

# 不同配方施肥对大棚草莓生长结实的影响

张建军, 刘 红

(汉中职业技术学院, 陕西 汉中 723001)

**摘 要:**为草莓产量和品质的提高及汉中地区农家肥的有效利用提供参考依据,采用大棚内随机区组试验,以不施肥为对照,大棚草莓在施入总养分等量条件下,研究了以生物有机肥、猪厩肥和磷钾铵三元复合肥的不同配方施肥对大棚草莓产量、开花结实率及畸形果发生率的影响。结果表明,在施入总养分等量条件下,生物有机肥、猪厩肥和磷钾铵三元复合肥 3 种肥料的配施处理比只施入有机肥的处理增产效果显著,表明猪厩肥与无机肥料配施比只施入有机肥增产效果显著;猪厩肥对大棚草莓采果后期供肥持久,后期产量增高,揭示肥效的平衡持久也是影响大棚草莓产量的重要因素;在施入总养分等量且大棚草莓在  $N$ 、 $P_2O_5$ 、 $K_2O$  比例适当条件下,猪厩肥与无机肥料配施对大棚草莓的开花结实率、畸形果发生率影响效果不显著。

**关键词:**猪厩肥;配方施肥;大棚草莓;产量;开花结实率;畸形果发生率;影响

**中图分类号:**S668.4

**文献标志码:**A

**文章编号:**1001-7461(2013)02-0114-04

## Effects of Different Formulated Fertilizations on the Growth and Fruiting of Greenhouse *Fragaria ananassa*

ZHANG Jian-jun, LIU Hong

(Hanzhong Vocational and Technical College, Hanzhong, Shaanxi 723001, China)

**Abstract:** In order to make better use of farmyard manure and to provide a scientific basis for the increase of the fruit yields and qualities of *Fragaria ananassa* in Hanzhong, Shaanxi Province, China, the paper utilized randomized block experiment in greenhouse with different formulated fertilizers to examine their impacts on the fruit yields, fruiting rate of the flowers, and the rate of abnormal fruit. The ingredients for formulated fertilizer included bio-organic fertilizer, pig manure, and the ternary compound inorganic fertilizer (nitrogen, phosphorus, and potassium). The results showed that under the circumstances of applying equivalent total nutrients, applications of formulated fertilizers with the three would significantly promote the fruit yields compared with applying only bio-organic fertilizer, and the increase of the fruit yields was more obvious when applying pig manure combined with inorganic fertilizer than that only applying organic fertilizer. The fertility of pig manure was persistent, and the fruit yields in late stage were promoted, indicating that the equivalence and persistence of fertilizer's effects were important factors for the fruit yields. In addition, no significant impacts were observed on the fruiting rate of the flowers and the rate of abnormal fruit when applying compound fertilizer with pig manure and inorganic fertilizer.

**Key words:** pig manure; formulated fertilization; greenhouse *Fragaria ananassa*; yield; flowering and fruiting rate; incidence of deformed fruit; effect

目前,草莓鲜果及加工制品已成为欧美、日本等国人们生活必须的果蔬品,需求日益增大。我国草

莓年产量约 170 万 t,居世界第 2 位,已出口到欧洲等 45 个国家和地区<sup>[1]</sup>,但由于施用肥料单一,影响

我国草莓的产量和品质,平衡施肥是提高草莓产量和品质的重要措施之一。目前在草莓的各项农业增产措施中,化肥作用约占 30%~40%<sup>[2]</sup>,化肥虽具有一定增产效果,但同时会带来环境污染和资源浪费,还会导致草莓品质下降<sup>[3]</sup>。草莓的生长、开花结实还需其他营养元素,各种营养元素的配合施用直接影响草莓的产量和品质<sup>[4]</sup>。诸多研究表明,配施有机肥可以显著提高苹果、猕猴桃、番茄、草莓等果蔬的产量和品质<sup>[5-9]</sup>。猪厩肥养分全面,肥力平衡持久,又能改良土壤物理性状和提高农产品品质<sup>[10]</sup>,成本低,无公害,是生产优质绿色农产品的有机肥源之一。汉中地区农村猪厩肥肥源广,有效利用率不高,对农村环境污染严重。以有机肥(主要为猪厩肥)、无机肥不同配方施肥处理对大棚草莓生长结实的影响,为提高草莓产量和品质及汉中地区农家肥的有效利用提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况及设施

试验于 2010 年 9 月—2011 年 5 月在汉中职业技术学院实习农场进行。试验地土壤为重壤土,土壤含有机质 3.06%、全氮 0.194%、碱解氮 98 mg·kg<sup>-1</sup>、速效磷 17 mg·kg<sup>-1</sup>、速效钾 125 mg·kg<sup>-1</sup>,pH 7.3。试验设施采用竹木结构大棚+黑色地膜覆盖。

表 1 不同配方施肥处理的肥料施用量及养分含量

Table 1 Nutrient content and amount of applied fertilizer on different formulated fertilizations				kg/5.4 m <sup>2</sup>			
处理	生物有机肥	猪厩肥	磷钾铵三元复合肥	配施处理各养分含量			N+P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +K <sub>2</sub> O
				N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
CK	0	0	0	—	—	—	—
T <sub>1</sub>	0.405	0	0	0	0	0	—
T <sub>2</sub>	0.405	57.793	0	0.260	0.145	0.347	0.751
T <sub>3</sub>	0.405	0	1.473	0.250	0.250	0.250	0.751
T <sub>4</sub>	0.405	32.384	0.648	0.256	0.191	0.304	0.751

注:各肥料施用量是在调查汉中大棚草莓施肥水平基础上进行设计。

### 1.4 测定项目及数据处理

大棚草莓成熟后,每 3 d 统一采收 1 次,采收后按各处理分别统计产量;大棚草莓开花结实率、畸形果发生率均采用田间调查法进行统计。试验结果进行方差分析,统计后用 Ducans 多重比较法进行差异显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同配方施肥处理对大棚草莓产量的影响

表 2 表明,大棚草莓在不同配方施肥所表现的产量有一定的差异,处理 T<sub>4</sub> 产量为 18.26 kg/5.4 m<sup>2</sup> 最高,对 CK、T<sub>1</sub> 增产率分别为 43.60%、

### 1.2 试验材料

1.2.1 供试品种 草莓品种为丰香,5 叶一心苗,带土移栽大棚。

1.2.2 供试肥料 供试肥料 3 种包括生物有机肥、猪厩肥和无机肥。其中生物有机肥为狮玛德牌有机肥料,其养分含量为:氨基酸≥20%,有机质≥30%,腐殖酸≥16%,N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+K<sub>2</sub>O≥16%,生物菌≥2 亿个/kg;猪厩肥取自陕西省汉中市汉台区宗营镇上街村一养猪场,其养分含量为:有机质为 25%、N 0.45%、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.25%、K<sub>2</sub>O 0.6%;无机肥为德国进口的磷钾铵三元复合肥,其总养分 N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+K<sub>2</sub>O ≥51,养分含量 17—17—17。

### 1.3 试验设计

试验设 5 个不同配方施肥处理,CK 为不施肥;T<sub>1</sub> 为单施生物有机肥;T<sub>2</sub> 为生物有机肥+猪厩肥;T<sub>3</sub> 为生物有机肥+磷钾铵三元复合肥;T<sub>4</sub> 为生物有机肥+猪厩肥+磷钾铵三元复合肥,T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>、T<sub>4</sub> 3 个处理施入的 N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+K<sub>2</sub>O 总养分等量(表 1)。每处理重复 3 次,共设 15 个小区,小区面积 5.4 m<sup>2</sup>,所有处理均将肥料在定植草莓前施入,草莓生长期田间管理一致。9 月初高畦定植草莓,垄上宽 40 cm,垄下宽约 60 cm,垄沟深 15 cm,垄沟宽 15 cm,每垄双行,行距为 20 cm,株距为 15 cm,区长 180 cm,每垄栽 24 株,每小区三垄 6 行,小区周围设保护行。2010 年 10 月中旬覆盖地膜和扣棚,次年 5 月 30 日结束。

24.22%;各处理产量由高到低为 T<sub>4</sub>>T<sub>3</sub>>T<sub>2</sub>>T<sub>1</sub>>CK。从表 2 可看出,T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>、T<sub>4</sub> 都对 CK 差异显著,表明施肥对不施肥有显著增产效果;T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>、T<sub>4</sub>都对 CK 差异极显著,表明不同配方施肥对不施肥增产效果达到极显著;T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>、T<sub>4</sub>都对 T<sub>1</sub> 差异显著,表明不同配方施肥对单施生物有机肥增产效果显著;T<sub>3</sub>、T<sub>4</sub>都对 T<sub>1</sub> 差异极显著,表明无机、有机肥配施比单施生物有机肥增产效果极显著;T<sub>4</sub>都对 T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub> 差异显著,揭示生物有机肥、猪厩肥和磷钾铵三元复合肥 3 种肥料的配施处理比只施入有机肥的处理增产效果显著。本试验结果表明,在施入总养分等量条件下,猪厩肥与无机肥料配施比只施入有

机肥增产效果显著。

表 2 还表明,在 5%水平上,处理 T<sub>3</sub> 和 T<sub>4</sub> 差异不显著,T<sub>3</sub> 和 T<sub>2</sub> 差异不显著,T<sub>4</sub> 与 T<sub>2</sub>、T<sub>1</sub>、CK 差异均达到显著;在 1%水平上,处理 T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>、T<sub>4</sub> 相互间差异均不显著,表明 3 种不同肥料配施增产效果最好,说明无机肥肥效较快,满足了草莓生长前期营养生长的养分需求,猪厩肥肥效缓,满足了草莓后期营养生长和生殖生长的养分需求,所以处理 T<sub>4</sub> 后

表 2 不同配方施肥处理对大棚草莓产量的影响

Table 2   Effects of different formulated fertilizations on the yields of greenhouse <i>F. ananassa</i>									
处   理	小区产量/(kg · 5.4 m <sup>-2</sup> )				产量 /(kg · 5.4 m <sup>-2</sup> )	增产率/%		显 著 性	
	I	II	III	平均		对 CK	对 T <sub>1</sub>	5%	1%
CK	12.52	11.71	13.93	12.72	12.72	—	—	d	C
T <sub>1</sub>	13.49	15.80	14.81	14.70	14.70	15.60	—	c	BC
T <sub>2</sub>	15.81	16.31	16.45	16.19	16.19	27.30	10.13	b	AB
T <sub>3</sub>	17.21	17.08	17.22	17.17	17.17	34.96	16.75	ab	A
T <sub>4</sub>	17.67	18.31	18.81	18.26	18.26	43.60	24.22	a	A

注:小写字母表示差异显著( $p<0.05$ ),不同大写字母表示差异极显著( $p<0.01$ ),表 4、表 5 同。

2.2 不同配方施肥处理对大棚草莓不同采果期产量的影响

表 3 表明,不同配方施肥处理前、后期采果产量差异由大到小依次为 T<sub>2</sub>>T<sub>4</sub>>T<sub>3</sub>>T<sub>1</sub>>CK,其中处理 T<sub>2</sub> 前、后期采果产量差异最大为 1.762 kg/5.4 m<sup>2</sup>,处理 T<sub>4</sub> 前、后期采果产量差异为 1.390 kg/5.4 m<sup>2</sup> 次之,其他处理前后期产量差异不大,提示草莓后期供肥持久,后期产量也较高。从不同配方施肥处理分析,也体现了哪种处理后期供肥越持久,后期采果收获量越大的趋势,后期产量较高其总产量也相对较高,揭示肥效的平衡持久也是影响草莓总产量的重要因素。

表 3 不同配方施肥处理不同采果期的产量

Table 3 Yields in different picking periods with different formulated fertilizations				
			kg/5.4 m <sup>2</sup>	
处理	前期采果	后期采果	前后期总	前后期采果
	产量	产量	产量	产量差
CK	6.254	6.466	12.72	0.212
T <sub>1</sub>	7.134	7.570	14.70	0.436
T <sub>2</sub>	7.216	8.978	16.19	1.762
T <sub>3</sub>	8.270	8.898	17.17	0.628
T <sub>4</sub>	8.438	9.828	18.26	1.390

注:前期采果于 2010.10.10—2011.02.20,后期采果于 2011.02.21—2011.05.30。

2.3 不同配方施肥处理对大棚草莓开花结实率的影响

表 4 表明,处理 T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>、T<sub>4</sub> 开花结实率在 83.7%~90.3%之间,处理 T<sub>4</sub>、T<sub>3</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>1</sub> 相互间差异均不显著,表明猪厩肥与无机肥料配施比只施入有机肥的处理对大棚草莓的开花结实率影响效果不显著。本试验是在同一大棚内实施且田间管理一致,草莓开花期温度、湿度基本一致,处理 T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>、T<sub>4</sub> 施

期产量最高,产量也最高。在施入总养分等量条件下除 T<sub>3</sub> 外都表现为后期肥效越持久,产量较高的趋势,表明大棚草莓后期需肥量也较大,这与大棚草莓前期采果后,草莓又由生殖生长为主转为营养生长和生殖生长并重相关,此阶段需大量的 N、P、K 来满足其营养生长和生殖生长的需肥规律相一致<sup>[11]</sup>。

入总养分等量且各处理 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 施入比例也比较适当,所以本试验结果表明,在施入总养分等量且大棚草莓在 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 比例适当条件下,猪厩肥与无机肥料配施对大棚草莓开花结实率影响效果不显著。本试验大棚草莓开花结实率微小差异可能与平衡施肥、草莓开花期温度及湿度微小差异相关。

表 4 不同配方施肥处理对大棚草莓开花结实率影响

处理	小区开花结实率/%				显著性	
	I	II	III	平均	5%	1%
CK	82.1	85.9	76.0	81.3	b	A
T <sub>1</sub>	87.4	80.2	81.4	83.0	ab	A
T <sub>3</sub>	79.2	85.4	86.4	83.7	ab	A
T <sub>2</sub>	92.2	86.6	88.2	89.0	a	A
T <sub>4</sub>	88.6	91.4	90.8	90.3	a	A

2.4 不同配方施肥处理对大棚草莓畸形果发生率的影响

表 5 表明,处理 T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>、T<sub>4</sub> 相互间差异均不显著,表明猪厩肥与无机肥料配施对大棚草莓的畸形果发生率影响效果不显著。本试验设施环境及田间管理一致,草莓的品种及大棚温度、湿度是一致的,处理 T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>、T<sub>4</sub> 施入总养分等量且各处理 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、

表 5 不同配方施肥处理对大棚草莓畸形果发生率影响

处理 Treatment	小区开花结实率/%				显著性	
	I	II	III	平均	5%	1%
CK	14.1	13.7	13.9	13.9	a	A
T <sub>1</sub>	12.9	13.8	14.1	13.6	ab	A
T <sub>3</sub>	11.7	12.9	13.5	12.7	abc	A
T <sub>2</sub>	12.5	13.1	11.6	12.4	bc	A
T <sub>4</sub>	11.4	12.2	12.8	12.13	c	A

K<sub>2</sub>O 比例也比较适当,所以本试验结果表明,在施入总养分等量且大棚草莓在 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 比例适当条件下,猪厩肥与无机肥料配施对大棚草莓畸形果发生率影响效果不显著。本试验大棚草莓畸形果发生率微小差异可能与环境温、湿度微小差异相关。

### 3 结论与讨论

施用无机肥虽对果蔬增产效果显著,但同时造成了农业生态环境恶化和农产品品质下降。施用有机肥是近年来生产无公害绿色农产品的方向,特别是无机与有机肥配合施用可提高农产品的产量和品质。本研究结果表明,在施入 N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+K<sub>2</sub>O 总养分等量条件下,生物有机肥、猪厩肥和磷钾铵三元复合肥 3 种肥料配施比只施入有机肥的处理增产效果显著,揭示猪厩肥与无机肥料配施比只施入有机肥增产效果显著。说明猪厩肥与适当无机肥配施养分平衡、肥效速缓兼备有利于增产。这与刘红<sup>[12]</sup>等大棚草莓施用有机肥,缺乏 N、P、K 任何一种肥料时,产量都会受到极大影响的研究结果相吻合。本研究结果表明农家肥虽养分全面、肥力平衡,但对不同作物也要配合其它肥料,并注意 N、P、K 平衡才能达到更佳效果。

本研究结果还表明,施用猪厩肥表现为草莓后期供肥越持久,后期产量越高的趋势,后期产量较高其总产量也相对较高,揭示肥效的平衡持久也是影响草莓产量的重要因素。这可能是因为猪厩肥与无机肥配施肥效速缓兼备,满足了草莓前、后期采果后的供肥需求,有利于增产。

刘新建<sup>[13]</sup>等研究表明,草莓从开花到果实成熟所需天数约为 30 d,如此期间平均气温在 30℃ 左右,草莓 20 d 便可成熟,如 30℃ 以上则生长受抑制,1~2℃ 以下低温易受冷寒,草莓开花期最适温度是 25℃ 左右和湿度 80% 左右为好。草莓开花期温度、湿度过高或过低都会影响草莓授粉与受精,可见草莓开花期温度及湿度与草莓开花结实率相关。本试验是在同一大棚内进行且田间管理一致,草莓开花期温度、湿度是一致的,本试验 T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>、T<sub>4</sub> 3 个处理施入总养分等量且各处理 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 比例也较适当,所以本研究结果表明,在施入总养分等量且大棚草莓在 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 比例适当条件下,猪厩肥与无机肥料配施对大棚草莓的开花结实率影响效果不显著。这也符合刘新建等人的研究结果。

王继荣<sup>[14]</sup>研究表明,草莓花期遇连续阴雨或空气湿度过大,导致花药开裂受阻,花粉传播不良,影响雌蕊柱头受粉;花期温度低于 0℃ 亦会影响授粉受精。低温和阴雨伴随的光照不足造成花粉发育不

良,从而影响授精受粉和果实发育,导致畸形果形成。此外不同品种抗逆性不同,抗病性能差的品种在花期感染后,亦会加重畸形果发生,可见草莓品种、温度和湿度是影响草莓畸形果发生的主要因素。本试验大棚草莓花期适逢汉中地区冬季和早春时节,气温低、光照不足,是草莓畸形果形成的主要物候因素。而本试验在同一大棚内进行且田间管理一致,草莓品种、光照、温湿度一致,本试验 T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>、T<sub>4</sub> 3 个处理施入总养分等量且各处理 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 比例也较适当,所以本试验结果表明,在草莓品种、温湿度相同的前提下,施入总养分等量且大棚草莓在 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 比例适当条件下,猪厩肥与无机肥料配施对大棚草莓畸形果发生率影响效果不显著。这也与王继荣的研究结果相符合。本研究结果表明配施农家肥并非对草莓所有产量、品质形成指标都有良好的效果。

农家肥低成本、无公害、养分全面、肥力平衡,是提高果蔬产量品质及有机农业生产中的应用最广泛的优质肥源。但从本研究可以看出农家肥的施用也要根据不同作物,配合其他肥料并注意 N、P、K 平衡配施才能达到最佳效果,农家肥与化肥配施对大棚草莓产量提高显著,但对其开花结实及畸形果发生影响并不显著。本研究为农家肥在有机生态农业上的应用提供了参考依据,为更进一步提高其配方施肥的肥效和利用率以及改善农村生态环境,还有待于对各种农家肥在不同作物上的肥效和适宜施用量以及农家肥在改土培肥、防止土壤环境恶化的作用机理方面进行更深入的研究,以期对农业生态环境的改善提供参考依据。

### 参考文献:

- [1] 姜卓俊. 我国草莓加工出口现状和问题及对策[J]. 当代生态农业, 2006, 15(1): 95-97.
- [2] 张世贤. 中国的农业发展与平衡施肥在农业生产上的应用[M]. 北京: 农业出版社, 1989.
- [3] 曲贵伟, 刘玉琴. 生物有机肥对草莓产量和品质的影响[J]. 丹东纺专学报, 2003, 10(3): 5-6.  
QU G W, LIU Y Q. The effect of bio-bacterial manure on the yield and quality of strawberry[J]. Journal of Dandong Textile College, 2003, 10(3): 5-6.
- [4] 蔡艳花, 王连君, 王雨娟, 等. 不同配方酵素菌肥对草莓产量和品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(26): 14300-14301.  
CAI Y H, WANG L J, WANG Y J, *et al.* Effects of fermen bacteria fertilizer with different fomulas on yield and quality of Strawberry[J]. Journal of Anhui Agri. Sci., 2010, 38(26): 14300-14301. (in Chinese)
- [5] 张立新, 耿增超, 张朝阳, 等. 渭北旱原红富士苹果园不同水分条件有机肥施用模式研究[J]. 西北林学院学报, 2004(4): 68-71.