

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.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.01.054

# 不同基质配方对立体栽培草莓生长、品质和产量的影响

唐 静,周园园,袁利荣

[江苏省农业科学院(昆山)现代农业研究中心,江苏昆山 215300]

**摘要:**探讨了层架式立体栽培模式下不同基质配方对草莓生长、品质和产量的影响。结果表明:在处理对草莓叶长、叶宽、叶面积和株高的影响上,各处理床架上层比床架下层更适合草莓生长,且  $T_2$  处理比其他处理更适合草莓生长。在改善品质和增产方面, $T_1U$  和  $T_2U$  处理草莓可溶性糖含量都显著高于  $T_3U$  处理, $T_2U$  处理草莓糖酸比显著高于  $T_1U$  和  $T_3U$  处理, $T_1$ 、 $T_2$  和  $T_3$  上层处理草莓糖酸比和维生素 C 含量都分别显著高于各处理中下层。各处理床架上层草莓单果质量都分别显著高于各处理床架下层, $T_2$  上中下层草莓单果质量都大于  $T_1$  和  $T_3$  上中下层。

**关键词:**草莓;立体栽培;基质;生长;品质产量

**中图分类号:** S668.404 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)01-0185-03

草莓为蔷薇科草莓属的多年生宿根草本植物,果实属浆果类水果。近年来草莓在我国获得了迅猛发展,已成为各地发展农村经济、促进农民增收的重要经济作物。但传统的地面小高畦栽培模式劳动强度大,土传病害、连作障碍、空间利用率不高等问题日益突出,已成为阻碍草莓进一步发展的重要因素。在国外,无土栽培方式已被广泛应用于草莓生产,在我国还处于试验阶段,但各地因地制宜对草莓无土栽培的基质配方也有了一定的研究。本试验研究适合草莓立体栽培的基质配方,以草炭-蛭石型复合基质为对照,用草炭、蛭石、锯末等商品基质以及本地腐熟豆芽壳、鸡粪为原材料,研究不同配方基质对立体栽培草莓生长、品质和产量的影响<sup>[1]</sup>,从而筛选出通透性较好、易收集、低成本的基质,为实施草莓无土栽培提供理论依据和实践指导。

收稿日期:2015-07-16

基金项目:江苏省苏州市科技计划(编号:SN201311)。

作者简介:唐 静(1981—),女,江苏昆山人,硕士,农艺师,主要从事设施蔬菜栽培技术研究及推广研究。E-mail: yuyes533@163.com。

商品性起一定的作用。处理开始后植株第 1 个果实,在前期果龄越小,果实体积发育增长越快,随后着辣椒果龄的增加,果实体积发育速度渐慢,果实体积在中期一段时期变化不大,后期果实体积又略有增长,呈“S”形增长;体积发育增长率大小同一植株上呈第 1 个果>第 2 个果>第 3 个果的趋势。所以,根据果实发育规律,可采取一定措施合理调控采收日期。在已膨大的果实采收后,可等待留存青果充分膨大渐渐转红,将上市期延迟调整到元旦和春节前,形成采收高峰,青、红果实商品性好,符合节庆时令消费,产值也随之大大提高。

**参考文献:**

[1]侯 超,陶承光,王丽萍,等. 不同密度和整株方式对辣椒光合特

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验在江苏省昆山市玉叶蔬食产业基地玻璃温室中进行。试验品种为红颜草莓,供试基质是草炭、蛭石、干燥发酵鸡粪(鸡粪和豆芽壳)和锯末。栽培槽选用长 200 cm、宽 25 cm、深 25 cm 的泡沫槽,可拆卸层架(层架高 1.45 m、长 2.2 m、底宽 1.32 m,下层距地面 0.2 m,中层距地面 0.9 m,上层距地面 1.45 m)。

### 1.2 试验设计

试验设 3 个处理,用  $T_1$ 、 $T_2$  和  $T_3$  表示。 $T_1$ :草炭:蛭石(体积比)=2:1; $T_2$ :草炭:蛭石:干燥发酵鸡粪(体积比)=1:1:1; $T_3$ :草炭:蛭石:干燥发酵鸡粪:锯末(体积比)=1:1:0.5:0.5。每个处理种植 5 个立体层架,占地面积 145 m<sup>2</sup>。将  $T_1$ 、 $T_2$  和  $T_3$  分别置于上层、中层、下层来观察,用  $T_1U$ 、 $T_1M$ 、 $T_1L$ 、 $T_2U$ 、 $T_2M$ 、 $T_2L$ 、 $T_3U$ 、 $T_3M$ 、 $T_3L$  表示。在 10 月 20 日选取长势一致的草莓苗定植,采用交叉种植,株距 20 cm,每泡沫槽定植 20 株。各处理栽培管理保持一致,采用肥水一体化系统补水和供营养液。

性、干物质分配及产量的影响[J]. 西北农业学报,2010,19(3):159-162.

[2]王浩挺,马志虎,韦武青,等. 不同整枝方式对辣椒产量及产品等次的影响[J]. 中国瓜菜,2009(6):27-28.

[3]许耀照,吕 彪,王勤礼,等. 密度和整株方式对有机生态型无土栽培辣椒商品性及产量的影响[J]. 北方园艺,2013(5):1-3.

[4]贾朝应,李跃辉,王怀胜,等. 整枝对辣椒生育期及经济产量的影响[J]. 长江蔬菜:学术版,2013(4):44-45.

[5]吴雪霞,薛林宝,陈建林,等. 辣椒果实生长发育动态的研究[J]. 上海农业学报,2005(2):122-124.

[6]姜 俊,魏银初,胡应北,等. 驻椒 11 辣椒果实发育规律研究[J]. 中国农学通报,2006(9):297-301.

1.3 测定指标和方法

草莓定植后 1 个月,每隔 45 d 从每处理长势良好的草莓中随机选取 12 株进行挂牌标记,定期测量草莓叶柄长、叶长、叶宽、株高。参照文献[2]和文献[3]的方法测定和计算物理指标:容重、比重、总孔隙度、通气孔隙度、持水孔隙度和水气比,EC 值用电导仪直接测定。pH 值用电位法<sup>[4]</sup>测定。维生素 C 用 2,6-二氯酚靛滴定法测定;可溶性糖用蒽酮比色法测定;可溶性固形物用手持式数显糖度计测定。收获期测定各处理草莓产量。

2 结果与分析

2.1 不同基质配方理化性质

基质通透性主要从容重、毛管孔隙度、通气孔隙度和总孔隙度

表 1 不同基质配方的基本理化性质

| 处理             | 容重<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 通气孔隙<br>(%) | 持水孔隙<br>(%) | 总孔隙度<br>(%) | 大小孔隙比 | EC<br>(mS/cm) | pH 值  | 有机质含量<br>(%) |
|----------------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------|---------------|-------|--------------|
| T <sub>1</sub> | 0.58a                      | 20.30a      | 50.65a      | 70.64a      | 0.41a | 0.64a         | 7.32a | 27.82a       |
| T <sub>2</sub> | 0.48b                      | 23.69b      | 48.13a      | 71.83a      | 0.49a | 1.63b         | 6.58a | 41.61b       |
| T <sub>3</sub> | 0.52b                      | 23.42b      | 51.02a      | 72.44a      | 0.46a | 1.86c         | 6.85a | 39.4b        |

注:表中同列数据后不同小写字母代表在 5% 水平差异显著,下同。

生长期需要适当多浇水洗盐。

2.2 不同处理对草莓生长指标的影响

由图 1 可知,定植后 60、90、120、150 d,T<sub>2</sub>U 处理草莓叶长都显著大于 T<sub>1</sub>U 和 T<sub>3</sub>U 处理( $P < 0.05$ )。定植后 90、120 d,T<sub>1</sub>U、T<sub>2</sub>U 和 T<sub>3</sub>U 处理的草莓叶长分别显著大于 T<sub>1</sub>L、T<sub>2</sub>L 和 T<sub>3</sub>L 处理( $P < 0.05$ ),T<sub>1</sub>M、T<sub>2</sub>M 和 T<sub>3</sub>M 处理的草莓叶长分别显著大于 T<sub>1</sub>L、T<sub>2</sub>L 和 T<sub>3</sub>L 处理( $P < 0.05$ ),T<sub>1</sub>L、T<sub>2</sub>L 和 T<sub>3</sub>L 之间的草莓叶长差异不显著( $P > 0.05$ ),而 T<sub>2</sub>M 的草莓叶长显著大于 T<sub>1</sub>M 和 T<sub>3</sub>M 处理( $P < 0.05$ )。由此可知,不同基质处理下,床架上层和中层的草莓叶长显著大于床架下层处理,T<sub>2</sub> 基质中上层处理草莓叶长显著大于 T<sub>1</sub> 和 T<sub>3</sub> 中上层处理( $P < 0.05$ )。

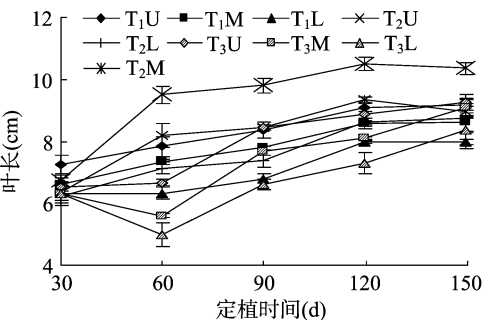


图 1 不同处理草莓叶长变化

由图 2 可知,在草莓生长的全过程中,T<sub>2</sub>U 的草莓叶宽都显著大于 T<sub>1</sub>U 和 T<sub>3</sub>U 处理( $P < 0.05$ )。定植后 60、90 d,T<sub>1</sub>U、T<sub>2</sub>U 和 T<sub>3</sub>U 的草莓叶宽分别显著大于 T<sub>1</sub>L、T<sub>2</sub>L 和 T<sub>3</sub>L 处理,T<sub>1</sub>M、T<sub>2</sub>M 和 T<sub>3</sub>M 的草莓叶宽分别显著大于 T<sub>1</sub>L、T<sub>2</sub>L 和 T<sub>3</sub>L 处理( $P < 0.05$ )。定植后 90 d,T<sub>2</sub>M 叶宽显著大于 T<sub>1</sub>M 和 T<sub>3</sub>M 处理( $P < 0.05$ )。由此可知,不同基质处理下,床架上中层草莓叶宽显著大于床架下层处理,且 T<sub>2</sub> 处理比其他处理更有利于草莓叶宽的增加( $P < 0.05$ )。

这几个物理指标来衡量。由表 1 可知,在草炭和蛭石混配基质中加有机肥和锯末,容重得到改良,容重变小,总孔隙度降低,大小孔隙比增加<sup>[5-7]</sup>。T<sub>2</sub> 和 T<sub>3</sub> 的容重分别为 0.48 g/cm<sup>3</sup> 和 0.52 g/cm<sup>3</sup>,在 0.5 g/cm<sup>3</sup> 左右,且明显小于对照。容重的差异体现在不同基质的通气孔隙上,以 T<sub>2</sub> 的通气孔隙度最大,高达 23.69%。T<sub>3</sub> 次之,都显著高于对照。T<sub>2</sub> 的持水孔隙和总孔隙度都明显小于对照,大小空隙比明显大于对照。试验表明,混配其他填充材料的基质容重都发生变化,改善了基质的通气状况。以干燥发酵鸡粪为填充材料的基质容重最小,通气状况明显改善,为草莓根系生长创造了良好的通气条件。3 个处理的 pH 值在 6.58 ~ 7.32,适宜草莓生长。EC 值反映基质中可溶性盐浓度的高低,T<sub>3</sub> 的 EC 值最大,T<sub>2</sub> 次之,T<sub>2</sub> 和 T<sub>3</sub> 都显著高于对照,所以 T<sub>2</sub> 和 T<sub>3</sub> 处理的草莓在

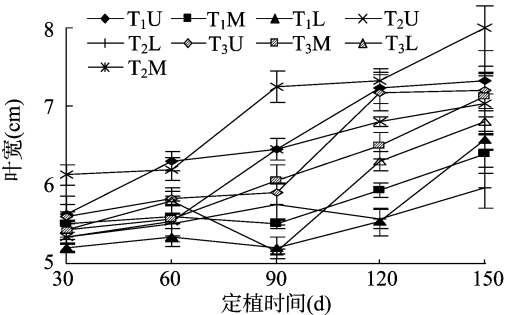


图 2 不同处理草莓叶宽变化

由图 3 可知,定植后 60、90、120、150 d,T<sub>2</sub>U 的草莓叶面积都显著大于 T<sub>1</sub>U 和 T<sub>3</sub>U 处理( $P < 0.05$ )。定植后 90、120 d,T<sub>1</sub>U、T<sub>2</sub>U 和 T<sub>3</sub>U 的草莓叶面积分别显著大于 T<sub>1</sub>L、T<sub>2</sub>L 和 T<sub>3</sub>L 处理( $P < 0.05$ ),T<sub>2</sub>M 的草莓叶面积显著大于 T<sub>2</sub>L、T<sub>1</sub>M 和 T<sub>3</sub>M 处理( $P < 0.05$ )。由此可知,不同基质处理下,床架上层和中层草莓叶面积显著大于床架下层处理,T<sub>2</sub> 基质中上层处理草莓叶面积显著高于 T<sub>1</sub> 和 T<sub>3</sub> 中上层处理。

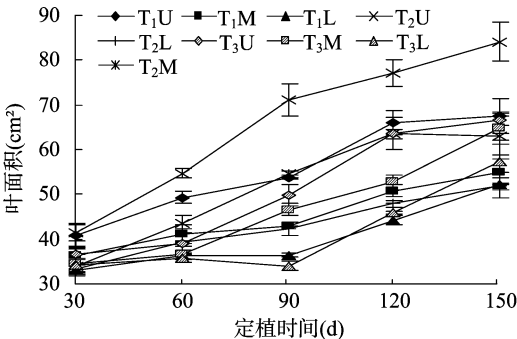


图 3 不同处理草莓叶面积变化

由图 4 可知,在草莓生长全过程中,T<sub>2</sub>U 的草莓株高都显著高于 T<sub>1</sub>U 和 T<sub>3</sub>U 处理( $P < 0.05$ )。定植后 30、90 d,T<sub>2</sub>M 的草莓株高显著高于 T<sub>1</sub>M 和 T<sub>3</sub>M 处理( $P < 0.05$ )。由此可知,

在立体栽培条件下,床架上层和中层有利于草莓株高的增加, $T_2$  基质中上层处理草莓株高显著高于  $T_1$  和  $T_3$  中上层处理。

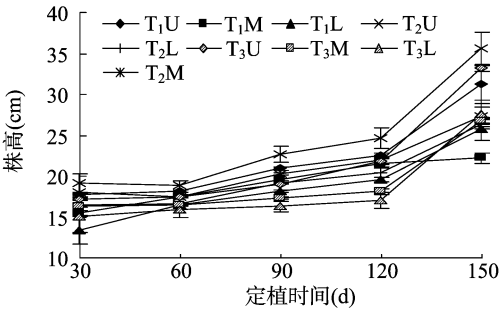


图4 不同处理草莓株高变化

综上所述,各基质处理床架中上层比床架下层更适合草莓生长<sup>[8-9]</sup>,且  $T_2$  处理最适合草莓生长。导致以上结果的原因,一是由于层架中上层通风透光条件相比下层有优势,二是由于不同处理基质的内在因素导致的。

表 2 不同处理对草莓果实品质和产量的影响

| 处理      | 可溶性糖 (%) | 硝酸盐 (mg/kg) | 维生素 C (mg/100 g) | 可溶性蛋白 (mg/g) | 可溶性固形物 (%) | 可滴定酸 (%) | 糖酸比    | 单果质量 (g) |
|---------|----------|-------------|------------------|--------------|------------|----------|--------|----------|
| $T_1$ U | 4.28a    | 229.05a     | 71.62ab          | 0.84dg       | 9.35a      | 0.88ab   | 10.61c | 19.48bc  |
| $T_1$ M | 3.70bc   | 245.72a     | 64.67df          | 0.92cde      | 8.05cd     | 0.72d    | 11.26c | 15.99d   |
| $T_1$ L | 2.81de   | 234.10a     | 57.48g           | 1.02bd       | 7.30e      | 0.77c    | 9.48d  | 14.35f   |
| $T_2$ U | 4.32a    | 219.27a     | 74.91a           | 0.87cf       | 9.40a      | 0.56f    | 16.79a | 28.51a   |
| $T_2$ M | 3.57ab   | 235.27a     | 67.38cd          | 0.94cd       | 8.75ab     | 0.76c    | 11.44c | 25.41b   |
| $T_2$ L | 2.83de   | 229.16a     | 62.90ef          | 1.06bc       | 7.25ef     | 0.64e    | 11.44c | 18.78e   |
| $T_3$ U | 3.46bd   | 224.35a     | 72.62a           | 1.05bef      | 8.65bc     | 0.69d    | 12.62b | 26.45c   |
| $T_3$ M | 2.97cde  | 226.60a     | 68.86bc          | 1.17ab       | 7.40de     | 0.91ab   | 8.10e  | 20.77d   |

4 结论和讨论

作物生长要求的最佳生长状态:基质容重为  $0.1 \sim 0.8 \text{ g/cm}^3$ ,总孔隙度 60%,大小孔隙比 0.5。容重大小反映基质的松紧度和持水能力,本试验各配比基质的容重均在适宜范围内。孔隙度是衡量基质物理性质的重要指标之一,3 种基质配方总孔隙度为 71.83% ~ 74.44%,水气比在 0.41 ~ 0.49 之间,也均在适宜范围内。3 个处理的基质为弱酸和中性,适宜草莓生长。EC 值反映基质中可溶性盐浓度的高低,由于  $T_2$  和  $T_3$  基质搭配鸡粪,导致两者的 EC 值较大,所以  $T_2$  和  $T_3$  基质处理的草莓在生长期需要适当多浇水洗盐。

在处理对草莓叶长、叶宽、叶面积和株高的影响上,各处理床架中上层比床架下层更适合草莓生长,且  $T_2$  处理比其他处理更适合草莓生长。

在改善品质和增产方面, $T_1$ U 和  $T_2$ U 处理草莓可溶性糖含量都显著高于  $T_3$ U 处理, $T_2$ U 处理草莓糖酸比显著高于  $T_1$ U 和  $T_3$ U 处理, $T_1$ 、 $T_2$  和  $T_3$  上层处理草莓糖酸比和维生素 C 含量都分别显著高于各处理中下层,各处理间草莓硝酸盐含量差异不显著。 $T_1$ 、 $T_2$  和  $T_3$  中上层草莓单果质量都分别显著高于  $T_1$ 、 $T_2$  和  $T_3$  下层处理, $T_2$  上中下层草莓单果质量都大于  $T_1$  和  $T_3$  上中下层。

结果表明, $T_2$  基质配方(草炭:蛭石:干燥发酵鸡粪 = 1:1:1)在草莓生长、改善品质和增产上表现最好,生产上可选用  $T_2$  基质。对于是否还有更好的基质配方,能在植株长势良好的同时继续降低栽培成本,还需进一步试验研究。

3 不同处理对草莓品质的影响

由表 2 可知,不同处理草莓品质差异显著<sup>[10]</sup>。 $T_1$ U 和  $T_2$ U 处理草莓可溶性糖含量都显著高于  $T_3$ U 处理( $P < 0.05$ ), $T_3$ U 处理草莓可溶性蛋白含量显著高于  $T_1$ U 处理( $P < 0.05$ ), $T_2$ U 处理草莓糖酸比显著高于  $T_1$ U 和  $T_3$ U 处理( $P < 0.05$ ), $T_1$ 、 $T_2$  和  $T_3$  上层处理草莓糖酸比和维生素 C 含量都分别显著高于各处理中下层( $P < 0.05$ ),这可能是由于光照度的改变影响了草莓养分物质积累,上层光照充足有效促进了果实养分合成,中下层光照条件下降导致果实品质明显下降。各处理草莓硝酸盐含量差异不显著( $P > 0.05$ )。 $T_1$ 、 $T_2$  和  $T_3$  中上层草莓单果质量都分别显著高于  $T_1$ 、 $T_2$  和  $T_3$  下层处理( $P < 0.05$ ), $T_2$  上中下层草莓单果质量都大于  $T_1$  和  $T_3$  上中下层<sup>[11-12]</sup>。综上所述: $T_2$  处理草莓品质最佳,产量最高,且上层草莓品质和产量优于中、下层。可见, $T_2$  基质配方较适合草莓立体栽培。

参考文献:

[1] 田吉林,汪寅虎. 设施无土栽培基质的研究现状、存在问题与展望(综述)[J]. 上海农业学报,2000,16(4):87-92.

[2] 连兆煌. 无土栽培原理与技术[M]. 北京:中国农业出版社,1994:56-60.

[3] 陈秀娟,陈卫平,糜林,等. 南方草莓叶面积计算方法的研究[J]. 中国农学通报,2009,25(14):190-193.

[4] 李西开. 土壤农业化学常规分析法[M]. 北京:科学出版社,1983:195-197.

[5] 张跃建,朱振林. 大棚草莓配套栽培技术[M]. 上海:上海科学普及出版社,2000.

[6] 唐梁楠,杨秀媛. 草莓优质高产新技术[M]. 北京:金盾出版社,1992:130-133.

[7] 王强,杨振英,李武兴,等. 9 个草莓品种在辽西大棚栽培试验[J]. 中国果树,2008(6):18-21.

[8] 杜国栋,郭修武,武建,等. 不同基质通透性对草莓生长及光合特性的影响[J]. 北方园艺,2007,6(6):39-41.

[9] 迟伟,王荣富,张成林. 遮阴条件下草莓的光合特性变化[J]. 应用生态学报,2001,12(4):566-568.

[10] 孙永平,郭成宝,陈月红,等. 草莓立体栽培模式基质配方研究[J]. 江苏农业科学,2012,40(6):140-141.

[11] 张宁. 不同配比基质对草莓开花结果和果实品质的影响[J]. 安徽农业科学,2011,39(26):15876-15877,15881.

[12] 赵永彬,江景勇,卢秀友. 不同栽培基质对草莓生长及果实品质的影响[J]. 北方园艺,2012(13):30-31.