

4 种叶面肥对草莓生长发育和果实性状的影响

江景勇¹, 周晓肖², 邱莉萍¹, 杨肖芳³, 李伟龙^{4*} (1. 台州市农业科学研究院, 浙江临海 317000; 2. 临海市农业技术推广中心, 浙江临海 317000; 3. 浙江省农业科学研究院, 浙江杭州 310021; 4. 临海市人民政府蔬菜办公室, 浙江临海 317000)

摘要 [目的]研究叶面肥对草莓生长发育和果实性状的影响。[方法]分别用益施帮氨基酸水溶肥、Alexin 植物免疫剂、绿进微量元素水溶肥及高丽得全整合态水溶肥进行田间试验。[结果]益施帮处理显著提高株高、叶厚、叶绿素 SPAD 和叶面积, Alexin 处理显著提高株高和叶厚, 2 种处理均能增加单果重和可溶性固形物含量(TSS), 益施帮效果优于 Alexin; 绿进和高丽得处理促进植株生长作用不显著, 降低单果重, 绿进处理的 TSS 减少, 高丽得处理的 TSS 少量提高, 但 2 种处理均能使果实提前成熟、硬度增加。[结论]该研究为大面积推广应用叶面肥提供科学依据。

关键词 叶面肥; 草莓; 生长发育; 果实性状
中图分类号 S668.4 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)26-0123-03

Effects of Four Leaf Fertilizers on the Growth, Development and Fruit Characteristics of Strawberry
JIANG Jing-yong¹, ZHOU Xiao-xiao², QIU Li-ping¹ et al (1. Taizhou Academy of Agricultural Science, Linhai, Zhejiang 317000; 2. Linhai Agrotechnical Extension Center, Linhai, Zhejiang 317000)

Abstract [Objective] To study the effects of leaf fertilizers on the growth, development and fruit characteristics of strawberry. [Method] Four treatments of Isabion amino-acid leaf fertilizer, Alexin plant activator, Lv Jin Micronutrient fertilizer, and Unibel EDTA were sprayed on the leaves by field experiment. [Result] Both Isabion and Alexin could dramatically improve plant height and leaf thickness. The treatment of Isabion could enhance the relative chlorophyll content (SPAD) and leaf area. Additionally, the two treatments of Isabion and Alexin could increase single fruit weight and solid content (TSS). The promoting effects of Isabion were superior to that of Alexin. The difference of plant growth between Lv Jin, Unibel and CK was not significant. The treatment of Lv Jin reduced single fruit weight and TSS. The treatment of Unibel also decreased single fruit weight, while TSS was slightly higher than CK. Both of two treatments could advance the maturity of fruit and improve the fruit firmness. [Conclusion] The study provides scientific basis for the application of leaf fertilizer in large area.

Key words Leaf fertilizer; Strawberry; Growth and development; Fruit characteristics

草莓 (*Fragaria ananassa* Duch.) 属于蔷薇科 (Rosaceae) 草莓属 (*Fragaria* L.) 多年生草本植物^[1], 具有很高的营养价值和经济价值。营养管理是草莓栽培的关键技术之一, 肥源供给将直接影响植物的生长发育、品质、产量和产值^[2]。目前, 有关草莓施肥的研究集中在常规氮、磷、钾等方面, 叶面肥在草莓上的应用很少。叶面肥吸收快、养分利用率高^[3], 是一种重要的追肥方式^[4]。笔者以 4 种不同叶面肥喷施草莓叶片, 研究其对植株生长发育、产量和果实品质的影响, 以为大面积推广应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试作物: 草莓, 品种为红颜。供试肥料: 益施帮氨基酸水溶肥, 先正达 (中国) 投资有限公司产品, 有效成分含量氨基酸 ≥ 110 g/L, Mn+Zn ≥ 24 g/L; Alexin 植物免疫剂, 南非 NULANDIS 公司产品, 是一种复杂的以水杨酸衍生物为功能成分的有机混合物; 绿进微量元素水溶肥, 浙江绿进农业科技有限公司产品, 有效成分含量 Cu+Zn+Mn+Fe+B ≥ 100 g/L; 高丽得全整合态水溶肥, 意大利瓦拉格罗股份公司产品, 含有植物所需的所有微量元素 Fe (4.0%)、Mn (4.0%)、Cu (1.5%)、Zn (1.5%)、B (0.5%)、Mo (0.1%) 及中量元素 Mg (5.0%)。

基金项目 台州市科技计划项目 (15ny06); 浙江省“三农六方”科技协作项目“大棚草莓标准化生产关键技术集成研究与示范” (CTZB-F160728AWZ-SNY1-30)。

作者简介 江景勇 (1978—), 男, 河北临西人, 高级农艺师, 硕士, 从事浆果类安全栽培及品种选育研究。* 通讯作者, 高级农艺师, 从事果蔬栽培管理及病虫害防治技术研究。

收稿日期 2018-05-19

1.2 试验地概况 试验在浙江省临海市邵家渡办事处邵家渡村设施大棚内进行, 大棚面积 (100 m $\times$ 10 m) 1 000 m², 土壤质地为砂壤土, 土壤 pH 约 5.5。2017 年 9 月 26 日移栽, 株行距 25 cm $\times$ 50 cm, 11 月中旬盖地膜和大棚膜。常规管理, 草莓长势均衡、良好, 试验前未施用任何叶面肥。

1.3 试验设计 采用随机区组排列设计, 共设 5 个处理, 分别为益施帮 750 倍液、Alexin 500 倍液、绿进 1 500 倍液、高丽得 1 500 倍液及清水对照, 重复 4 次, 共 20 个小区, 小区面积 25 m²。

分别于 2017 年 11 月 27 日、12 月 7 日、12 月 17 日、12 月 27 日施肥, 共施肥 4 次, 草莓分别处于盛花期、幼果期、转白期、着色期。采用顶能锂电池背负式喷雾器, 将叶面肥均匀喷施于草莓植株, 不漏喷, 不重喷, 每小区水量约 3.75 kg, 折合用水量 1 500 kg/hm²。

1.4 测定项目与方法

1.4.1 生理指标。 12 月 30 日, 从各小区选择有代表性的 10 株植株, 测量株高、叶面积、叶厚及 SPAD, 计算平均值。株高: 用直尺测量从地面到最高叶的自然高度; 叶面积: 用 LAM-B 叶面积测量仪测量从中心展开叶向外数第 3 片三出复叶的中间叶叶面积; 叶厚: 用 YH-1 厚度计测量从中心展开叶向外数第 3 片三出复叶的中间叶主脉一侧中部的厚度; SPAD: 用 SPAD-502PLUS 叶绿素含量测定仪测量从中心展开叶向外数第 3 片三出复叶的中间叶主脉一侧中部的叶绿素含量。

1.4.2 成熟率。 从 12 月 26 日起每隔 4 d, 在一级序果成熟的植株旁插上木签做标记, 记录成熟率, 共调查 5 次。依据

《NY/T 1487—2007 农作物种质资源鉴定技术规程 草莓》,草莓初熟期为整个小区有 25%花序上一级序果着色成熟的日期,表示方法为“月-日”;成熟期为整个小区有 75%花序上一级序果着色成熟的日期,表示方法为“月-日”。

1.4.3 果实品质。1月4日和1月11日采摘处理小区所有成熟的一级序果,称重量、清点个数,计算平均单果重。1月4日和1月11日各处理小区选取10颗标准的成熟一级序果,分别用GY-2硬度计和LH-B55数显测糖仪测量果实硬度和可溶性固形物含量(TSS)。

1.5 数据分析 采用Microsoft Excel 2010软件对试验数据进行处理和制图;采用SPSS 21.0软件Tukey法进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同叶面肥对草莓生长的影响 叶片是植物光合作用和呼吸作用的主要器官^[5],其株高、叶面积、叶厚关系到植物的光合效率,进而影响植物的生长状态。不同叶面肥处理对草莓生长的影响见表1。由表1可知,益施帮效果最好,Alexin次之。益施帮、Alexin处理的株高和叶厚显著高于其他3种处理,益施帮与三者的叶面积差异极显著,Alexin与CK的叶厚差异极显著,益施帮与Alexin叶厚差异不显著;绿进、高丽得与CK叶厚差异不显著。

叶绿素在光合作用中起着吸收光能的作用,其含量直接影响植物光合作用^[6]。不同叶面肥处理,益施帮对SPAD有显著影响(图1),其他3种叶面肥有增效作用,但与CK差异不显著。

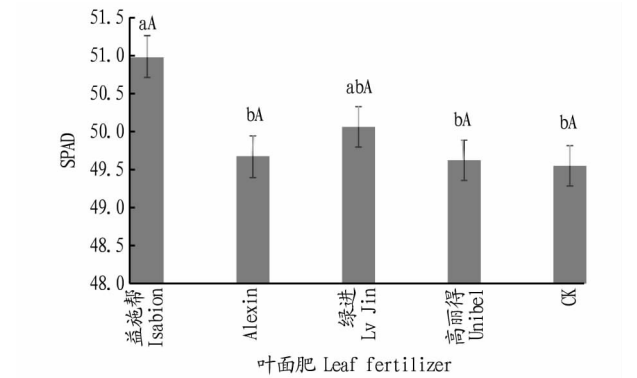
表 1 4 种叶面肥处理对草莓生长的影响
Table 1 Effect of four treatments of leaf fertilizer on growth of strawberry

叶面肥 Leaf fertilizer	株高 Plant height cm	叶面积 Leaf area mm ²	叶厚 Leaf thickness mm
益施帮 Isabion	24.67 aA	3 994.22 aA	0.498 aAB
Alexin	24.59 aA	3 664.80 abAB	0.514 aA
绿进 Lv Jin	23.88 abA	3 429.94 bB	0.484 abAB
高丽得 Unibel	24.08 abA	3 434.57 bB	0.482 abAB
CK	22.18 b A	3 401.57 bB	0.463 bB

注:同列不同小写字母表示不同叶面肥间差异显著($P<0.05$);不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)
Note: Different lowercases in the same column stand for significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column stand for significant differences at 0.01 level

2.2 不同叶面肥对草莓成熟的影响 不同叶面肥处理的草莓不同时间段的一级序果成熟率见图2。由图2可知,各个时间段,绿进和高丽得处理的成熟率高于其他3个处理;12月26日和12月30日,益施帮、Alexin和CK3个处理的成熟率相近,但1月3日、7日和11日,益施帮和Alexin成熟率低于CK。

通过统计学分析各处理成熟率和移栽后生长天数的回归关系,将益施帮成熟率、Alexin成熟率、绿进成熟率、高丽得成熟率、CK成熟率、生长天数依次记为参数 Y_1 、 Y_2 、 Y_3 、 Y_4 、 Y_5 、 X ,设 Y 对 X 的线性函数 $Y=a+bX$ 。



注:不同小写字母表示不同叶面肥间差异显著($P<0.05$);不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)
Note: Different lowercases stand for significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column stand for significant differences at 0.01 level

图 1 4 种叶面肥处理对草莓 SPAD 的影响
Fig.1 Effect of four treatments of leaf fertilizer on SPAD of strawberry

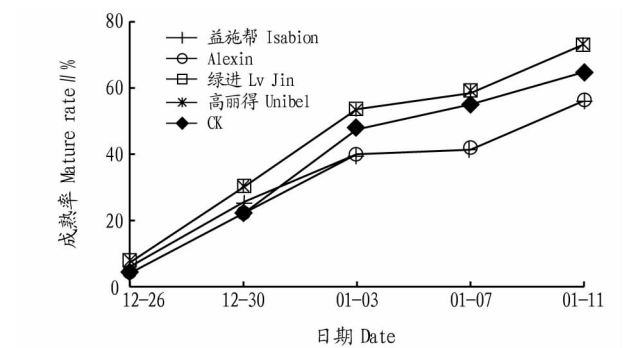


图 2 4 种叶面肥处理对草莓成熟的影响
Fig.2 Effect of four treatments of leaf fertilizer on maturation of strawberry

采用SPSS 21.0软件进行线性回归分析,得到 Y 关于 X 的回归方程,即能看出各处理成熟率与生长天数的关系(表2)。

表 2 草莓成熟率与生长天数的线性回归关系
Table 2 Linear regression relationship between maturation and number of growing days in strawberry

叶面肥 Leaf fertilizer	回归方程 Regression equation	R^2
益施帮 Isabion	$Y_1 = 2.993X - 263.070$	0.934 **
Alexin	$Y_2 = 3.135X - 278.098$	0.954 **
绿进 Lv Jin	$Y_3 = 4.033X - 355.156$	0.948 **
高丽得 Unibel	$Y_4 = 3.996X - 351.471$	0.954 **
CK	$Y_5 = 3.871X - 345.031$	0.953 **

注: ** 表示极显著相关($P<0.01$)
Note: ** stand for significant correlation($P<0.01$)

根据表2的回归方程,计算出益施帮、Alexin、绿进、高丽得和CK的初熟期和成熟期。由表3可知,绿进和高丽得的初熟期和成熟期一致且最早,能促进果实提前成熟;益施帮和Alexin的初熟期和成熟期相近且最晚,会延长生育期;绿进和高丽得的初熟期比CK、益施帮、Alexin分别提前1、2、3 d;绿进和高丽得的成熟期比CK、益施帮、Alexin分别提前2、6、6 d。

2.3 不同叶面肥对草莓果实性状的影响 由表 4 可知,益施帮、Alexin 处理的单果重、TSS 提高,硬度降低,益施帮处理的单果重最重,Alexin 处理的 TSS 最高、硬度最低;绿进、高丽得处理的单果重降低、硬度增加,绿进处理的 TSS 降低,高丽得处理的单果重最轻、硬度最高、TSS 略有增加。单果重增加代表增产,可溶性固形物含量增加代表果实品质提高,因此益施帮和 Alexin 能提质增收。

3 结论与讨论

(1)该研究结果表明,益施帮氨基酸水溶肥和 Alexin 植物免疫剂能显著促进植株生长、延长生育期、增产提质,对提高果实风味、增加农民收入具有重要作用;高丽得和绿进 2 种微量元素水溶肥能促进草莓提早转色成熟、增加硬度,对

提前抢占市场、运输和延长货架期有重要作用。

表 3 4 种叶面肥处理对草莓初熟期和成熟期的影响
Table 3 Effect of four treatments of leaf fertilizer on maturation of strawberry

叶面肥 Leaf fertilizer	初熟期 Initial maturing period	生长天数 Days d	成熟期 Maturing period	生长天数 Days d
益施帮 Isabion	01-01	97	01-17	113
Alexin	01-02	98	01-17	113
绿进 Lv Jin	12-30	95	01-11	107
高丽得 Unibel	12-30	95	01-11	107
CK	12-31	96	01-13	109

表 4 4 种叶面肥处理对草莓果实性状的影响

Table 4 Effect of four treatments of leaf fertilizer on fruit characteristics of strawberry

叶面肥 Leaf fertilizer	平均单果重 Average single fruit weight//g	较 CK± Compared with CK//%	硬度 Hardness kg/cm ²	较 CK± Compared with CK//%	TSS %	较 CK± Compared with CK//%
益施帮 Isabion	29.07	19.68	0.720	-0.55	9.86	1.86
Alexin	26.92	10.83	0.707	-2.35	9.90	2.27
绿进 Lv Jin	23.22	-4.41	0.729	0.69	9.48	-2.07
高丽得 Unibel	22.13	-8.89	0.736	1.66	9.79	1.14
CK	24.29	—	0.724	—	9.68	—

(2)岳东等^[7]、刘娜等^[8]研究表明,各种氨基酸对植物的营养价值和保健功能产生不同的影响,起到渗透调节、储藏氮素、参与碳素代谢、构成鲜味、连接初级代谢与次级代谢的作用,既能影响植物的抗逆性、生长发育等一系列生理生化进程,又能调节品质。该试验结果表明,施用氨基酸水溶肥能增加草莓株高、叶面积、叶厚,提高 SPAD 和光合效率,促进光合产物向果实转移,提高果实品质,与于忠范等^[9]在葡萄上的研究结果一致。

(3)水杨酸(salicylic acid,SA),即邻羟基苯甲酸,是植物体内产生的一种酚类物质,参与调节植物呼吸代谢、衰老及抗逆生理等^[10-11],同时从光合色素、光合碳同化酶活性等方面影响光合作用^[12],能够诱导植物自身产生抗性代谢产物。该试验过程中未遇到严重的生物和非生物因子胁迫,未观察到植物免疫剂对草莓抗病性和抗逆性的影响,但发现其能促进植物生长,具有增产提质的作用,与氨基酸水溶肥的效果相似,这可能与免疫剂中的有效成分为蛋白类(harpin 蛋白)、寡糖类(寡聚葡萄糖)及糖蛋白类有关^[13]。

(4)微量元素多为酶、辅酶的组成成分或活化剂^[14],可作为某些有机合成反应的催化剂或参与植物有效成分的结构功能而影响植物化学成分的形成和积累^[15],有很强的专一性^[16],不足或过多都会对植物生长产生不良影响。该试验结果表明,施用微量元素能加速草莓生长和花色素积累,因此果实提前成熟,单果重降低。不同类型叶面肥合理配合使用、免疫剂对植物抗病性及抗逆性的影响等有必要进一步研究。

参考文献

[1] 周艳孔,陆利民,倪秀红,等.不同叶面肥对大棚草莓生长和果实品质的影响[J].中国果树,2017(1):34-36.
[2] 张雪芹,郑明琼,谢志南,等.缓释肥料对番木瓜生长发育及果实性状的影响[J].热带作物学报,2011,32(7):1278-1281.
[3] 李燕婷,李秀英,肖艳,等.叶面肥的营养机理及应用研究进展[J].中国农业科学,2009,42(1):162-172.
[4] 朱小芳,傅丽青,叶竹如.3 种叶面肥在草莓作物上的应用效果[J].浙江农业科学,2010(3):485-487.
[5] 隋学艳,李少昆,张晓冬,等.棉花叶片厚度的高光谱测试方法[J].农业工程学报,2010,26(1):262-266.
[6] 崔志伟,王康才,邱佳妹,等.叶面喷施氨基酸和微量元素对金银花生长发育和质量的影响[J].西北植物学报,2014,34(3):523-529.
[7] 岳东,刘娜,朱为民,等.樱桃番茄与普通番茄部分品质指标及氨基酸组成比较[J].食品科学,2015,36(4):92-96.
[8] 刘娜,岳东,鲁博,等.黄果番茄果实部分风味品质及氨基酸组成分析[J].食品与生物技术学报,2016,35(10):1081-1087.
[9] 于忠范,徐维华,姜学玲,等.氨基酸系列液体肥对葡萄生长发育及品质的影响[J].烟台果树,2001(3):12-14.
[10] HAYAT S, AHMAD A, ALYEMENI M N, et al. Salicylic acid-mediated abiotic stress tolerance [M]//HAYAT S, ALYEMENI M N. Salicylic acid plant growth and development. Berlin: Springer, 2013: 183-247.
[11] HAYAT Q, HAYAT S, IRFAN M, et al. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review [J]. Environmental and experimental botany, 2010, 68(1): 14-25.
[12] 唐艳萍,王涛,孙歆,等.水杨酸对植物光合作用影响的研究进展[J].西北植物学报,2015,35(8):1701-1708.
[13] 范志金,刘秀峰,刘凤丽,等.植物抗病激活剂诱导植物抗病性的研究进展[J].植物保护学报,2005,32(1):87-92.
[14] 廖自基.微量元素的环境化学及生物效应[M].北京:中国环境科学出版社,1992.
[15] 周长征.中国细辛属植物分类学及细辛道地药材的系统研究[D].北京:北京中医药大学,1998:127-128.
[16] 王夔.生命科学中的微量元素[M].北京:中国计量出版社,1992:115.