

立体管道无土栽培对不同草莓品种的影响

郭永婷, 朱英, 马丽, 田兴武, 杨常新, 杨子强 (吴忠国家农业科技园区, 宁夏吴忠 751100)

摘要 [目的]研究立体管道无土栽培对不同草莓品种的影响。[方法]采用立体管道无土栽培模式,比较不同草莓品种的生长指标、产量、品质、商品性。[结果]在产量与单果方面,可以选京怡香、京桃香、京泉香等作为主栽品种;在风味口感、营养保健方面,章姬、红颜、红袖添香、粉红公主具有特色;以耐储存、抗病和便于运输为目的,可以考虑甜查理、京藏香;以观光采摘为目的应选用章姬、红颜、红袖添香、粉红公主等畸形果率与病虫害发生率相对较低的品种为主栽品种。[结论]初步筛选出具有一定推广前景的草莓品种4个,分别是章姬、红颜、红袖添香、粉红公主。

关键词 立体管道;无土栽培;草莓

中图分类号 S604+.7 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)21-0032-04

Effect of Stereo Pipeline Soilless Cultivation on Different Varieties of Strawberry

GUO Yong-ting, ZHU Ying, MA Li et al (Wuzhong National Agricultural Science and Technology Park, Wuzhong, Ningxia 751100)

Abstract [Objective] To study effect of stereo pipeline soilless cultivation on different varieties of strawberry. [Method] Based on stereo pipeline soilless cultivation model, the growth indexes, yield, quality and commodity of different varieties of strawberry were compared. [Result] In terms of the yield and fruit, we can choose Jingyixiang, Jingtaoxiang, Jingquanxiang as main cultivated varieties. In the aspect of flavor and taste, nutrition and health, we can choose Zhangji, Hongyan, Hongxiutianxiang, Pink princess. With durable storage, resistance and convenient transportation for the purpose, Tianchali, Jingzangxiang can be considered. Zhangji, Hongyan, Hongxiutianxiang, Pink princess and varieties with lower abnormal fruit rate and the incidence of diseases and pests should be used for the purpose of sightseeing. [Conclusion] 4 strawberry varieties, namely Zhangji, Hongyan, Hongxiutianxiang, Pink princess were preliminary selected which had certain promotion prospects.

Key words Stereo pipeline; Soilless culture; Strawberry

随着设施农业的快速发展,设施栽培草莓(*Fragaria ananasa* Duch)因周期短、结果早、见效快、效益高、采摘期长、品质好等特点,近年来已成为我国设施园艺中的主要种类,但传统的大棚土壤栽培方法劳动强度大,且土传病害(如炭疽病、叶枯病、黄萎病等)、连作障碍(表现为植株衰弱、根系老化、果实变小、僵果多)等问题严重影响草莓的产量和品质,进而影响经济效益,已成为制约大棚草莓进一步发展的重要因素^[1]。再加上我国土地资源缺乏,土壤次生盐渍化强、土壤肥力差等直接制约着设施农业种植的发展。通过人为改进、利用和发挥整合效应,采用立体无土栽培模式,可充分扩大有效利用空间和时间,提高单位种植面积,提高品质、产量,解决土壤短缺、质量差,克服土壤连作障碍,降低劳动强度,实现省力化栽培和清洁生产,提高观赏性,是现在较为有效的一种农业生产方式,也成为我国各地的新型栽培模式^[2]。

随着人们消费能力增强,以品质优、食用更安全,兼具休闲观光等特点的设施立体栽培草莓的市场前景广阔,引进、应用并创新该项技术具有重要意义。利用日本草莓专用基质与自配立体A字形架式开展大棚不同草莓品种的栽培试验,观察草莓的生长、品质、病害、商品性等,为立体无土栽培品种筛选及配套栽培技术研究提供试验基础和理论依据,从而加快立体基质栽培模式的推广应用。

1 材料与方

1.1 供试材料 试验在宁夏吴忠国家农业科技园区大棚内进行,共有11个草莓品种,章姬、红颜、甜查理、书香、京桃香、京藏香、京留香、京怡香、京泉香、京留香、红袖添香。

1.2 设施草莓立体架式的安装 A字形架式栽培是利用4层分层式框架,在框架上放置管道栽培容器,在容器内填充基质的一种栽培技术。为保证光照条件和减少遮光,栽培架要按照一定的间距南北向排放。A字型栽培架式主体框架为钢结构,左右两侧栽培架各安装3排栽培槽,顶层安装1排栽培槽,层间距40 cm,距地面45 cm,最高处1.3 m,栽培架宽1.2 m左右;栽培槽用直径为110 mm的PVC管,A字架按间距为70 cm南北向放置。该架式操作方便,有效减轻了劳动强度与提高了种植面积。单位面积栽培架上栽培的草莓数量是平地栽培的3.5倍,产量较原来提高3倍。

1.3 试验方法 草莓于2015年8月20日定植于栽培槽上,采用立体架式无土单行栽植,株距为18 cm。定植后采用微润管系统供水供肥,流量为2 L/(m·d),每日供水与需水规律相一致,根据不同生育期调整灌水量;并且每隔3 d施肥1次,肥料也是根据不同生育期需肥规律来配比(大量与中微量元素结合配比),其他管理同常规生产。

1.4 测定内容和方法

1.4.1 生长生理指标。定植缓苗后(约60 d),从不同品种中随机选定10株采用直尺、游标卡尺、叶面积仪测量草莓株高、冠幅、叶片数、叶面积、花序数、花序长、匍匐茎数、匍匐茎长、叶绿素。

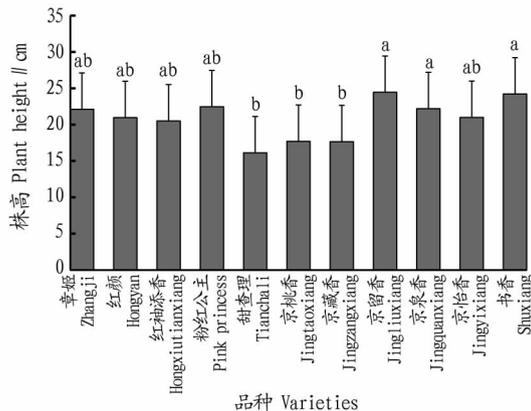
1.4.2 品质和产量。在盛果期,从不同品种中随机选定10株采用手持糖浆仪测定可溶性糖含量,用碱式滴定法测定酸度,用靛酚滴定法测定V_c含量,用硬度计测硬度,用电子天平测单粒重、游标卡尺测粒径等指标,调查统计单株产量与总产量^[3]。

1.4.3 病果率与经济性状。在开花坐果期,从不同品种中随机选定50株统计白粉果数、畸形果数、红蜘蛛病株与果形、果肉颜色,果实质地等指标。

2 结果与分析

2.1 立体管道无土栽培对草莓生长生理指标的影响

2.1.1 株高。株高是显示植物生长状况的一个重要指标,立体管道无土栽培对不同草莓品种株高的影响见图1。由图1可知,立体管道无土栽培不同草莓品种株高的影响有显著性差异,综合看来,甜查理、京桃香、京藏香3个品种的株高显著低于其他几个品种,其中甜查理株高最矮,只有15.8 cm,京留香、京泉香、书香3个品种的株高相比其他品种较高,京留香表现出徒长,株高达到最大值(25.2 cm),比最小值甜查理高9.4 cm。



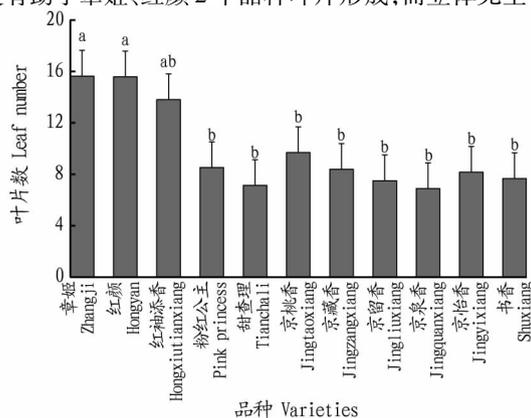
注:小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different small letters meant significant differences ($P < 0.05$)

图1 立体管道无土栽培对草莓株高的影响

Fig. 1 Effects of stereo pipeline soilless cultivation on plant height of strawberry

2.1.2 叶片数。叶片数是显示植物长势的一个重要标志,立体管道无土栽培对不同草莓品种叶片数的影响见图2。由图2可知,立体管道无土栽培不同草莓品种叶片数的影响有显著性差异,其中章姬、红颜叶片数达到最大值(15.8片),明显高于其他几个品种,甜查理叶片数最少,比章姬、红颜少8.0片,说明立体管道无土栽培对章姬、红颜叶片数影响较大,更有助于章姬、红颜2个品种叶片形成,而立体无土管道



注:小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different small letters meant significant differences ($P < 0.05$)

图2 立体管道无土栽培对草莓叶片数的影响

Fig. 2 Effects of stereo pipeline soilless cultivation on leaf number of strawberry

栽培对其他品种叶片数影响有限。

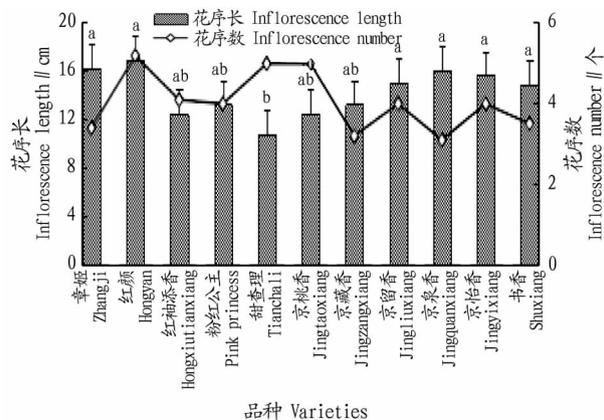
2.1.3 冠幅、叶面积和 SPAD。由表1可知,11个草莓品种中,章姬、红颜植株长势强,冠幅、叶面积、叶绿素含量均较高,甜查理、京藏香长势较弱,植株叶面积均低于其他品种,说明立体管道无土栽培在生长特性方面更有利于章姬与红颜。

表1 立体管道无土栽培对草莓冠幅、叶面积和 SPAD 的影响

Table 1 Effects of stereo pipeline soilless cultivation on crown, leaf area and SPAD of strawberry

品种 Varieties	冠幅 Crown cm × cm	叶面积 Leaf area cm ²	SPAD
章姬 Zhangji	31.65 × 29.69	81.617	46.99
红颜 Hongyan	32.81 × 34.27	91.888	48.29
红袖添香 Hongxiutianxiang	31.33 × 29.37	84.142	49.16
粉红公主 Pink princess	29.78 × 29.90	100.723	45.72
甜查理 Tianchali	25.72 × 23.65	65.493	44.86
京桃香 Jingtaoxiang	26.33 × 24.14	69.812	46.38
京藏香 Jingcangxiang	27.92 × 23.10	79.993	38.95
京留香 Jingliuxiang	32.77 × 29.13	129.453	44.52
京泉香 Jingquanxiang	29.37 × 28.62	101.971	47.47
京怡香 Jingyixiang	29.70 × 27.28	99.061	43.49
书香 Shuxiang	29.60 × 27.74	102.642	44.60

2.1.4 花序。花序数是影响植物产量的一个主要指标,立体管道无土栽培对不同品种草莓花序的影响见图3。由图3可知,立体管道无土栽培不同草莓品种花序的影响有显著性差异,11个品种平均每株抽生花序数3.5~5.0个,其中红颜、甜查理、京桃为5.0个,其他品种为3.0~4.0个,花序长11.0~17.0 cm不等,其中红颜花序最长,为17.2 cm,与其相当的章姬花序长为16.5 cm,其他品种均低于16.0 cm,甜查梨花序最短,长度为11.2 cm,立体管道无土栽培能促进花序生长,但对甜查理影响不大,说明立体管道无土栽培对品种选择有较大的要求。



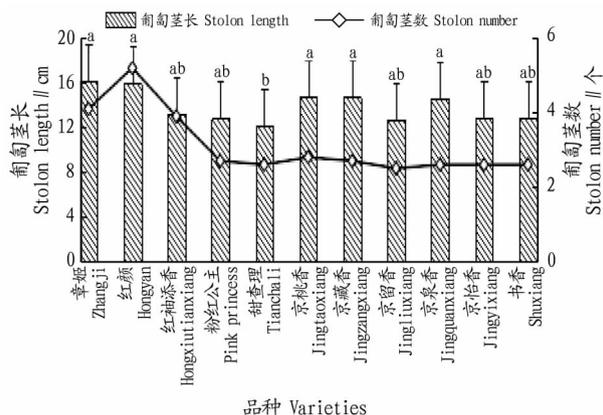
注:小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different small letters meant significant differences ($P < 0.05$)

图3 立体管道无土栽培对草莓花序的影响

Fig. 3 Effects of stereo pipeline soilless cultivation on inflorescence of strawberry

2.1.5 匍匐茎。匍匐茎数是植物生长势的一个主要指标,立体管道无土栽培对不同草莓品种匍匐茎的影响见图4。由图4可知,立体管道无土栽培对不同草莓品种匍匐茎的影响



注:小写字母不同表示差异显著

Note: Different small letters mean significant difference ($P < 0.05$)

图4 立体管道无土栽培对不同品种草莓匍匐茎的影响

Fig. 4 Effects of stereo pipeline soilless cultivation on stolon of different varieties of strawberry

表2 立体管道无土栽培对草莓品质与产量的影响

Table 2 Effects of stereo pipeline soilless cultivation on quality and yield of strawberry

品种 (Varieties)	可溶性糖含量 (Soluble sugar content // %)	酸度 (Acidity %)	糖酸比 (Sugar-acid ratio // %)	V _c (mg/kg)	单粒重 (Single grain weight // g)	硬度 (Hardness kg/cm ³)	粒长 (Grain length mm)	粒宽 (Grain width mm)	单株产量 (Yield per plant // g)
章姬 Zhangji	8.8	5.8	151.7	586	11.90	0.46	38.08	29.53	311.9
红颜 Hongyan	8.2	6.1	134.4	567	9.14	0.47	34.58	25.13	307.6
红袖添香 Hongxiutianxiang	7.4	7.1	104.2	506	10.40	0.50	35.79	26.85	308.7
粉红公主 Pink princess	7.7	6.4	120.3	531	7.94	0.51	33.99	23.86	289.7
甜查理 Tianchali	6.7	7.8	85.9	486	12.50	0.68	34.15	30.34	323.7
京桃香 Jingtaoxiang	6.2	7.2	86.1	502	14.48	0.53	37.91	31.66	353.2
京藏香 Jingzangxiang	6.6	8.5	77.6	483	12.58	0.55	33.75	32.22	332.4
京留香 Jingliuxiang	6.2	8.2	75.6	493	13.20	0.54	38.21	28.78	343.8
京泉香 Jingquanxiang	6.7	7.9	84.8	489	14.56	0.58	34.03	32.10	352.7
京怡香 Jingyixiang	6.0	7.8	76.9	498	17.96	0.56	40.75	32.40	363.4
书香 Shuxiang	6.7	7.3	91.8	488	15.26	0.57	37.18	31.07	357.6

2.3 立体管道无土栽培对草莓病虫害发生的影响 在草莓生育期内对白粉果、畸形果、红蜘蛛、灰霉果等病虫害发生情况进行了统计。从表3可以看出,红袖添香、粉红公主与京桃香对白粉果有较强的抗性,几乎不感染;11个品种的畸形果率在6.7%~18.6%,其中京藏香的畸形果率最大(为18.6%),较章姬、红颜有不同程度的增加;甜查理与京桃香对红蜘蛛的抗性最强,在草莓整个生育过程均无虫害发生,京藏香对红蜘蛛的抗性较弱,需要进行药物防治,其他品种抗性一般;粉红公主对灰霉的抗性较好,几乎不发生病害,其他品种对灰霉的抗性相当,差异不明显。

2.4 立体管道无土栽培对草莓果实经济性状的影响 从外观来看,11个品种果实的果形端正,分别为长圆锥、圆锥、短圆锥;果皮颜色多为红色,章姬、红颜、京桃香为橙红色,红袖添香、书香、京怡香为深红色,粉红公主为粉红色;11个品种除了粉红公主果肉为粉红色外,其他品种果肉颜色为红色;其中章姬、红颜、粉红公主、书香品种果实有不同味道的香气,并且质地偏软,口感甜于其他品种。

有差异,其中对匍匐茎长的影响差异不显著,但是能显著增加匍匐茎数,11个品种每株可抽生匍匐茎2.5~5.0个,其中章姬、红颜匍匐茎数与匍匐茎长均较大,说明立体管道无土栽培条件适宜这2个品种生长,其长势达到最佳。

2.2 立体管道无土栽培对草莓品质与产量的影响 立体管道无土栽培对不同草莓品种品质与产量的影响见表2。由表2可知,立体管道无土栽培不同草莓品种品质与产量有显著差异,11个品种中章姬和红颜可溶性糖、V_c含量均明显高于其他品种,酸度明显低于其他品种,糖酸比较大,说明章姬、红颜营养功能较好;平均单粒重7.94~17.96g不等,其中红颜、章姬单粒重达到中等,粒长、粒宽各品种间差异不显著,果实发育情况相当;硬度方面,章姬、红颜硬度均低于其他品种,说明章姬、红颜难以储存与运输。从产量来看,京怡香、京泉香、京桃香产量高于章姬、红颜,单株产量分别为363.4、352.7、353.2g,章姬、红颜、红袖添香产量相当,分别为311.9、307.6、308.7g。

表3 立体管道无土栽培对草莓病虫害发生的影响

Table 3 Effects of stereo pipeline soilless cultivation on the incidence of diseases and pests of strawberry

品种 (Varieties)	白粉果率 (White fruit rate // %)	畸形果率 (Deformity fruit rate // %)	红蜘蛛 (Red spider)	灰霉果率 (Grey mould fruit rate %)
章姬 Zhangji	14.7	6.7	一般	9.1
红颜 Hongyan	15.8	7.6	一般	8.9
红袖添香 Hongxiutianxiang	0	8.9	一般	5.4
粉红公主 Pink princess	0	12.4	一般	4.9
甜查理 Tianchali	3.2	7.6	无	8.7
京桃香 Jingtaoxiang	0	11.3	无	11.9
京藏香 Jingzangxiang	11.8	18.6	严重	12.7
京留香 Jingliuxiang	4.3	13.7	一般	11.9
京泉香 Jingquanxiang	5.7	14.4	一般	12.1
京怡香 Jingyixiang	4.4	14.1	一般	10.8
书香 Shuxiang	3.3	11.7	一般	9.7

表 4 立体管道无土栽培对草莓果实经济性状的影响

Table 4 Effects of stereo pipeline soilless cultivation on fruit economic prosperities of strawberry

品种 Varieties	果形 Fruit shape	果皮颜色 Peel colour	果肉颜色 Pulp colour	果肉质地 Fruit texture	果实香气 Fruit aroma	风味 Flavor
章姬 Zhangji	圆锥	橙红	红	松软	香	甜
红颜 Hongyan	圆锥	橙红	红	松软	香	甜
红袖添香 Hongxiutianxiang	短圆锥	深红	红	绵软	清香	甜酸
粉红公主 Pink princess	长圆锥	粉红	粉红	绵软	淡香	甜酸
甜查理 Tianchali	短圆锥	红	红	脆	无	酸
京桃香 Jingtaoxiang	圆锥	橙红	红	脆	无	酸甜
京藏香 Jingzangxiang	圆锥	红	红	脆	无	酸甜
京留香 Jingliuxiang	圆锥	红	红	脆	无	酸甜
京泉香 Jingquanxiang	短圆锥	红	红	脆	无	酸甜
京怡香 Jingyixiang	短圆锥	深红	红	脆	无	酸甜
书香 Shuxiang	短圆锥	深红	红	软	淡香	甜酸

3 讨论与结论

栽培方式和基质是影响草莓植株营养生长状况的主要因素。比较立体栽培模式对不同草莓植株生长、产量和果实品质的影响,结果表明章姬、红颜在立体栽培模式下的植株长势、可溶性糖含量、病虫害抗性、商品性和产量方面与其他品种相比存在明显优势,立体栽培的生长环境较好,特别是光照条件好,有利于提高光合效率以及增加昼夜温差,有利于养分积累,果实竞争力相对增强,使更多的同化物流向果实。立体无土栽培有利于形成品质较好的果实,且便于操作,可以解决草莓大棚栽培中重茬、土壤病害严重及根际有害物质积累等问题,是一种值得推广的栽培方式。立体无土栽培能促进章姬、红颜植株的生长发育,提高果实产量,更能合理利用设施空间,实行立体化栽培,是设施栽培中一种有效的栽培方式^[4-6]。将该试验结果运用到生产实际中,可充分利用空间差、时间差、光照差、温度差、品种差,达到草莓的周年生产,获得十分可观的经济、生态和社会效益。

立体无土栽培有效克服了土壤连作障碍,具有省水、省肥、省工等土壤栽培难以比拟的高效生产优势,该技术具有很好的产业化应用前景。但立体无土栽培也有其缺点,因草莓基质栽培根系所分布区域较小,所处环境对于营养元素、pH、不利因素(如肥害、药害)等缓冲能力较常规田间土壤小,根系易受设施内气温、养分状态等外界条件的影响,因此其更易受生长环境影响,更易发生生理障碍,引起植株徒长或矮化。另外,由于立体无土栽培的设施投入成本较高,目前我国生产者一般难以接受^[7],基于生产成本考虑,需要科研工作者进一步探索和开发适合我国国情的草莓立体栽培设备设施。在今后草莓立体栽培模式的推广应用中,要充分

了解草莓各品种的生长发育规律和生态习性,根据其品种特性研究配套栽培技术,掌握“适时、适量、适当”的原则^[7]。

从 11 个草莓日光温室立体管道无土栽培比较试验可以看出,11 个品种都存在自身的优点与缺点,应综合考虑当地的生产环境、市场需求及其他因素进行合理的品种选择与配置。在产量与单果方面,可以选京怡香、京桃香、京泉香等作为主栽品种;在风味口感、营养保健方面,章姬、红颜、红袖添香、粉红公主具有特色;以耐储存、抗病和便于运输为目的,可以考虑甜查理、京藏香;以观光采摘为目的应选用章姬、红颜、红袖添香、粉红公主等畸形果率与病虫害发生率相对较低的品种为主栽品种,红袖添香、粉红公主对白粉病与灰霉病的抗性均较强。综合产量、病果率、品质等指标,章姬、红颜、红袖添香、粉红公主均优于京桃香、京藏香等品种,其中章姬、红颜、红袖添香、粉红公主具有突出优势。该试验初步筛选出具有一定推广前景的草莓品种 4 个,分别是章姬、红颜、红袖添香、粉红公主。

参考文献

- [1] 唐静,周园园,袁利荣. 不同基质配方对立体栽培草莓生长、品质和产量的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(1):185-187.
- [2] 张志宏,高秀岩,杜国栋,等. 草莓生产的发展趋势——省力化栽培[J]. 中国农学通报,2007,23(10):101-103.
- [3] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [4] 董静,张运涛,王桂霞,等. 日光温室基质栽培对“红颜”草莓品种生长发育的影响[J]. 西北农业学报,2008,17(3):232-235.
- [5] 邢文鑫,赵永志,曲明山,等. 草莓立体栽培概况[J]. 河北农业科学,2011,15(7):4-7.
- [6] 纪开燕,郭成宝,童晓利,等. 设施草莓立体无土栽培的主要模式与发展对策[J]. 江苏农业科学,2013,41(6):136-138.
- [7] 王文华. 草莓高架设施栽培中低成本栽培基质的研究[J]. 贵州农业科学,2006,34(3):31-33.

(上接第 25 页)

- [8] 杨子峰,杨祥田,马义虎. 育秧基质对机插早稻秧苗素质及产量的影响[J]. 浙江农业科学,2014(6):818-820.
- [9] 徐红,马卉,殷育峰,等. 机插稻育秧基质对秧苗素质及产量影响研究[J]. 安徽农学通报,2014,20(7):130-131,133.

- [10] 于林惠,丁艳锋,薛艳凤,等. 水稻机插秧田间育秧秧苗素质影响因素研究[J]. 农业工程学报,2006,22(3):73-78.
- [11] 吴文革,周永进,陈刚,等. 不同育秧基质和水分管理对机插秧苗素质与产量的影响[J]. 中国生态农业学报,2014,22(9):1057-1063.