

# 不同铁肥对无土栽培生菜生长及品质的影响

张菊平, 刘清文, 陈文明

(河南科技大学 林学院, 河南 洛阳 471003)

**摘要:**以意大利全年耐抽薹生菜为试材,研究了营养液中 EDTA-Fe、柠檬酸铁、硫酸亚铁 3 种不同形态铁肥对生菜生长和品质的影响。结果表明:生菜施用铁肥能明显提高其产量和品质。其中 EDTA-Fe 和柠檬酸铁 2 种形态的铁肥较易被生菜吸收利用,可促进生菜的生长和品质的提高,其株高、叶面积、叶色、含水量均优于不处理植株(CK),且维生素 C 含量、蛋白质含量、可溶性糖含量、脯氨酸含量均较高。3 种不同形态铁肥相比,EDTA-Fe 效果最好,柠檬酸铁次之,硫酸亚铁不利于生菜吸收利用,有效性较差。

**关键词:**生菜;铁肥;品质;生长;水培

**中图分类号:**S 636.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)13-0186-04

水培生菜因鲜嫩、洁净、品质好、病虫害少、无连作障碍,具有高效化、集约化、无公害等优点,现已发展成为一种现代化的设施栽培技术<sup>[1-2]</sup>。微量元素铁是植物光合作用叶绿素合成过程中的催化剂,作为多种酶的重要组成部分参与氧化还原反应,从而影响光合作用的强弱,进而影响到植物的产量和品质。无土栽培营养液中的铁常随 pH 值的变化而形成  $\text{FePO}_4$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀而失效,造成植物缺铁失绿<sup>[3-6]</sup>。现以意大利全年耐抽薹生菜为试材,研究了营养液中 EDTA-Fe、柠檬酸铁、硫酸亚铁( $\text{FeSO}_4$ ) 3 种不同形态铁肥对生菜生长和品质的影响,旨在解决无土栽培生菜生产中铁素营养失调问题,以期降低生产成本。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试的意大利全年耐抽薹生菜购自洛阳关林农贸市场。

### 1.2 试验方法

1.2.1 种子培养 挑选相对饱满一致的生菜种子清水洗净后用湿纱布包裹放在培养皿内,置于适宜温度下进行浸种、催芽。每天定时观察、补水。

1.2.2 苗期处理 种子露白后种植于高温处理过的含水量 70%左右的沙子中,每 3 d 用 1/4 营养液浇灌 1 次,待长出 3~4 片真叶后定植于基质(蛭石:珍珠岩=1:1)中,每天用不含铁素的营养液浇灌,同时每 2 d 用铁素含量为 3 mg/kg 的不同溶液进行叶面喷肥。营养液设 3

个处理,处理 A:经 EDTA-Fe 处理的植株;处理 B:经硫酸亚铁( $\text{FeSO}_4$ )处理的植株;处理 C:经柠檬酸铁处理的植株;以未经处理的植株为对照。每处理 3 箱(50 cm×30 cm×15 cm),株行距 5 cm×5 cm,每箱定植 8 株,重复 3 次,处理时间 3 周。营养液以华南农业大学叶菜 B 配方为基本配方<sup>[2]</sup>,分别与 3 种不同形态铁肥组成 3 个处理。不同处理中,铁素的浓度均为 3 mg/L,配方所用试剂均为分析纯。

### 1.3 项目测定

处理结束后,对生菜的株高、叶面积、鲜重、干重、根长以及可溶性蛋白质含量、可溶性糖含量、脯氨酸含量、维生素 C 含量等进行测定。可溶性蛋白质含量采用考马斯亮蓝法测定;可溶性糖含量采用蒽酮法测定;脯氨酸含量测定采用酸性茚三酮法;维生素 C 含量测定采用滴定法。所有测定方法均参考文献[7]方法进行。

### 1.4 数据分析

试验数据采用 Excel 和 SPSS 17.0 进行处理分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同形态铁肥对生菜株高的影响

由图 1 可知,与对照 D 相比,A、C 处理均有效促进了生菜的生长。A 处理生菜生长势最强,株高最高;经 C 处理生菜,生长势较 A 处理弱,其高度略低于 A 处理;B 处理生菜高度与对照差异不显著,但明显低于 A、C 处理的植株。这说明,供试外源 EDTA-Fe 和柠檬酸铁较容易被水培生菜吸收利用,能够有效促进植株的生长。

### 2.2 不同形态铁肥对生菜叶面积的影响

由图 2 可知,与对照相比,A、C 处理均有效促进了生菜叶片的生长,使叶面积明显增大。经 A 处理过的生

**第一作者简介:**张菊平(1968-),女,博士,教授,研究方向为蔬菜遗传育种与生物技术。E-mail:jupingzhang@163.com

**收稿日期:**2013-03-03

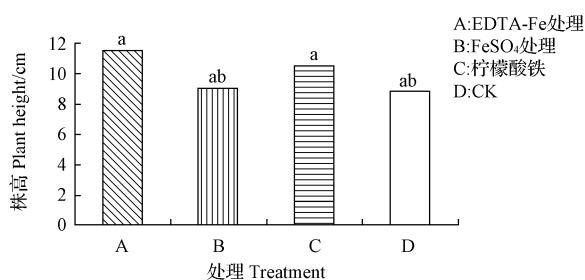


图1 不同形态铁肥对生菜株高的影响

注:图中小写字母表示 0.05 水平下差异显著。以下同。

Fig. 1 Effect of different kinds of ferric fertilizer on height of lettuce

Note: The lowercase letters indicate differences in the level of under 0.05. The same below.

菜,其第2片叶面积最大,第1、3片真叶与经C处理的结果差异不显著;经B处理的生菜,其叶面积平均值最小;而不经铁肥处理的对照明显低于被 EDTA-Fe 和柠檬酸铁处理的植株,与经硫酸亚铁处理的植株结果差异不显著。说明,供试外源 EDTA-Fe 和柠檬酸铁较容易被水培生菜吸收利用,能够促进植物的叶面积增大。

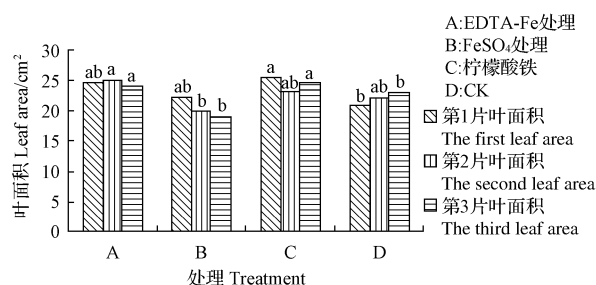


图2 不同形态铁肥对生菜叶面积的影响

Fig. 2 Effect of different kinds of ferric fertilizer on leaf area of lettuce

### 2.3 不同形态铁肥对生菜含水量的影响

由图3可以看出,与对照相比,A、C处理均有效促进了生菜的生长,促进了其对水分的吸收。经 EDTA-Fe (A)处理和柠檬酸铁(C)处理过的生菜,其含水量基本相同,且显著高于经硫酸亚铁处理过的生菜,而不经铁肥处理的对照含水量高于硫酸亚铁处理过的生菜低于 EDTA-

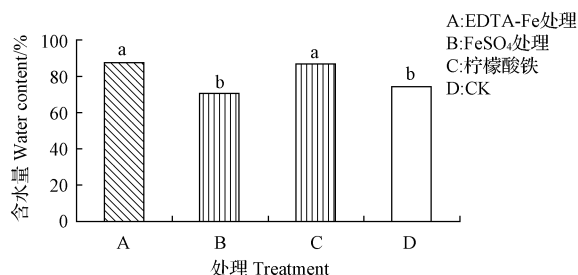


图3 不同形态铁肥对生菜含水量的影响

Fig. 3 Effect of different kinds of ferric fertilizer on water content of lettuce

Fe 和柠檬酸铁处理过的生菜。这说明,供试外源 EDTA-Fe 和柠檬酸铁较容易被水培生菜吸收利用,能够促进植物对水分的吸收,而硫酸亚铁不易被生菜吸收利用。

### 2.4 不同形态铁肥对生菜根长的影响

由图4可以看出,与对照相比,A、C处理均有效促进了生菜根的生长,利于根的伸长。经 EDTA-Fe 处理过的生菜根较长,柠檬酸铁次之,不经铁肥处理的对照组根长高于硫酸亚铁处理过的生菜低于 EDTA-Fe 和柠檬酸铁处理过的生菜,其差异与C处理相比差异不显著,与A、B处理相比差异也不显著。由此说明,供试外源 EDTA-Fe 和柠檬酸铁较容易被水培生菜吸收利用,能够促进植物根的伸长,而硫酸亚铁不利于生菜吸收利用,利用效率较低对根的伸长没有太大作用。

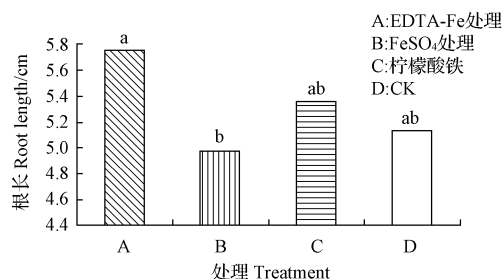


图4 不同形态铁肥对生菜根长的影响

Fig. 4 Effect of different kinds of ferric fertilizer on root length of lettuce

### 2.5 不同形态铁肥对生菜叶色的影响

试验中观察到,不经铁肥处理的生菜随着生菜的生长叶色逐渐变黄,尤其是新叶,发黄较明显,生长势很弱。经 EDTA-Fe 和柠檬酸铁处理过的生菜叶色翠绿,生长旺盛,生长势强。而用硫酸亚铁处理的生菜其叶色也出现稍微黄色,生长势较弱,仅稍优于对照。这说明,供试外源 EDTA-Fe 和柠檬酸铁较容易被水培生菜吸收利用,能够促进植物叶片的着色。

### 2.6 不同形态铁肥对生菜可溶性蛋白质含量的影响

由图5可知,与对照相比,A、C处理的蛋白质含量变化明显,经 EDTA-Fe 处理过的生菜,其蛋白质含量最高,柠檬酸铁处理的蛋白质含量次之,与对照差别均显著;不经铁肥处理的对照蛋白质含量与经硫酸亚铁处理过的生菜其蛋白质含量差异不显著。这说明,供试外源 EDTA-Fe 和柠檬酸铁较容易被水培生菜吸收利用,能够促进植物可溶性蛋白质的积累。

### 2.7 不同形态铁肥对生菜可溶性糖含量的影响

由图6可知,铁盐处理后与对照相比,A处理的生菜可溶性糖含量最高,C处理的生菜次之,与对照差异不显著;而B处理的生菜可溶性糖明显低于另3组。这说明,供试外源 EDTA-Fe 和柠檬酸铁较容易被水培生菜吸收利用,能够促进植物可溶性糖的积累。

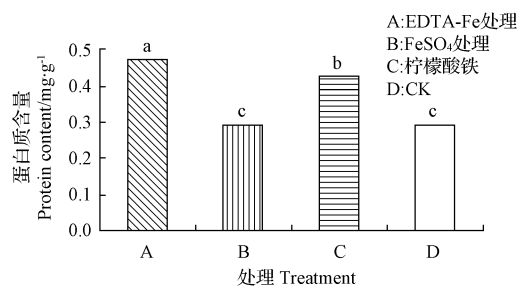


图5 不同形态铁肥对生菜蛋白质含量的影响

Fig. 5 Effect of different kinds of ferric fertilizer on protein content of lettuce

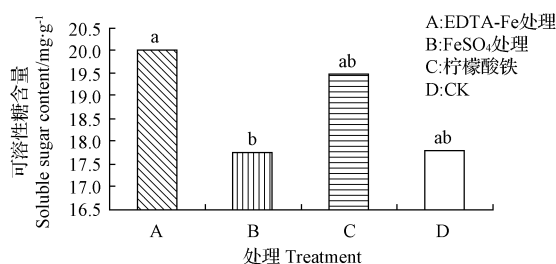


图6 不同形态铁肥对生菜可溶性糖含量的影响

Fig. 6 Effect of different kinds of ferric fertilizer on soluble sugar content of lettuce

## 2.8 不同形态铁肥对生菜脯氨酸含量的影响

由图7可知,铁盐处理后生菜脯氨酸含量变化显著。经EDTA-Fe处理过的生菜,表现最佳,脯氨酸含量最高;经柠檬酸铁处理过的生菜,脯氨酸含量稍低于经EDTA-Fe处理过的生菜,但其差异不显著;不经铁肥处理的对照组脯氨酸含量稍低于经硫酸亚铁处理过的生菜,其脯氨酸含量差异不显著。这说明,仅靠自来水中的铁元素不能满足生菜生长的需要,供试外源EDTA-Fe和柠檬酸铁较容易被水培生菜吸收利用,能够促进植物脯氨酸的积累。

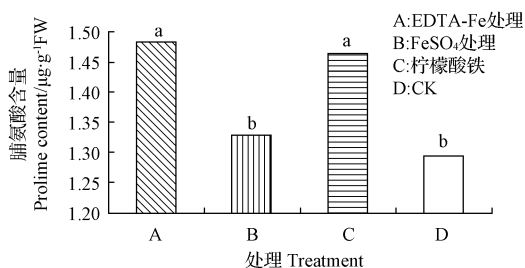


图7 不同形态铁肥对生菜脯氨酸含量的影响

Fig. 7 Effect of different kinds of ferric fertilizer on proline content of lettuce

## 2.9 不同形态铁肥对生菜维生素C含量的影响

由图8可以看出,铁盐处理后均可有效提高生菜维生素C含量。经EDTA-Fe处理过的生菜,其表现最佳,维生素C含量最高;柠檬酸铁处理过的生菜,其维生素C含量次之,但是与A处理相比差异不显著;不经铁肥

处理的对照组维生素C含量稍低于经硫酸亚铁处理过的生菜,其维生素C含量差异不显著。这说明,仅靠自来水中的铁元素不能满足生菜生长的需要,供试外源EDTA-Fe和柠檬酸铁较容易被水培生菜吸收利用,能够促进植物维生素C的积累。

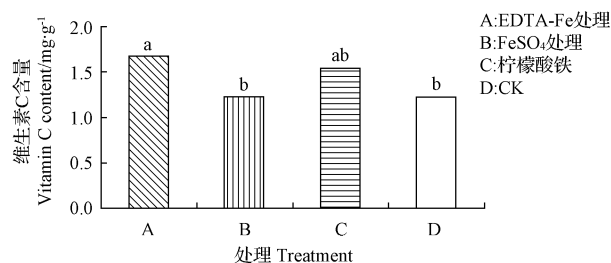


图8 不同形态铁肥对生菜维生素C含量的影响

Fig. 8 Effect of different kinds of ferric fertilizer on vitamin C content of lettuce

## 3 讨论

为了缓解或矫治铁缺乏对植物喷施铁肥的研究已经很多<sup>[6,8]</sup>。在多种植物必需矿物元素中,铁是需求量最大的元素,它在多种生化反应中起重要作用,同时也是许多功能蛋白的重要辅助因子<sup>[9]</sup>。该试验中,EDTA-Fe表现最好,但价格较贵;柠檬酸铁成效虽然不是最好的,但价格便宜,具有较好的预期推广价值,而它的最佳施用条件与各元素的最佳配比有待进一步深入研究;硫酸亚铁不利于生菜吸收利用,有效性较差,这可能与营养液的pH值变化有关。该结论与刘慧超等<sup>[2]</sup>的研究结果基本一致。该试验中,在无土栽培的营养液中,生菜对铁肥的效应是综合的生理反应,铁元素的形态和各元素间的最佳浓度配比都会影响其有效性,这有待于进一步研究。

## 参考文献

- [1] 杨生华,洪坚平,孟会生,等.不同铁源对水培生菜产量、品质影响的研究[J].山西农业科学,2007,35(10):22-25.
- [2] 刘慧超,卢钦灿.不同形态铁肥对水培生菜生长和品质的影响[J].长江蔬菜,2009,22(23):66-68.
- [3] Kobayashi T N, Nishizawa K. Iron uptake, translocation, and regulation in higher plants [J]. Anna Rev Plant Biol, 2012, 63: 131-152.
- [4] 周文利.硫酸亚铁对小青菜生物量与硝酸盐含量的影响[J].北方园艺,2012(2):34-35.
- [5] 周晓今,陈茹梅,范云六.植物对铁元素吸收、运输和储存的分子机制[J].作物研究,2012,26(5):183-188.
- [6] Rombolà A D, Brüggemann W, Tagliavini M, et al. Iron source affects iron reduction and regreening of kiwifruit leaves[J]. Journal of Plant Nutrition, 2000, 23(11):1751-1765.
- [7] 张立军,樊金娟.植物生理学实验教程[M].北京:中国农业大学出版社,2007.
- [8] Abadis J, Alvarez-Fernandez A, Morales F, et al. Correction of iron chlorosis by foliar sprays[J]. Acta Horticulture, 2002, 5(94):115-121.
- [9] 高洪波,陈贵林,章铁军,等.施铁对萝卜芽生长、产量及品质的影响[J].园艺学报,2006,33(5):1096-1098.

# 新疆绿洲干旱区制干辣椒生产技术现状与产业发展对策

李 艳, 王 亮, 刘 志 刚

(新疆农垦科学院 作物研究所, 谷物品质与遗传改良兵团重点实验室, 新疆 石河子 832000)

**摘 要:**新疆是我国制干辣椒的主要产区, 该文在详细论述新疆绿洲干旱区制干辣椒发展概况、区域布局、种植模式、机械化应用等生产技术现状基础上, 分析了当地制干辣椒存在的品种混杂、缺乏优质加工专用品种、栽培技术体系不完善等瓶颈问题; 并就制干辣椒产业发展提出了应加快自主品种的研发, 培育优质、适宜机械采收的加工专用品种, 建立区域化、标准化、规模化的优质原料生产基地, 加大制干辣椒生产机械化(特别是机械收获)研究与应用, 开展高附加值的精深加工, 以延长产业链等对策建议。

**关键词:**新疆绿洲; 制干辣椒产业; 现状; 对策

**中图分类号:**S 641.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)13-0189-04

新疆制干辣椒规模化种植始于 20 世纪 90 年代, 以线形椒为主, 20 世纪 90 年代后期, 山东一些干制辣椒加工企业到新疆寻找向韩国出口的辣椒品种种植基地, 将羊角椒和牛角椒品种引入新疆。特别是 2000 年以后, 此类品种在新疆种植后, 以其产量高、品质优受到内地加工企业的广泛青睐。由于新疆独特的自然资源条件、灌溉农业、机械化种植程度高及周边有广阔的戈壁滩作天

然晒场等, 为制干辣椒规模化生产提供了有利条件。与我国辣椒主要产地相比, 新疆制干辣椒产量高(干椒平均产量 450~500 kg/667m<sup>2</sup>, 最高产量达 800 kg/667m<sup>2</sup>以上), 病虫害发生少, 辣椒品质好, 干物质及红色素含量高, 在国际市场享有较高的声誉。在短短的几年内, 新疆以羊角形和牛角形为主的制干辣椒产业迅速发展, 已成为仅次于加工番茄的第二大红色产业和全国鲜椒和干红椒重要的出口基地。目前, 新疆制干辣椒年种植面积达到 40 000 hm<sup>2</sup>, 形成年产干椒 15 万~20 万 t 的规模, 其产品除满足我国辣椒加工业的需求外, 还出口至韩国、日本、美国及欧洲国家, 新疆已成为我国制干加工型辣椒重要的生产和出口基地。

**第一作者简介:**李艳(1966-), 女, 本科, 副研究员, 现主要从事加工番茄和制干辣椒的育种与栽培等研究工作。Email: liyan261@126.com.

**基金项目:**新疆农垦科学院科技引导计划资助项目(YYD201101)。

**收稿日期:**2014-03-24

## Effect of Different Kinds of Ferric Fertilizer on Growth and Quality of Lettuce Under Soilless Condition

ZHANG Ju-ping, LIU Qing-wen, CHEN Wen-ming

(College of Forestry, Henan University of Science and Technology, Luoyang, Henan 471003)

**Abstract:** Taking the annual bolting lettuce as material, the effect of three kinds of ferric fertilizer in the nutrient solution of soilless on growth and quality of lettuce were studied. The results showed that applying iron fertilizer could obviously increase the yield and quality of lettuce. EDTA-Fe and ferric citrate were more vulnerable to promote absorption and utilization of lettuce, they improved the growth and quality of lettuce. The height, leaf area, leaf color, water content of lettuce were better than CK, the vitamin C content, protein content, soluble sugar content, proline content also were higher than CK. The effect of EDTA-Fe was the best, ferric citrate was better. Ferrous sulfate was not conducive to the absorption and utilization of lettuce, poor validity.

**Key words:** lettuce; ferric fertilizer; quality; growth; water culture