黄叶绿制剂防治酥梨缺铁黄化症的研究*

张朝红, 王跃进, 王西平
(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨陵 712100)

[摘　要]　采用休眠期强力注射黄叶绿制剂(YLG)进行缺铁黄化症的防治试验。结果表明, 注射 YLG 制剂后黄化级平均为 0.2 级, 比对照下降 2.76 级, 复绿明显。处理单叶面积增加 3.5 cm^2, 比叶重增加 0.88 mg/cm^2, 叶绿体各色素含量极显著增加, 其中总叶绿素增加 2.26 倍, 净光合速率增加 27.6%, 叶内 N, P, Zn, Fe 和活性 Fe 极显著增加, K, Ca, Mg, Mn, Cu 和 B 等含量下降, 但均在标准值范围内。处理使果实产量提高 34.5%, 单果重增加 18.32%, 可溶性固形物和可溶性糖极显著增加, 果实品质明显改善, 花芽分化率和花芽质量也明显提高。

[关键词]　黄叶绿制剂; 强力注射; 缺铁黄化症; 酥梨
[中图分类号]　S661.2; S143.58　　[文献标识码]　A　　[文章编号]1000-2782(2002)03-0059-04

缺铁黄化症是一种常见的植物缺素症, 危害多种果树, 常使果树树势衰弱, 果个变小, 产量和品质下降, 严重时出现绝收, 甚至出现整株死亡和毁园的现象[1]。渭北地区是我国重要的优质梨生产基地, 但该区土壤含有大量的 $CaCO_3$, pH 在 7.5～8.5, 土壤中游离 HCO_3^- 含量高, 常导致酥梨和其他果树的缺铁黄化, 这一问题已严重影响酥梨产业的发展, 也是我国北方大面积石灰性土壤果树栽培中的一个重要问题。虽然生产中采用改良土壤、挖根埋瓶、叶面喷施或土施螯合铁、树干塞铁肥等方法来矫治黄化[2～7], 但多因效果不理想, 或成本过高等未能在生产上大面积推广。黄叶绿制剂(YLG)是笔者等研制的果树树干注射专用肥, 是一种含有多种营养元素的平衡肥料, 本研究通过大田对比试验, 探讨 YLG 制剂矫治黄化效果, 为大面积的推广提供依据。

1　材料和方法

1.1　材　料

黄叶绿制剂是根据梨树生长所需的多种营养元素而制成的复混液体平衡肥料(专利申请号为 01130752.8), 原液呈淡绿黄色, 含 N 40～95 g/kg, K 15～42 g/kg, Fe 2～12 g/kg, Zn 1.5～8.2 g/kg, 另外还含有 P, Ca, Mg, Mn, B, Cu, S 共 11 种营养元素, 使用时释稀 30 倍。

供试果园在蒲城县陈庄乡五畛村酥梨园, 该园 1986 年定植, 株行距 1.5 m×3 m, 不规则开心形, 多年来一直黄化严重, 已将 50% 树砍毁。

1.2　方　法

田间于 1998 年进行预备试验, 正式试验于 1999～2000 年进行, 1999 年 3 月初采用农用踏板式喷雾器加一特制针头每株注射 YLG 稀释液 500 mL, 每处理 20 株, 重复 3 次, 以不处理为对照。其他管理相同, 均不再施含铁肥料或喷含铁药剂。另外进行连片大面积示范。

田间树体的黄化程度分为 5 级[1]。叶样于 7 月下旬采集树冠处围长枝从基部数的第 6 片叶, 采后迅速放入冰壶, 鲜叶测定叶绿素, 其余叶按标准方法进行洗涤、烘干[8]。单叶面积用剪纸称重法, 每处理 30 片。光合特性用 LCA-3 型便携式光合测定仪田间活体测定净光合速率(Pn)、蒸腾速率(E)、胞间 CO_2 浓度(Ci)和气孔导度(Gs), 在光量子通量密度(Q)为(1 770±24) μmol/(m^2·s), t 为(37±0.4) ℃和大气 CO_2 条件下测定, 每处理 8 片叶。9 月下旬果实成熟时采收, 实称单株产量并进行品质分析。落叶前调查成花率和花芽重, 同时距树干 80 cm 处, 以树干为中心挖长 80 cm, 深 40 cm 的剖面调查根数, 次年花期调查每花序花朵数。

叶绿素的测定采用 Litchern 法[9]。叶片 N, P, K 用 H_2SO_4-H_2O_2 消解, N 用凯氏法、P 用钒钼黄比色法、K 用火焰光度法。Mg, Fe, Mn, Cu, Zn 和 B 先干

* [收稿日期]　2001-12-26
[基金项目]　陕西省"九五"攻关项目(98K05-G2-02)部分内容
[作者简介]　张朝红(1970-　), 男, 陕西丹凤人, 讲师, 在读博士, 主要从事果树种质资源和栽培生理研究。
王跃进为通讯联系人。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

灰化,然后B 用姜黄比色法,其他采用原子吸收分光光度法。活性铁测定采用 1 mol/L HCl 静浸 24 h,原子吸收分光光度法[10]。果实有机酸测定采用 NaOH 滴定法,硬度用 GY-1 果实硬度计,可溶性固形物用折光仪,可溶性糖采用蒽酮比色法,维生素C 采用 2,6-二氯靛酚滴定法。

2 结果与分析

2.1 YLG 制剂对黄化树的复绿效果

在强力注射 YLG 制剂后,处理树叶片深绿发亮,偶有少量生长过快的新梢出现叶片失绿,随着生长很快复绿,对照树叶片发黄而没有生机。6 月 20 日调查时,处理树少数长枝梢部叶片与下部正常绿叶相比发黄,失绿最高级为 1.5 级,平均仅 0.2 级,黄化株率 13.51%;对照树大多数失绿黄化,多在 3 级以上,且有枝条开始枯死的 5 级树,平均失绿 2.96 级,黄化率达 89.19%,二者差异极大(表 1)。08-20 时处理与对照的黄化差异仍与前相近,这种状况一直维持到落叶。

表 1 注射 YLG 制剂的黄化症发生情况

Table 1 The development of chlorotic disorder after injecting YLG

处理 Treatment	黄化级数变幅 Chlorotic rating range	黄化级(平均)[1] Chlorotic rating scores (average)		黄化率[2]/% Chlorotic rate	
		06-20	08-20	06-20	08-20
注射 YLG Injection YLG	0~1.5	0.20	0.22	13.51	16.22
对照 CK	0~5	2.96	2.92	89.19	91.89
t 值 t-value		12.956**	12.134**	21.866**	19.765**

注:1. $t_{0.05}$= 2.000, $t_{0.01}$= 2.660; 2. $t_{0.05}$= 2.776, $t_{0.01}$= 4.604。表 2,3 同。

Notes: 1. $t_{0.05}$= 2.000, $t_{0.01}$= 2.660; 2. $t_{0.05}$= 2.776, $t_{0.01}$= 4.604. Table 2,3 are just the same.

2.2 YLG 制剂对叶片质量和光合特性的影响

2.2.1 对叶片质量的影响 注射 YLG 制剂后,树萌芽展叶明显比对照早,树体的叶幕建成早于对照,后期不早衰不早落。外围长枝同节位叶片的单叶面积明显大于对照,增加 3.1 cm^2,差异显著(表 2)。单位面积叶片的干重(比叶重)极显著大于对照,平均增加 0.88 mg/cm^2。叶片的干重/鲜重也极显著大于对照,增加 0.0442。叶片叶绿体各色素含量也极显著高于对照(表 3),总叶绿素含量为对照的 2.26 倍,差异极显著。叶绿素 a/b 值略小于对照,总叶绿素/类胡萝卜素大于对照,差异极显著。

表 2 注射 YLG 制剂对叶片质量的影响

Table 2 Effect of injecting YLG on leave qualities

处理 Treatment	单叶面积[1]/cm^2 Individual leaf area	干重/鲜重[2] Dry weight to fresh weight	比叶重[2]/($mg \cdot cm^{-2}$) Leaf dry weight/area
注射 YLG Injection YLG	50.34	0.423 4	10.31
对照 CK	47.24	0.379 2	9.43
t 值 t-value	2.443*	4.249*	35.223**

表 3 注射 YLG 制剂对叶片叶绿体色素含量的影响

Table 3 Effect of injecting YLG on leave chloroplast pigments content

处理 Treatment	叶绿素 a/($mg \cdot g^{-1}$) Chl. a	叶绿素 b/($mg \cdot g^{-1}$) Chl. b	总叶绿素/($mg \cdot g^{-1}$) Total chlorophyll	类胡萝卜素/($mg \cdot g^{-1}$) Cartinoid	a/b	总叶绿素/类胡萝卜素 Total chlorophyll to cartinoid
注射 YLG Injection YLG	2.38	0.52	2.90	0.65	4.58	4.46
对照 CK	1.08	0.20	1.28	0.34	5.40	3.79
t 值 t-value	16.795**	9.306**	17.138**	11.208**	2.132	4.655**

表 4 注射 YLG 制剂对叶片光合特性的影响

Table 4 Effect of injecting YLG on leave photosynthetic characteristics

处理 Treatment	净光合速率/($\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$) Net photosynthetic rate	蒸腾速率/($mol \cdot m^{-2}$) Transpiration rate	胞间 CO_2 浓度/($\mu mol \cdot mol^{-1}$) Intercellular CO_2 concentration	气孔导度/($mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$) Stomatal conductance
注射 YLG Injection YLG	8.55	9.72×10^6	263.67	1.26
对照 CK	6.70	9.67×10^6	271.83	1.26
t 值 t-value	2.233*	0.261	1.519	0

注:$t_{0.05}$= 2.228, $t_{0.01}$= 3.169。

Notes: $t_{0.05}$= 2.228, $t_{0.01}$= 3.169.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.2.2　对光合特性的影响　由表 4 可知, 处理的净光合速率为 8.55 μmol/(m^2 · s), 比对照增加 27.6%, 二者差异极显著。胞间 CO_2 浓度、蒸腾速率和气孔导度差异不显著。

2.3　注射 YLG 制剂对叶片中营养元素的影响

注射 YLG 后对叶片的营养元素含量有明显的影响(表 5)。与对照相比, 处理树叶片中 Fe 和 Zn 显著增加, 其他金属元素 K, Ca, Mg, Mn 和 Cu 均不同程度下降。K 下降 38.7%, Ca 下降 26.5%, Mg 下降 28.6%, Cu 下降 35.8%。这些元素的下降减小了其对 Fe 的拮抗, 使活性 Fe 比对照明显增加, 为对照的 171.8%。非金属元素 N 和 P 略有上升, B 则下降, 降幅 20%。与梨树叶片营养元素的标准值相比[8], K 和 B 对处理树为适量, 而对照则为高值, Zn 由低值回到适量, 其他元素均在标准值范围内。可见, 处理叶片营养更趋于平衡。

表 5　注射 YLG 制剂对叶片营养元素的影响

Table 5　Effect of injecting YLG on leave nutrient content

处理 Treatment	N/(g · kg^{-1})	P/(g · kg^{-1})	K/(g · kg^{-1})	Ca/(g · kg^{-1})	Mg/(g · kg^{-1})	Fe/(mg · kg^{-1})	Mn/(mg · kg^{-1})	Cu/(mg · kg^{-1})	Zn/(mg · kg^{-1})	B/(mg · kg^{-1})	活性 Fe/(mg · kg^{-1}) Active Fe
注射 YLG Injection YLG	25.31	1.42	15.25	12.00	5.04	163.83	139.83	8.50	63.50	42.54	68.98
对照 CK	24.44	1.41	24.87	16.32	7.06	109.34	147.94	13.25	22.99	53.17	40.15

2.4　注射 YLG 制剂对果实产量和品质的影响

由表 6 可见, 注射 YLG 制剂后单果重由 281.80 g 提高到 333.45 g, 增加 18.32%, 差异极显著。处理株产量 21.23 kg, 比对照提高 23.1%～80.1%, 平均 34.5%, 差异极显著, 折合成每公顷产量, 处理比对照增加 12 090 kg, 增产显著。注射 YLG 制剂不仅提高产量, 而且对果实品质有一定的影响, 注射树果实硬度、有机酸含量均略有上升, 差异不明显。可溶性固形物和可溶性糖含量明显高于对照, 达极显著水平。糖酸比略上升但不明显。注射树果实 Vc 含量仅为 14.23 mg/kg, 为对照的 66.8%, 降幅较大, 达极显著水平。

表 6　注射 YLG 制剂对果实品质和产量的影响

Table 6　Effect of injecting YLG on the fruit yield and qualities

处理 Treatment	单株产量[1]/kg Individual tree yield	单果重[1]/g Individual fruit weight	果实硬度[1]/(kg · cm^{-2}) Firmness of flesh	可溶性固形物[1]/(g · kg^{-1}) Soluble solid	有机酸[2]/(g · kg^{-1}) Organic acid	可溶性糖[2]/(g · kg^{-1}) Soluble sugar	Vc[2]/(mg · kg^{-1})	糖酸比[2] Sugar-acid ratio
注射 YLG Injection YLG	21.23	333.45	5.75	118.7	0.68	91.3	14.23	134.26
对照 CK	15.79	281.80	5.23	112.9	0.59	81.7	21.28	138.47
t 值 t-value	5.685**	3.069**	0.781	3.073**	0.544	4.931**	4.479**	0.632

注: 1. $t_{0.05}$ = 2.021, $t_{0.01}$ = 2.704; 2. $t_{0.05}$ = 2.776, $t_{0.01}$ = 4.604。

Notes: 1. $t_{0.05}$ = 2.021, $t_{0.01}$ = 2.704; 2. $t_{0.05}$ = 2.776, $t_{0.01}$ = 4.604

2.5　注射 YLG 制剂对树体生长和成花的影响

注射 YLG 制剂后当年新梢生长量平均为 68.3 cm, 对照为 53.4 cm, 明显增加新梢生长(表 7)。处理树剖面根条数增加 46.5%, 成花率提高了 22.4%, 单花芽重增加 11.72 mg, 每序花朵数增加 0.49 朵, 说明处理为下一年的生长结果打下良好的基础。

表 7　注射 YLG 制剂对枝根生长和成花的影响

Table 7　Effect of injecting YLG on branch, root growth and floral bud

处理 Treatment	新梢生长量/cm Branch length	剖面根数 Root No.	顶芽成花率/% Floral terminal bud differentiation rate	单花芽重/mg Individual fioral bud fresh weight	每序花朵数 Flower No. of a cluster
注射 YLG Injection YLG	68.3	145	58.2	92.57	7.21
对照 CK	53.4	99	35.8	80.85	6.72

3　讨　论

果树等多年生木本植物早春的枝叶生长、开花坐果、果实早期生长和花芽分化主要依赖树体内的储藏营养, 储藏营养的多少对树体春季和初夏的生理代谢起着重要的作用, 也为同化营养奠定了物质基础[11]。因此, 注射 YLG 制剂相当为树体增加了大量的铁素及其他储存营养, 在促进地上部生长的同

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

时, 也促进春季根系健壮生长。因而表现为注射后叶片生长正常, 树势复壮, 失绿黄化恢复正常。黄化级平均下降 2.76 级, 叶绿体各色素含量明显提高, 总叶绿素与类胡萝卜素之比增大, 叶片铁含量和活性铁增加, 提高了果实产量, 改进了品质。在增加当年产量的同时, 花芽分化率和花芽质量明显提高, 也为翌年丰产打下基础。注射树第二年叶片生长正常, 未出现黄化现象, YLG 制剂防治黄化效果至少可维持 2 年。单一补铁也可防治黄化, 但其仅能使树体叶片恢复绿色。叶片叶绿素的合成除需铁外, 还需其他元素的参与, 故单一元素复绿较慢, 增强树势效果不明显。本研究 YLG 制剂不仅为树体补充所缺的铁素, 而且也补充所需的其他营养元素, 实现了防治黄化和树体平衡施肥的双重作用, 达到了增加产量和改进果实品质的目的。

树干注射防治缺铁黄化症已有许多研究[2~7], 这些研究主要在生长季进行防治, 本研究将黄化治疗变为预防, 采用萌芽展叶前的休眠期防治, 使叶片形成时即为绿色, 改进了叶片结构与机能, 显著增加了产量和提高了品质, 克服了生长季防治中仅能使叶片复绿, 树势难以恢复, 当年果实不能增大, 花芽分化率低等缺点。另一方面, 采用休眠期强力注射也克服了生长季易使叶片发生中毒的现象。据作者在 20 hm^2 果园的推广试验, 休眠期注射 YLG 制剂的 30 倍稀释液, 未发生中毒现象, 而生长季注射树几乎均发生叶片中毒, 稀释至 90~100 倍还有少数株发生中毒。可见, 休眠期树体忍受能力更强。

强力注射在树体上留一注射孔, 注射孔作为树体的一个伤口, 可能引起病菌侵染和腐烂病发生。本研究采用泥塞、活枝条塞、薄膜包扎及不进行任何处理 4 种方式进行注孔的愈合试验, 不进行任何处理的注孔愈合率达 98.3%, 泥塞和薄膜包扎均达到 100%, 以薄膜包扎的愈伤组织生长最好, 可以有效防治伤口溃烂和病菌入侵。

[参考文献]

[1] 周厚基, 仝月澳. 苹果树缺铁失绿研究的进展 II. 铁逆境对树体形态及生理生化的影响[J]. 中国农业科学, 1988, 21(4): 46-50.

[2] 刘东臣, 刘藏珍, 谭俊璞, 等. 根际操作矫正缺铁黄叶病的研究[J]. 河北农业大学学报, 1999, 22(4): 19-22.

[3] 周厚基, 仝月澳, 孙 楚. 果树强力树干注射技术[J]. 中国果树, 1988, (3): 39-41.

[4] 魏良稠, 周厚基. 缺铁失绿秋白梨强力注射铁肥的初步效果[J]. 中国农业科学, 1990, 23(5): 45-52.

[5] 周正卿, 邱三多, 王锡民, 等. 在石灰性土壤上硫酸亚铁防治苹果黄叶病的研究[J]. 土壤学报, 1979, 16(2): 127-137.

[6] Barney D L. Trunk injection of iron compounds as a treatment for overcoming iron chlorosis in apple trees[J]. Hort Science, 1985, 20(2): 236-238.

[7] Raese J T. Nutrition of apple and pear trees with foliar sprays, trunk injections or soil application of iron compounds[J]. J Plant Nutr, 1986, 9: 987-999.

[8] 李港丽, 沈 隽. 几种落叶果树叶内矿质营养元素含量标准值的研究[J]. 园艺学报, 1987, 14(4): 81-89.

[9] 邹 琦. 植物生理生化实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.

[10] 董慕新, 张 辉. 果树叶盐酸提取铁与叶失绿关系的研究[J]. 中国农业科学, 1988, 21(5): 85-89.

[11] 韩振海, 王 倩. 我国果树营养研究的现状和展望——文献述评[J]. 园艺学报, 1995, 22(2): 138-146.

Study on correcting iron chlorosis with YLG in pear

ZHANG Zhao-hong, WANG Yue-jin, WANG Xi-ping

(*College of Horticulture, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forest, Yangling, Shaanxi* 712100, *China*)

Abstract: The correction of iron deficiency was studied by pressure injection of YLG fertilizer in dormancy period. The results showed that chlorotic rating scores was 0.2 on average after injection, and decreased by 2.76, so the effect of regreening was obviously. The individual leaf area and leaf dry weight/leaf area ratio increased by 3.5 cm^2 and 0.88 mg/cm^2 respectively. The chloroplast pigments all increased, for example, the total chlorophyll increased by 2.26 times. Net photosythesis rate increased by 27.6%. the content of N, P, Zn, Fe and active Fe increased, and the others (K, Ca, Mg, Mn, Cu, B) decreased. The yield per tree increased by 34.5%, individual fruit weight by 18.32%. Firmness of flesh, soluble solids and soluble sugar all increased obviously, so the fruit quality improved. Floral bud differentiation rate and floral bud quality increased too.

Key words: YLG; pressure injection; iron chlorosis; pear

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net