

# 浙南地区草莓智能玻璃温室栽培管理技术及栽培表现

林婷薇<sup>1</sup> 王颖<sup>1</sup> 岳雅妮<sup>1</sup> 高贤义<sup>1</sup> 江景勇<sup>1\*</sup> 王云冰<sup>2</sup>

<sup>1</sup>台州市农业科学研究院,浙江台州 318014;

<sup>2</sup>台州科技职业学院,浙江台州 318020)

**摘要** 草莓营养丰富,深受消费者喜爱。草莓智能化和精准化生产对提高草莓种植效益具有重要意义。基于此,介绍了浙南地区草莓智能玻璃温室栽培管理技术,具体包括温室设计、基质及草莓品种选择、水肥管理、环境调控和植株管理,并从叶绿素相对含量变化、平均单果重、果实横纵径、硬度和可溶性固形物含量方面总结了草莓栽培表现,以期对草莓智能化和精准化生产提供参考。

**关键词** 草莓;智能玻璃温室;栽培管理技术;栽培表现;浙南地区

DOI: 10.3969/j.issn.1007-5739.2025.10.047

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



草莓是蔷薇科草莓属多年生草本植物,其果实色泽亮丽、果肉多汁、香味浓郁、营养丰富,深受消费者喜爱。草莓智能化、精准化生产也已成为国内外关注的重点<sup>[1]</sup>,对提高草莓种植效益具有重要意义。智能温室通过调控不同的设备,克服外界气候条件的不良影响,消除对作物生长不利的环境因素,形成温室内小气候,从而促进作物生长,提高产量<sup>[2]</sup>。国外对温室环境控制技术研究较早,例如:荷兰、美国、英国等国家对温室的温度、水分、湿度及光照强度等实现了全方位智能化控制;以色列非常重视现代设施栽培技术,农业生产全部采用智能监控,进行超远程施肥、灌溉作业,使肥料和水的利用率达到了80%~90%;荷兰自20世纪80年代起研究智能玻璃温室,现已处于世界先进水平,智能玻璃温室面积达到1.2万hm<sup>2</sup>。21世纪90年代初Venlo型温室从荷兰引入中国,到现在已经有30多年的历史<sup>[3]</sup>。与传统大棚相比,该类型温室大幅提高了资源利用率和劳动生产率<sup>[4]</sup>。本文总结了台州农业科技创新园智能玻璃温室内草莓栽培管理技术及栽培表现,以期对草莓精准化种植示范与推广提供参考。

**基金项目** 浙江省农业(果品)新品种选育重大科技专项(2021C02066-7-2);台州市农业科学研究院青年基金项目“设施农业园区智能玻璃温室草莓栽培技术研究”(23Q01)。  
**第一作者** 林婷薇(1994—),女,硕士,助理农艺师。研究方向:草莓新品种选育及智能温室栽培技术。

\*通信作者

收稿日期 2024-11-13

## 1 栽培管理技术

### 1.1 温室设计

台州农业科技创新园位于台州湾新区东海大道东渔舟路,规划总面积30.85hm<sup>2</sup>,其中智能玻璃温室为12m跨度Venlo型温室,长180m,宽110m,柱距5m,肩高7.3m,顶高9.4m,占地2hm<sup>2</sup>。在智能玻璃温室中,草莓温室东西长40m,南北宽50m;栽培架高0.9m,架间距0.85m;栽培槽长45m、宽0.25m、深0.15m,铺设2根滴灌带。温室采用钢架结构,屋面覆盖4mm透光率91%的钢化散射玻璃,侧墙采用4mm钢化玻璃;温室内部配有外遮阳幕布、内遮阳幕布、内保温幕布、热水采暖补温系统、高压喷雾降温系统、湿帘风机等。通过荷兰Hoogendoorn环控系统精准检测和调控温室内的温度、湿度、光照强度、水肥等。

### 1.2 基质及草莓品种选择

微酸性土壤适宜栽培草莓,且土壤溶液电导率不宜过高。在智能玻璃温室中,栽培基质选用由椰壳、泥炭、椰糠、蛭石和珍珠岩按照2:4:2:1:1(体积比)混合而成的基质,pH值为5.5,电导率为0.4mS/cm。草莓品种选择建德白露、粉玉、越秀和浙粉莓2号,均为引进品种。

### 1.3 水肥管理

以水肥一体化系统为基础,采用滴灌形式,在不同季节、不同天气条件下,根据草莓不同生长时期的需求,对水肥实施精准化调控,并辅助施用叶面肥,使草莓处于最佳生长状态。

### 1.3.1 营养液配方

营养液母液分为 A 液和 B 液,其中:A 液常用肥料有微生物菌剂(解淀粉芽孢杆菌 KN-527 $\geq$ 100 亿/mL)、中量元素水溶肥料(Ca $\geq$ 120 g/L, Mg $\geq$ 20 g/L)、含氨基酸水溶肥(R-CH(NH<sub>2</sub>)-COOH $\geq$ 110 g/L)、平衡型水溶肥(N $\geq$ 19%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> $\geq$ 19%, K<sub>2</sub>O $\geq$ 19%)、磷酸二氢钾;B 液常用肥料为硝酸铵钙。

### 1.3.2 营养液 pH 值和电导率调控

常通过添加 HNO<sub>3</sub>、H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 或者 KOH 来调整营养液 pH 值,适宜草莓栽培的营养液 pH 值为 5.5~6.5。

草莓在不同生长阶段适宜的营养液电导率不同。2023 年 9 月,草莓处于定植生长期,适宜的营养液电导率为 1.2 mS/cm;2023 年 10 月上中旬,草莓仍处于定植生长期,适宜的营养液电导率为 1.5 mS/cm;2023 年 10 月下旬至 11 月中旬,草莓处于花期,适宜的营养液电导率为 1.8 mS/cm;2023 年 11 月下旬至 2024 年 4 月,草莓处于成熟采摘期,适宜的营养液电导率为 2.0 mS/cm。

### 1.3.3 灌溉量及灌溉频次

在草莓不同生长阶段和不同天气条件下,每日灌溉量及灌溉频次有差异。每天在日出后 2 h 开始第 1 次灌溉,日落前 2 h 结束灌溉。灌溉频次与当日光照辐射强度有关:当光照辐射强度增加时,草莓蒸腾作用增强,需要更多水分,相应的光照辐射强度累计速度也加快,灌溉频次增多,灌溉量增加;反之,当光照辐射强度较弱时,灌溉量要相应减少。在定植至现蕾开花期,光照辐射能量值每累计 300 J/cm<sup>2</sup>灌溉 1 次,每次每株灌溉 50 mL;采收期开始后,光照辐射能量值每累计 200 J/cm<sup>2</sup>灌溉 1 次,每次每株灌溉 80 mL。

## 1.4 环境调控

智能玻璃温室环境调控是草莓生产中实现高效节能不可缺少的环节,主要涉及温度、光照、湿度等的调控。在不同的季节和天气条件下,可通过风机开关、幕布开闭、高压喷雾、管道开闭等多种措施,将室内环境调节到适宜草莓生长的状态。

### 1.4.1 温度管理

2023 年 9 月上旬草莓定植后,气温仍较高,为提高定植成活率,在室内温度达到 25 ℃ 时打开风机,在室内温度达到 30 ℃ 时打开外遮阳幕布,在风机关闭时打开天窗自动化控制模式,白天将温度控制在 32~34 ℃,夜间将温度控制在 27~30 ℃。2023 年 11 月中

旬开始,取消外遮阳幕布自动开启模式,全天收拢,保证草莓植株光合作用。2023 年 11 月至 12 月中旬,11:00—13:00 自动开启风机,其余时间只打开天窗,可在保证温室内花粉散播的同时,控制温室白天温度为 20~30 ℃、夜间温度为 12~20 ℃。2023 年 12 月中旬至翌年 1 月上旬,夜间自动展开内外遮阳幕布,当温度低于 7 ℃ 时,自动展开内保温幕布,控制温室白天温度为 15~25 ℃、夜间温度不低于 5 ℃。2024 年 1 月上旬至 2 月上旬,当温度达到 10 ℃ 时打开天窗,其余设施全部处于关闭状态。2024 年 2 月上旬之后天窗全天保持开启状态。

### 1.4.2 光照管理

草莓是喜光植物,其光饱和点比一般作物低。草莓植株在不同生长阶段对光照的需求不同:花芽分化期需要短日照,时长为 10~12 h;草莓茎抽生期和开花结果期需要长日照,时长为 12~15 h。适宜草莓生长的适宜光照强度为 25 000~60 000 lx。2023 年 9—10 月,光照强度大,日照时间长,温室内温度高,外遮阳幕布达到设定值时便自动展开,及时遮光降温。2023 年 11 月至翌年 2 月,晴天时光照强度适中,无需使用遮阳幕布,便可保证草莓光合作用;阴雨天时室内光照强度太低,必要时进行人工补充。

### 1.4.3 湿度管理

在草莓生长发育的整个过程中,最适宜的空气湿度为 50%~70%。2023 年 9 月定植后,主要利用风机湿帘降温系统提高温室内相对湿度,保证植株缓苗成活。冬季智能玻璃温室内湿度较高,在高架栽培模式的基础上,10 月中旬在栽培架上铺设地膜;采用营养液膜下滴灌,并配备营养液回收池,减少水汽蒸发;夜间控制室内温度不低于 5 ℃,不关天窗,采取综合措施降低室内空气湿度。Hoogendoorn 环控系统记录的湿度数据显示,2023 年 9 月至翌年 2 月,白天温室内湿度常维持在 50%~60%,3 月后常维持在 40%~50%;9—10 月,夜间温室内湿度维持在 60%~70%;11 月起,夜间湿度较高,常维持在 75%~83%。

## 1.5 植株管理

### 1.5.1 定植

根据不同草莓品种花芽分化时间进行定植,时间在 2023 年 9 月上中旬,定植前 2~3 d 将基质浇透,保证定植后草莓苗根茎部周围湿润,促进不定根的发生。选取健壮、无病害的草莓苗,采用双行定植,株行

距 15 cm×20 cm,栽培深度为 6~7 cm,达到深不埋心且浅不漏根的标准。

### 1.5.2 摘叶整枝

在草莓植株长出 2 片新叶后,定期掰除基部老叶、病叶,促进植株通风透光,减少病害发生。在生长过程中,草莓植株会抽生大量匍匐茎<sup>[5]</sup>,消耗母株养分,应及时摘除。进入开花坐果期后,果实在发育成熟的过程中会吸收大量光合产物,从而抑制草莓营养生长和下批花序的正常发育,因而要及时疏花疏果。

### 1.5.3 病虫害防治

主要防治草莓二斑叶螨、斜纹夜蛾、蚜虫、炭疽病等病虫害。杀菌剂可以选用 500 g/L 氟啶胺悬浮剂 1 000 倍液、325 g/L 苯甲·嘧菌酯悬浮剂 1 000 倍液、40% 噻唑锌悬浮剂 1 000 倍液,杀虫杀螨剂可选用 200 g/L 四唑虫酰胺悬浮剂 1 500 倍液、12% 阿维·乙螨唑悬浮剂 1 500 倍液、45% 联肼·乙螨唑悬浮剂 1 000 倍液。根据病虫害发生特点适时选择不同药剂<sup>[6]</sup>,注意合理混用,忌连续使用同一种药剂,避免随意加大药剂用量及次数,并适时补充钙、镁、硼、氨基酸等水溶肥,以保证植株和果实正常生长。

## 2 栽培表现

在草莓生长过程中,每周使用 SPAD-502 Plus 叶绿素计测定建德白露、粉玉、越秀和浙粉莓 2 号 4 个草莓品种叶片的叶绿素相对含量,每月取平均值,记录叶绿素相对含量变化。结果发现,各品种草莓的叶绿素相对含量整体呈现递增趋势,符合草莓正常生长规律。

2024 年 1 月对建德白露、粉玉、越秀和浙粉莓 2 号 4 个草莓品种的果实品质性状进行测定,发现这些品种在台州农业科技创新园智能玻璃温室栽培中表现良好,平均单果重为 16.05~19.90 g,果实纵径为

36.98~43.48 mm,果实横径为 33.35~35.87 mm,硬度为 2.91~3.86 kg/cm<sup>2</sup>,可溶性固形物含量为 10.62%~11.80%。智能玻璃温室内的光照、湿度、水肥等适宜草莓生长。

## 3 结束语

在台州农业科技创新园智能玻璃温室内开展了建德白露、粉玉、越秀和浙粉莓 2 号 4 个草莓品种栽培,并且测定了 4 个草莓品种的农艺性状,品种表现良好。该栽培管理技术对推动草莓种植智能化和精准化具有参考价值。后续将重点比较智能玻璃温室与传统大棚的成本和效益。不同园区或不同地区的草莓品种、硬件设施、气候环境、生产目的等存在差异<sup>[7-8]</sup>,采取的智能化方式也会不同。因此,智能化生产应因地制宜,根据具体情况找到最适宜的智能化策略,从而为产业高效可持续发展提供科技支撑。

## 参考文献

- [1] 孙梦姣,王兴臻,徐会福,等.鲁东南地区草莓智能温室精准管理技术[J].果农之友,2022(6):48-50.
- [2] 刘雨娜,高春琦.基于物联网的北方智能温室番茄栽培的调控规程[J].北方园艺,2020(2):138-142.
- [3] 黄景华,王霞光,贺清国.荷兰 Venlo 型智能蔬菜栽培温室成本效益分析[J].农业工程技术,2017(34):35-37.
- [4] 王冰华,刘湘伟,王艳芳,等.现代化大型连栋温室番茄工厂化栽培管理技术[J].中国蔬菜,2021(4):104-109.
- [5] 罗贺,李伟佳,李贺,等.草莓 *FaRGA1* 基因沉默改变开花和匍匐茎抽生特性[J].园艺学报,2020(12):2331-2339.
- [6] 雷建华,刘礼朋,李志清.草莓设施栽培丰产技术初探[J].果农之友,2023(12):51-54.
- [7] 张志明,胡君欢,张佳丽,等.鄞州区草莓新品种引试和栽培模式研究[J].浙江农业科学,2023,64(12):2906-2909.
- [8] 彭珍凤,鄂颖.镇江市设施草莓产业发展现状及建议[J].农业装备技术,2023,49(6):13-14.