

# 设施草莓储热式立体高效栽培技术

连青龙<sup>1,2</sup>, 鲁少尉<sup>1,2</sup>, 李 邵<sup>1,2</sup>, 尹义蕾<sup>1,2</sup>, 丁小明<sup>1,2</sup>, 齐 飞<sup>1,2</sup>

(1. 农业部规划设计研究院 设施农业研究所, 北京 100125; 2. 农业部农业设施结构工程重点实验室, 北京 100125)

中图分类号: S 628 文献标识码: B 文章编号: 1001-0009(2013)01-0032-03

储热式立体栽培系统是一项高端、新颖的栽培系统, 它可充分利用温室空间, 有效利用太阳能, 提高草莓品质, 并且具有一定的观赏性。同时, 该系统还具有高采光率、营养可调控、根部环境通透性好等优点。此外, 该系统还能减少病虫害的发生, 提高草莓的产量与质量, 便于采摘, 降低劳动强度, 节省劳动力成本等。该系统的最大特点是节能、绿色、环保。蓄/放热系统是它的核心部件, 可以将白天温室内多余的热量储存在水中, 夜晚将水中储存的热量再释放到温室内, 系统通过自动控制、热量循环, 实现白天降温、晚上增温的效果, 并达到节约能源的目的。目前, 该技术已在 2012 年第七届世界草莓大会国际草莓风情展亚洲馆中进行了展示, 并且在北京市昌平金六环农业园进行了示范, 获得了较好的社会效益和经济效益。

## 1 储热式立体栽培设施

储热式立体栽培设施(图 1~2)由蓄/放热、灌溉施肥、CO<sub>2</sub>施肥、栽培等 4 个子系统组成; 其中, 蓄/放热系统是系统的核心。该系统在连栋温室和日光温室中均可使用。热泵、循环风机、控制器、开关装置等安装在独立、封闭的室内空间。

### 1.1 蓄/放热系统

蓄/放热系统主要由热储存罐和热泵组成(图 1)。白天, 通过热泵和蓄水罐内的热交换管将温室内多余的热量储存在草莓栽培架下方的热储存罐中, 从而达到降低温室内温度的目的。晚上, 储存在蓄水罐中的热量同样通过热交换管和热泵将热量释放, 提高温室内的温度。该系统因不用换气, 延长了温室的密闭时间, 因此, 温室内温度与湿度能维持到最佳水平。该系统充分利用了热储存罐白天储存的热能, 降低了加热成本。

**第一作者简介:** 连青龙(1981-), 男, 山东聊城人, 博士, 工程师, 现主要从事设施园艺栽培技术等研究工作。E-mail: qinglong\_lian@163.com.

**基金项目:** 国家公益性行业(农业)科研专项资助项目(201203002; 200903009)。

**收稿日期:** 2012-09-27

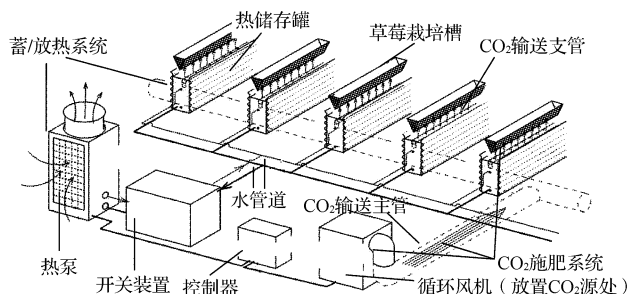


图1 储热式立体栽培系统构造示意图

### 1.2 灌溉施肥系统

该系统完全智能化运转, 集灌溉、施肥于一体(图 2)。灌溉用水是经过去除离子净化的水, 因此, 减少了因水内其它带电离子影响而造成的一些微量元素的流失, 同时使用纯净水灌溉也相应地减少了由于水中携带病菌感染植株根系造成的可能性危害。经过净化的水 EC 值维持在 0.1~0.2 mS/cm, pH 在 7.0 左右。栽培槽基质表面施用颗粒缓释肥, 其上铺设滴灌管。该缓释肥含有草莓生长各阶段需要的大量和微量营养元素, 并且肥效可从栽培初的 9 月份持续到翌年的 5 月份左右, 根据肥效可在栽培生产后期补充其它液肥, 以满足草莓生长的需求。此外, 在日常管理过程中, 可根据测定栽培槽下方废液的 EC 值来调整每天的灌溉次数。

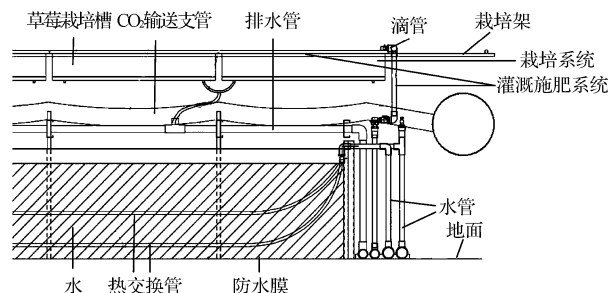


图2 蓄热部分与栽培架部分侧面构造图

### 1.3 CO<sub>2</sub>施肥系统

施用 CO<sub>2</sub> 可提高草莓生长期间的的光合效率, 以提高其生产产量。CO<sub>2</sub> 施肥完全自动化控制, 依靠循环风机通过主输送管道和支管道输送到草莓栽培槽下方(图 2), 支管道上表面具有许多小孔, 是 CO<sub>2</sub> 气体排放出口,

此管道亦可输送由热泵产生的热量,用来提高栽培槽中草莓根部的温度,以增强草莓根系的活力。

#### 1.4 栽培系统

栽培系统主要由框架支持系统和栽培槽组成,位于储热槽的正上方。灌溉废水可从栽培槽底部的连接管道排出,并且,各个独立的栽培槽降低了病害相互传染的危险,有利于疾病的防治。

### 2 储热式立体草莓栽培管理技术

#### 2.1 品种选择

可根据当地市场情况选择“红颜”、“章姬”等品种。

#### 2.2 定植方法

定植前将草莓专用基质放入栽培槽。向栽培槽基质表面喷水,水要浇透。选择组培生产的无病虫害、健康强壮的幼苗,幼苗应具有4片展开叶、茎粗不低于1.0 cm。去除幼苗的枯叶和根部附着的基质,并将幼苗根在清水中清洗,然后把整株苗浸入多菌灵杀菌水中约5 s左右。如保证幼苗为无菌苗时,可选择不洗根附带基质定植的方法。定植时,苗的分蘖处(从母株切断匍匐茎的方向)朝向栽培槽的里部。覆盖基质做到“上不埋心,下不露根”,并用周围的基质压实固定幼苗。每个栽培槽种植10株幼苗,10 cm间隔定植。在以展示功能为主的连栋玻璃温室中可种植7 000余株/1000m<sup>2</sup>,以生产功能为主的连栋玻璃温室中可种植10 000株/1000m<sup>2</sup>左右。



图4 储热式立体草莓栽培系统

#### 2.3 灌溉施肥

栽培槽装满基质后立刻进行滴灌带的铺设,滴孔向上放置。幼苗定植后,将滴灌带放置到草莓根茎的一侧,定植当天要进行充分灌溉。定植初期(10 d内)每天浇水10次,每次3 min左右。定植1周左右的时间,会出现叶面轻度枯萎的现象,可向叶面适度喷水。

定植10 d后,向栽培槽基质表面施用颗粒缓释肥,每槽施用330 g,沿着栽培槽的纵向均匀的施肥。然后,将滴灌带放置到缓释颗粒肥的上方,以保证缓释肥溶解后的肥效。定植10 d后灌溉次数减为每天5次。此后也可根据测定栽培槽下方漏出废水的EC值来确定每天的灌水次数,EC值应该在0.4~0.6 mS/cm的范围内,EC值在0.6以上时增加灌水次数,EC值在0.4以下时减少灌水次数。灌溉次数和时间亦可参考以下标准(图5,表1)。

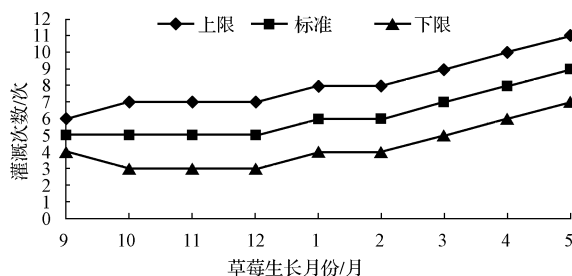


图5 灌溉标准图

表1 灌溉时间标准表

灌溉次数/次	灌溉时间									
3	—	8:00	—	—	11:00	—	—	—	—	15:00
4	—	8:00	—	—	11:00	—	13:00	—	—	15:00
5	—	8:00	—	10:00	11:00	—	13:00	—	—	15:00
6	—	8:00	—	10:00	11:00	12:00	13:00	—	—	15:00
7	7:00	—	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	—	—	15:00
8	7:00	—	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	—	16:00
9	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	—	16:00
10	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00

在定植2周时观察并确保幼苗成活后,用黑色覆盖膜覆盖栽培槽上的基质和缓释肥,使基质保温保湿,提高缓释肥的肥效。为防止覆盖膜滑动,使用固定针固定覆盖膜,将固定针插入在基质和栽培槽之间。

栽培生产后期(约翌年5月份后),可利用灌溉系统适度增施肥料,以提高栽培后期草莓的产量和品质。

#### 2.4 环境控制

为了提高草莓生长的光合效率,应合理使用CO<sub>2</sub>施肥系统补充室内的CO<sub>2</sub>浓度,在白天光合作用最强时理想的CO<sub>2</sub>浓度为1 000 mg/L。此外,适宜的温湿度有利于光合作用的进行,但高温高湿的环境较易滋生病虫害的发生,应将温室内的温湿度控制在适宜的范围内。同时,立体高架栽培增加了该系统的采光性,并且要保持玻璃屋面的清洁有助于提高草莓生长环境的光照强度。适宜的温湿度、CO<sub>2</sub>浓度、光照强度等环境因子会增强草莓生长的光合作用,提高草莓的产量和质量。

#### 2.5 授粉

温室草莓大多数的品种由于柱头的接受器高于雄蕊,仅靠自然授粉草莓的产量低,单果小,一部分果实呈畸形。试验证明,利用蜜蜂为温室内的草莓授粉,是提高草莓产量和质量的一项重要技术措施。因此,在温度能稳定达到25℃且光照条件比较好的情况下,建议使用蜜蜂辅助授粉<sup>[1]</sup>。每667 m<sup>2</sup>的温室面积预计放8 000~10 000只蜜蜂左右。荷兰熊蜂的授粉能力比普通蜜蜂较强,草莓大会温室内使用了荷兰熊蜂授粉(1箱/1000m<sup>2</sup>),草莓产量提高了10%以上。

#### 2.6 病虫害防治

温室立体无土栽培的草莓病害较传统栽培模式发生的较少。主要发生的病虫害有白粉病、炭疽病、红中

柱根腐病、红蜘蛛等。

白粉病:选用 70%甲基硫菌灵 1 000 倍液,或 50%醚菌酯(翠贝)3 000 倍液,或 25%吡唑醚菌酯乳油(凯润)2 000~3 000 倍液喷雾防治。连续喷施 2~3 次,喷药间隔 7~10 d,尽量避免长期使用同一种杀菌剂。炭疽病:用 40%氟硅唑乳油(福星)8 000 倍液或 25%咪唑胺乳油 1 000~1 500 倍液喷雾防治,10 d 喷 1 次,连喷 2~3 次。此外,也可以用 25%阿米西达悬浮剂喷雾防治。红中柱根腐病:定植前,用 50%锰锌·乙铝可湿性粉剂浸苗;定植后用 50%锰锌·乙铝可湿性粉剂喷雾防治或用甲霜·锰锌灌根防治。

此外,可分别使用 6.78%阿维·哒螨灵(爱诺满清)乳油 2 000~2 500 倍液、1.8%阿维菌素(虫螨克星)乳油 4 000~6 000 倍液等药剂防治茶黄螨。使用 20%增效氰戊菊酯(杀灭菊酯)乳油 5 000~8 000 倍液,或 1.8%阿维菌素乳油 3 000 倍液防治红蜘蛛<sup>[2]</sup>。其它草莓病害防治方法同常规栽培方式。

#### 2.7 收获后管理

生产季节过后(约 6 月份),除去草莓植株(包括基质中的根部),同时要对温室和基质进行杀菌消毒。此

外更重要的是,在非栽培季节,要定时对基质进行灌溉保湿,以保证基质较强的持水能力,在接下来的栽培季节继续使用。

### 3 经济效益

储热式草莓立体栽培系统生产的草莓果实大而整齐、畸形果少、色彩鲜亮、酸甜可口,优果产量得到了较大的提高,并且比传统的栽培方式提前 10~15 d 的上市时间。此外,该栽培方式可以通过营养控制和环境调控等措施使其在春节期间达到盛果期,满足人们节日观光、采摘的需求,提高草莓的经济价值。2012 年第七届世界草莓大会期间,该系统的草莓采摘价格最高达到了 600 元/kg,而且在草莓大会过后其最低采摘价格仍然达到了 160 元/kg。该系统得到了第七届世界草莓大会组委会以及业界人士的广泛好评。

#### 参考文献

- [1] 王宝驹,陈春秀,刘伟,等.日光温室草莓吊柱式无土栽培技术[J].中国蔬菜,2011(11):49-50.
- [2] 王宝驹,刘伟,陈春秀,等.设施草莓吊槽式立体栽培技术[J].江苏农业科学,2012,40(2):137.

## 工厂化农业

工厂化农业是综合运用现代新技术、新设备和管理方法而发展起来的全面机械化、自动化的技术密集型农业,在人工控制环境条件下连续作业。例如,工厂的厂房是用塑料薄膜或有机玻璃覆盖,通过电脑控制,可以根据作物生长发育的需要调节阳为光、温度、水分和空气。在植物工厂里,一下子抹去地球上的“东南北”、“春夏秋冬”的概念,真可谓绿茵世界,阳光充足,气候温煦,一年四季都可以收获粮食、蔬菜、水果和其它农产品。

#### 应用之一:蔬菜种植

蔬菜是未来植物工厂种植的主要农作物。试验表明,各类蔬菜采用岩棉栽培、袋培、水培、营养液膜栽等方式,通过电脑调节环境因素和栽培措施,进行监控和管理,根据蔬菜生长的需要,电脑指令整个系统调节适宜的光、温、水和 CO<sub>2</sub> 以及营养成分的浓度等,完成育苗、移栽、收获、清洗、包装等全部生产程序。日本研制出一种温室环境遥感控制系统,将分散的温室群同电脑控制中心联接,实行大范围的温室自动化管理。在 1 000 m<sup>2</sup> 面积内,充分利用栽培空间,实行立体多层种植。精确地控制了自然条件,阳光在空间均匀分布,空气调节由壁面下部吹出,从床面吸入,在风向板的作用下,维持风速 0.3~0.5 m/s,并保持适宜的土壤温度和湿度。人工光照为 40 000 lx,每天可以收获生菜、菠菜、番茄等 500 kg,实现周年均衡生产。

#### 应用之二:花卉种植

花卉业实行工厂化生产更受瞩目。以园艺业著称的荷兰,全国建成日光温室面积 1.2 万 hm<sup>2</sup>,占全世界日光温室总面积的 1/4。温室操作实现机械化和自动化。例如以生产非洲菊为主的泰勒尼加公司,采用试管育苗、快速繁殖等高新技术,年产非洲菊 900 万株,鲜切花 500 万枝,其中 70%销往国外,占世界非洲菊总贸易额的 70%以上,营利颇丰。随着科技进步和工业化进程的加快,植物工厂化栽培在我国大中城市郊区将发展成为重要的支柱产业。