



吕涛,孙晓东,刘翠翠,等.不同螯合肥对草莓生长、产量和品质的影响[J].黑龙江农业科学,2021(5):18-22.

不同螯合肥对草莓生长、产量和品质的影响

吕涛¹,孙晓东¹,刘翠翠¹,宋鹏慧²,杨光²,周双²,张静华²

(1.黑龙江省农业技术推广站,黑龙江 哈尔滨 150036;2.黑龙江省农业科学院 乡村振兴科技研究所,黑龙江 哈尔滨 150028)

摘要:为进一步提高草莓的产量,改善果实品质,分别在草莓定植后,进入旺盛生长期、现蕾期、果实膨大期对供试草莓品种红颜,进行不同的施肥处理,设 T1(氨基酸螯合肥)、T2(EDTA 螯合肥)、T3(腐殖酸螯合肥)、T4(糖醇螯合肥)、T5(常规施肥)、CK(不施肥,喷施清水),研究不同螯合肥对草莓生长、产量和品质的影响。结果表明:T4 处理的草莓植株株高和茎粗均最大,其次为 T1 处理;T1 处理的叶面积最大;T2 处理的 SPAD 值最大,其次为 T4 处理;T4 处理的植株地上部鲜重、地下部鲜重、地上部干重和地下部干重均最大;T4 处理的根冠比和干鲜比最大;T4 处理的可溶性固形物含量最大,其次为 T1 处理,两者差异不显著;T4 处理的 VC 含量最高,固酸比最大,可滴定酸含量最低;T4 处理的产量最高,其次是 T1 处理。施用不同螯合肥均可提高草莓植株的株高、茎粗、叶面积、SPAD 值、生物量、根冠比、干鲜比,同时也可提高草莓的产量,改善果实品质。综上所述,T4 处理的糖醇螯合肥效果最佳,其具有更广阔的推广应用前景。

关键词:草莓;螯合肥;优质栽培

草莓(*Fragaria ananassa* Duch.),蔷薇科草莓属多年生草本植物,营养价值丰富,被誉为“水果皇后”,与其他果树相比,还具有生产周期短、成熟早、收益高等特点。但目前,在草莓生产中,很多农户还是在持续、单一、大量施用化肥,从而导致土壤板结、肥力下降、土壤有机质下降、有害物质残留增多、植株抗性变差、产量和品质下降,不但影响经济效益,也引起草莓果品质量安全等问题,限制了产业的发展^[1-2]。应用新型高效肥料,

可以有效地解决长期、大量施用化肥所带来的肥料利用率低、产量品质下降,环境污染和质量安全等一系列问题^[3-5]。螯合肥就是一种采用螯合技术制成的螯合态新型高效肥料。这种形态的肥料在土壤中不易被固定、易溶于水、有利于作物的吸收,同时能避免或减少养分流失,提高肥料利用率,也不会对环境造成污染^[6]。与不同的螯合剂螯合就会形成不同的螯合肥,所以螯合肥有很多种类型,目前生产中常见的螯合肥有腐殖酸螯合肥、氨基酸螯合肥、糖醇螯合肥及 EDTA 螯合肥等。近些年来国内许多学者分别将不同类型螯合肥在小麦、辣椒、玉米、大白菜和大葱等作物上进行了应用研究,结果均表明施用螯合肥可在一定程度上提高产量和改善品质^[7-11]。但目前将不同

收稿日期:2021-02-13

基金项目:黑龙江省应用技术与开发计划项目(GA19B102)。

第一作者:吕涛(1982—),男,硕士,副研究员,从事草莓育种及栽培生理研究。E-mail:345025202@qq.com。

Abstract: In order to select high-yield varieties suitable for mini potato production in Guangxi area, two new potato varieties(lines) were used to study the changes of their agronomic characters during growth and development, and to compare the effects of different cultivation methods on the yield of mini potato. The results showed that the plant height, stem diameter, node number, leaf number, stolon length and root length of Guinongshu No. 1 and line No. 20 increased with the increase of growth time. The plant height, stem diameter, internode length, tuber number per plant and tuber weight per plant of line No. 20 were significantly higher than those of Guinongshu No. 1, while the leaf number, stolon length and average tuber weight were less than those of Guinongshu No. 1; there was no significant difference in root length between them. The number of tubers per plant (more than 10 tubers), the weight of tubers per plant and the average weight of tubers per plant (more than 5 g) of the two varieties (lines) were 7-9, 12-15 and 1.6-1.7 times of the substrate cultivation, respectively, and the yield increasing effect of line No. 20 was better than that of Guinongshu No. 1.

Keywords: potato; aeroponics; variety line; comparison; mini-tuber

整合肥应用在草莓上的研究则鲜见报道。因此,本研究以红颜草莓为材料,喷施清水为对照,采用了不同的整合肥进行试验,分析不同处理对草莓生长、产量和品质的影响,旨在为草莓增产、优质栽培为提供理论依据和技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2020年在国家现代农业科技示范展示基地(哈尔滨市道外区)进行。该试验区位于 $45^{\circ}84'N$, $126^{\circ}86'E$,气候属中温带大陆性气候,年平均气温 $3.5^{\circ}C$,1月平均气温 $-19.4^{\circ}C$,7月平均气温 $22.8^{\circ}C$,最低气温为 $-38^{\circ}C$,最高气温可达 $36^{\circ}C$ 以上。年平均降水量530 mm,无霜期135 d左右。

1.2 材料

供试草莓品种为红颜(辽宁省东港市草莓研究所)。

供试肥料选用河南省双惠农业科技发展有限公司生产的腐殖酸水溶肥料($N+P_2O_5+K_2O \geq 200 g \cdot L^{-1}$;腐殖酸 $\geq 30 g \cdot L^{-1}$)、河南顶品化工产品有限公司生产的氨基酸水溶肥料(氨基酸 $\geq 100 g \cdot L^{-1}$;Zn+B $\geq 20 g \cdot L^{-1}$)、郑州银之海化工有限公司生产的EDTA螯合复合微量元素水溶肥料(总有效含量 $\geq 15.7\%$;Fe $\geq 4\%$;Zn $\geq 5\%$;Cu $\geq 0.5\%$;Mg $\geq 2\%$;Mn $\geq 2\%$;B $\geq 2\%$;Co $\geq 0.1\%$;Mo $\geq 0.1\%$)、山东瑞兆源生物科技有限公司生产的糖醇螯合钙镁锌合剂($Ca+Mg \geq 100 g \cdot L^{-1}$;Zn $\geq 30 g \cdot L^{-1}$;复合糖醇 $\geq 90 g \cdot L^{-1}$)、江苏华昌化工股份有限公司生产的氮磷钾复合肥($N-P_2O_5-K_2O$:15-15-15,总养分 $\geq 45\%$)、深圳市五谷农业开发规划有限公司生产的硫酸钾肥($K_2O \geq 52\%$;S $\geq 17\%$)。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 采用单因素随机区组设计,设5个处理:T1(氨基酸螯合肥,稀释570倍液喷施)、T2(EDTA螯合肥,稀释1500倍液喷施);T3(腐殖酸螯合肥,稀释570倍液喷施);T4(糖醇螯合肥,稀释1500倍液喷施);T5(常规施肥:草莓定植后进入旺盛生长期施氮磷钾复合肥 $10 kg \cdot 667 m^2$ 、现蕾期施氮磷钾复合肥 $15 kg \cdot 667 m^2$ 、果实膨大期施硫酸钾 $10 kg \cdot 667 m^2$)、CK(不施肥,喷施清水)。除常规施肥,分别在草莓定植后进入旺盛生长期、现蕾期、果实膨大期对各个处理

均匀喷施1次。草莓苗于2020年8月15日按株行距 $30 cm \times 20 cm$ 定植,采用大垄双行栽培,垄长7.5 m,垄宽85 cm,垄高20 cm,每小区面积为 $6.4 m^2$,定植100株,3次重复。

1.3.2 测定项目及方法 植株生长性状的测定:在定植75 d后,用电子数显游标卡尺测定草莓植株的茎粗,用直尺测量草莓的株高,用Yaxin-1241便携式叶面积仪测定叶面积,用SPAD-502叶绿素仪测定植株叶片的SPAD值。

植株生物量的测定:草莓生长后期,清理植物样,用分析天平称其鲜重。将植物样品放入烘箱,先 $105^{\circ}C$ 杀青0.5 h,然后将温度调至 $75^{\circ}C$ 烘干样品,直到重量恒定为止,称其干重^[12]。根的鲜重、干重测量同上。根冠比=地下鲜重(g)/地上鲜重(g)。干鲜比=地上干重(g)/地上鲜重(g)。

果实品质和产量的测定:采用GY-1型果实硬度计测定果实硬度,采用碘量法测定VC含量,采用数字手持糖量计测定可溶性固形物含量,采用氢氧化钠滴定法测定可滴定酸含量^[12],以可溶性固形物与可滴定酸含量的比值表示固酸比。调查单株产量,按定植12万株 $\cdot hm^2$,折算产量。

1.3.3 数据分析 采用Excel 2007和SPSS 20.0软件进行数据统计与分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对草莓植株生长指标的影响

由表1可知,T4处理的草莓植株茎粗最大,为16.86 mm,其次为T1处理的16.32 mm,各处理茎粗均显著高于CK(11.28 mm)。草莓株高较高的3个处理为T4、T1和T3,分别为23.8、23.4和22.3 cm,各处理株高均显著高于CK(17.2 cm)。T1处理的叶面积最大,为 $38.82 cm^2$,较CK增加了19.6%。T2处理的SPAD值最大,为54.6,其次为T4处理,各处理SPAD值均显著高于CK,这可能是由于T2和T4处理的整合肥中含有铁和镁等微量元素含量较高,促进了叶绿素的合成。以上结果表明,施用不同整合肥均能显著提高草莓植株的茎粗、株高、叶面积及叶绿素含量。

2.2 不同整合肥对草莓植株生物量、根冠比和干鲜比的影响

2.2.1 生物量 由图1可知,T4处理的植株地上部鲜重、地下部鲜重、地上部干重和地下部干重均显著高于CK,T4处理的植株地上部鲜重较

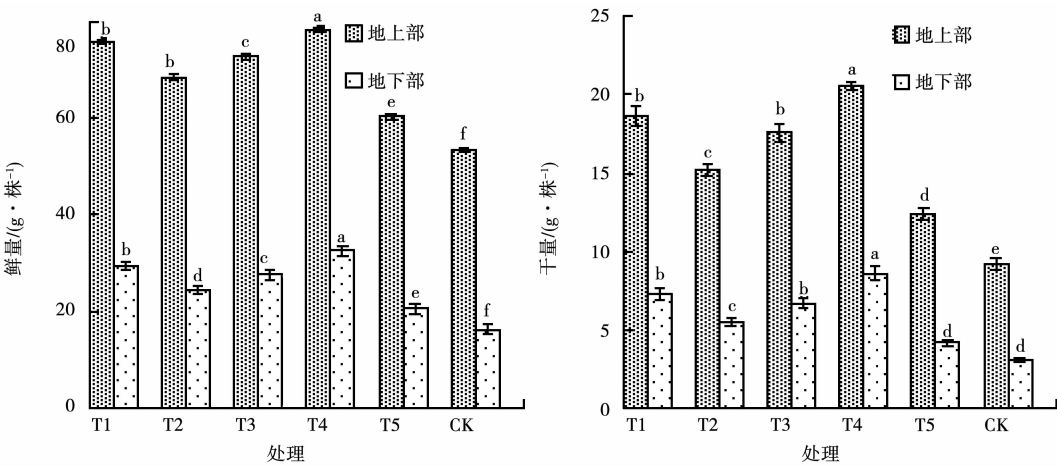
CK 增加 24.8 g·株⁻¹,地下部鲜重较 CK 增加 16.3 g·株⁻¹,地上部干重较 CK 增加 11.4 g·株⁻¹,地下部干重较 CK 增加 5.5 g·株⁻¹。相较于不施肥

和 CK,施用不同整合肥,均能有效促进草莓地上部和地下部的生长,有利于草莓植株生物量的累积,其中 T4 处理的生物量最大。

表 1 不同整合肥对草莓植株生长指标的影响

处理	茎粗/mm	株高/cm	叶面积/cm ²	SPAD 值
T1	16.32±0.16 b	23.4±0.47 a	38.82±0.12 a	49.3±0.61 b
T2	14.62±0.10 d	21.4±0.53 b	37.23±0.06 c	54.6±0.44 a
T3	15.16±0.16 c	22.3±0.46 ab	36.26±0.08 d	48.6±0.46 bc
T4	16.86±0.08 a	23.8±0.61 a	38.36±0.09 b	50.2±0.53 b
T5	13.42±0.13 e	19.3±0.53 c	34.32±0.07 e	47.6±0.78 c
CK	11.28±0.12 f	17.2±0.61 d	32.45±0.07 f	45.2±0.44 d

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著(P<0.05)。下同。



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。

图 1 不同整合肥对草莓植株生物量的影响

2.2.2 根冠比 根冠比反映了草莓植株地下部与地上部的相关性。草莓较高的根冠比,能促进植株对养分的吸收,增加根部向茎部的养分运输,有利于植株的光合作用和草莓品质的提高^[13]。由图 2 可知,施用整合肥的处理均能显著提高草莓植株的根冠比,其中 T4 处理的根冠比最大,为 0.417,显著高于 CK,较 CK 增加 36.7%。其次为 T1 处理,达 0.389,较 CK 增加 26.6%。

2.2.3 干鲜比 干鲜比能反映植株干物质积累的情况,干鲜比大说明干物质积累高,营养储存多^[14]。由图 3 可知,T4 处理的干鲜比最大,为 0.263,较 CK 增加 0.091。其次为 T1 处理,达 0.246,较 CK 增加 0.074。施用整合肥的处理均能显著提高草莓植株的干鲜比,且与 CK 差异

显著。

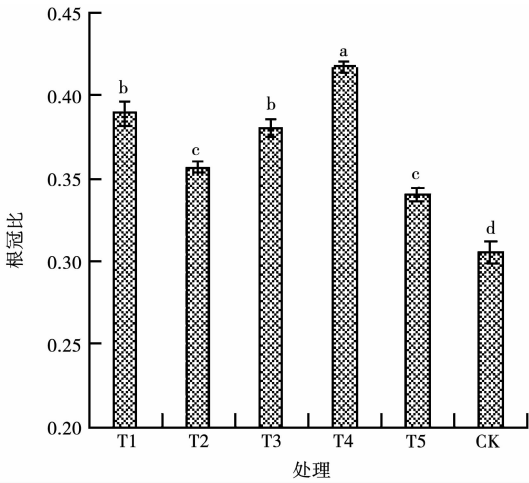


图 2 不同整合肥对草莓植株根冠比的影响

2.3 不同处理对草莓果实产量和品质的影响

由表 2 可知,T4 处理的可溶性固形物含量最大(11.5%),其次为 T1(11.3%),两者差异不显著,但所有施用螯合肥的处理均高于CK(10.2%);T4 处理的 VC 含量最高,为74.36 mg•100 g⁻¹,较 CK 显著提高了 9.24 mg•100 g⁻¹,;T4 处理的可滴定酸含量最低,为0.58%,较 CK 低 0.17 百分点;固酸比是反映果实品质的一个重要指标^[15],T4 处理的固酸比最大(19.83),显著高于 CK(13.60);T4 的平均单株产量最高(336.5 g),较 CK 增加 85.9 g,其次是 T1(318.7 g),较 CK 增加 68.1 g;折合产量也以 T4 最高,为 40 380 kg•hm⁻²。结果表明,施用螯合肥的处理均能显著提高草莓植株的产量和品质,其中 T4 处理效果最好。

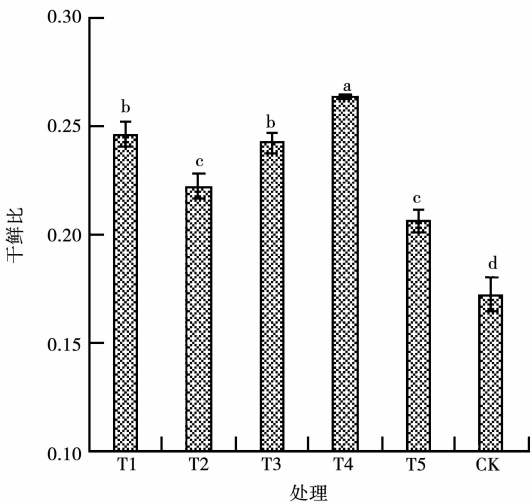


图 3 不同螯合肥对草莓植株干鲜比的影响

表 2 不同螯合肥对草莓果实产量和品质的影响

处理	可溶性固形物/%	VC/(mg•100 g ⁻¹)	可滴定酸/%	固酸比	平均单株产量/g	折合产量/(kg•hm ⁻²)
T1	11.3±0.12 ab	72.13±0.09 b	0.62±0.02 c	18.23±0.33 b	318.7±0.97 b	38244±116.55 b
T2	10.8±0.15 c	68.06±0.26 d	0.69±0.01 b	15.65±0.18 c	296.4±1.65 d	35568±198.28 d
T3	11.0±0.12 bc	71.18±0.28 c	0.63±0.01 c	17.46±0.45 b	309.6±1.42 c	37152±170.28 c
T4	11.5±0.10 a	74.36±0.05 a	0.58±0.01 d	19.83±0.36 a	336.5±0.78 a	40380±93.73 a
T5	10.6±0.15 cd	66.32±0.35 e	0.70±0.02 b	15.14±0.29 c	272.7±1.16 e	32724±139.09 e
CK	10.2±0.15 d	65.12±0.40 f	0.75±0.01 a	13.60±0.32 d	250.6±1.70 f	30072±204.48 f

3 结论与讨论

目前,开展科技创新、发展高效新型肥料是解决我国耕地土壤质量日益下降,肥料利用率低等问题的有效途径。而螯合肥具有集有机肥的特点和控释肥的高效于一体、缓释控释,营养均衡、可调整和提高植物生理机能以及可促进土壤中有益微生物的繁殖等特点。近年来很多研究者对螯合肥进行充分研究^[15-17]。闻广轩等^[18]研究结果表明,施用氨基酸螯合肥能改善梨的果实品质。曹小艳等^[19]研究结果表明,有机肥作基肥配施氨基酸螯合肥可显著改善葡萄品质。韩冬芳等^[20]研究表明,EDTA 螯合肥可显著提高大白菜的产量。沈丽英等^[21]研究结果表明,腐殖酸螯合肥复合溶磷菌可使辣椒和小白菜增产。张勇等^[22]研究结果表明,糖醇螯合锌肥料易于被苹果果实组织吸收,有利于苹果树生长。这些研究结论都为不同螯合肥的应用提供了理论依据。

本试验的结果表明,T4 处理茎粗和株高值最大,分别达到了 16.86 mm 和 23.8 cm;T1 处理的叶面积最大,达到了 38.82 cm²;T2 处理的 SPAD

值最高,达到 54.6;T4 处理的生物量最大,根冠比和干鲜比最大,分别为 0.42 和 0.26;T4 处理的可溶性固形物和 VC 含量最高,分别达到 11.5%和 74.36 mg•100 g⁻¹,可滴定酸含量最低,为 0.58%,固酸比最大,达到 19.83,产量也最高。综上所述,施用不同螯合肥均可提高草莓植株的株高、茎粗、叶面积、SPAD 值、生物量、根冠比、干鲜比,同时也可提高草莓的产量,改善果实品质,且比 CK 差异显著。其中,T4 处理的糖醇螯合肥效果最佳,这可能是由于糖醇螯合肥具有可以携带微量元素等养分在韧皮部中运输、易于分解释放养分,消耗的能量和物质少、可以提高作物的抗逆境胁迫能力等优点。因此糖醇螯合肥具有更广阔的推广应用前景。

参考文献:

[1] 谢巧娟.不同有机肥对草莓生长结果的影响[J].中国南方果树,2017,46(3):135-138.
[2] 刘小林,颜珊珊,林丽,等.不同施肥处理方式对草莓根际土壤酶活性的影响[J].宜春学院学报,2019,41(3):2-5.
[3] 韩晓日,蒋海英,郭春雷,等.施用新型多元螯合肥对玉米产量、养分吸收与利用的影响[J].沈阳农业大学学报,2016,47(2):159-165.

- [4] 杨利军,韩晓日,战秀梅,等.新型缓释尿素对玉米和水稻产量、氮肥利用率及无机氮残留的影响[J].沈阳农业大学学报,2012,43(2):184-188.
- [5] 汪家铭.几种国产新型肥料的开发与应用[J].化学工业,2013,31(9):30-34.
- [6] 张宝林,何大超,候翠红,等.一种新型氨基酸螯合微肥的研究[J].化学工业与工程,1996,13(4):42-46.
- [7] 刘德辉,赵海燕,郑秀仁,等.氨基酸螯合微肥对小麦和后作水稻产量及品质的影响[J].南京农业大学学报,2005,28(2):55-58.
- [8] 田发祥,李洪顺,谢运河,等.不同配方螯合肥在辣椒上的应用初探[J].湖南农业科学,2020(5):37-39.
- [9] 叶鑫,宋玉峰.多元螯合复合肥在玉米上的应用效果研究[J].辽宁农业科学,2015(6):76-78.
- [10] 钟宏科,沈丽英,施刘砚.功能性腐植酸螯合肥在大白菜上的施用效果[J].辽宁农业科学,2018,33(1):38-40.
- [11] 张英鹏,张玉凤,董亮.施用水溶性螯合肥对章丘大葱生物性状及品质的影响[J].中国农学通报 2009,25(5):186-189.
- [12] 高俊凤.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [13] 王连新,栾翠华,张兆伟.包膜控释肥对设施草莓生长及产量品质的影响[J].山东农业科学,2010(3):51-55.
- [14] 刘宝文.不同有机基质种类对草莓生长及品质的影响[C]//北京市土肥工作站.2014年度北京市土肥系统科技论文交流会论文集.北京:中国农业科学技术出版社,2014.
- [15] 吴文强,刘瑜,李萍,等.糖醇螯合钙对茄子生长、产量和品质的影响[J].园艺文摘,2013(24):46-48.
- [16] 丁双双,李燕婷,袁亮,等.小分子有机物螯合钙肥对樱桃番茄产量、品质和养分吸收的影响[J].中国土壤与肥料,2015(5):61-66.
- [17] 任春梅,胡续丽,谢家义,等.腐殖酸螯合肥在水稻生产上的效应分析[J].北方水稻,2006(3):64-65.
- [18] 闻广轩,曹小艳,李百健,等.氨基酸螯合中微量元素肥料对新高梨品质的影响[J].土壤,2009,41(1):139-141.
- [19] 曹小艳,汤璐,李百健,等.氨基酸螯合中微量元素肥料改善葡萄品质的研究[J].土壤通报,2009(4):880-883.
- [20] 韩冬芳,王德汉,黄培钊,等.不同形态镁对‘早熟5号’大白菜产量及品质的影响[J].园艺学报,2010,37(10):1655-1660.
- [21] 沈丽英,田甜,李维昆,等.复合微生物新型肥料对作物生长的影响[J].磷肥与复肥.2016,31(2):47-49.
- [22] ZHANG Y,FU C,YAN Y,et al. Zinc sulfate and sugar alcohol zinc sprays at critical stages to improve apple fruit quality[J]. Horttechnology,2013,23(4):490-497.

Effects of Different Chelate Fertilizer on Growth, Yield and Quality of Strawberry

LYU Tao¹, SUN Xiao-dong¹, LIU Cui-cui¹, SONG Peng-hui², YANG Guang², ZHOU Shuang², ZHANG Jing-hua²

(1. Heilongjiang Agricultural Technology Extension Station, Harbin 150036, China; 2. Institute of Rural Revitalization Science and Technology, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150028, China)

Abstract: In order to further improve the yield and quality of strawberry, the strawberry varieties Hongyan were treated with different fertilization treatments after the strawberry was planted, including T1(amino acid chelating fertilizer), T2(EDTA chelating fertilizer), T3(humic acid chelating fertilizer), T4(sugar alcohol chelating fertilizer), T5(conventional fertilization), and CK(no fertilization). The effects of different chelating fertilizer on strawberry growth, yield and quality were studied. The results showed that T4 treatment had the largest plant height and stem diameter, followed by T1 treatment; T1 treatment had the largest leaf area; T2 treatment had the largest SPAD value, followed by T4 treatment; T4 treatment had the largest aboveground fresh weight, underground fresh weight, aboveground dry weight and underground dry weight; T4 treatment had the largest root shoot ratio and dry fresh ratio; T4 treatment had the largest soluble solid content, followed by T1 treatment, there was no significant difference between them; T4 had the highest VC content, the highest solid acid ratio and the lowest titratable acid content; T4 had the highest yield, followed by T1. The results showed that the plant height, stem diameter, leaf area, SPAD value, biomass, root shoot ratio, dry fresh ratio, yield and fruit quality of strawberry could be improved by applying different chelating fertilizer. In conclusion, T4 treatment has the best effect of sugar alcohol chelation, which has a broader application prospect.

Keywords: strawberry; chelate fertilizer; high quality cultivation