

# 日光温室草莓基质槽研究

杨文雄<sup>1</sup>, 徐全明<sup>2</sup>, 钟连全<sup>2</sup>, 袁震<sup>2</sup> (1.北京农业职业学院, 北京 102442; 2.昌平种子管理站, 北京 102206)

**摘要** 设计了一种新型基质槽——聚氯乙烯基质槽, 将其放置于日光温室地面上进行草莓基质栽培, 研究其节水节肥、保水保温性能及其对草莓生长、品质和产量的影响。结果表明: 聚氯乙烯基质槽具有较好的节水节肥、保水保温效果。新型基质槽的浇水量为土栽的 45.9%、高架栽培的 83.0%、半基质的 90.4%; 新型基质槽的施肥量为土栽的 57.7%、高架栽培的 87.0%、半基质的 98.5%。通过 3 种不同容积规格的基质槽对比研究, 优选出中型草莓基质槽, 其在草莓生长、品质和产量方面都具有明显的优势, 特别是春节后每 7 d 只浇 1 次水, 符合都市农业休闲采摘高端定位, 具有较高的推广价值。

**关键词** 聚氯乙烯; 基质槽; 草莓; 日光温室

**中图分类号** S627 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2021)10-0186-04

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.10.048

开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

**Study on the Matrix Tank of Strawberry in Solar Greenhouse**  
**YANG Wen-xiong<sup>1</sup>, XU Quan-ming<sup>2</sup>, ZHONG Lian-quan<sup>2</sup> et al** (1.Beijing Vocational College of Agriculture, Beijing 102442; 2.Chang-ping Seed Management Station, Beijing 102206)

**Abstract** A new substrate tank—PVC matrix tank was designed, it was placed on the ground of solar greenhouse for the matrix cultivation of strawberry. Their water-saving, fertilizer-saving, water and heat preservation performance and their effects on the growth, quality and yield of strawberry were studied. The results showed that PVC matrix tank had better effects of saving water and fertilizer, preserving water and heat. The irrigation quantity of new-type matrix was 45.9% of soil planting, 83.0% of overhead cultivation and 90.4% of half substrate, respectively. The fertilizer amount of new-type matrix was 57.7% of soil planting, 87.0% of elevated cultivation and 98.5% of half substrate, respectively. Through the comparison of three kinds of matrix tanks with different volume specifications, a medium-sized matrix tank of strawberry was screened out, which had obvious advantages in the growth, quality and yield of strawberry. Especially after the Spring Festival, only one watering a week was in line with the high-end orientation of urban agricultural leisure picking, with high promotion value.

**Key words** PVC; Matrix tank; Strawberry; Solar greenhouse

温室草莓是北京市都市农业的一种具体体现, 除了给北京市民带来绿色、安全、高效、优质的农产品外, 还承载着休闲、观光、旅游、亲子的社会功能<sup>[1]</sup>。截至 2018 年, 北京市草莓生产面积 766.7 hm<sup>2</sup>, 总产量 1.55 万 t<sup>[2-3]</sup>。目前, 仍有 93% 的日光温室草莓种植采用土栽模式, 土传病害多、环境污染严重、采摘体验差, 这与北京市都市农业高端、绿色、环保的要求严重不符<sup>[4]</sup>。为此, 农业科技工作者研究了多种基质或半基质栽培模式, 比如聚氨酯泡沫基质栽培、硅酸盐板半基质栽培和高架基质栽培等。但是, 这些栽培模式在实践应用中仍存在节水节肥效果不明显、保水保温性差、草莓品质和产量优势不明显等缺点<sup>[5-9]</sup>。

为了解决这一问题, 笔者选用一种新型材质的草莓基质槽——聚氯乙烯基质槽, 将其放置于日光温室地面上进行草莓基质栽培。它利用工业模具挤塑成型, 可批量化、标准化生产, 能整体移动到日光温室中, 利用地温进行保温, 并具有土传病害少、基质承载量大、成本低等优点。前期已经研究了不同厚度陶粒在基质槽中的情况, 并优选出陶粒 2 cm 厚度的基质槽。在前期研究的基础上, 笔者筛选出 3 种不同容积规格的基质槽, 通过研究做到每 7 d 只浇 1 次水, 让日光温室草莓充分积累糖分, 在周末品质达到最佳, 满足北京市民周末休闲采摘的需求<sup>[10]</sup>, 同时达到节水节肥、保水保温、省

时省工、降低土壤污染、保护环境、提质增效的目的。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

**1.1.1 日光温室。**位于北京市昌平区丈头村的昌平种子试验站基地 5 号棚日光温室, 温室长度 50 m, 跨度 6.0 m, 脊高 3.24 m。

**1.1.2 草莓基质槽。**草莓基质槽分为大槽、中槽和小槽。

①大槽: 上口 45 cm, 下底 35 cm, 高 30 cm。②中槽: 上口 33 cm, 下底 25 cm, 高 25 cm。③小槽: 上口 27 cm, 下底 15 cm, 高 20 cm。草莓基质槽长度均为 5.7 m (比温室跨度略短, 留出通道), 3 种不同容积规格的草莓基质槽各 30 个, 放置在同一栋日光温室(5 号棚)中。

**1.1.3 其他栽培材料。**①土栽: 一垄, 宽 45 cm, 高 60 cm, 长 6.0 m。②高架栽培槽: 凹槽, 深 30 cm, 内径宽 40 cm, 架高 1.2 m, 长 6.0 m。③半基质栽培槽: 梯形, 上口 40 cm, 下底 60 cm, 高 40 cm, 长 6.0 m。

**1.1.4 试验品种。**试验草莓品种为隋珠, 定植时间为 2019 年 8 月 26 日, 定植密度为 6 420 株, 在每个基质槽中呈两列定植。

### 1.2 方法

**1.2.1 种植管理方式。**实行专人管理、智能化管理。为了减少人力, 提高草莓种植的智能化管理水平, 引入监控草莓生产的智能化技术, 监控并记录空气湿度、空气温度、基质温度、基质湿度(水分含量)、二氧化碳浓度和光照强度等环境数据, 并将这些数据上传到“云”平台上, 能够进行远程查看。

**1.2.2 检测方法。**不同容积规格的基质槽, 每个规格固定 3

**基金项目** 北京市农业科技项目(PXM2020-157102-000064); 北京市昌平区财政支持项目。

**作者简介** 杨文雄(1978—), 男, 湖北天门人, 副教授, 博士, 从事设施农业研究。

**收稿日期** 2020-09-03

行,进行草莓品质的检测,检测数据取平均值。草莓品质主要检测糖度和硬度。糖度使用糖度仪检测,糖度仪型号为 PAL-1,由南京晓晓仪器设备有限公司生产,糖度范围为 0~53° Brix ;硬度使用硬度计检测,硬度计型号为 FHR-1,硬度范围为 0.01~1.00 kg,由广州瑞丰实验设备有限公司生产。温湿度等环境数据由北京农业智能装备技术研究中心提供的温室娃娃管理“云”平台自动监测和记录。草莓产量和施肥量使用天平测定。

2 结果与分析

2.1 草莓基质槽性能研究

2.1.1 草莓基质槽节水节肥性能。从表 1 可以看出,在日光温室草莓生长的整个过程中,4 种栽培模式草莓的水肥消耗量从大到小依次为土栽、高架、半基质、新型基质槽,也就是说,土栽模式水肥消耗量最大,而新型基质槽最小。就节水而言,新型基质槽的浇水量为土栽的 45.9%、高架栽培的 83.0%、半基质的 90.4%;就节肥而言,新型基质槽的施肥量为土栽的 57.7%、高架栽培的 87.0%、半基质的 98.5%。因为新型基质槽是由整体模具形成,所以密封性好、且基质容量较大,所以能很好地节水保肥;高架栽培悬空在地面上,且容积较小,在室温升高时高架中的基质水分容易因升温而挥发;半基质栽培是用硅酸盐板拼接而成,保水性较差,且由于使用的是半基质,水分容易从基质中渗透到土壤中,水分湿度保持较为困难;土栽模式水肥消耗量最大,由于水肥的长期积累,造成土壤酸碱度失去平衡、盐碱化严重,从而导致环境污染,最不符合北京都市农业的发展方向。

表 1 4 种草莓栽培模式肥水对比

Table 1 Comparison of fertilizer and water among four cultivation models of strawberry

| 栽培模式<br>Cultivation models | 浇水量<br>Irrigation quantity // t | 施肥量<br>Fertilizer amount // kg |
|----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 土栽 Soil planting           | 122.7                           | 58.1                           |
| 高架 Elevated cultivation    | 67.8                            | 38.5                           |
| 半基质 Half substrate         | 62.3                            | 34.0                           |
| 新型基质槽 New-type matrix      | 56.3                            | 33.5                           |

2.1.2 草莓基质槽保水保温性能。

2.1.2.1 草莓基质槽保水性能。草莓基质槽的保水性能通过基质槽的基质水分含量来体现。试验数据由环境管理“云”平台自动记录所得,由于智能监测和记录,能获得传统方法所得不到的海量数据,充分体现智能化技术在日光温室上应用的便捷性和巨大优势。

截取 2020 年 1 月 5 日 14:00—18:00 的水分含量数据,每 10 min 记录 1 次数据,以时间为横轴,以基质的水分含量为纵轴,绘制成图 1。从图 1 可以看出,不论是哪种容积规格的基质槽,其基质水分含量都非常稳定,波动极小,这对于草莓的正常生长是非常有利的,同时新型基质槽的保水性能很好。从图 1 还可以看出,中槽基质的水分含量较高,说明中槽在 3 种槽型中具有更好的保水性能。

2.1.2.2 草莓基质槽保温性能。草莓基质槽的保温性能通

过基质槽的基质温度来体现,数据由环境管理“云”平台自动记录获得。

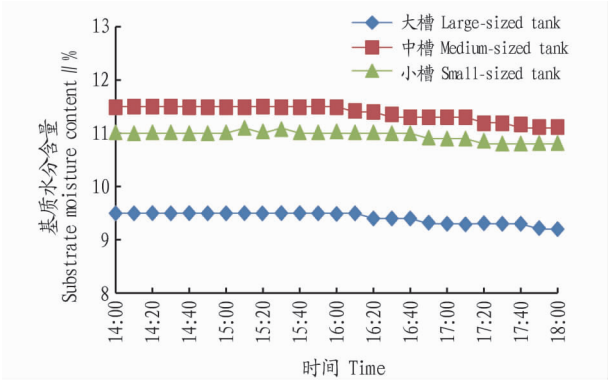


图 1 不同容积基质槽基质水分含量随时间的变化

Fig.1 Variation of substrate moisture content in different volume substrate tanks with time

截取 2019 年 12 月 31 日 10:00—18:00 的温度数据,每 10 min 记录 1 次,绘制成图 2。从图 2 可以看出,不论哪种容积规格的基质槽,其基质温度都非常稳定,均随着时间的变化有所下降。所有基质温度都高于室内温度,且高于室外温度。室外温度随时间的变化呈现抛物线式变化,变化波动较大。温度的相对稳定和保持较高的温度对于草莓的正常生长是非常有利的,基质槽内的基质温度都能满足草莓生长的需要。就 3 种规格的基质槽而言,中槽基质温度最高。这说明中槽具有很好的保温性能。

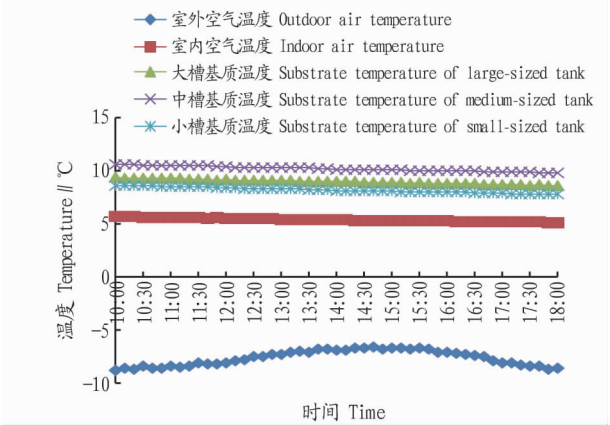


图 2 环境温度随时间的变化趋势

Fig.2 Change trends of ambient temperature with time

2.2 草莓生育期调查结果 2019 年 8 月 26 日,在新型基质槽中,对隋珠基质苗进行定植,观察并记录草莓在生育期的生长情况。10 月 4 日进入草莓现蕾期,此时 25%的植株花蕾显现;10 月 11 日进入初花期,25%的植株有花开放;10 月 28 日进入盛花期,75%的植株有花开放;11 月 15 日进入果实转白期,50%的植株一级序果转白;11 月 23 日进入初熟期,25%的植株一级序果成熟;11 月 29 日进入成熟期,50%的植株一级序果成熟。

从图 3 可以看出,草莓在新型基质槽中生长正常,长势很好,每个生长关键期都表现优异,且时间比普通栽培模式提前,这对于草莓提前上市、增加草莓商品附加值是有利的。



图3 草莓生长情况

Fig.3 The growth status of strawberry

2.3 不同容积基质槽对草莓品质和产量的影响

2.3.1 不同容积基质槽对草莓品质的影响。

2.3.1.1 不同容积基质槽对草莓糖度的影响。2020 年 3 月 16 日至 3 月 22 日,检测不同容积基质槽草莓糖度随时间的变化。每天从每种容积基质槽草莓中随机抽取 15 粒草莓,使用糖度仪检测其糖度,取平均值,结果见图 4。

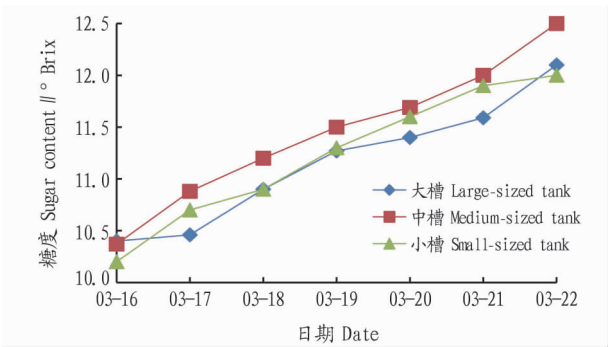


图4 不同容积基质槽草莓糖度随时间的变化

Fig.4 The sugar content changes of strawberry in matrix tanks with different volume with time

从图 4 可以看出,试验期间任何一种容积规格的基质槽草莓糖度都是不断积累的。3 月 22 日大、中、小槽草莓糖度比 3 月 16 日分别高 16.3%、20.5%和 17.6%,这说明草莓在试验期间成熟度加快,甜度增大,3 月 21—22 日(周末)草莓品质最好,非常适合市民休闲采摘。同时,中槽草莓的糖度比大槽和小槽积累得更快,其糖度绝对值也最大,也就是说,中槽草莓的糖度积累优势最大。

2.3.1.2 不同容积基质槽对草莓硬度的影响。2020 年 3 月 16 日至 3 月 22 日,检测不同容积基质槽草莓硬度随时间的变化(与糖度检测时间段相同)。每天从每种容积基质槽草莓中随机抽取 15 粒草莓(测硬度的草莓与测糖度的草莓是相同的),用硬度仪检测其硬度,取平均值,结果见图 5。

从图 5 可以看出,任何一种容积规格的基质槽草莓硬度随时间的变化而不断下降,即与草莓糖度的变化趋势正好相反。3 月 16 日草莓硬度最大,3 月 21 日草莓硬度最小。3 月 21 日大、中、小槽草莓硬度比 3 月 16 日分别降低了 21.2%、28.9%和 21.9%,这说明草莓在成熟度和糖度增加的同时,硬

度却在下降。其中,中槽草莓硬度下降最快。草莓的硬度与其运输和贮存时间密切相关。硬度下降,说明 3 月 21—22 日(周末)草莓需要立即采摘并且尽快食用,最好鲜食,不适合长途运输和长时间贮存。该试验结果与北京草莓大多鲜食、即采即食的消费习惯相符合。

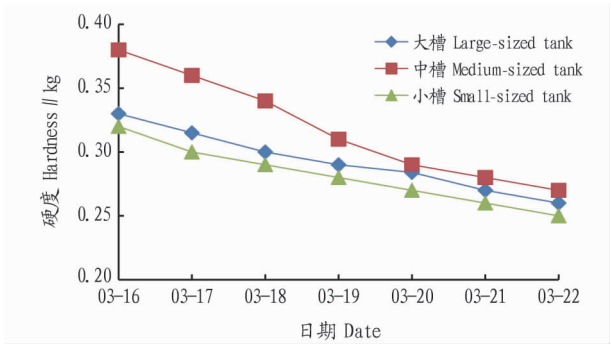


图5 不同容积基质槽草莓硬度随时间的变化

Fig.5 The hardness changes of strawberry in matrix tanks with different volume with time

2.3.1.3 不同容积基质槽对草莓果品率的影响。选取 1 月 17 日和 3 月 13 日数据,研究不同容积基质槽对草莓果品率的影响,结果见表 2。在 3 种不同容积规格的基质槽固定的测试行(每个规格 3 行)中采摘所有成熟的草莓(可食用)并计数,结果发现中槽与其他 2 种容积的基质槽相比,可采摘的成熟草莓数量最多:1 月 17 日为 100 个,3 月 13 日为 304 个。选取单果重最大的草莓进行称重,发现中槽的最大单果最重,分别达 59.0 和 55.3 g,均为当日的最大单果重。统计所有单果重大于 25.0 g 的单果,发现中槽的大果数最多,而大果率居中。统计这些草莓中出现的畸形果,发现中槽的畸形果数绝对值和畸形率均最小,畸形率仅为 11.0%和 5.6%。一定时间内,草莓成熟(可采摘)的数量、最大单果重、大果数和大果率、畸形果数和畸形率都与草莓的品质、产量及经济效益有关。为了获得更大的经济效益,成熟果数越多,产量越高;最大单果重越大,大果数越多;畸形果数和畸形率越低,草莓的商品价值和经济效益越高。中槽与其他 2 种规格的基质槽相比具有明显的优势。

表 2 不同容积基质槽对草莓果品率的影响

Table 2 The effects of matrix tanks with different volume on the fruit rate of strawberry

| 日期<br>Date | 规格<br>Specifi-<br>cation | 成熟果数<br>Number<br>of matured<br>fruits//个 | 最大单果重<br>Maximum<br>single fruit<br>weight//g | 大果数<br>Number<br>of large<br>fruits//个 | 大果率<br>Percentage<br>of large<br>fruits//% | 畸形果数<br>Number<br>of deformed<br>fruits//个 | 畸形率<br>Percentage<br>of deformed<br>fruits//% |
|------------|--------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 01-17      | 大槽                       | 67                                        | 44.6                                          | 24                                     | 35.8                                       | 16                                         | 23.9                                          |
|            | 中槽                       | 100                                       | 59.0                                          | 44                                     | 44.0                                       | 11                                         | 11.0                                          |
|            | 小槽                       | 64                                        | 53.5                                          | 29                                     | 45.3                                       | 17                                         | 26.6                                          |
| 03-13      | 大槽                       | 284                                       | 51.6                                          | 103                                    | 36.3                                       | 22                                         | 7.7                                           |
|            | 中槽                       | 304                                       | 55.3                                          | 104                                    | 34.2                                       | 17                                         | 5.6                                           |
|            | 小槽                       | 288                                       | 47.8                                          | 57                                     | 19.8                                       | 30                                         | 10.4                                          |

2.3.2 不同容积基质槽对草莓产量的影响。草莓 2019 年 11 月 15 日开始采收,截至 3 月 6 日共采收 19 次。将每种容积基质槽的草莓按标准棚折算成总产量,结果见图6。从图6可以看出,中槽的草莓产量最高,为 1 397.8 kg,分别比小槽和大槽高 15.9%和 4.0%。

2.4 不同容积基质槽及基质成本核算 将不同容积基质槽折算成标准棚面积(长度 50 m,跨度 6 m),按合理的间距分布,一个标准棚可放置大槽 55 个,若放置中、小槽可分别放置 60 个和 70 个。大槽单位成本最高,为 70 元/m;中、小槽单位成本分别为 40 和 30 元/m。任何一种容积的基质槽长度均为 5.7 m。每个大、中、小槽分别可盛放基质 10、6 和 4 袋,每袋基质 20 kg,成本为 45 元(表 3)。

从表 3 可以看出,大槽成本最高,为 46 695 元,其次是中槽,成本最低的是小槽,但后二者成本比较接近。中槽成本

为大槽的 64.1%,为小槽的 1.22 倍。结合中槽在草莓质量和产量上的明显优势,综合考虑中槽具有最佳的推广价值。

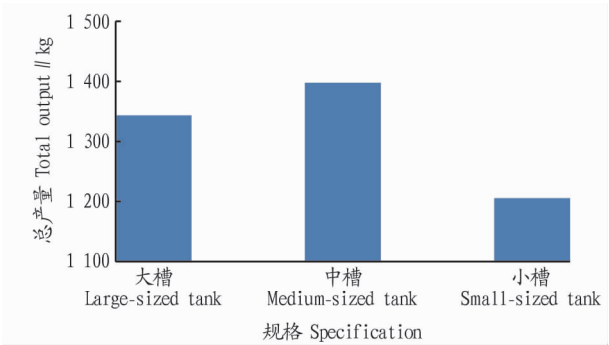


图 6 不同容积规格基质槽草莓的总产量比较  
Fig.6 Comparison of the total output of strawberry in the substrate tank with different volume specifications

表 3 以标准棚为单元,不同容积基质槽及基质成本核算

Table 3 The cost accounting of different volume matrix tanks and matrix( taking standard shed as a unit)

| 规格<br>Specif-<br>ication | 标准棚可放置<br>的基质槽数<br>Number of substrate<br>tanks that can<br>be placed in a<br>standard shed//个 | 基质槽<br>单位成本<br>Substrate<br>tank's unit<br>cost//元/m | 每个槽可盛放<br>的基质袋数<br>Number of<br>substrate bags<br>per tank | 基质槽成本<br>Substrate<br>tank's<br>cost//元 | 基质成本<br>Substrate's<br>cost//元 | 总成本<br>Total cost<br>元 |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| 大槽 Large-sized tank      | 55                                                                                             | 70                                                   | 10                                                         | 21 945                                  | 24 750                         | 46 695                 |
| 中槽 Medium-sized tank     | 60                                                                                             | 40                                                   | 6                                                          | 13 680                                  | 16 200                         | 29 880                 |
| 小槽 Small-sized tank      | 70                                                                                             | 30                                                   | 4                                                          | 11 970                                  | 12 600                         | 24 570                 |

3 结论与讨论

通过对比新型草莓基质槽与其他栽培模式的水、肥使用量,发现新型草莓基质槽在节水节肥上均具有较明显的优势,新型基质槽的浇水量为土栽的 45.9%、高架栽培的 83.0%、半基质的 90.4%;新型基质槽的施肥量是土栽的 57.7%、高架栽培的 87.0%、半基质的 98.5%。新型基质槽基质温度 and 水分含量都十分稳定,即基质槽良好的保水保温性能为温室草莓的正常生长提供了有利条件。使用新型草莓基质槽的草莓糖度在试验期间是逐渐递增的,在 3 月 21—22 日(周末)草莓糖度达到最大值,能够很好地满足市民周末休闲采摘、草莓品质最甜的要求,而草莓的硬度随时间的变化略有下降,所以需要即采即食。中槽草莓糖度、大果率和产量都最好,而成本与小槽相当,远远低于大槽。这说明中槽的基质槽在草莓种植方面优势最大,具有较高的推广价值。目前新型基质槽已在昌平区崔村镇和十三陵镇重点草莓种植企业进

行推广试点,积累了一些试验数据和种植经验。

参考文献

[1] 任荣.北京都市农业的未来十年[J].投资北京,2017(7):64-66.  
[2] 马欣,宗静,王俊英.北京市草莓采收情况调研[J].中国蔬菜,2017(9):54-57.  
[3] 宗静,王琼,马欣,等.北京市草莓产业发展现状与问题对策[J].中国蔬菜,2018(7):14-18.  
[4] 王开强.日光温室草莓高效栽培技术要点[J].农业工程技术,2019,39(7):70-72.  
[5] 王娅亚,路河,金艳杰,等.半基质栽培模式下三种不同肥料对草莓栽培的影响[J].农业工程技术,2018,38(19):76-80.  
[6] 徐云焕,张豫超,杨肖芳,等.基质不同处理方式对草莓生长及产量品质的影响[J].浙江农业学报,2016,28(11):1890-1894.  
[7] 张登文.试分析草莓高架栽培技术[J].农民致富之友,2019(13):72.  
[8] 李燕,徐立军,周俊阁,等.连作土壤改良对温室草莓土传病害及白粉病的消减研究[J].中国园艺文摘,2016,32(9):52-53,202.  
[9] 胡学军,郭建明,王俊侠,等.不同药剂对昌平草莓基质栽培土传病害防治效果和草莓产量的影响[J].安徽农业科学,2018,46(34):135-137.  
[10] 杨文雄,徐全明,钟连全,等.不同容积栽培槽对日光温室草莓品质的影响[J].北方园艺,2020(14):67-70.