

网络出版时间:2012-03-21 18:23

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20120321.1823.035.html>

薄膜和太阳能保温技术在草莓高架栽培中的应用

糜 林, 霍恒志, 万春雁, 李金凤, 陈雪平

(江苏丘陵地区镇江农业科学研究所, 江苏 句容 212400)

[摘 要] **【目的】**研究不同薄膜和太阳能保温技术在草莓高架栽培中的保温效果,并与地面高垄栽培相比较,寻找最佳的保温组合,为草莓高架式栽培在我国的推广奠定基础。**【方法】**以优良草莓品种“红颜”为试材,以地面高垄栽培为对照(CK),对高架栽培设5个薄膜保温处理(无薄膜帘披垂(CK1),外帘黑色薄膜、无内帘(T1),外帘白色薄膜、无内帘(T2),外帘白色薄膜、内帘黑色薄膜(T3),外帘黑色薄膜、内帘白色薄膜(T4)),对其中保温效果最好的处理进行太阳能热水保温(T5),测定不同处理不同时间点(06:00开始,每隔3h测定1次,连续测定3d)的基质和土壤下0.05、0.10、0.15和0.20m的温度及各处理的室内温度(CK、CK1的温室内温度,T1~T4的帘内温度),并测定各处理果实的单果质量、最大单果重量、单株产量、可溶性固形物含量和硬度。**【结果】**各薄膜保温处理在09:00—18:00的保温效果差异较小,但在保温要求较高的21:00—次日06:00,各处理的保温效果差异较大,其中T3处理不同深度的基质温度均高于或显著高于其他处理,其基质的平均温度为18.4℃,室内平均温度为17.4℃。在对温度要求较高的18:00—次日06:00,T5处理不同深度的基质温度及室内温度明显高于其他处理,二者呈一定的正相关关系。T3、T5处理的草莓果实经济性状均显著高于CK。**【结论】**T3处理(外帘白色薄膜、内帘黑色薄膜)对冬季草莓高架栽培的保温效果最佳;冬季低温期,利用滴管输送太阳能热水对基质增温效果明显。采取披垂薄膜帘和输送太阳能热水这2种措施能解决冬季草莓高架栽培中的保温问题,可以确保草莓在寒冷的冬季能正常生长发育。

[关键词] 草莓;高架栽培;薄膜;太阳能;保温技术

[中图分类号] S668.4

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2012)04-0121-06

Application of mulches and solar insulation technology for framed substrate culture strawberry

MI Lin, HUO Heng-zhi, WAN Chun-yan, LI Jin-feng, CHEN Xue-ping

(Zhenjiang Institute of Agricultural Sciences of Jiangsu Hilly Area, Jurong, Jiangsu 212400, China)

Abstract: **【Objective】** The study was to research the effect of different mulches and solar insulation technology for substrate culture strawberry, compared with soil culture, in order to find the optimal combination of insulation treatment to make sure that strawberry can grow well in winter. **【Method】** Taking the “Red cheek” as the test material, soil culture as a control (CK), 5 kinds of mulches treatments were set, the treatments were as follows: substrate culture with no films; black films outside, without internal curtain; white films outside, without internal curtain; white films outside, black films inside; black films outside, white films inside, marked CK1, T1, T2, T3 and T4. And taking the best insulation treatment conveying solar hot water as T5, the temperature in 0.05, 0.10, 0.15 and 0.20 m of different treatments at different time was measured as well as the internal temperature, mean fruit weight, the largest fruit weight, average

* [收稿日期] 2011-12-19

[基金项目] 江苏省自主创新资金项目(cx(11)2018, cx(10)109);江苏省科技支撑计划项目(BE2010436);镇江市科技支撑农业部分项目(NY20100020);江苏省农业科学院基金项目(6210814)

[作者简介] 糜 林(1963—),男,江苏丹徒人,副研究员,主要从事果树新品种、新技术及示范推广研究。

E-mail: jsrmn6217@sina.com

yield per plant, soluble substance and average hardness of different treatments. 【Result】 In the mulches insulation test, the temperature of every treatment had minor differences during the process of 09:00 to 18:00; However, there was remarkable difference during the period of 21:00 to 06:00 the next day, which demanded a strict heat preservation, T3 treatment was significantly superior to other treatments; The temperature was obviously higher than other treatments in every different depth substrate, its average temperature reached 18.4 °C; The average temperature of internal temperature was 17.4 °C, which was also obviously higher than others. In the solar insulation test, the temperature of T5 treatment, during the period of 18:00 to 06:00 of the next day, which called a strict heat preservation, was significantly superior to other treatments in every depth and every time; The situation of the internal temperature was the same positively related; The main fruit economic characters of T5, T3 treatments were significantly better than the CK. 【Conclusion】 T3 treatment was the best insulation treatment for substrate culture' strawberry in winter, during the low temperature period of winter, T5 treatment carrying solar hot water to substrate had an obvious effect for raising temperature. These 2 measures solved the problem of heat preservation in winter and ensured the good growth of strawberry.

Key words: strawberry; substrate culture; mulches; solar energy; thermal insulation technique

草莓(*Fragaria ananassa* Duch)含有丰富的蛋白质和维生素,素有“水果皇后”之美誉,深受生产者和消费者的青睐。草莓栽培生产周期短,见效快,收益高,传统的栽培方式大多是在大棚设施内地面栽培,栽种和采摘均需弯腰曲背,劳动强度较大,且果实易感病害,连作障碍问题日益突出^[1-3]。新兴的高架基质栽培模式集高效、观光及科普于一体,是一项值得开发的创意型农业新技术。但在寒冷的冬季,高架基质栽培槽被悬在半空,隔断了地热补充来源,基质温度受外界气温影响较大,且不容易进行保温。草莓根茎部对温度的反应较为敏感,稍有不适即停止生长,进而对果实的产量和品质产生较大影响。草莓属于浅根性须根系植物,大约有 70% 以上的根系分布在地表以下 0.2 m 内,0.2 m 以下的土壤中则很少有根系分布^[4]。因此,能否保证基质下方 0.2 m 范围内的适合温度是草莓高架栽培成功的关键所在,目前国内外此方面的相关研究报道较少^[5-6]。

江苏南部地区草莓栽培面积较大,但该区冬季气温较低,最低气温一般都在 -5 °C 左右,单靠塑料大棚和中棚不能满足高架草莓基质栽培槽的积温需要。鉴于此,本研究以草莓优良品种“红颜”为试材,选用来源广泛、价格便宜的塑料薄膜及无污染、可再生的太阳能热水,作为高架基质栽培槽的保温材料,以传统的地面高垄栽培为对照,比较不同保温处理在冬季低温期对高架栽培槽的保温效果,以期寻找最佳的保温处理组合,为高架栽培模式在我国的推广应用奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2009-11—2010-04 在江苏丘陵地区镇江农业科学研究所草莓试验园内进行。2009-09-13,将供试草莓“红颜”分别定植于地面高垄和架式基质中,行距 0.2 m,株距 0.2 m。地面高垄栽培在棚内起 6 条高垄(垄宽 0.9 m,垄高 0.3 m),采用大棚、中棚和小拱棚覆盖透明薄膜进行保温。高架基质栽培在棚内搭建 3 条台架(距地面高度为 1 m),架与架间距为 0.8 m,架上铺设用瓦楞彩钢瓦做成的“U”型栽培槽(槽宽 0.4 m,槽高 0.25 m);栽培基质由充分发酵的麸糠、苇沫、高效生物有机肥、无病沙土按体积比 60:30:5:5 均匀混合配制而成;采用大棚、中棚覆盖透明薄膜并在高架周围披垂薄膜帘进行保温。地面栽培和高架栽培在同一棚内进行,大棚和中棚的通风及保温管理措施相同。

1.2 薄膜保温试验

用薄膜帘对高架栽培进行保温,薄膜由无锡米可多塑料有限公司生产,分黑、白 2 色,黑色薄膜厚 0.1 mm,白色薄膜厚 0.4 mm。当外界气温下降到 10 °C 以下时,以地面高垄栽培为对照(CK),在高架栽培的随机位置设 5 个处理,分别为:无薄膜帘披垂(CK1),外帘黑色薄膜、无内帘(T1),外帘白色薄膜、无内帘(T2),外帘白色薄膜、内帘黑色薄膜(T3)和外帘黑色薄膜、内帘白色薄膜(T4)。内帘薄膜用管夹固定在栽培槽衬托上,呈“U”形,吊挂在栽培槽的下方;外帘薄膜上端用管夹固定在果实悬挂衬托

拉杆上,下端垂直拨到地面,并用砖块压实。披垂薄膜帘保温 3 d 后,于每日 06:00 开始,每 3 h 用托普科技有限公司生产的 11000 型土壤温度计分别测量不同处理基质或土壤 0.05,0.10,0.15 和 0.20 m 深度处的温度(测量位置为高架栽培槽和地面栽培垄面中部,下同),同时测量不同处理的室内温度(CK 和 CK1 的温室内温度、T1~T4 的帘内温度),连续测定 72 h,重复 3 次。

1.3 太阳能热水保温试验

当外界气温达-5℃以下时,于晴天每日 17:00 通过滴灌带输送太阳能热水到薄膜保温试验中表现最佳(T3)的栽培槽(记为 T5)中,测其温度,并与未输送太阳能热水的 T3 及地面高垄栽培(CK)相比较。太阳能热水器由北京四季春太阳能科技有限公司生产,将存储的热水经由水管流到储水箱中进行调温,保证出口处水温为 40~42℃。于次日 06:00 开始,每 3 h 分别对各处理基质和土壤 0.05,0.10,0.15 和 0.20 m 深度处的温度进行测量,同时测量不同处理的室内温度,连续测定 72 h,重复 3 次。

1.4 草莓果实经济性的测定

每处理随机选取 9 株草莓作为果实经济性状定

点观测的对象,从第 1 个草莓果实成熟开始至草莓生产期结束,每隔 2 d 采集九成熟草莓果实 1 次,计数并称质量,计算平均单果质量,记录最大单果质量,统计平均单株产量。于 2009 年 12 月下旬,选择晴朗的下午,取草莓九成熟第 1 花序的一级序果和二级序果,参照董静等^[7]的方法测定果实硬度及可溶性固形物含量。

1.5 数据处理

试验数据处理及图表制作采用 Excel 软件,方差分析采用 SPSS 软件。

2 结果与分析

2.1 不同保温处理对草莓高架栽培保温效果的影响

2.1.1 不同时间点的基质温度 由表 1 可知,在白天 09:00—18:00,各保温处理不同深度基质温度与 CK 相比,总体差异不大,但以 T3 处理略好;在对保温要求较高的 21:00—次日 06:00,各处理不同深度基质温度差异较大,T3 处理明显优于 CK 及其他处理,其次为 T4 处理,CK1 的保温效果最差;在全天各时间段内,06:00—09:00 T2 处理的保温效果优于 T1 处理,其余时段则相反。

表 1 不同保温处理对草莓高架栽培基质温度的影响
Table 1 Effect of different insulation treatments on the medium temperature ℃

测量时刻 Detection time	处理 Treatment	土层深度/m Soil layer				测量时刻 Detection time	处理 Treatment	土层深度/m Soil layer			
		0.05	0.10	0.15	0.20			0.05	0.10	0.15	0.20
06:00	CK	13.1 b	14.3 b	15.3 bc	15.8 a	18:00	CK	18.5 b	18.5 b	18.5 a	17.5 c
	CK1	12.0 c	14.1 b	14.3 c	13.7 c		CK1	19.0 b	18.6 b	17.3 a	17.6 c
	T1	12.6 bc	14.6 b	15.0 bc	14.4 bc		T1	19.3 b	19.3 ab	18.9 a	19.8 b
	T2	13.0 b	14.7 b	15.2 bc	14.6 bc		T2	19.1 b	18.6 b	18.5 a	19.0 b
	T3	14.1 a	16.3 a	16.7 a	15.9 a		T3	20.5 a	20.3 a	18.8 a	21.2 a
	T4	13.5 ab	15.0 b	15.7 b	14.8 b		T4	19.5 ab	18.9 b	19.3 a	19.2 b
09:00	CK	14.4 a	14.3 b	14.9 ab	15.4 a	21:00	CK	16.7 c	17.5 c	18.3 bc	17.7 d
	CK1	13.6 a	13.6 b	13.8 b	13.1 c		CK1	17.6 b	18.6 b	17.8 c	17.9 d
	T1	14.0 a	14.1 b	14.1 ab	14.1 b		T1	17.7 b	19.3 b	19.4 abc	19.6 b
	T2	14.1 a	14.3 b	14.3 ab	14.0 b		T2	18.0 b	18.8 b	19.3 abc	18.6 c
	T3	14.7 a	15.5 a	15.2 a	15.2 a		T3	19.5 a	21.2 a	20.8 a	21.1 a
	T4	14.2 a	14.2 b	14.8 ab	14.4 b		T4	17.9 b	18.9 b	19.9 ab	18.9 bc
12:00	CK	17.3 a	15.9 a	15.4 a	15.6 bc	24:00	CK	15.6 c	16.4 d	17.5 bc	17.1 cd
	CK1	17.0 a	14.2 c	13.8 a	13.7 d		CK1	15.3 c	17.2 cd	17.2 c	16.8 d
	T1	17.4 a	15.1 ab	14.7 a	15.7 bc		T1	16.4 b	18.2 b	18.5 bc	18.0 b
	T2	16.8 a	14.7 bc	14.5 a	15.1 c		T2	16.5 b	18.0 bc	18.5 bc	17.5 bc
	T3	17.5 a	15.9 a	15.0 a	16.9 a		T3	17.5 a	19.6 a	20.2 a	19.8 a
	T4	17.2 a	15.2 ab	15.2 a	16.1 ab		T4	16.7 b	18.1 bc	19.0 ab	17.7 bc
15:00	CK	19.0 ab	17.7 ab	17.0 a	16.6 de	03:00	CK	14.4 c	15.4 c	16.7 bc	16.6 bc
	CK1	18.6 b	16.5 d	15.7 a	16.1 e		CK1	14.1 c	15.7 c	16.0 c	15.9 c
	T1	19.3 ab	17.5 abc	17.1 a	18.2 bc		T1	15.4 b	17.4 b	17.6 abc	17.2 b
	T2	18.7 ab	16.7 cd	16.6 a	17.5 cd		T2	15.4 b	17.3 b	17.6 abc	16.7 bc
	T3	20.3 a	18.3 a	16.6 a	19.9 a		T3	16.6 a	18.5 a	18.8 a	18.5 a
	T4	19.1 ab	17.1 bcd	17.5 a	18.7 b		T4	15.8 ab	17.3 b	18.1 ab	16.7 bc

注:同列数据后标不同小写字母者表示处理之间的差异达到显著水平($P<0.05$)。下表同。
Note: Different small letters in the column mean significant difference at $P<0.05$. The same below.

2.1.2 不同深度的基质温度 由表 1 可知,T3 处理不同深度基质的温度大多高于或显著高于其他处理,其 0.05~0.20 m 的平均温度(不同时间点、不同深度基质温度的算术平均数,下同)为 18.4 ℃,比 CK、CK1、T1、T2 和 T4 的平均温度分别提高了 2.2、2.6、1.5、1.8 和 1.5 ℃。说明 T3 处理保温效果最佳,其次为 T4 和 T1 处理。

2.1.3 室内温度 由表 2 可知,CK1 处理在 09:00—12:00 的室内温度显著高于其他处理(T1 处理 09:00 除外);T2 处理在 18:00—次日 03:00 的

室内温度均高于 T1 处理;T3 处理在 15:00—次日 03:00 的室内温度高于其他处理。T3 处理的平均室内温度为 17.4 ℃,比 CK1、T1、T2 和 T4 处理的平均室内温度分别提高了 2.5、1.3、1.7 和 1.3 ℃。可见,各处理室内的平均温度与高架槽内的基质温度呈一定的正相关关系。

综上可知,在所有的保温处理中,以外帘用白色薄膜、内帘用黑色薄膜(T3)处理的保温效果最好,因此后续的太阳能热水保温试验就在此处理的基础上进行。

表 2 不同保温处理对草莓高架栽培室内温度的影响

Table 2 Effect of different insulation treatments on the internal films temperature ℃

处理 Treatment	测量时刻 Detection time								平均温度 Average temperature
	06:00	09:00	12:00	15:00	18:00	21:00	24:00	03:00	
CK1	6.5 b	22.0 a	25.5 a	22.5 c	13.5 d	11.0 c	9.4 b	8.4 c	14.9 b
T1	9.6 a	21.9 ab	23.5 c	22.6 c	15.1 c	13.1 b	11.7 a	11.2 b	16.1 ab
T2	9.5 a	17.9 d	21.9 e	23.3 b	15.8 ab	13.6 ab	12.0 a	11.3 ab	15.7 b
T3	9.7 a	21.3 bc	24.3 b	29.8 a	16.2 a	14.0 a	12.3 a	11.8 a	17.4 a
T4	9.8 a	21.0 c	23.0 d	22.7 bc	15.3 bc	13.3 ab	12.0 a	11.5 ab	16.1 ab

2.2 太阳能热水在草莓高架栽培中的保温效果

2.2.1 基质温度 由表 3 可以看出,于 17:00 通过滴灌输送太阳能热水后,在 18:00—次日 03:00,T5 处理不同深度的基质温度均明显高于其他处理。T5 处理不同深度基质的平均温度为 12.3 ℃,比 T3

处理和 CK 的平均温度分别提高了 1.5 和 0.7 ℃。结果表明,在冬季低温区,对高架栽培草莓采取披垂外帘(白色薄膜)和内帘(黑色薄膜)同时加输太阳能热水措施的保温效果最好。

表 3 太阳能热水对草莓高架栽培基质温度的影响

Table 3 Effect of insulation treatment on the medium temperature ℃

测量时刻 Detection time	处理 Treatment	土层深度/m Soil layer				测量时刻 Detection time	处理 Treatment	土层深度/m Soil layer			
		0.05	0.10	0.15	0.20			0.05	0.10	0.15	0.20
06:00	CK	9.3 a	10.4 a	11.0 a	11.5 a	18:00	CK	12.6 b	12.5 b	12.9 b	12.6 a
	T3	7.4 b	9.0 c	9.6 b	9.1 c		T3	12.9 b	12.8 b	13.0 b	9.5 a
	T5	7.6 b	9.9 b	10.8 a	9.8 b		T5	15.8 a	15.6 a	15.0 a	15.1 a
09:00	CK	9.7 a	10.2 a	10.6 a	11.3 a	21:00	CK	11.6 b	12.2 b	12.7 c	12.8 b
	T3	7.8 b	8.5 b	9.0 c	8.8 c		T3	11.4 b	13.0 b	13.3 b	13.0 b
	T5	9.9 a	10.1 a	9.9 b	10.1 b		T5	14.7 a	15.5 a	15.1 a	14.2 a
12:00	CK	12.5 b	11.2 a	11.0 a	11.2 b	24:00	CK	10.3 b	11.5 b	12.1 b	12.4 b
	T3	10.5 c	8.8 c	8.8 c	10.3 c		T3	9.2 c	11.7 b	12.3 b	11.7 c
	T5	13.4 a	10.5 b	10.4 b	12.2 a		T5	11.8 a	13.8 a	14.2 a	13.2 a
15:00	CK	13.7 a	12.9 a	12.4 a	12.2 b	03:00	CK	9.4 ab	10.8 a	11.5 b	11.8 a
	T3	14.0 a	11.2 b	11.4 b	13.9 a		T3	7.7 b	10.0 b	10.9 b	10.0 b
	T5	13.7 a	11.2 b	11.2 b	12.1 b		T5	9.5 a	10.6 a	12.6 a	12.2 a

2.2.2 室内温度 由图 1 可知,T3 和 T5 处理不同时刻的室内温度均高于 CK。T5 处理的平均室内温度为 10.8 ℃,比 CK、T3 处理的平均室内温度分别提高了 2.50 和 1.55 ℃。T5 处理的室内温度在 18:00—次日 03:00 明显高于 CK 和 T3 处理,在其余时间段差异不显著。结合表 3 可知,T5 处理在输送太阳能热水后基质温度升高,室内温度也升高,二者呈一定的正相关关系。

2.3 不同保温处理对高架栽培草莓果实经济性状的影响

由表 4 可知,保温效果较好的 T5 处理草莓果实除硬度低于 CK1、T1、T2 处理外,其余经济性状均优于其他处理,T3 处理的果实经济性状也较好;T5、T3 处理的平均单果质量相同,较 CK、CK1 处理分别提高了 5.59%和 11.85%;T5、T3 处理的最大单果质量较 CK 分别提高了 6.90%和 3.45%,平均

单株产量较 CK 分别提高了 36.9%和 18.2%;高架栽培各处理果实的可溶性固形物含量和硬度均高于 CK,其中 T5 处理的可溶性固形物含量比 CK 提高

了 9.61%;CK1 处理的果实硬度显著高于其他各处理,这可能与其基质温度较低有关。

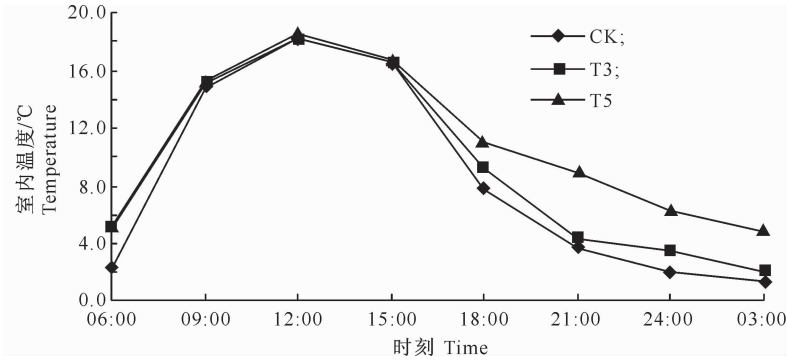


图 1 太阳能热水对草莓高架栽培室内温度的影响
Fig. 1 Effect of solar hot water on the internal films temperature

表 4 不同保温处理对高架栽培草莓果实经济性性状的影响

Table 4 Effect of different insulation treatments on the fruit economic characters of strawberry

处理 Treatment	平均单果质量/g Mean fruit weight	最大单果质量/g The largest fruit weight	平均单株产量/g Average yield/plant	可溶性 固形物含量/% Soluble substance	硬度/ (N·cm ⁻²) Average hardness
CK	14.3 c	58.0 b	214 c	10.4 c	2.65 c
CK1	13.5 d	51.0 c	152 d	11.2 ab	3.03 a
T1	14.3 c	46.0 d	176 d	11.0 b	2.84 b
T2	13.6 d	53.0 c	166 d	11.1 b	2.84 b
T3	15.1 a	60.0 ab	253 b	11.2 ab	2.74 bc
T4	14.8 b	57.0 b	223 c	11.0 b	2.74 bc
T5	15.1 a	62.0 a	293 a	11.4 a	2.74 bc

3 讨 论

草莓的生物学生长温度为 5℃,15~20℃为根系生长最适温度^[4]。本研究中,T1 处理(外帘黑色薄膜,无内帘)的室内温度和基质温度在 06:00—12:00 的上升速度总体高于 T2 处理(外帘白色薄膜,无内帘),这与卜崇兴等^[8]的试验结果一致,表明黑色薄膜具有较强的吸热吸光能力,热交换时间较短。但 T2 处理在 15:00—次日 03:00 室内温度明显高于 T1 处理,且在 06:00—09:00 对基质的保温效果优于 T1 处理,这可能与白色薄膜吸光吸热效率低,热交换时间相对滞后,但隔热效果较好有关。T3 处理(外帘白色薄膜、内帘黑色薄膜)实现了 T1、T2 处理优点的完美统一,内帘黑色薄膜在接受阳光照射时,充分发挥其吸热增温能力,外帘白色薄膜起到了隔热保温作用,相当于在栽培槽下方装了一个储热“罐”,能不断地为基质提供热量,因此其保温效果最佳,基质的平均温度可达 18.4℃,有效地保障了高架栽培草莓生长的适宜温度。

低碳环保是未来社会发展的趋势。本试验利用

太阳能源对水进行加热,在贮水桶中调温后通过滴灌带对高架栽培基质进行保温,该方法成本低、低碳环保,保温效果好,可使高架栽培基质的日平均温度较地面栽培的土壤温度提高 0.7℃,但在冬季连阴雨天气,太阳能热水温度不高,需在贮水桶中加注电热水以提高水温。刘小明等^[6]报道,福冈方式的高架栽培采用架台内暖风机加热,热风由送风管顶端朝上的孔送出,效果较好,能有效克服外界环境因素对保温效果的影响,但耗能较多。因此,下一步的研究方向是对现有的基质加热方式进行改进或探索新的低碳环保的保温措施等。

基质栽培可影响草莓果实的品质和产量。本试验 T5(外帘白色薄膜、内帘黑色薄膜,加滴灌带输送太阳能热水到栽培槽)、T3 处理的果实经济性性状大多明显高于地面高垄栽培处理(CK),有的经济性性状差异达显著水平,其中单株产量较 CK 分别提高了 36.9%和 18.2%,打破了传统的架式栽培单株产量较低^[7,9]的局面。架式栽培各处理果实的可溶性固形物含量与平均硬度均明显高于 CK,有些处理间差异达显著水平,这与董静等^[5]的研究结果有一定

差异,其原因可能与草莓品种及栽培基质的成分配比不同有关。霍恒志等^[1]的研究结果表明,“红颊”、“章姬”较“明宝”、“丰香”草莓适宜在架式基质上栽培。目前,消费者不仅要求草莓果实新鲜、味美,而且对其安全性的要求也较高,而架式栽培使用农药较少,可以满足消费者的需求。据不完全统计,架式草莓果实的销售价格较常规草莓高 50%~100%,因此在保证架式草莓经济性状优于地面栽培草莓的前提下,其发展潜能势不可挡。

草莓生产不仅劳作时间长,而且劳动强度大,在中国农业生产者出现老龄化的情况下,省力化栽培将是草莓生产发展的目标,高架立体栽培可以实现这一目标。目前,日本草莓高架立体栽培面积已达到栽培总面积的 25%左右。但由于高架设施栽培的设备和基质投入成本较高,在目前的中国一般生产者难以接受^[10],因此必须在现有的国外高架栽培模式的基础上,进一步探索和开发适合我国国情的草莓高架栽培新模式。笔者所在的江苏丘陵地区镇江农业科学研究所于 2002 年起开展了草莓架式栽培的相关研究,目前已初步探索出了适合本地区生产的高架栽培模式,并将进一步研究影响架式草莓生长的各个环节,以开发出新的立体栽培模式。

[参考文献]

[1] 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.
Huo H Z,Mi L,Li J F,et al. Comparison on substrate culture and soil culture of strawberry [J]. Acta Agriculturae Jiangxi, 2010,22(11):48-49. (in Chinese)

[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.
Zhang Z H,Gao X Y,Du G D,et al. The development trend of strawberry production: Labor-saving cultivation [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin,2007,23(10):101-103. (in Chinese)

[3] 王素素,杜国栋,吕德国. 土壤高温处理对连作草莓根系呼吸代谢及植株发育的影响 [J]. 果树学报,2011,28(2):234-239.

Wang S S,Du G D,Lü D G. Effects of soil sterilization treatments on root respiratory metabolism and development of strawberry under the replanting conditions [J]. Journal of Fruit Science,2011,28(2):234-239. (in Chinese)

[4] 赵智明. 草莓苗有机生态型无土栽培基质筛选 [D]. 陕西杨凌:西北农林科技大学,2010.
Zhao Z M. Research on media in eco-organic soilless culture system of strawberry [D]. Yangling,Shaanxi:Northwest A&F University,2010. (in Chinese)

[5] 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.
Dong J,Zhang Y T,Wang G X,et al. Study on strawberry multi-layer cultivation in greenhouse [J]. Northern Horticulture,2011(4):71-73. (in Chinese).

[6] 刘小明,陈兴明. 日本草莓高架栽培发展现状 [J]. 果农之友,2004(3):40-41.
Liu X M,Chen X M. The development situation of substrate culture strawberry in Japan [J]. Fruit Growers Friend,2004(3):40-41. (in Chinese)

[7] 董 静,张运涛,王桂霞,等. 日光温室草莓基质栽培与有土栽培比较试验 [J]. 北方园艺,2008(3):8-10.
Dong J,Zhang Y T,Wang G X,et al. Comparison on substrate culture and soil culture of ‘Sweet Charlie’ strawberry in greenhouse [J]. Northern Horticulture,2008(3):8-10. (in Chinese)

[8] 卜崇兴,李式军. 无土栽培新装置根区环境温、湿度及设施内地表湿度变化 [J]. 上海农业学报,2003,19(3):83-86.
Bu C X,Li S J. Daily variation of temperature and relative humidity in root area of a new soilless culture device [J]. Acta Agriculture Shanghai,2003,19(3):83-86. (in Chinese)

[9] 李金凤,糜 林,霍恒志,等. 日本设施草莓生产现状与发展趋势 [J]. 上海农业学报,2009,25(3):105-107.
Li J F,Mi L,Huo H Z,et al. The present situation and developmental trend of protected cultivation of strawberry in Japan [J]. Acta Agriculturae Shanghai,2009,25(3):105-107. (in Chinese)

[10] 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.
Wang W H. Study on cultivation substrates with low cost in protected cultivation in strawberry [J]. Guizhou Agricultural Sciences,2006,34(3):31-33. (in Chinese)