

# 日光温室草莓立体栽培研究

董 静, 张运涛, 王桂霞, 钟传飞, 王丽娜, 常琳琳

(北京市农林科学院 林业果树研究所, 北京 100093)

**摘 要:**在普通日光温室中,采用“A”型双层立架和柱槽组合2种栽培形式进行草莓立体栽培,对不同栽培形式的地温、光照、植株生长情况、果实品质和产量进行了研究。结果表明:立体栽培使基质温度、光照强度降低,对植株营养生长、果实品质的影响较小,虽然单株产量略有下降,但单位面积定植株数增加,使单位面积产量高于对照,其中柱槽组合增产效果明显,成本较低,适合在生产中推广利用,可做进一步研究。

**关键词:**日光温室;草莓;立体栽培

**中图分类号:**S 688.428 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)04-0071-03

立体栽培也称垂直栽培,是在地面栽培的同时,使用上层空间再进行栽培的方式。目前,立体栽培已发展出多层式、悬垂式、单元叠加式等不同形式。在我国,立体栽培主要用于蔬菜栽培,而在日本、美国、西班牙、比利时和荷兰等草莓生产国,草莓的立体栽培生产均占有一定比例,是草莓设施栽培的主要方式,栽培形式有立柱式、悬吊式、袋式和槽式等,具有提高空间利用率和单位面积产量、解决重茬、减少土传病虫害等优点。

我国的草莓生产以塑料大棚、小拱棚、日光温室和露地栽培为主,立体栽培很少。对草莓立体栽培的尝试主要集中在利用架式或柱式等单一栽培形式在PVC连栋温室内进行生产,常出现光照差等问题,对生长发育造成不利影响。近年来,针对普通日光温室草莓立体栽培展开研究,对“A”型双层立架和柱槽组合形式的栽培效果进行比较,以期提出新的、栽培效果好的草莓立体栽培形式,在生产中进行推广利用。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

以草莓新品种‘天香’为试材,9月初选择四叶一心、根系发达、无病虫害的健壮种苗,栽植于普通日光温室,生长季常规栽培措施管理。

### 1.2 栽培处理

以不同立体栽培形式做为不同处理:“A”型双层立架主体为钢体结构,高80 cm、底宽60 cm,架体两侧各挂两排栽培槽;立架南北向放置,架间距70 cm。柱槽组合形式包括半地下槽式和立柱式:半地下槽式为宽40 cm、深40 cm、间距40 cm的栽培槽,南北向半埋于地下;立

柱式是将2个专用营养钵串叠于立柱上,离地60 cm,立柱南北向固定在栽培槽内,柱间距70 cm,每3个栽培槽中有1个槽内固定立柱。以单一半地下槽式为对照。均采用基质栽培,立架栽培槽内定植1行,株距20 cm;半地下槽内定植2行,株行距均为20 cm;立柱营养钵每钵定植4株。

### 1.3 试验方法

**1.3.1 不同深度地温测定** 于生长季选择6 d,测定各处理5、10、15 cm处8:00、10:00、12:00、14:00、16:00、18:00、20:00地温,利用SAS软件进行统计分析。

**1.3.2 光照强度测定** 于生长季选择7个晴好天气,采用手持便携式照度计测定各处理自然光照强度,利用SAS软件进行统计分析。

**1.3.3 植株生长势评价** 于植株显蕾前调查,各处理随机选取10株,调查株高、叶片数、中心展开叶往外数第3片叶叶柄长及中心小叶的叶片纵横径<sup>[1]</sup>,利用SAS软件进行统计分析。

**1.3.4 产量、品质测定** 在采收期,定期采收成熟果实并称重,计算平均单株产量和667 m<sup>2</sup>产量;用手持测糖仪测定果实可溶性固形物(SSC%)含量。

## 2 结果与分析

### 2.1 立体栽培不同深度地温

由表1可知,不同栽培形式的地温日变化趋势相同,均先上升,在14:00前后最高,然后逐渐下降。从各测量值和平均值来看,双层立架的地温低于柱槽组合,而二者均低于槽式对照。在8:00~20:00,不同处理及对照间的地温显著性差异主要出现在8:00、10:00和14:00,其中8:00时,双层立架的10 cm地温显著低于柱槽组合和对照,而槽式对照15 cm地温则显著高于立体栽培处理;10:00时,槽式对照地温与立体栽培处理间存在显著差异,并随深度增加,差异越来越显著;14:00时

**第一作者简介:**董静(1976-),女,硕士,副研究员,现主要从事草莓育种及栽培推广工作。E-mail: dj310730@sohu.com。

**基金项目:**北京市科委资助项目。

**收稿日期:**2010-12-13

只有双层立架 5 cm 处地温显著低于槽式对照。以上结果说明立体栽培降低了地温,双层立架栽培使地温下降

更明显;柱槽组合地温高于双层立架,与槽式对照间的差距较小。

表 1 立体栽培不同深度地温

处理		地温/℃							平均值
		8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	
5 cm	双层立架	9.6a	10.8b	14.3a	14.8b	14.5a	13.0a	12.6a	12.8
	柱槽组合	9.5a	11.8ab	16.5a	16.5ab	14.7a	13.3a	12.7a	13.6
	槽式对照	10.3a	12.5a	16.5a	17.3a	15.4a	13.3a	12.8a	14.0
10 cm	双层立架	10.2b	10.2b	13.8a	14.3a	14.2a	13.9a	12.9a	12.9
	柱槽组合	11.3a	11.8a	15.0a	16.1a	15.1a	14.2a	13.4a	13.8
	槽式对照	11.3a	12.3a	15.2a	17.0a	14.8a	13.8a	13.2a	13.9
15 cm	双层立架	10.4b	10.3c	13.1a	13.6a	13.8a	13.3a	12.8a	12.5
	柱槽组合	11.0b	11.1b	13.9a	15.2a	14.4a	13.9a	12.9a	13.2
	槽式对照	11.8a	12.7a	14.0a	16.0a	14.2a	14.0a	13.1a	13.7

注:不同字母表示 0.05 水平差异显著。下同。

## 2.2 立体栽培光照强度

由表 2 可知,立体栽培处理和对照的光照强度日变化均呈正态分布,中午 12:00 光照最强。对各处理及对照进行比较,中午前(8:00~12:00)槽式对照的光照强度大于柱槽组合和双层立架,而下午(14:00 及以后)光照强度以柱槽组合的最高,其中只有 10:00 时槽式对照光强显著高于双层立架,其余时间各处理间差异不显著。计算 1 d 的平均光照强度,可以发现平均值按槽式对照、柱槽组合、双层立架的顺序依次递减,说明立体栽培处理均存在一定程度的遮光。

表 2 立体栽培光照强度

处理	光照强度/100 lx					
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	平均值
双层立架	173.5a	342.0b	454.3a	339.8a	137.9a	289.5
柱槽组合	220.7a	422.1ab	444.7a	428.1a	156.1a	334.3
槽式对照	245.7a	479.9a	562.1a	404.3a	122.6a	362.9

## 2.3 立体栽培植株生长势

由表 3 可知,槽式对照的株高、叶片纵横径、叶柄长度高于 2 个立体栽培处理,而叶片数以双层立架最多、槽式对照最少,但除了双层立架栽培的植株叶片纵径显著小于槽式对照,不同处理及对照的株高、叶片横径、叶柄长度和叶片数间没有显著差异,说明该研究中栽培形式对植株营养生长影响较小。

表 3 立体栽培植株生长势

处理	株高 /cm	叶片纵径 /cm	叶片横径 /cm	叶柄长度 /cm	叶片数
双层立架	11.0a	5.0b	4.5a	6.7a	19.5a
柱槽组合	9.1a	5.2ab	4.6a	6.0a	19.3a
槽式对照	11.2a	6.0a	5.2a	6.7a	19.0a

## 2.4 立体栽培果实品质及产量

由表 4 可知,与槽式对照相比,双层立架和柱槽组合栽培的果实可溶性固形物含量和平均单株产量都有所下降,以槽式对照、柱槽组合、双层立架顺序递减,但差异不显著。经计算,双层立架和柱槽组合的单位面积定植株数均高于对照,分别高 23.1%和 34.6%,所以虽然对照的单株产量最高,但双层立架和柱槽组合 667 m<sup>2</sup> 产量仍比对照高 3.7%和 24.8%。

表 4 立体栽培果实品质及产量

处理	SSC /%	平均单株产量 /g	667 m <sup>2</sup> 株数	667 m <sup>2</sup> 产量 /kg
双层立架	8.9a	143.5a	9 235	1 325.2
柱槽组合	9.0a	158.0a	10 098	1 595.2
槽式对照	9.3a	170.4a	7 500	1 278.0

## 3 讨论

植物的光合作用需要光照,光照强度对植物的生长发育有重要作用,在进行立体栽培过程中,尽量少遮光是选择适宜栽培形式的标准之一。草莓的光饱和点约为 20 000~30 000 lx<sup>[2]</sup>,该研究中,除早晚外,双层立架和柱槽组合白天的光照强度都高于光饱和点,而且植株生长也没有出现明显的变化,因此这 2 种立体栽培方式的光照情况都能满足草莓正常生长的需要。

地温能影响植物根部的生长和功能,草莓根系分布较浅,80%分布于地表下 15 cm 内的土层,容易受外界环境因素的影响。有研究表明,草莓根部生长的适温为 15~23℃,并且地温也影响根系吸收水肥的能力,9℃以下草莓根系不能吸水吸肥,9~12℃仅能吸水,12℃以上才能吸肥<sup>[2]</sup>。该研究中,立体栽培处理的地温都在 9℃以上,8:00~20:00 平均地温在 12℃以上,但都略低于对照,这可能是因为立柱、立架用栽培器皿容积有限,造成保温能力差,使草莓根系周围温度低于常规栽培模式,而低地温是否是造成立体栽培植株生长及单株产量稍差的主要原因,还需要深入研究。

生产者进行立体栽培,除了解决重茬、减少病虫害,最终目的是希望能充分利用温室空间,提高单位面积产量,获得好的经济效益。该研究采用的双层立架和柱槽组合 2 种立体栽培形式的产量都高于对照,特别是柱槽组合的形式,其 667 m<sup>2</sup> 产量比对照高 24.8%,增产效果明显好于双层立架,而成本却大大低于立架,适合在生产中推广利用,可以做进一步研究完善。

### 参考文献

- [1] 赵密珍. 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.
- [2] 森下昌三,郑宏清,叶正文. 草莓——生理生态及实用栽培技术[M]. 上海:上海科学技术出版社,1993:71-77.

# 不同灌水量对日光温室辣椒土壤水分动态变化的影响

孔德杰, 郑国保, 张源沛, 郭生虎, 朱金霞

(宁夏农林科学院 农业生物技术研究中心, 宁夏 银川 75002)

**摘要:**通过田间试验,研究不同灌水量对日光温室辣椒土壤水分变化的影响。结果表明:随着灌水量的增加,0~60 cm 土壤水消耗逐渐减少。各处理 0~100 cm 土壤贮水量随着灌水量的增加而增加,而土壤水分的消耗则随着灌水量的增加而明显减少。在苗期、营养生长期和结果前期,蒸腾蒸发量相对较少,灌溉水能基本满足植株生长需要,植株从土壤中吸收的水分较少。

**关键词:**灌水量;日光温室辣椒;土壤水分变化

**中图分类号:**S 641.326.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)04-0073-03

近年来,随着日光温室蔬菜栽培面积的不断扩大,许多地区已采用微喷、滴灌等先进的灌水技术,但在实际栽培中,蔬菜灌水仍主要是丰水高产型灌溉,没有将无效蒸腾降低到最低程度,没有达到水分的优化管理及提高水分利用率。有关辣椒的生长发育状况、产量和灌水指标,国内外学者已做了研究。针对宁夏干旱区特殊的地理环境条件,在前人的研究基础上,研究不同灌水量条件下土壤水分动态变化规律,提出适合辣椒生长的适宜水分条件,为生产实践提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地基本情况

试验地位于宁夏回族自治区东部盐池县城西滩设

施农业示范区,北纬 37°04'~38°10',东经 106°30'~107°41'。该县属于典型中温带大陆性气候,年均气温为 8.1℃,极端最高均温为 34.9℃,极端最低温为-24.2℃,年均无霜期为 140 d;年降水仅 250~350 mm。温室东西长 90 m,南北宽 7 m,钢架无柱结构,供试土壤为沙壤土。

### 1.2 试验设计

供试辣椒品种为洋大帅,整个生育期灌水 10 次,采用田间试验,试验设 5 个处理,3 次重复,随机区组设计,灌水量分别为  $T_1$ :75 mm;  $T_2$ :150 mm;  $T_3$ :225 mm;  $T_4$ :375 mm;  $T_5$ :525 mm;小区面积  $2.4\text{ m} \times 6\text{ m} = 14.4\text{ m}^2$ ,为防止水分侧渗,每小区之间用深 100 cm 油毡隔断,灌水采用膜下滴灌,灌水量用水表控制,其它田间管理措施同当地常规种植。

### 1.3 试验方法

土壤含水量的测定:利用时域反射仪(TDR)对每个小区的土壤含水量进行监测,监测间隔时间为 10 d,灌水前后加测,监测深度 180 cm,每 20 cm 为一个测定段。蒸腾量(ET):根据农田土壤水量平衡方程计算辣椒各阶段的耗水量。数据处理采用 Excel 2003 和 Surfer 7.0 软件。

**第一作者简介:**孔德杰(1982-),男,河南淮阳人,硕士,研究实习员,现主要从事设施农业节水技术研究工作。E-mail:kdj1982@126.com。

**通讯作者:**张源沛(1968-),男,甘肃兰州人,博士,研究员,现主要从事农业节水技术集成研究工作。E-mail:zangypei@163.com。

**基金项目:**国家科技部科技支撑计划资助项目(2007BAD88B06)。

**收稿日期:**2010-12-21

## Study on Strawberry Multi-layer Cultivation in Greenhouse

DONG Jing, ZHANG Yun-tao, WANG Gui-xia, ZHONG Chuan-fei, WANG Li-na, CHANG Lin-lin

(Institute of Forestry and Pomology, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Science, Beijing 100093)

**Abstract:** In green house, 'A' style two-layer shelf and combined column-trough were used for strawberry multi-layer cultivation. Substrate temperature, light intensity, plant growth, fruit quality and yield of different cultivation patterns were studied. The results showed that multi-layer cultivation reduced substrate temperature and light intensity, but had a little effect on plant vegetative growth and fruit quality. Although multi-layer cultivation decreased yield per plant, increase of planted plants made yield per unit area higher than control. Combined column-trough obviously increased yield and was valuable to further study for generalization in strawberry green-house production as a useful multi-layer cultivation pattern.

**Key words:** strawberry; green house; multi-layer cultivation