该方法可全面、综合、准确地对供试品种进行评估,避免了传统评估方法的片面性,更具科学的实践应用价值,科技人员可以根据育种目标设定参试品种的各项指标,从而可以更快找到目标品种(系),缩短选育和示范推广周期。

根据丝瓜生产中存在的问题及对品种的具体要求,在计算关联度时根据具体要求,按照不同权重比例进行品系筛选,可以更快地获得符合不同育种目标的理想品种,大大加快了品种选育进程。

## 参考文献:

- [1] 苏小俊,徐 海,高 军,等. 普通丝瓜果实性状的遗传分析[J]. 江苏农业学报,2009,25(5):1112-1118.
- [2] 黄树苹,谈天明,徐长城,等. 丝瓜多酚氧化酶的酶学特性初步研究[J]. 中国蔬菜,2009(10):17-22.
- [3] 周向军,高义霞,袁毅君,等. 丝瓜过氧化物酶的特性和抑制作用研究[J]. 中国酿造,2011(10):81-85.
- [4] 邓聚龙. 灰色系统基本方法[M]. 武汉:华中科技大学出版

- 社,2001.
- [5] 郑海英,黄硕岑,陈友铃,等. 应用灰色关联度分析评估梗稻新品种[J]. 安徽农业科学,2010,38(28):15519-15521.
- [6] 曹廷杰,李 伟,闫素红,等. 河南小麦新品种(系)灰色关联度分析[J]. 安徽农业科学,2010,38(25):13640-13642,13647.
- [7] 齐乃敏,朱为民,丁海东. 温室番茄品比试验中品质性状的灰色关联度综合评估[J]. 上海农业学报,2005,21(1):33-36.
- [8] 任喜波,魏毓棠. 萝卜主要性状与产量性状间的灰色关联度分析[J]. 沈阳农业大学学报,2007,38(4):598-601.
- [9] 周晓果,张正斌,徐 萍. 小麦主要育种目标的灰色系统方法探讨[J]. 农业系统科学与综合研究,2005,21(2):81-84.
- [10] 王 成,王 辉,娄丽娜,等. 普通丝瓜果肉褐变的鉴定方法[J]. 江苏农业科学,2012,40(11):137-138.
- [11] 李国景,汪宝根. 丝瓜种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社,2007.
- [12] 李秀启,赵玉玲,张庆社,等. 灰色关联度法在番茄抗黄化曲叶病品种综合评估中的应用[J]. 蔬菜,2013(1):60-63.
- [13] 刘录祥,孙其信,王士芸. 灰色系统理论应用于作物新品种综合评估初探[J]. 中国农业科学,1989,22(3):22-27.

栽培、避雨栽培、抗灾栽培等,其中促早栽培是目前国内果树设施栽培的主要形式。桃树的促早栽培可以起到提前 10 ~ 50 d 成熟的效果,而延迟栽培可以延迟 10 ~ 30 d 成熟,从而大大延长了果品的供应期。避雨栽培的主要目的在于防止雨水造成的裂果危害。根据设施栽培的形式又可以分为简易的表面覆盖设施和高度自控化的温室、塑料大棚等<sup>[3]</sup>。另外,设施栽培还可以避开早春倒春寒的危害,有效控制病虫的危害,有利于生产优质果品。目前可以用于设施栽培的树种有 35 种,其中落叶果树有 12 种,常绿果树有 23 种<sup>[2]</sup>。由于桃的果实不能长期贮藏、生产期短、树体较小及市场的需求大等因素,使得桃被认为是设施栽培最有价值的树种之一。对桃设施栽培的品种选择、环境因子调控和营养调控的研究进展进行综述,为桃设施栽培的相关研究提供参考。

1 桃设施栽培的品种选择

由于设施栽培的温度、光照、CO<sub>2</sub> 浓度、湿度等环境条件与露地不同,设施栽培的品种选择与露地栽培有一定的差异,设施栽培品种选择的基本原则是具备需冷量较低、花粉量大、自花结实率高、早熟、优质、丰产、耐弱光、耐湿、抗病等特性,另外季节差价大也是考虑的重要因素之一。目前应用于设施栽培的桃品种很多,如中油桃 4 号、中油桃 5 号、中农金辉、早红 2 号、曙光、丽春、早红珠、华光、中农金硕、五月火等油桃品种,春雪、春蜜、春美、春艳、沙红等桃品种和早露蟠桃、早黄蟠桃、瑞蟠 13 号、瑞蟠 14 号、蟠桃皇后等蟠桃品种<sup>[4-7]</sup>。我国设施栽培品种多数是由露地栽培的早熟品种中选择而来,还没有设施专用品种<sup>[8]</sup>。低需冷量品种的育种工作已经取得一定的进展,适宜设施栽培的低需冷量品种日益增多。

2 设施栽培的环境因子

2.1 休眠与需冷量

冬季休眠是果树的芽或其他器官生长暂时停顿,仅维持微弱的生命活动周期,是对不良环境的生物学适应。自然状态下,只有经历过一定时期的低温积累才能打破休眠恢复生长,这一低温时期称为需冷量(chilling requirement, CR)。需冷量是落叶果树设施栽培技术的关键生物学因子,需冷量有不同的估算模型,有低于 7.2 ℃ 模型、0 ~ 7.2 ℃ 模型(不包括 0 ℃)、犹他模型和动态模型等,但是目前没有一个适应所有树种的需冷量估算模型。王力荣等通过 450 余份桃品种需冷量进行不同评价模型比较,发现桃品种需冷量评价选用 0 ~ 7.2 ℃ 估算模型较为适宜<sup>[9]</sup>。桃需冷量集中分布在 700 ~ 950 h,不同生态型品种的桃需冷量不同<sup>[10]</sup>,同一品种的花芽和叶芽的需冷量也不一致,一般桃树花芽的需冷量大于叶芽<sup>[11]</sup>。需冷量与萌芽开花密切相关,需冷量低的品种开花时间较早,反之则晚<sup>[12]</sup>。需冷量的控制机制目前还不明确,高东升等研究表明,根系在低温需求进程中起调控作用,与地上低温同步的根系高温减少了花芽的需冷量,而根系低温则没有效果<sup>[11]</sup>。也有研究表明,短时高温可以打破果树的休眠,把苹果的休眠短枝浸泡于 45 ℃ 水中进行水浴,可解除休眠,这可能与热激蛋白的作用有关<sup>[13]</sup>。除了需冷量之外,需热量也是设施栽培的重要生物学因子,是决定开花时间的重要因素。需热量是一个可变因子,适当增加低温积累量可以减少

相对应的需热量,果树提早开花;如果需冷量没有得到满足,则表现为需热量的相对增加,开花时间延迟。

2.2 温度调控

温度是影响果树生长发育的主要因素,设施栽培主要是通过调节温度来改变果树生长发育阶段,以获得提前或是延迟的生产效果。桃树的年生长周期中不同阶段需要不同温度,一般认为有 3 个重要的设施温度管理时期,分别是休眠期、花期和果实发育后期<sup>[2]</sup>。设施栽培的扣棚时期根据需冷量确定,当需冷量满足之后即可扣棚升温。正确选择扣棚的时机是设施果树生产的关键技术之一,如果过早扣棚,需冷量得不到满足,休眠得不到解除,桃树不能正常生长、开花不齐、坐果率低、果实发育畸形;过晚扣棚则难以达到提早上市的目的,失去经济效益。如果知道当年秋冬日平均温度稳定通过 7.2 ℃ 的初始日期,那么可根据所栽品种的需冷量,向后推算出安全升温时间,若不知道当年的初始日期,可参照平均初始日期进行推算,但按此推算,其安全系数只达 50% 左右。若在平均初始日期的基础再向后推迟 1 周,可使安全系数达到 90% 以上。研究表明郑州地区适宜的扣棚升温时间为 1 月中旬<sup>[9]</sup>。

除休眠期外,桃树设施栽培还有花期和果实发育后期 2 个温度敏感期(表 1)。开花期:白天一般要求控制在 16 ~ 20 ℃,不能高于 25 ℃,但夜间温度应保持在 8 ~ 10 ℃,否则花器发育畸形或受冻,温度过高会造成授粉受精不良;果实发育后期:此时温度应控制在 25 ~ 30 ℃,最高不超过 35 ℃,并适当增大昼夜温差,可以提高果实品质。展叶及新梢生长期最适温度为 18 ~ 23 ℃,最高温度 28 ℃,最低温度 10 ℃;硬核及果实膨大期一般要求在 15 ~ 20 ℃,最高温度 25 ℃,最低温度 10 ℃;果实着色期的温度以 28 ~ 30 ℃ 为宜,最高温度 35 ℃,最低温度 15 ℃。桃设施栽培在扣棚后温度调控不当容易造成严重的落花落果现象<sup>[15-16]</sup>。尤其是在花期,若晴天的中午不及时通风,棚内温度很快就上升到 25 ℃ 以上,甚至高达 35 ℃,大大超过了花期的适宜温度。设施桃开花期温度过高对花粉粒发育有很大影响,叶正文等研究表明,锦绣黄桃的花器官经 35 ℃ 高温处理 5 h,会导致花粉量只有正常条件下的 1.9%,而且基本不会萌发,不能形成正常的四分体,花药内形成多核小孢子,后期小孢子发育受阻并逐渐消失<sup>[17]</sup>。

表 1 桃树设施栽培适宜的环境条件<sup>[14]</sup>

生育期	空气温度(℃)		空气湿度 (%)	土壤湿度 (PF)	二氧化碳浓度 (mg/m <sup>3</sup> )
	最高	最低			
覆盖始期	22	-2.5	75 ~ 85	2.2 ~ 2.7	342
萌芽期	28	0	75 ~ 80	2.2 ~ 2.5	342
盛花期	25	5	60 ~ 70	2.3 ~ 2.5	342
生理落果期	25	5	< 60	2.3 ~ 2.5	590
新梢生长期	28	10	< 60	2.2 ~ 2.5	519 ~ 640
果实膨大期	28	10	< 60	2.3 ~ 2.7	519
果实采收期	30	10	< 60	> 2.8	519

2.3 湿度调控

土壤和空气湿度也是影响设施桃树生长的重要因素,其中空气湿度是影响产量的重要因素。不同的生长发育期对湿度的要求不同,开花期湿度保持在 60% ~ 70%,过高或是过低都不利于开花、授粉和受精;落花后、硬核期、直到果实膨大

期和采收前棚内湿度都应控制在 60% 以下,有利于提高果实品质(表 1)。设施栽培由于空间的密闭和昼夜温差,容易造成夜间空气湿度过大,当空气湿度超过 87% 时,容易导致白粉病、锈病和腐烂病加重。设施栽培不同于露地栽培,需要人为地调控土壤和空气湿度,针对设施内容易造成湿度过大的问题,通常有以下调控手段:采用无滴膜、滴灌技术或膜下灌溉、适时通风换气、地面覆盖薄膜等<sup>[18-19]</sup>。

#### 2.4 光照调控

设施栽培由于覆盖物的遮挡,造成入射光强度减小(约减小 20% ~ 40%),导致果树同化能力降低,光照的减弱造成果树叶片大而薄,光合性能明显减弱。朱清华在设施栽培的曙光油桃上的研究也表明,设施栽培造成油桃叶片面积大、叶片厚度降低,栅栏组织厚度占叶厚的比例变小,叶片比叶重下降,光饱和点和光补偿点降低,在同一光照强度下叶片的光合速率低于露地条件相同物候期下叶片的光合速率<sup>[20]</sup>。目前,调节和改善设施内光照条件的措施主要有选择透光性能好的覆盖材料、铺设反光膜或增挂反光幕、人工补充光照、采用适宜的整形修剪技术和筛选、培育耐弱光的品种等<sup>[18-19]</sup>。

另外,最近研究表明 UV-B 辐射可影响设施桃树果实发育以及果实品质,UV-B 辐射能有效抑制新梢生长,提高结果枝组的氮素利用率<sup>[21-22]</sup>,提高果实发育期同化物质向果实分配<sup>[23]</sup>。因此设施桃果品生产中适量补充外源 UV-B 辐射,可以起到控制新梢旺长,提高果实可溶性固形物、可溶性糖和单果重的作用,但是人工补充外源 UV-B 的辐射剂量有待进一步研究,目前市面上已有提高 UV-B 透过率的棚膜销售<sup>[23]</sup>。市面上销售的无滴膜可分为 2 类,分别是涂覆型消雾无滴膜和内添加型消雾无滴膜,这两者对设施环境条件及设施桃果实品质的影响存在显著的差异。涂覆型消雾无滴膜的 UV-B 透过率高,保温保湿效果好,为设施桃树的营养生长和生殖生长提供良好的环境条件。涂覆型消雾无滴膜更有利于桃果实生长发育,有利于可溶性总糖的积累、降低有机酸的含量、提高糖酸比,但是涂覆型消雾无滴膜不利于蛋白质的积累。总体比较,涂覆型消雾无滴膜更有利于提高果实的综合品质<sup>[21]</sup>。

#### 2.5 CO<sub>2</sub> 调控

设施内由于增温和保温需要覆盖物的密闭作用,使得设施内外的气体交换受限,进而导致白天设施内的 CO<sub>2</sub> 因光合作用的消耗而降低,使 CO<sub>2</sub> 成为光合作用的限制因子,并且无论何种天气类型设施内 CO<sub>2</sub> 的变化幅度均大于设施外。王志强等的研究表明,设施条件下油桃的光合速率最大值出现在 08:00 左右,光合午休现象不明显,晴天日平均光合速率比露地降低 17.25%<sup>[24]</sup>。设施一天内 CO<sub>2</sub> 浓度最高的时间是日出前(850 ~ 1 000 μL/L),超过棚外(330 ~ 360 μL/L)的 2 倍左右,这主要是因为夜间光合作用停止,果树的呼吸作用和微生物呼吸作用释放 CO<sub>2</sub> 导致。09:00 开始,CO<sub>2</sub> 供应严重不足,而且温度较低无法进行通风换气,造成果树处于饥饿状态,CO<sub>2</sub> 仅能达到果树需求量的 1/3,严重影响光合速率,因此设施内增加 CO<sub>2</sub> 浓度是增产的重要手段之一。有研究表明,棚内 CO<sub>2</sub> 加富能够较大幅度提高 08:00—12:00 之间的光合速率和光能利用率,日平均光合速率比对照提高 25.90%,生物量(未含果实)增加 12.40%,比叶重增大,产量

提高 19.80%,品质改善<sup>[24]</sup>。这可能是由于增大 CO<sub>2</sub> 与 O<sub>2</sub> 的比值,可以增加 RuBpCase 羧化酶活性,降低 RuBpCase 加氧酶活性,提高羧化酶与加氧酶活性之比,从而抑制光呼吸,提高光合速率。

目前,调高设施内 CO<sub>2</sub> 浓度的措施包括适当通风换气、增施有机肥、施用固体 CO<sub>2</sub> 气肥、化学反应法、燃烧法等<sup>[25]</sup>。

### 3 营养调控

#### 3.1 设施桃生长发育特点

设施栽培为桃树生长提供了特殊的小环境,但由于设施内的温度、光照、湿度等与露地条件的差异,必然导致桃树生长发育规律的改变。树体从土壤中吸收的养分,在采果前主要被发育中的果实吸收;采果后,主要被大量的夏梢吸收。与露地栽培相比,单位产量吸收的养分有所减少,尽管相比之下肥料利用率高,但叶片和果实容易缺乏铜和锰<sup>[19]</sup>。朱清华对设施栽培油桃生长发育的研究表明,设施内油桃树体的营养生长明显强于露地条件下,表现为设施内油桃树体新梢生长量远远大于露地条件下相同树势的新梢生长量<sup>[20]</sup>。这是由于光照在落叶果树生长及形态建成中起重要作用,太阳光中的短波光能抑制细胞分裂和伸长,促进细胞分化和扩大,而设施内的短波光光线明显低于露地条件下的短波光光线<sup>[26]</sup>。另一方面,设施内的温度高于露地环境,也有利于树体营养生长。与露地条件相比,设施内油桃树体叶片变大、变薄,比叶重减小,栅栏组织变薄,叶片的光饱和点和光补偿点降低<sup>[20]</sup>。地下部根系分布较浅,并主要向行间扩展,由于栽培密度较大导致相邻根系的竞争更加激烈。朱清华在设施油桃上的研究表明,设施条件下油桃叶片中全氮含量低于同一物候期露地条件的叶片中全氮含量,根系中全氮含量明显低于同一物候期露地条件下根系中全氮含量。<sup>15</sup>N 示踪试验表明设施条件下油桃的根系对于氮素的利用率低,而且设施条件下油桃花芽的质量差,其原因不在于争夺氮素的能力差,而在于根系吸收利用氮素的能力差<sup>[20]</sup>。

果实品质方面,设施栽培会导致一定程度上的果实品质下降。与露地条件相比,油桃果实总糖和可溶性固形物都略有下降,总酸含量上升,风味口感降低,但是维生素 C 含量略有上升,而且着色较好。设施条件下果实的生长曲线与露地条件下趋势相同,但第 I 时期(即授粉受精后子房开始膨大至果核木质化)长,第 II 时期(即硬核期)短,第 III 期(硬核期至果实成熟)延长,整个果实发育期比露地延长 10 ~ 15 d<sup>[27]</sup>。

设施栽培桃树体内的植物激素也呈现规律变化。设施栽培对桃果实生长发育的影响不仅在形态学和物候期方面,而且在生理上也发生了显著的变化,果实生长发育对设施栽培的反应和内源激素变化对设施栽培的反应表现出高度吻合。设施栽培的果树内源激素的变化趋势与露地栽培基本一致,但在含量峰值和趋势波动到来时间上有差异。设施栽培油桃内源激素变化幅度与露地栽培不同,玉米素和生长素第 1 次峰值出现的时间也较露地相应延迟,造成果实发育 I 期延长;II 期缩短,生长素的波动态势和峰值也提前出现;III 期设施内温度低于露地,使果实生长的 III 期较露地延长 10 d,此期有重要生理作用的激素(果皮玉米素、生长素和种子中脱落酸)变化趋势和第 2 次峰值出现的时间也推迟了 10 d<sup>[28]</sup>。

### 3.2 生长调控与树势控制

由于设施内的温度较高,容易造成树体旺长,而且栽植密度较大,容易造成果园郁闭,内膛光照不足,结果部位外移,树体过早衰老,因此控制树势并协调营养生长和生殖生长的关系在设施栽培管理中非常重要。目前已研究和尝试应用的控制树势措施有施用多效唑、夏季修剪、秋季环剥、人为干旱胁迫、断根、疏根等<sup>[19]</sup>。施用多效唑是目前应用较为广泛的措施之一,不但具有控制树势的作用,而且能促进花芽分化。土施或叶面喷施多效唑,可控制树体营养生长,增加单位体积树冠的叶面积指数,改善树体光照,促进花芽形成,提高有效花枝量<sup>[29]</sup>,诱导秋季提早落叶,促使翌年花期和成熟期提前,单果重和产量增加,而且对果实品质无明显影响。但是多效唑的施用是否对人体健康造成危害目前没有定论,而且不符合绿色果品生产的标准,所以目前亟需一套替代技术,如矮化砧、矮化品种等<sup>[8]</sup>。

### 3.3 设施桃树的整形修剪

由于设施栽培的空间限制,为提高空间利用率,提高早期产量和经济效益,一般采用高密栽植(4 500 ~ 10 000 株/hm<sup>2</sup>)。因此,设施栽培条件下,整形修剪的任务除了调整果树个体与群体结构的关系、提高光能利用率、调节营养物质分配以及调整果树与环境、营养生长与生殖生长的关系外,还要重点考虑控制树体大小、防止郁闭、提高花芽分化质量的问题。设施内已采用的树形有自由扇形、自由纺锤形、金字塔形、柱形、延迟开心形、篱壁形、丛生形、Y 字形、一边倒形和低干开心形等。研究表明,在设施内高密条件下,自由纺锤形和金字塔形有利于缓和树势,整体采光效果好,具有立体结果、果实成熟早、产量高等优势。

设施内果树与露地栽培修剪最大的不同在于设施内栽培下的夏剪非常重要。采后修剪是主要的修剪方式,目前设施桃树采用较多的是 Bellini 等创立的 PCR (postharvest canopy removal) 修剪系统,其基本要点是采果后去除全部树冠,利用再生枝条构成翌年的结果枝组<sup>[30]</sup>。PCR 修剪较好地解决了设施高密栽培条件下的控冠问题,既有利于早期丰产,又不影响后期管理。有研究表明设施高密栽培(9 260 株/hm<sup>2</sup>)结合以上修剪方法,定植第 2 年桃产量即可达到 43.5 t/hm<sup>2</sup>,7 年之后生长结果仍良好<sup>[30]</sup>。另外,不同的品种适合不同的修剪量,对不同桃设施栽培品种适宜修剪量的分析发现,曙光品种适合中度修剪,后期结果枝组能更快形成,短果枝比例降低,更有利于提高单株负载量和果实品质;对早红艳品种进行轻度修剪处理,枝条总数增加,短果枝比例降低,植株负载量及果实品质明显优于对照,说明该品种更适于轻度修剪<sup>[31]</sup>。

### 3.4 设施桃树的营养管理

设施栽培施肥应按照“前促后控”的基本原则,前期加强肥水管理,多施氮肥,促进营养生长和树冠迅速扩大,培养树体结果的基础;后期(定植当年 7 月以后)适时适度控水控氮,增施磷钾,并配合施用多效唑,可以较好地协调营养生长和生殖生长的关系及源库关系,提高花芽分化的数量和质量,实现早期丰产。朱更瑞等研究表明,设施桃采用主干整形,通过密植、配合施用多效唑和磷酸二氢钾,可以实现当年形成足量的花芽,定植 13 ~ 15 个月,产量即可达到 15 000 ~ 22 500 kg/hm<sup>2</sup><sup>[32]</sup>。除秋季施用有机肥外,适期追肥

也是营养调控的重要手段。陈晓玲等研究认为,设施油桃营养补给应掌握 2 个关键环节:第 1 个环节是果实采收后 PCR 修剪以前,补给量应以采收果实、PCR 修剪剪去枝叶的营养元素的含量;第 2 个环节是秋末,补给量是落叶和冬季修剪去掉枝条的营养元素含量<sup>[33]</sup>。桃树对钾肥的需求量大,钾素对果实品质影响最为显著,所以果实发育中后期要注重施用钾肥,有利于提高果实品质。

设施内根域限制栽培也是营养调控的技术之一。根域限制显著抑制地上部的营养生长,有利于设施内树体大小的控制<sup>[34]</sup>。根域限制可以有效促进干物质积累,促进花芽分化<sup>[35-36]</sup>。在葡萄、桃上的研究表明,根域限制还能显著提高果实品质<sup>[37-38]</sup>。

### 3.5 植物生长调节物质的应用

植物生长调节物质在设施果树生产中应用广泛,主要包括植物激素和植物生长调节剂 2 类物质。按作用功效分类可分为生长促进物质、植物生长抑制物质和植物生长延缓物质。赤霉素是应用比较广泛的植物激素,具有促进伸长生长、诱导开花、促进果实发育和打破休眠等作用,可用于生产葡萄的无籽果、打破桃种子的休眠等。近些年一些新型的生长调节剂被广泛应用于果树设施生产,其中包括多效唑、CPPU、PBO 等。多效唑是目前设施桃树生产中应用最广泛的生长调节剂之一,是植物内源赤霉素的合成抑制剂,具有延缓生长、促进花芽分化、提高坐果率等作用。CPPU 是一种新型的细胞分裂素类的植物生长调节剂,其生理活性高于一般嘌呤型细胞分裂素,具有促进细胞分裂、细胞扩大、延缓植物衰老等作用,目前在猕猴桃<sup>[39]</sup>、梨<sup>[40]</sup>等果树上具有明显的提高果实品质的作用。PBO 是一种新型的果树促控剂,包含细胞分裂素 BA、生长素衍生物 ORE、增糖着色剂、早熟剂、延缓剂及多种微量元素等成分,具有促进花芽分化、提高坐果率、促进着色、延迟成熟、改善裂果、提高抗性等作用,目前在苹果、梨、桃、葡萄、樱桃上应用广泛,具有良好的效果。

## 4 设施栽培存在的问题与研究方向

果树的设施栽培是现代果树栽培必不可少的一个环节。设施栽培为果树生长发育提供了一个特殊的小环境,果树生长发育不同于露地栽培,但有些机理方面还不明确,亟待解决。同时设施栽培会导致果实品质下降,影响果树设施栽培的经济利益,目前也没有很好的解决方案。设施果树栽培还有以下几方面亟待研究。

### 4.1 设施专用、短低温品种的选育

需冷量是设施栽培最关键的环境因子,需冷量的满足与否直接关乎果实的产量和质量。短低温品种在设施栽培方面占有优势,具有成花容易且花芽质量好、抗逆性强、早期产量高、丰产性强等特点,可以实现比长低温品种提早扣棚而且正常开花结果,从而获得更高的经济效益。我国目前设施主栽品种都是由露地栽培品种中挑选出来的,还没有专用的设施栽培品种,设施专用品种的选育是目前研究的重点之一。

### 4.2 果实品质的改善

设施栽培桃果实存在果实可溶性固形物含量下降、糖酸比减小、风味变淡等问题,而且目前没有行之有效的解决办法。在不影响果实成熟期的条件下提高果实品质的技术措施

是亟待解决的问题之一。

#### 4.3 设施结构的改善

大多数设施类型单一,结构比较落后,对于光照、温度、湿度等环境因子的调控能力差,并存在设计不合理的问题。良好的设施是设施栽培的重要基础,设计和建造环境因子调控能力强的温室系统是设施发展的趋势所在。

#### 4.4 提高产业化和规模化

果树的设施栽培存在着分布范围分散、生产规模化和集约化水平低等问题,须建立健全从苗木繁育、设施建设、苗木定植、栽培管理到设施果品生产、包装的产业化经营链条,实现设施果品生产的集约化、规模化和产业化。

#### 参考文献:

- [1]王跃进,杨晓益. 日本设施果树生产现状[J]. 中国果树,2001(4):58-59.
- [2]申海林,温景辉,邹利人,等. 我国果树设施栽培研究进展[J]. 吉林农业科学,2007,32(2):50-54.
- [3]李宪利,高东升,夏 宁. 果树设施栽培的原理与技术研究[J]. 山东农业大学学报,1996,27(2):227-232.
- [4]朱更瑞,王力荣. 图说桃高效栽培关键技术[M]. 北京:金盾出版社,2011.
- [5]闫加印,于 洁,刘士勇,等. 桃设施栽培技术[J]. 河北果树,2009(1):21-22.
- [6]王海波,王孝娣,王宝亮,等. 中国果树设施栽培的现状、问题及发展对策[J]. 农业工程技术:温室园艺,2009(8):39-42.
- [7]王金政,苏桂林,张安宁,等. 山东省果树设施栽培现状及发展对策[J]. 中国果树,2008(1):61-63.
- [8]王召元,常瑞丰,张丽莎,等. 桃设施栽培研究进展[J]. 河北农业科学,2010,14(6):13-17.
- [9]王力荣,朱更瑞,方伟超,等. 桃品种需冷量评价模式的探讨[J]. 园艺学报,2003,30(4):379-383.
- [10]王力荣,朱更瑞,左覃元. 中国桃品种需冷量的研究[J]. 园艺学报,1997,24(2):91-93.
- [11]高东升,束怀瑞,李宪利. 几种适宜设施栽培果树需冷量的研究[J]. 园艺学报,2001,28(4):283-289.
- [12]王力荣,朱更瑞,左覃元. 桃需冷量遗传特性的研究[J]. 果树科学,1996,13(4):237-240.
- [13]Chandler W H. Some studies of retrain apple trees[J]. Proceedings of the American Society for Horticultural Science,1960,76:1-10.
- [14]李宪利,高东升,夏 宁. 桃树塑料大棚设施栽培技术[J]. 山东农业科学,1995(6):24-25.
- [15]沈元月,郭家选,祝 军,等. 温度对早露蟠桃开花影响的研究[J]. 莱阳农学院学报,1998,15(4):31-33.
- [16]沈元月,郭家选,刘成连,等. 温度对桃花器官发育的影响[J]. 园艺学报,1999,26(1):1-6.
- [17]叶正文,杜纪红,苏明申,等. 高温对桃花粉发育及小孢子产生的影响[J]. 园艺学报,2010,37(3):355-362.
- [18]高东升,李宪利,史作安. 桃树设施栽培环境因子及其调控技术[J]. 北方果树,1996(4):6-7.
- [19]王志强,牛 良,刘淑娥. 桃、油桃设施栽培研究现状与展望[J]. 果树科学,1998,15(4):340-346.
- [20]朱清华. 设施油桃生长发育规律及氮素营养特性研究[D]. 泰安:山东农业大学,2003.
- [21]陈修德. UV-B 辐射强度和不同薄膜对设施桃树花果发育特性的影响[D]. 泰安:山东农业大学,2009.
- [22]于妮娜,谭秋平,谭 钺,等. UV-B 辐射对设施桃结果枝<sup>15</sup>N 尿素吸收、利用及分配特性的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2012,18(2):491-498.
- [23]于妮娜,李冬梅,谭秋平,等. UV-B 辐射对设施桃结果枝同化物转运和分配的影响[J]. 应用与环境生物学报,2013,19(1):157-163.
- [24]王志强,何 方,牛 良,等. CO<sub>2</sub> 施肥对大棚油桃光合作用及产量品质的影响[J]. 果树学报,2001,18(2):75-79.
- [25]尹新路,代永玲,宫美英,等. 果树保护地栽培的二氧化碳施肥[J]. 烟台果树,2000(3):9-10.
- [26]王桂英,康国斌. 日光温室环境条件分析及其回归预测[J]. 北京农学院学报,1994(2):75-84.
- [27]王志强. 桃、油桃设施栽培研究现状及发展建议[J]. 柑橘与亚热带果树信息,1999(1):43-44.
- [28]高 昂,刘道伟,牛 良,等. 设施栽培油桃果实内源激素变化规律研究[J]. 中国园艺文摘,2010,26(1):1-4.
- [29]Fuss A M, Burne P M, Coombe B G, et al. Cultural manipulation for out-of-season peach production under glass[J]. Scientia Horticulturae,1990,43(1/2):15-27.
- [30]Bellini E, Falqui D, Musso O. Protected peach culture in Sicily. Six year sofresearch on training system and pruning method[J]. Acta Horticulture,1992(315):49-60.
- [31]陈昌文,朱更瑞,曹 珂,等. 设施栽培桃果实采后树体适宜修剪量的探讨[J]. 果树学报,2011,28(1):31-36.
- [32]朱更瑞,王力荣,方伟超,等. 大棚桃主干形整枝与多效唑处理效应[J]. 山西果树,2000(4):3-5.
- [33]陈晓玲,候建朋,王齐瑞,等. 设施油桃树体 N、P、K 含量的测定及营养补给探讨[J]. 河南林业科技,2000,20(2):21-22,36.
- [34]Williamson J G, Coston D C. Planting method and irrigation rate influence vegetative and reproductive growth of peach planted at high density[J]. J Amer Soc Hort Sci,1990,115(2):207-212.
- [35]Costa G, Vizzotto G, Maroe A. Root restriction and growth manipulation in peach[J]. Acta Horticulturae,1992(322):221-230.
- [36]Myers S C. Root restriction of apple and peach with in-ground fabric containers[J]. Acta Horticulturae,1992(322):215-219.
- [37]杨天仪. 根域限制葡萄树氮素与碳素代谢机制研究[D]. 上海:上海交通大学,2007.
- [38]陈 巍,郭秀珠,黄品湖,等. 限根对油桃幼树生长和果实品质的影响[J]. 浙江农业科学,2012(7):969-971.
- [39]方学智,费学谦,丁 明. CPPU 处理对不同品种猕猴桃风味与营养品质的影响[J]. 浙江农业科学,2006(5):530-532.
- [40]程 云. CPPU 对梨果实生长发育及生理生化特性的影响[D]. 南京:南京农业大学,2007.