

纪开燕,童晓利,赵怡君,等. 设施草莓不同架式栽培效应[J]. 江苏农业科学,2015,43(7):154-157.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.07.053

设施草莓不同架式栽培效应

纪开燕¹,童晓利²,赵怡君³,武 点³

(1. 江苏省扬州市林业生产技术指导站,江苏扬州 225009; 2. 江苏丘陵地区南京农业科学研究所,江苏南京 210046;

3. 扬州大学园艺与植物保护学院,江苏扬州 225009)

摘要:草莓常规生产中存在劳动强度大、湿度大、通风及透光不良、病害多发、农药残留高等问题。结合国内草莓生产现状,利用简便易得的材料设计了 6 种高架栽培模式,并以草莓品种红颜为试材,比较各模式下草莓生产成本、植株生长势、果实品质、产量的差异。结果表明:架式 F(X 型无纺布式双层架)的投入产出比最优,且表现出较好的栽培效果,为我省草莓高架栽培新模式的推广应用提供了参考依据。

关键词:设施草莓;架式;栽培效应;品质;产量

中图分类号: S668.404 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)07-0154-04

素有“水果皇后”美誉的草莓(*Fragaria ananasa* Duch)生产周期短,适于在日光温室、塑料大棚等设施内无土栽培,供应期从每年 11 月、12 月直至翌年 4 月、5 月,填补了应时鲜果市场的空档。草莓果实色泽鲜艳,外形美观,配上植株绿叶极具观赏价值,经济效益与社会效益颇高,已成为当前人们发展高效农业的首选项目^[1]。近年来,为缓解连作障碍,实现草莓省力化栽培和清洁生产,更好地发挥草莓休闲观光采摘的生活性功能,设施草莓立体高效栽培正在我国逐渐兴起,它通过人为改善自然环境和生产条件,利用并发挥整合效应,提高单位面积和单位时间资源的利用率^[2],挖掘有限地面的生产潜力,从而获得显著成效。关于草莓立体栽培的研究在国内外已有相关报道,但主要集中于连栋大棚、玻璃温室、日光温室^[3-6]等设施中,而目前草莓大面积设施生产以单体大棚为主。为推广设施草莓立体无土栽培技术,并为大棚栽种草莓选择适合的、成本较低的立体栽培结构,笔者于 2012—2013

年在 8 m 标准单体大棚中进行了草莓不同高架设施栽培试验,以供国内相同条件下的地区及同行参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试材为草莓品种红颜组培二代苗。采用立体高架栽培,栽培基质为草炭、蛭石、珍珠岩复合基质,其体积比为 3:1:1。

1.2 试验方法

试验在江苏丘陵地区南京农业科学研究所的单体大棚(40 m×8 m)中进行,位于南京市江宁区禄口街道铜山村的金陵绿谷科技示范园区内。2012 年 9 月 25 日,选择长势基本一致的草莓幼苗定植于高架栽培槽中,株行距为 15 cm×15 cm,采用滴灌系统供水。定植 1 个月后,每处理在其架中间位置按面东、面西随机选择 20 株,调查草莓植株的株高、心叶向外第 2 片展平的功能叶叶柄长、叶柄粗、叶片长、叶片宽,并以长×宽×0.73^[7]计算其叶面积,测量均按照《草莓种质资源描述规范和数据标准》^[8]进行。于盛果期进行草莓的可溶性固形物含量(手持折光仪,成都光学仪器厂)、可溶性糖含量(蒽酮比色法^[9])、可滴定酸含量(NaOH 中和滴定

收稿日期:2014-07-08

作者简介:纪开燕(1984—),女,江苏镇江人,硕士,助理研究员,主要从事草莓立体栽培及砂梨新型棚架栽培研究。E-mail:jikaiyan2008@sohu.com。

量,可以较稳定、明显地提高大棚内的温度。与无沼气增温的大棚相比,可增加温度达 6℃以上。(2)利用大棚内沼气燃气加热可显著提高大棚生物产量。利用大棚内沼气燃气加热,与未加热大棚相比,可使大棚内平均温度约提高 1 倍,有效地促进了光合作用,可显著提高大棚生物产量。(3)沼肥作基肥肥效长;沼液作为追肥,可改善草莓品质,从而增加经济收入。使用沼液、沼渣作肥料种植草莓可减少肥料使用量,从而降低生产投入,增加草莓产量、提高草莓品质、增加经济收入。(4)种植草莓施用沼肥,能提高草莓植株单果质量,进而提高单产,还能改善土壤物理性状,培肥地力,达到对土壤的种养有机结合。(5)草莓种植施用沼肥是一项简单易行的措施,是发展无害化生产的有效途径。沼渣、沼液含有大量的有机质和腐殖酸,对土壤改良起很大的作用,能比较好地改善

土壤的理化性状,提高土壤耕作水平,有利于农业的可持续发展。

参考文献:

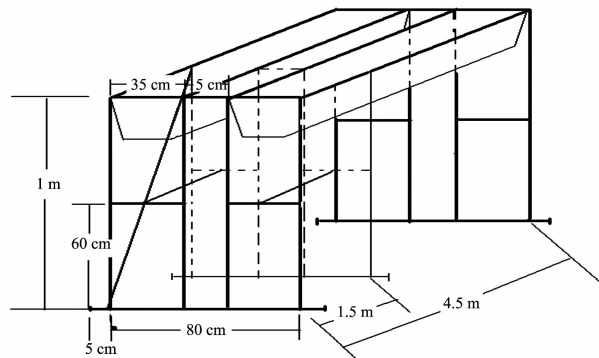
- [1] 王志春,吴承东,王春云,等. 塑料大棚内沼气燃烧增温和增加二氧化碳浓度的效应[J]. 江苏农业科学,2014,42(5):361-362.
- [2] 华 春,王仁雷,陈全战,等. 光合作用 C₃ 途径的进化[J]. 江苏农业科学,2013,41(12):20-21.
- [3] 马文元,郭玉兰. 对沼气发酵残留物中生物活性物质的探讨[J]. 中国沼气,1993,11(2):50-51.
- [4] 董德林,方德华. 沼液分层次利用效果的初步研究[J]. 中国沼气,1996,14(2):34-37.
- [5] 史雅娟,杨林书,李国学. 沼气发酵残余物对减少叶菜硝酸盐积累的影响研究[J]. 中国生态农业学报,2002,10(4):58-61.

法^[9]、维生素 C 含量(紫外分光光度计法^[10])的测定,同时统计各处理平均单果质量及 2013 年 1—4 月的总产量。

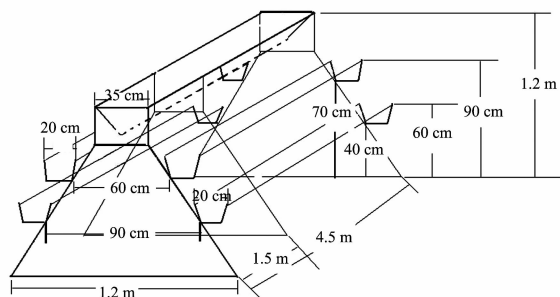
1.3 高架栽培模式

于 2012 年 7—9 月设计并制作了 6 种可拆卸立体栽培架式(图 1)。架式 A:连体 H 型单层无纺布式栽培架;架式 B:梯形无纺布式 3 层架;架式 C:X 型长栽培槽式层架(塑料长槽上口宽 30 cm、下口宽 20 cm、高 30 cm,为河北省石家庄市

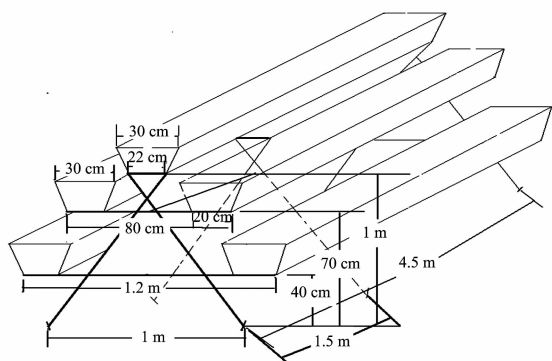
正定立体式种植槽厂产品);架式 D:窄塑料栽培槽式 3 层架(窄塑料盆槽长 60 cm、宽 20 cm、高 25 cm);架式 E:宽塑料栽培槽式 2 层架(宽塑料盆槽长 65 cm、宽 30 cm、高 25 cm);架式 F:X 型无纺布式双层架,其支架结构材质为普通角铁,栽培槽结构材质为镀锌管。每种架式分别在大棚东西向上预留上二膜的空间排满放置。



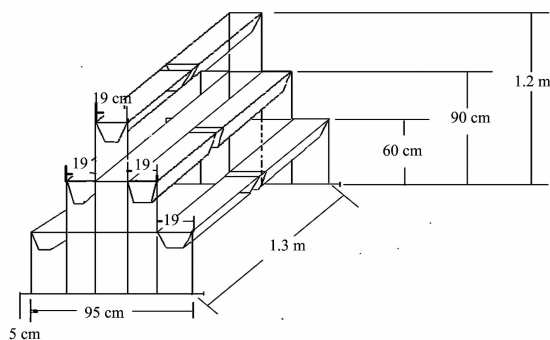
A. 连体 H 型单层无纺布式栽培架



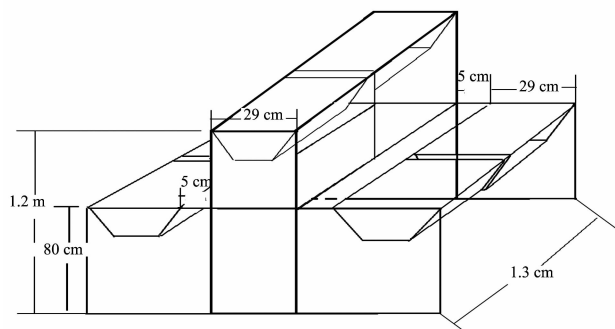
B. 梯形无纺布式 3 层架



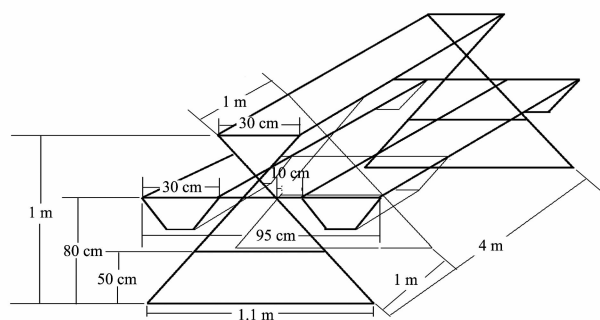
C. X 型长栽培槽式层架



D. 窄塑料栽培槽式 3 层架



E. 宽塑料栽培槽式 2 层架



F. X 型无纺布式双层架

图1 6 种可拆卸立体栽培架式

1.4 试验处理

试验共设 6 个处理,每处理 3 次重复,1 个栽培架为 1 次重复。各处理采用相同的栽培基质,单位面积混合基质用量相等,平均每棵草莓基质用量为 3 L。

1.5 数据分析

采用 Excel 软件处理试验数据并制作图表;采用 SPSS 软件进行统计分析;采用 Duncan's 新复极差法进行差异显著性

检验($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 各高架制作成本比较

由表 1 可知,6 种草莓立体栽培架式的制作成本间存在显著差异,其中架式 A 与架式 F 的制作成本显著低于其他架式类型。高架结构平均可用 5~10 年,架式 A、F 的年平均设

表 1 各高架制作成本比较

栽培架类型	长度 (m)	制架成本 (元/个)	栽培床及固定件成本 (元/个)	架式结构总成本 (元/个)	架式延伸放满单体大棚(架长 36 m)总制作成本(元)	单位面积制作成本 (万元/hm ²)
A	4.5	2 808.1	497.3	3 305.4	26 443.2	82.64
B	4.5	3 842.9	674.5	4 517.4	36 139.2	112.94
C	4.5	3 540.3	3 114.0	6 654.3	53 234.4	166.37
D	4.0	3 617.7	892.8	4 510.5	40 594.5	126.86
E	4.0	2 906.0	1 053.6	3 959.6	35 636.4	111.40
F	4.5	3 170.2	388.2	3 558.4	28 467.2	88.96

施成本分别为 8.26 万~16.53 万、8.90 万~17.79 万元/hm²。架式 C 的制作成本最高,达 166.37 万元/hm²,年平均设施成本达 16.64 万~33.27 万元/hm²,相对于种植收益来讲成本较高。

2.2 各高架草莓植株种植数量比较

由表 2 可知,6 种草莓立体栽培架式所栽草莓株数间存在差异,其中架式 F 所栽种的草莓株数最多,架式 D 所栽种的草莓株数最少。草莓品种红颊在普通单体大棚中的地面栽种平均株数仅为 9.0 万株/hm²^[11],架式 A、B、C、F 的种植株数均显著高于设施内地面栽种平均水平。

2.3 各高架草莓植株生物学性状比较

株高、叶柄长度、叶柄粗度、叶面积均是反映植株地上部分生长状况的重要指标,而营养生长又是生殖生长的前提和基础,因此,营养生长状况指标可反映植株的适应性和生产潜

表 2 各高架草莓植株种植数量比较

栽培架类型	长度 (m)	放满单体大棚总 种植条数(条)	1 排架草莓苗 种植数量(株)	种植总量 (万株/hm ²)
A	4.5	20	440	12.2
B	4.5	22	525	14.6
C	4.5	22	545	15.1
D	4.0	19	340	10.6
E	4.0	22	350	10.9
F	4.5	22	550	15.3

力。由表 3 可知,定植 1 个月时,栽植在架式 F 中草莓植株的平均株高、心叶向外第 2 片展平的功能叶面积均显著高于其他处理;中心小叶叶柄平均长度及粗度除与架式 E 无显著性差异外,与其余 4 个处理均差异显著。

表 3 各高架草莓植株生物学性状比较

栽培架类型	平均株高 (cm)	中心小叶叶柄平均长度 (cm)	中心小叶叶柄平均粗度 (mm)	中心小叶平均叶面积 (cm ²)
A	15.07 ± 0.19cd	8.43 ± 0.17bc	2.910 ± 0.013bc	19.355 ± 0.410d
B	15.44 ± 0.39bc	8.28 ± 0.07c	2.961 ± 0.007bc	22.035 ± 0.320c
C	14.35 ± 0.07d	8.90 ± 0.25bc	2.817 ± 0.013c	21.945 ± 0.240c
D	15.99 ± 0.39b	8.78 ± 0.17bc	3.020 ± 0.081b	24.945 ± 0.700b
E	16.23 ± 0.09b	9.03 ± 0.19ab	3.254 ± 0.068a	25.860 ± 0.780b
F	17.97 ± 0.15a	9.65 ± 0.23a	3.218 ± 0.046a	27.960 ± 0.250a

注:同列数据后小写字母不同者表示差异显著($P < 0.05$)。下表同。

2.4 各高架草莓品质比较

由表 4 可知,不同高架栽培的草莓果实中可滴定酸含量、糖酸比、维生素 C 含量差异均不显著。架式 C 栽培的草莓果

实中可溶性固形物含量、可溶性糖含量均显著低于架式 E、F,而其他处理间这 2 项指标均无显著性差异。

表 4 各高架草莓品质比较

栽培架类型	可溶性固形物含量 (%)	可溶性糖含量 (%)	可滴定酸含量 (%)	糖酸比	维生素 C 含量 (mg/100 g)
A	11.53 ± 0.28ab	10.82 ± 0.36ab	0.600 ± 0.005a	18.18 ± 0.45a	90.87 ± 1.27a
B	11.79 ± 0.17ab	11.08 ± 0.13ab	0.610 ± 0.035a	18.39 ± 1.28a	91.92 ± 1.66a
C	11.18 ± 0.32b	10.38 ± 0.26b	0.590 ± 0.005a	17.73 ± 0.28a	93.82 ± 1.09a
D	11.89 ± 0.17ab	11.19 ± 0.17ab	0.600 ± 0.020a	18.68 ± 0.91a	92.85 ± 1.90a
E	12.21 ± 0.36a	11.47 ± 0.25a	0.630 ± 0.010a	18.23 ± 0.67a	93.10 ± 1.44a
F	12.47 ± 0.33a	11.64 ± 0.32a	0.610 ± 0.025a	19.24 ± 0.27a	94.22 ± 1.83a

2.5 各高架草莓产量比较

由表 5 可知,不同高架栽培的草莓平均单果质量、平均单株产量、平均单位面积产量均存在差异,其中架式 F 的草莓平均单果质量除与架式 E 的差异不显著外,显著高于其他架式,架式 E、F 的草莓平均单株产量显著高于 A、B、C;架式 F 的平均单位面积产量最高,高于该指标最低的架式 D 53.9%。

3 结论与讨论

与常规生产时设施内单位面积植株的种植密度 9.0 万株/hm² 相比^[11],本试验所设计的 6 种草莓立体栽培架中红颊的种植密度均有所提高。不仅提高了空间利用率,还增加了单位面积产量,提高了种植效益,这与霍恒志等^[12]、张

表 5 各高架草莓产量比较

栽培架类型	平均单果质量 (g)	平均单株产量 (g/株)	种植总量 (万株/hm ²)	平均单位面积 产量(kg/hm ²)
A	13.48 ± 0.36cd	153.93 ± 3.39b	12.2	18 814.05 ± 7.58c
B	13.21 ± 0.45cd	157.92 ± 5.57b	14.6	23 030.40 ± 2.72b
C	12.29 ± 0.14d	151.72 ± 5.33b	15.1	22 968.90 ± 6.54b
D	14.17 ± 0.61bc	177.19 ± 7.10ab	10.6	18 827.40 ± 5.29c
E	15.08 ± 0.16ab	192.78 ± 8.05a	10.9	21 085.80 ± 8.66bc
F	15.64 ± 0.19a	201.86 ± 6.34a	15.3	30 842.10 ± 7.89a

豫超等的研究结果^[13]基本一致。

以 40 m × 8 m (320 m²) 大棚建造高架设施(架长 36 m)栽培 1 茬草莓为例,核算 6 种栽培架式的主要投入成本,包括:钢架结构、栽培床(无纺布、栽培槽等)、基质(约 600 元/m³)、滴灌

设施、农资、种苗(2012 年市场平均价约 0.4 元/株)等,并以 40 元/kg 的草莓价格^[14]计算相应面积的产值及投入产出比(建设成本/相应产值)。结果显示:架式 F(X 型无纺布式双层架)的投入产出比最优,是收益率最好的一种架式(表 6)。

表 6 各高架投入产出值比较(以 320 m² 计)

栽培架类型	投入成本分项					主要成本合计 (元/年)	产值 (元/年)	投入产出比
	栽培架(栽培床、固定件、人工安装费等)(元/年)	基质 (元/年)	滴灌 (元/年)	农资 (元/年)	种苗 (元/年)			
A	5 288.6	13 120	615.2	1 630.8	1 408	22 062.6	24 080.8	0.92
B	7 227.8	17 656	913.9	2 023.1	1 680	29 500.8	29 477.4	1.00
C	10 646.9	23 362	932.4	2 115.4	1 744	38 800.7	29 398.7	1.32
D	8 118.9	18 520	802.0	1 365.4	1 224	30 030.3	24 097.9	1.25
E	7 127.3	18 906	656.9	1 502.3	1 260	29 452.5	26 988.5	1.09
F	5 693.4	17 248	803.8	2 538.5	1 760	28 043.7	39 475.9	0.71

注:高架结构、滴灌等按照 5 年折旧;基质、农资、种苗等为一次性使用。

架式 F 虽只有 2 层,空间利用率不如 3 层架,但由于其上下种植槽间遮挡较少,每架可种植 6 排,所栽草莓株数较多,产量随即大幅提高。另外,从光能利用角度来看,架式 F 平均每株草莓的有效光合时间多于 3 层架 10% 左右,且其通风透光均优于 3 层架,有效提高了草莓的品质和产量。这与张豫超等研究发现双层“品”字形架的采光性能优于 4 层阶梯形架的结果^[14]相似。

架式 F 的结构为节省材料且支撑力较强的“X”形(较常用的“A”形可能更节省材料),最高处距离地面仅约 1 m,使身高为 1.60 m 以下的女性种植管理者操作更为省力,同时便于妇女及儿童游客观光采摘。

综上所述,架式 F(X 型无纺布式双层架)的投入产出比最优,表现出较好的草莓栽培效果。然而,本试验只对单体大棚中草莓的不同架式栽培效应作了初步比较,对高架配套的综合环境控制体系(二氧化碳、光照、营养液等)、基质重复利用等环节还有待进一步研究,以期推动符合我国国情的草莓高架栽培新模式在我国草莓生产中的应用。

参考文献:

[1] 赵密珍,钱亚明. 江苏省草莓生产现状调查分析[J]. 江苏农业科学,2010(3):1-2.
[2] 赖景煌. 台湾草高架化——离地栽培模式[J]. 长江蔬菜,2012(6):52-55.

[3] 董 静,张运涛,王桂霞,等. 日光温室草莓立体栽培研究[J]. 北方园艺,2011(4):71-73.
[4] 张 宁. 两种立体 A 字架结构草莓营养生长特性研究[J]. 宁夏农林科技,2012,53(8):30-32.
[5] 潘 树. 温室草莓无土悬挂式立体栽培新技术[J]. 北方果树,2011(5):17-19.
[6] 沈建生,林贤锐,王艳俏. 日本高设草莓主要模式及栽培关键技术[J]. 中国南方果树,2010,39(6):74-77.
[7] 孙树兴. 园艺研究法[M]. 北京:中国农业大学出版社,1996:134-138.
[8] 赵密珍,王桂霞,钱亚明,等. 草莓种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社,2006:56-71.
[9] 彭月丽,王秀峰,杨凤娟,等. 高架栽培槽栽培草莓效果研究[J]. 长江蔬菜,2011(6):28-31.
[10] 李 军. 紫外分光光度法测定果蔬中的维生素 C[J]. 河北职业技术学院学报,2000,14(1):41-44.
[11] 周锡平,魏余煌,叶风焕. 红颊草莓高密度栽培试验研究[J]. 现代农业科技,2012(23):66-67.
[12] 霍恒志,糜 林,李金凤,等. 草莓架式基质栽培与地面栽培适应性比较试验[J]. 江西农业学报,2010,22(11):48-49,52.
[13] 张豫超,杨肖芳,苗立祥,等. 草莓立体栽培模式研究初报[J]. 浙江农业科学,2012(2):170-172.
[14] 张豫超,杨肖芳,苗立祥,等. 三种草莓立体栽培架型及生产性能比较[J]. 浙江农业学报,2013,25(6):1288-1292.