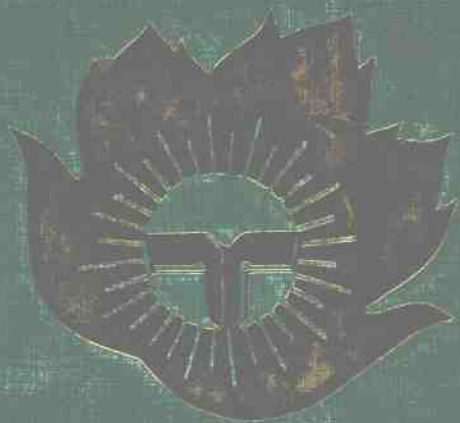


园艺学年评

ANNUAL REVIEW OF HORTICULTURAL SCIENCE

第1卷 VOLUME 1

1995



中国园艺学会
北京农业大学

科学出版社

园艺学年评

ANNUAL REVIEW OF
HORTICULTURAL SCIENCE

第1卷 VOLUME 1
1995

科学出版社

1995

·(京)新登字 092 号

园 艺 学 年 评

Annual Review of Horticultural Science

第 1 卷 Volume 1

中国园艺学会

北京农业大学

责任编辑 潘秀敏

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1995 年 8 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

1995 年 8 月第一次印刷 印张:11 3/4 插页:1

印数:1—2 034 字数:265 000

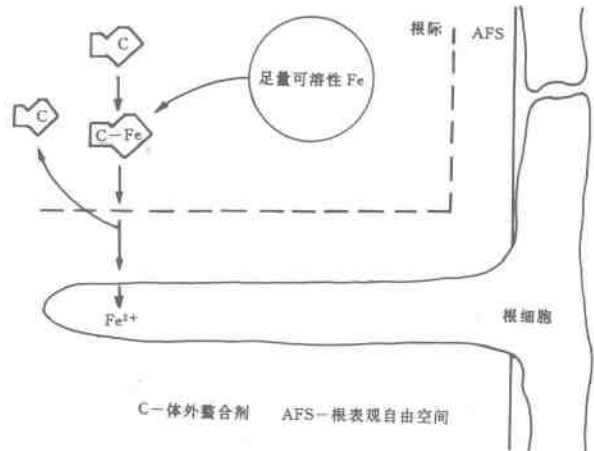
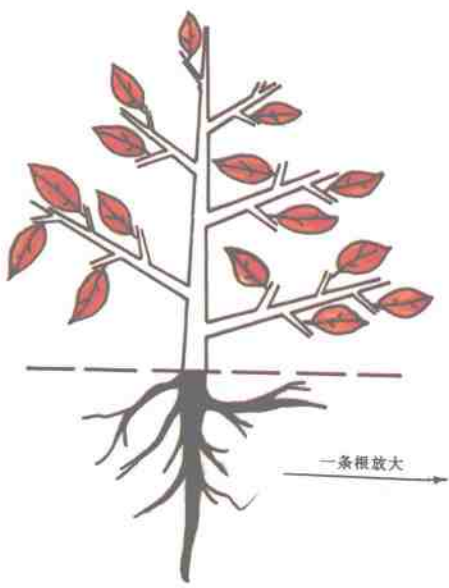
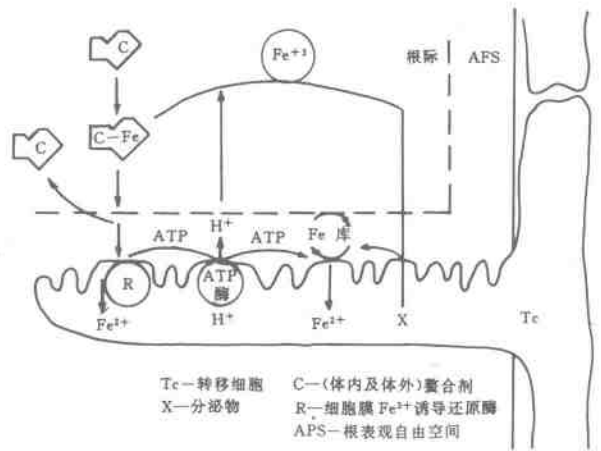
ISBN 7-03-004948-9/S · 159

定价:14.00 元



多效唑对梨果型发育的影响 (徐庆坤提供)

左上: '库尔勒香梨', 对照; 左下: '库尔勒香梨', 多效唑; 右上: '荏梨', 对照; 右下: '荏梨', 多效唑



上图：高效苹果基因型铁的生物活化机制及吸收利用铁的协调系统
下图：低效苹果基因型铁的非生物活化机制及吸收利用铁的非协调系统

作者简介

曹家树博士,浙江农业大学园艺系,浙江省杭州市华家池,杭州 310029

高俊平博士,北京农业大学植物科技学院观赏园艺系主任,北京市海淀区圆明园西路2号,北京 100094

韩振海博士,北京农业大学植物科技学院园艺植物研究所所长,北京市海淀区圆明园西路2号,北京 100094

黄辉白,华南农业大学园艺系教授,广东省广州市五山,广州 510642

黄卫东,北京农业大学植物科技学院园艺植物研究所副所长,北京市海淀区圆明园西路2号,北京 100094

鞠志国博士,莱阳农学院基础部,山东省莱阳市,莱阳 265200

刘成连,莱阳农学院园艺系副主任,山东省莱阳市,莱阳 265200

刘 肃,北京农业大学植物科技学院园艺植物研究所,北京市海淀区圆明园西路2号,北京 100094

卢 江博士,美国佛罗里达农工大学葡萄研究中心,佛罗里达 32307,美国

罗云波博士,北京农业大学食品系,北京市海淀区圆明园西路2号,北京 100094

王毅博士,中国农业科学院蔬菜花卉研究所,北京市海淀区白石桥路30号,北京 100081

王永章,莱阳农学院园艺系,山东省莱阳市,莱阳 265200

许雪峰,北京农业大学植物科技学院园艺植物研究所,北京市海淀区圆明园西路2号,北京 100094

原永兵博士,莱阳农学院园艺系,山东省莱阳市,莱阳 265200

张大鹏博士,北京农业大学植物科技学院院长、教授,北京市海淀区圆明园西路2号,北京 100094

目 录

不同铁效率果树基因型研究的现状和前景	1
韩振海 许雪峰	
I. 引言	1
II. 树种和品种	1
III. 活化和吸收利用铁素的机制	6
IV. 铁高效基因型的筛选指标	9
V. 铁效率果树基因型研究中生物技术的应用	10
VI. 参考文献	12
VII. 英文题录	16
植物生长调节剂在果树上的应用:现状、问题和展望	17
黄卫东 刘 肃	
I. 引言	18
II. 生长调节剂应用的现状和问题	18
III. 生长调节剂生产和开发的现状和问题	27
IV. 展望	29
V. 参考文献	30
VI. 英文题录	36
果蔬采后生物技术研究进展	39
罗云波	
I. 引言	39
II. 乙烯与果蔬衰老	40
III. 乙烯的生物合成	41
IV. 乙烯合成中的关键酶	41
V. 果蔬成熟衰老与 mRNA 及蛋白质的合成	44
VI. 采后基因工程中的若干问题	50
VII. 结束语	51
VIII. 参考文献	51
IX. 英文题录	55
葡萄叶幕微气候调控及其生物学原理	57
张大鹏	
I. 引言	58
II. 叶幕微气候有关概念的定义和内涵	59
III. 叶幕对环境能流的过滤	60

IV. 叶幕结构对叶幕微气候的改造	66
V. 叶幕微气候的生物学效应及其原理	70
VI. 葡萄叶幕结构的微气候评价标准	74
VII. 结论与展望	76
VIII. 参考文献	77
IX. 英文题录	82
切花衰老与乙烯	85
高俊平	
I. 引言	85
II. 切花衰老与乙烯生成	86
III. 切花乙烯的生物合成	87
IV. 切花乙烯生成的调节	94
V. 结语	97
VI. 参考文献	98
VII. 英文题录	105
具假种皮(荔枝、龙眼)果实生理研究进展	107
黄辉白	
I. 引言	107
II. 受精坐果	108
III. 果实生长	111
IV. 果实成熟	116
V. 参考文献	117
VI. 英文题录	119
苹果果皮红色形成的机制	121
原永兵 刘成连 鞠志国 王永章	
I. 引言	121
II. 花青苷生物合成的途径	122
III. 花青苷合成中有关酶的调节	123
IV. 糖在花青苷合成中的作用	126
V. 花青苷合成中的光受体	127
VI. 苹果果皮红色的形成	128
VII. 总结与展望	129
VIII. 参考文献	129
IX. 英文题录	132
分子生物学技术在蔬菜研究上的应用	133
曹家树	
I. 引言	134
II. 转基因技术及其在蔬菜上的应用	134

Ⅲ. 反义基因技术及其在蔬菜上的应用	139
Ⅳ. 限制性片段长度多态性(RFLP)技术及其在蔬菜上的 应用	140
Ⅴ. 随机扩增多态性 DNA(RAPD)技术及其在蔬菜上的 应用	142
Ⅵ. 结束语	145
Ⅶ. 参考文献	145
Ⅷ. 英文题录	152
胞间连丝与病毒的胞间运输	155
王 毅	
Ⅰ. 引言	155
Ⅱ. 胞间连丝的结构模型	156
Ⅲ. 植物病毒的运动蛋白	156
Ⅳ. 植物病毒进出韧皮部	160
Ⅴ. 结束语	160
Ⅵ. 参考文献	161
Ⅶ. 英文题录	164
基因定位及其在园艺作物遗传育种中的应用	165
卢 江	
Ⅰ. 引言	165
Ⅱ. 分子标记技术	166
Ⅲ. 分子标记在植物遗传进化和物种鉴定中的应用	168
Ⅳ. 基因定位在一年生园艺作物育种上的应用	169
Ⅴ. 基因定位在果树选育种中的应用	172
Ⅵ. 结束语	175
Ⅶ. 参考文献	176
Ⅷ. 英文题录	179

Synopsis

Current Status and the Existed Problems in Research of Iron Efficient Fruit Genotypes	16
HAN Zhen hai and XU Xuefeng	
The Application of Plant Growth Regulators on Fruit Trees: Current Situation, Problem and Prospect	36
HUANG Weidong and LIU Su	
Recent Progress of Postharvest Biotechnology of Fruits and Vegetables	55
LUO Yunbo	
Canopy Microclimate Regulation and Its Biological Basis in Grapevine	
ZHANG Dapeng	82
Ethylene and Senescence of Cut Flower	105
GAO Junping	
Advances in Fruit Physiology of the Arillate Fruits of Litchi and Longan	119
HUANG Huibai	
Mechanism for Red Colour Formation of Apple Peel	132
YUAN Yongbing, LIU Chenglian, JU Zhiguo, and WANG Yongzhang	
The Application of Molecular Biological Technology on Vegetable Crops	152
CAO Jiashu	
Plasmodesma and Viral Movement in Plant	164
WANG Yi	
Mapping and Its Application in Heredity and Breeding of Horticultural Crops	179
LU Jiang	

不同铁效率果树基因型研究的现状和前景

韩振海 许雪峰

北京农业大学植物科技学院园艺植物研究所, 北京 100094

I. 引言

II. 树种和品种

- A. 果树树种及其种类筛选的普遍性和侧重点
- B. 果树品种筛选的重要性及其局限性
- C. 铁高效果树基因型的资源性和实用性

III. 活化和吸收利用铁素的机制

- A. 铁的活化和吸收
 - 1. 土壤和根际微域中铁素的活化
 - 2. 果树对铁素的吸收
- B. 铁的运输、分配和利用
- C. 激素和植物生长调节剂的作用

IV. 铁高效基因型的筛选指标

V. 铁效率果树基因型研究中生物技术的应用

VI. 参考文献

VII. 英文题录

I. 引言

自 1845 年发现植物的缺铁黄叶病至今, 一个多世纪的研究和实践已经证明, 采用通过多种物质投入的途径以增加土壤中或树体内铁的供应的“资源路线”来防治缺铁黄叶病只有局部、暂时、不稳定的治表效果, 且费时费工, 不经济, 易造成(地下水)污染。本世纪 70 年代起, 走“生物学路线”, 即筛选吸收和利用铁能力强的基因型, 已成为研究解决铁营养失调问题的共识。果树是易发生缺铁黄叶病、且发病程度较重, 缺铁黄叶病对产量、品质、树势及经济效益影响较大的作物种类。因此, 鉴于我国素有“园林之母”之称、具有丰富果树种质资源的优势, 开展铁高效果树基因型筛选及其机制研究就变得更迫切、更具现实性。本文就此对该领域的研究现状及现存问题进行探讨性的述评。

* 北京市自然科学基金委员会、国家自然科学基金委员会皆连续两次给予资助, 农业部“八五”重点项目、国家教委优秀青年教师基金也予资助, 在此一并致谢。

II. 树种和品种

果树是发生缺铁黄叶病普遍而严重的树种之一。因此,对果树缺铁黄化的观察和研究很早就已开展,并对不同果树的种类及同一果树的不同种和品种的铁效率反应有比较明确的认识。1950年,Thorne和Wann对种植于美国犹他州的落叶果树树种的黄化现象的观察表明,各落叶果树树种黄化程度的大小依次为桃和梨>甜樱桃>李子>杏>苹果>酸樱桃。1982年,巴西植物营养学家Vose综合前人报道后指出,柑桔、葡萄及核果类(特别是桃、李子和樱桃)果树易发生缺铁黄叶病,且发生程度严重;苹果的缺铁黄叶病发生普遍,但程度较轻;而樱桃、木莓(悬钩子)、茶藨子属植物只在某些情况下才严重发生缺铁黄叶病。我国果树学者的研究及生产实践表明,柿、枣、橄榄等很少发生缺铁黄叶病,而桃、梨、苹果、山楂、葡萄、杏、李子、樱桃等则易表现黄化,且发病较重(韩振海和沈隽,1991)。

在同一果树种类(同属)内,不同种和品种对缺铁黄叶病的抗性也明显不同。综合苹果上的研究结果可初步得出,苹果属内,小金海棠对缺铁黄叶病的抗性最强,八楞海棠、冰糖共砧和莱芜难咽的抗性中等,河南海棠、珠眉海棠和湖北海棠的抗性较弱,而山定子和三叶海棠则最易发生缺铁黄叶病;在苹果栽培品种中,红星、元帅系、国光等品种不易发生缺铁黄叶病,且发病程度较轻,而金冠、红玉等品种的发病程度较重(韩振海和沈隽,1991)。梨属内,东方梨比西洋梨总的看,更易发生缺铁黄叶病,其中砂梨对缺铁最敏感;梨品种中,Hendrickson(1924)的研究表明,‘Hardy’梨和‘Clairgean’梨对缺铁黄叶病的抗性比‘Bartlett’梨、‘Nelis’梨、‘Comice’梨和‘Glout Morceau’梨强。桃属植物是易发生缺铁黄叶病的树种;从报道可知,仅桃与扁桃杂交的杂种(G. F. 667等)对缺铁黄叶病有一定的抗性。葡萄属中,欧洲葡萄及其杂种对缺铁黄叶病的抗性明显强于美洲葡萄及其杂种;其中,Ru-140和41B最抗缺铁黄叶病,Kober5BB次之,而Couderc3309和101-14则易发生缺铁黄叶病。

综上所述,有关不同种类的果树及同一属内果树的不同种对缺铁黄叶病的抗性或敏感性的反应已有了大致的了解;特别是苹果属内,已筛选出抗缺铁黄叶病的小金海棠。但实际上,在果树抗缺铁黄叶病的基因型筛选中仍存在不少的重要问题尚待解决。这些问题包括:

A. 果树树种及其种类筛选的普遍性和侧重点

无疑,缺铁黄叶病在几乎所有的果树树种上都有不同程度的发生和表现;而目前,对缺铁黄叶病抗性基因型的筛选仅在苹果、梨、桃和葡萄等几个果树树种上有所研究。造成这种筛选树种少、研究进展缓慢的原因可能是:①无论栽培面积、产量及产值,苹果、桃和葡萄都是较大的果树种类;相对而言,对它们的重视程度也就大一些。②虽然柑桔、菠萝、香蕉等热带、亚热带常绿果树的栽培面积、产量及产值也很大,且这些树种上时有缺铁黄叶病发生;但和温带落叶性的苹果、梨、桃和葡萄等树种相比,因后者主要种植地皆为(偏)碱性或石灰性土壤,因此,其缺铁黄叶病发生的更普遍、程度更严重、用常规措施也更难矫治。③从果树种质资源分布情况看,相对而言,经济落后、科研经费短缺的第三世界国家往往有庞大的果树基因库;而经济富裕、研究条件较好的发达国家则往往缺乏丰富的种质资源。④尤其在类似我国这样工农业整体水平相对较低的第三世界国家,化肥工业落后使得

肥料的种类、数量和质量都得不到保证,农业检测、咨询和推广体系不健全,栽培管理水平低;因此,就影响果树生长发育及产量和品质的营养而言,更注重及急于解决的是氮、磷、钾和钙等元素引起的问题;对铁素营养及缺铁黄叶病潜在危害的重要性的认识还不够或无条件解决。

鉴于对上述因素的逐渐地充分认识及随着经济发展,氮、磷、钾和钙等营养问题日渐解决,缺铁黄叶病的危害及潜在影响越来越大的情况下,今后,对果树抗缺铁黄叶病基因型的筛选在树种方面应加强:①从全球范围内,应对各种经济栽培的果树树种的抗缺铁黄叶病的基因型进行全面、普遍地筛选,为解决该生理病害奠定种质和材料基础。②世界各国间应有比较明确地分工和紧密的合作。既是某种果树主产区,又具有丰富地该种果树种质资源的国家,理应侧重于对该种果树抗缺铁黄叶病的基因型进行筛选。而具有丰富果树种质资源的国家,也应和该种果树的主产国及研究水平高的国家间加强种质交换、学术交流及合作研究的工作,以使该种果树抗缺铁黄叶病基因型的筛选工作进展更快。

B. 铁高效型果树品种筛选的重要性及其局限性

前面我们更多地是讨论了果树树种及其种中缺铁黄叶病抗性基因型的筛选。实际上,在生产实践中我们面临的更直接、重要的对象是品种;它对缺铁黄叶病的抗性、也即高效利用铁素的能力才是我们所希望并更易获得直接效果的性状。遗憾的是,目前在这方面的研究极少,几乎没有什么进展。究其原因主要是:①根本上讲,构成品种基因型的幅度很窄。以苹果为例,目前生产上的栽培品种皆来源于真苹果(栽培苹果 *Malus pumila* Mill.) 这个种及其变种 *M. pumila* var. *domestica* Schneider。因此,从基因型范围如此狭窄的品种中要选出抗性基因型确实难度很大。②从至今的生产实践和研究上看,特别在我国及一些资源丰富、但经济欠发达、栽培管理水平低的第三世界国家,果树工作者更多地是将时间、精力和资金放在诸如提高产量、增大果个和果实上色程度、防止病虫害、如何增加氮素等大量元素的问题上。对缺铁黄叶病等一些对产量、特别是经济产值在短期内还无大的影响的潜在问题往往忽视或顾不上解决。③对缺铁黄叶病危害的严重性(特别是氮、磷、钾、钙等大量元素的问题逐渐缓解的情况下)认识不足。④对生产者而言,客观上讲,引起田间果树叶片黄化的因素很多,因素间的互相作用也较复杂,不易辨认黄叶是否由缺铁而致;即是黄叶由缺铁引起,叶面喷施含铁溶液等一些外部措施随时可以应用,至于效果如何则另当别论。

尽管存在上述的一些困难,但从现有果树优良栽培品种中筛选利用铁高效基因型还是极具诱惑力的。Shear 和 Smith(1969)比较了 7 个苹果品种实生苗的叶内 10 种元素的含量,发现同一品种内和不同品种间的实生苗有明显差别。因此,结合前述生产实践发现的苹果品种间(红星、元帅系、国光较抗,金冠、红星等易发)对缺铁黄叶病的不同反应,尽管难度很大、费时、投入的资金和人力可能更大,但从果树品种中筛选出铁利用高效基因型无疑是有希望的和可行的。

C. 铁高效果树基因型的资源性和实用性

前面我们主要涉及地是果树种或品种中铁吸收或(和)利用高效基因型的筛选,对筛选出的基因型实际上还要考虑其理论意义和实践意义。从理论上讲,就是该基因型的资源性;也即在种质资源学的范畴内,做为铁吸收或(和)利用的高效基因型种质加以保存、研

究,以供育种、生物技术研究及实践所用。宁夏农科院园艺研究所高尔谦等(1992)报道,从⁶⁰Co γ 射线处理后的‘国光’苹果种子中培育而成的‘宁光’苹果品种具有吸收、运输铁能力强的性状,是一个珍贵的抗黄叶病的苹果种质(表1,表2,表3)。虽然生产实践中、尤其在高寒地区和黄叶病易发区该品种用作早中熟品种少量发展,或将‘宁光’品种作中间砧而高接良种应用有生产价值;但从资源性方面考虑,这个品种作为抗黄叶病苹果种质的意义更大。

表 1 供试品种黄叶病发病率及叶片含铁量

品种	调查株数	黄化率(%)	树龄	正常叶全铁含量(mg·L ⁻¹)	
				宁光	金冠
宁光	21	0	10年生	553.5	433.0
金冠	6	50.0	1年生苗	659.5	523.0
国光	9	55.5			
富士	7	71.0			
红星	13	61.4			
甜黄魁	33	51.2			

表 2 宁光与普栽品种对铁盐吸收的比较

品种	铁盐类型	施入量	吸收量	吸收率(%)
宁光	硫酸亚铁	1638248.8	1161.3	0.071
	黄腐酸铁	1638248.8	1808.3	0.110
金冠	硫酸亚铁	1638248.8	919.7	0.056
	黄腐酸铁	1638248.8	1014.0	0.062
秦冠	硫酸亚铁	1638248.8	995.7	0.061
	黄腐酸铁	1638248.8	1186.9	0.072

表 3 供试品种主干注射后铁的运转分布(%)

品种	部 位	上部注射后 10 天取样结果		上部注射后 30 天取样结果	
		黄腐酸铁	硫酸亚铁	黄腐酸铁	硫酸亚铁
宁光	注射孔上 2cm 范围	8.30	19.52	25.03	19.31
	注射孔上 1cm 范围	71.75	65.33	69.25	70.42
	注射孔下 2cm 范围	19.93	15.17	5.72	11.28
金冠	注射孔上 2cm 范围	3.18	4.49	0.61	3.22
	注射孔上 1cm 范围	90.45	78.02	96.98	92.13
	注射孔下 2cm 范围	5.77	17.49	2.43	4.65
秦冠	注射孔上 2cm 范围	9.46	3.49	1.78	0.23
	注射孔上 1cm 范围	82.49	84.98	90.02	98.51
	注射孔下 2cm 范围	8.04	11.51	0.02	1.26

筛选和研究铁高效果树基因型的最终目的是为解决生产上的缺铁黄叶病服务,也即我们在这里所讨论的铁高效果树基因型的实用性。筛选得到的铁高效果树基因型要从实验室研究走向田间、为生产实践所应用,还要考虑很多方面,包括成活率、嫁接亲和性、对土壤和自然条件的适应能力及在树体生长发育和产量、品质、贮运加工等性状与当时生产上普遍应用的基因型对比后是否更优良等。北京农业大学植物科技学院园艺植物研究所经过长达 10 年的研究,从原产于我国四川省的小金海棠中筛选得到了全球第一个抗缺铁黄叶病的苹果基因型,并于 1992 年起定植于田间进行抗缺铁黄叶病性状的验证示范和其

他性状的观测。3 年的试验结果表明,小金海棠抗缺铁黄叶病的性状稳定,具有一定的耐盐碱能力,半矮化性状明显,与生产上普栽品种(富士、红星、金冠、国光、北斗、王林等)的嫁接亲和性好,并具有一定的抗病(特别是白粉病)能力。成明昊等(1984)报道,小金海棠作苹果砧木,对我国南北苹果产区的主栽品种或主要推广品种,以及早、中、晚熟品种等,嫁接苗均表现为苗木生长健壮,叶片肥大(表 4);不仅嫁接亲和力好,而且具有一定的矮化效应。小金海棠根系特别发达,固地性好,耐瘠能力强;具有抗旱、耐涝、抗寒等多种抗性。综上所述,尽管小金海棠对缺铁黄叶病的抗性及其对苹果产量、品质的影响还有待于进一步的田间观察验证(尤其是在碱性或石灰性土壤上栽植的以小金海棠作砧木的苹果品种,当结实、进入盛果期后,观察在果实等竞争下,是否发生缺铁黄叶病),但初步的抗缺铁黄叶病性状的田间验证示范及多年来对其他性状的多点观测结果已表明,小金海棠作为一个抗缺铁黄叶病的苹果基因型,已不仅具有重要的资源价值,还具备了作为一个优良苹果砧木而在生产上应用推广的实践意义。

表 4 小金海棠及其对照砧木嫁接苗的生长状况

品种/砧木	茎粗 (cm)	叶重 (g)	叶片厚 (mm)	叶面积 (cm ²)
金冠/湖北海棠	0.55**	0.63	0.20**	31.8**
金冠/M ₇	0.57**	0.88	0.24*	34.9
金冠/小金海棠	0.72	0.99	0.26	38.8
富士/小金海棠	0.68	0.86	0.25	36.6
辽伏/小金海棠	0.91	0.81	0.24	33.7
甜黄魁/小金海棠	0.86	1.03	0.26	39.6
伏帅/小金海棠	0.78	1.13	0.26	45.9

* 差异显著 ** 差异极显著

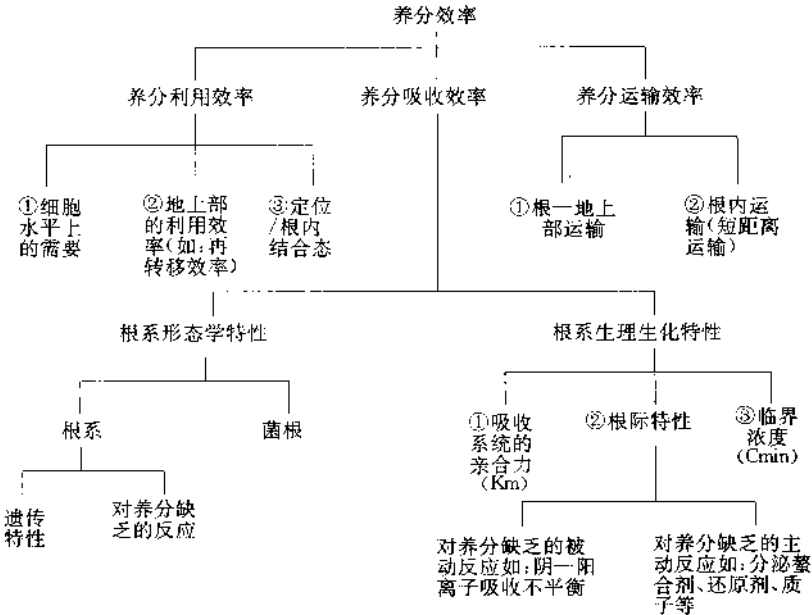


图1 植物养分效率基因型差异的可能机制

Ⅲ. 活化和吸收利用铁素的机制

1986年,德国植物营养学家 Marschner 提出了一个涉及养分吸收、运输和利用的植物不同效率基因型差异的机制(图1)。各国学者的实验证据大多支持并验证了这个机制。之后,Romheld 和 Marschner(1986)根据同行研究结果及自己的大量实验证据,提出了范围广阔的、分别针对非禾本科种及禾本科种的高等植物铁的溶解与吸收方式 I、II 模式(图2)。

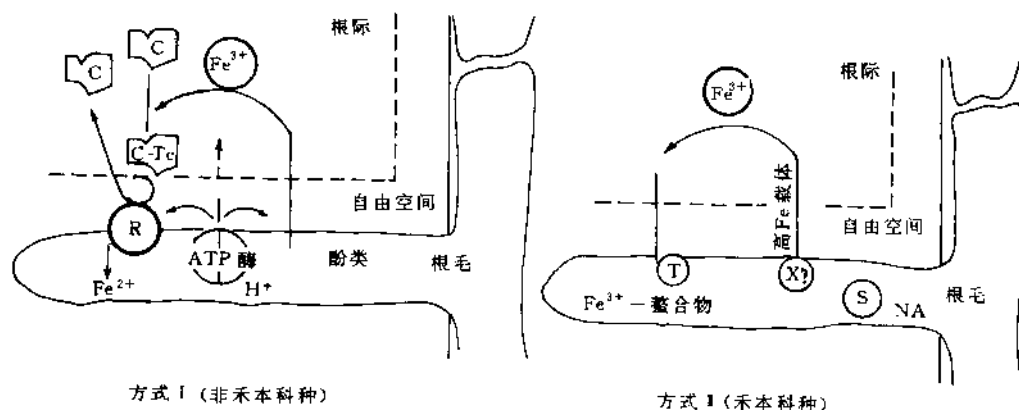


图2 高等植物铁的溶解与吸收方式

果树上,北京农业大学植物科技学院园艺植物研究所在选得铁高效、铁低效苹果基因型的基础上,通过长达10年的大量研究,经比较铁高效及低效基因型在生物学、生理学、生物化学、组织解剖学、吸收动力学及根系特性、根际特性和植物与环境之间相互影响的差异后,首次提出了包括土壤-根-地上部、根际-自由空间-膜-根的苹果活化及吸收利用铁素的机制,即“高效苹果基因型铁的生物活化机制及吸收利用铁的协调系统”(图版2-1)和“低效苹果基因型铁的非生物活化机制及吸收利用铁的非协调系统”(图版2-2)。

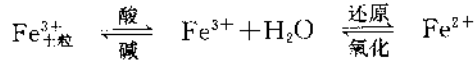
无疑,这两种机制的提出对同为多年生经济作物的果树及其他木本植物有重要的参考价值,并澄清了多年来一直众说纷纭的果树植物吸收利用铁素机制方面的混乱局面。但实际上,目前提出的这两种机制只是勾画出了苹果为主的果树植物活化和吸收利用铁素的机制框架;其中的很多步骤和问题仍需继续加以深入研究和补充,而且有关果树吸收利用铁素的机制还有很多方面仍尚处于未知。这些方面主要有:

A. 铁的活化和吸收

如前所述,果树对铁素的活化和吸收是一个复杂的、受多方因素影响的生理过程。从空间上,它包括了土体、根际微域和根系;从组织部位上,它包含了根表(根毛的有无)、根系自由空间、生物膜和根系及其细胞内的微体;从生物体的有机统一性上,它与地上部之间的相互协调与否的关系对其铁的活化和吸收有重要的影响;而从生物与环境的关系上,外界因素(土壤和环境)无疑影响和修饰着它对铁素活化和吸收的能力与效率;而从根本

上说,果树对铁素的活化和吸收能力与效率的高低是由其遗传上的高效性或低效性所决定的。这些关系在我们所提出的铁高效或低效苹果基因型对铁素活化及吸收利用的机制中已做表述。今后在这方面尚需加强研究的内容有:

1. 土壤和根际微域中铁素的活化 土壤中铁素的活化可简要概括为:



土壤、特别是根际微域中铁素的活化是由下述三方面的因素所控制。一方面是土壤及外界附加的因素,如温度、湿度、孔隙率和气体比率、各种元素含量、 CO_2 及 HCO_3^- 的含量等,诸因子共同作用下的酸碱势及氧化还原电位势影响着铁素的活化程度。这方面的研究已进行了多年,只有在严格控制的条件下,才能获得某一因子的效应。因此,研究者仍需继续搞清单一因子对铁素活化的准确效应;在此基础上,模拟田间条件或在田间状态下,对诸因子的共同作用进行研究,并建立其作用的动态模型。第二方面即土壤及根际中微生物的种类、数量和比例。虽然土体和根际中的微生物对植物吸收铁量的影响还不完全清楚,但其无疑对土壤、特别是根际中铁素的活化有相当的限制或促进作用。这方面的研究、尤其在果树上,尚无人问津,值得果树和微生物工作者联手协作。对铁素活化最为重要的、也是我们重点叙述的第三方面,也即果树本身的分泌物、特别是高效基因型分泌物的数量、种类、属性对土壤铁素、尤其是根际微域中铁素的活化作用。在禾本科作物上,麦根酸在对铁素活化和作为铁载体的作用的发现是植物铁营养研究中最重要突破之一。而双子叶植物、特别是果树上,现已证明其根系、尤其在缺铁胁迫下,分泌有机物质,如酚类、苹果酸、柠檬酸、咖啡酸、香豆酸等;但哪类或哪种物质在分泌物、尤其缺铁胁迫下的分泌物中占优势地位,以及具体的分泌物种类及其量与比例尚不清楚。对这一问题的研究,特别是通过比较高效与低效基因型在正常或缺铁胁迫下分泌物种类、量、比例的差异,将有助于搞清控制铁素活化及载运铁素的优势分泌物,从理论上利于探讨研究优势分泌物的合成过程及在体内的代谢途径;并在实践上对新肥料选型及研制新型铁肥有重大意义。

2. 果树对铁素的吸收 果树吸收铁素的机制现已比较清楚,但下述几方面仍需进一步的深入研究。

a. 膜的作用 膜的半透性及其在元素吸收上的选择性早已被证实,在果树对铁素的吸收上也不例外。近年来,在不同基因型作物对铁素反应的研究中,Bienfait(1985)详细研究并论述了根细胞原生质膜上的氧化还原系统和作用及其与铁吸收的关系(表5)。说明在缺铁胁迫下,特别是高效基因型根细胞原生质膜上存在促进铁吸收的可诱导氧化还原系统。而Buckhout等(1989)和Holden等(1991)在番茄等植物上的研究表明,缺铁胁迫并不能诱导质膜合成新的酶类,但能使根细胞质膜上可能存在的 Fe^{3+} -配合物还原酶类被激活或使合成数量增加。因此,不同基因型果树植物根细胞膜上氧化还原系统、尤其在缺铁胁迫下膜上的氧化还原系统激活与否、以及能否形成可诱导还原系统等方面,还值得深入研究。

b. 特异蛋白 1988年,Bienfait对野生型(FER)和突变型(fer)番茄根细胞膜的蛋白电泳分析表明,低铁条件下FER出现两个特异的蛋白点,fer则没有;高铁条件下,FER和fer都没有特异蛋白点出现。从而认为这两种特异多肽点可能与铁逆境反应的产生有关。