

果树应用稀土微肥研究进展

曹 慧, 兰彦平, 王孝威

(山西农业大学园艺系, 太谷 030801)

中图分类号: S66, S143.7 文献标识码: B 文章编号: 1001-0009(2000)04-0029-03



工作, 在全国性刊物上发表学术论文数篇。

第一作者简介 曹慧, 女, 1990年毕业于山西农业大学园艺系, 同年留校任教, 1997年获果树学硕士学位, 1999年考入中国农业大学攻读博士学位, 主要从事果树生理与分子生物学方面的研究。先后参与了果树矮砧机理、黄土高原旱作果树栽培机理、果树设施栽培、果树周年化设施栽培研究

树应用稀土微肥研究进展作一综述, 以供参考。

1 稀土微肥的在植物体内的含量及分布

植物中稀土元素的含量很低, 在多种植物中的含量为 $4 \sim 168(10^{-6})^{[3]}$ 。由于植物种类、生育期的不同以及外界环境特别是土壤的种类不同, 植物体内稀土元素的含量也有较大差异, 且植物不同部位的含量差异也十分显著^[5]。一般的分布情况是: 根 > 茎 > 叶 > 花 > 果实或种子。植物吸收的稀土元素约有 80% 集中于根部^[4]。另据报道生长在富集稀土的土壤中的薄壳山核桃(Paacan)、栗树、桦树叶片中的稀土含量相对高的多。这些结果显示树木强大根系不但能从土壤中吸取可溶性稀土促进树木生长, 而且能积累在树木器官中。

2 果树应用稀土微肥的生物效应机理

稀土微肥能增加细胞膜对细胞内的电解质外渗的控制力, 控制细胞内电解质的外渗, 可避免或减少细胞膜的伤害, 保护细胞膜且延迟细胞膜的衰老, 从而延长细胞的寿命^[6~11]。稀土微肥能提高细胞内渗透物质、可溶性碳水化合物、可溶性脯氨酸的含量, 调节细胞的持水力, 可提高细胞内束缚水的含量, 减少果树器官、组织的失水, 从而提高果树的抗旱力、抗寒力^[6, 7, 12, 14]。稀土微肥能促进果树细胞内核酸、蛋白质的形成, 特别是诱导产生抗性蛋白质, 能及时修补细胞内线粒体, 更新叶绿体, 提高果树光合器官的质量, 从而提高果树光合速率^[11, 13, 14]。稀土微肥能抑制果树体内 ABA 形成, 对果树各个器官组织细胞都有明显抗衰老的作用^[1, 14]; 稀土微肥可提高硝酸还原酶、 α -淀粉酶、抗坏血酸氧化酶、多酚氧化酶、固氮酶及土壤酶等多种酶类的活性, 能明显促进果树根系对 N 的吸收, 也可促进 N 的转化、运转; 可增加光合酶系统的活性, 特别是对果树光合作用有重要作用的 RUBP 羧化酶的活性; 也可提高叶片内 CAT 的活性, 从而增加果树的光合作用, 利于 C 素营养物质有较多积累^[6, 8, 9, 14]。稀土微肥在某些生化过程中可取代某些金属元素而起作用, 研究表明, 稀土元素的三价离子, 特别是镧与钙离子的半径相似, 在一定程度上可占有钙离子

稀土元素又称镧系元素, 是位于元素周期表中第六周期第 IIIB 族的一组元素, 包括原子序数从 57 到 71 的镧(La)、铈(Ce)等 15 个元素及其性质相似的钪(T)、钇(Y)共 17 种元素的盐类化合物, 由于数量很少, 所以这些元素称稀土元素^[1]。根据稀土元素的化学性质及电子结构等特点, 通常将其分为两组: 一为钪组(也称轻稀土), 包括镧(La)、铈(Ce)等前 8 种元素; 二为钇组(也称重稀土), 包括其余 9 种元素。现在农用稀土微肥以镧(La)、铈(Ce)这两个元素为主, 包括少量镨(Pr)、钕(Nd), 一种轻稀土的无机盐或有机盐类, 通常为硝酸盐 $[R(NO_3)_2]$ 的混合物, 含稀土氧化物(R_2O_3)38.7%。我国是世界上稀土资源最丰富的国家, 稀土储量 3600 万吨, 约占世界储量的 80%。稀土在我国的应用领域十分广泛, 在农业、轻工业方面的应用已列世界之茅^[2]。我国自 70 年代起, 广泛开展了稀土农业应用及植物生理效应研究, 并积累了大量试验资料, 在果树生产中的稀土应用研究是随着稀土农用研究的发展而开始的。稀土在果树上效果也很明显, 迄今为止, 稀土微肥已在苹果、梨、葡萄、枣、杏、核桃、板栗、柿、山楂、柑橘、荔枝等果树上得到较为广泛的应用, 并取得显著效果。本文对近十几年来果

稿件修回日期: 2000-03-14

的吸收位置或者代替蛋白质中钙离子的结合位置,而影响与钙离子有关的许多生化反应过程以及与钙离子有关的酶的活性、钾钠离子的渗透性和细胞膜的稳定性^[6-10]。因此,有的专家称稀土元素是“超级Ca”。

3 果树应用稀土微肥对生理活动的影响

3.1 对果树根系发生、生长及营养代谢的影响

我国南方种植柑橘、荔枝等果树,常采用圈枝育苗的方法,将含有稀土泥浆的圈环划皮上,可以快生根、发芽,使发芽率提高10%~20%。生产上用1000(10^{-6})稀土微肥浸泡葡萄插穗12h,可使扦插穗的生根率和根量提高2倍,根长可增加37%,根总干重增加18.75%;对龙眼、板栗生根困难的树种,插条生根率可提高35%~60%^[15];果树施用稀土微肥还可提高根系对矿质元素的吸收,提高叶内N、P、K的含量,6月初1500(10^{-6})稀土微肥喷施金冠、红星苹果,使叶片内N、P、K含量分别提高了7.04%、1.6%、5.88%;23.18%、3.8%、18.6%;酥梨在盛花期喷500~800(10^{-6})稀土微肥可显著提高叶片内N含量28.6%~37%、P含量40.1%~58.3%、K含量20%~35.2%;核桃叶片N、P含量分别提高8.8%、14.3%;山楂叶片喷施稀土微肥后,叶片中除N、P、K含量提高外,Ca含量提高7.8%~16.2%,Mg含量提高42.3%,Fe含量提高3.3%~22.2%,Zn含量提高4.9%~27.0%。稀土微肥喷施葡萄叶片N、P、K含量分别提高3.4%~12.4%、0.7%~34.5%、5.4%~21.8%;枣树叶片N含量提高4.1%~15%、P含量提高9.9%~16.7%^[16-21]。

3.2 对果树光合作用、蒸腾作用的影响。

稀土微肥可显著提高果树叶片内叶绿素含量,提高果树光合作用强度。喷施稀土后红星苹果叶片叶绿素含量增加20%~30%,光合强度提高10.6%~33.8%;雪花梨叶绿素含量增加3.2%~19%,光合强度提高6%~16.4%;龙眼、荔枝叶绿素含量分别提高31%~37%、11%~14%;600(10^{-6})稀土液喷施杏、板栗,可使光合强度比对照高8.82mg(干重)/dm²、5.93mg(干重)/dm²;柿树喷300(10^{-6})稀土可使叶绿素含量比对照提高78.7%;葡萄叶面喷施稀土微肥可使叶绿素含量提高16.7%~21.7%,光合强度提高88.3%~109.7%^[17,20-23]。600~900(10^{-6})稀土微肥喷施苹果、柿、杏树时,叶片的气孔扩散阻力增加,蒸腾速率下降,如苹果在900(10^{-6})稀土喷施下,其气孔扩散阻力比对照降低0.22s/cm,柿树比对照降低0.041s/cm,杏树降低0.036s/cm,这可能有助于提高果树的抗旱能力。

3.3 对果树抗逆性的影响

施用稀土微肥还可提高果树的抗逆性、抗病性^[17,24]。在鸭梨上可减少病果12%,降低褐心病,延长果实贮藏时期;在葡萄上可减少缺铁病发生,减少炭疽病、白粉病发生。稀土微肥对水果的一些病害也表现出不同程度的防治效果。

4 果树应用稀土微肥的增产效果

4.1 促进种子萌发,提高栽植成活率

用稀土浸过的荔枝、龙眼种子,出苗率比用清水浸种的提高30%~35%,在板栗苗圃里施用稀土,一年生苗高生长增加18.4%~20.5%,提高了苗木的质量;稀土用于荔枝圈枝育苗,发根率达90%~100%,比对照提高10%~20%;因此,施用稀土微肥可促进营养积累,培养壮苗,缩短幼苗的缓苗期,提高苗木成活率。

4.2 促进树体的生长发育

长富2号在盛花期喷500(10^{-6})可提高百叶厚度0.8cm,增加百叶面积98.2cm²;国光苹果在盛花期用1000(10^{-6})稀土喷施叶面可增加当年新梢量16.37%,单叶面积增加8.28%,单叶重量增加11.1%;雪花梨在新梢旺长期喷500~800(10^{-6})可使春梢生长量增加25.2%~25.9%,半叶重增加8.2%~16.88%,单叶面积增大12.52%~17.02%;杏在花期喷300(10^{-6}),可使叶片厚度增加12.6%,单叶面积增大30%;枣树上施用可使枣头生长量增加4.9~8.35cm,叶面积增加12.1~31cm²;栗树在花期和果实膨大期喷施100(10^{-6})稀土元素,可使新梢长度和百叶重分别提高3.8%和13.4%;苹果幼苗用稀土微肥处理2月后比对照增高20.5%,茎可增粗18%,叶片数量增加21.1%,植株鲜重增加57.7%。在香蕉树上,施用稀土的绿叶数增加13.7%~14.8%,功能叶增加8.9%~12.9%,叶片寿命延长2~5d^[24,25]。

4.3 提高座果率,增加产量

金冠苹果在盛花期喷施500(10^{-6})稀土微肥可提高座果率9.4%,增产22.2%;1000(10^{-6})喷施国光苹果可提高花朵座果率1%~7%,增产11.6%~20.8%;在盛花期喷施500(10^{-6})稀土微肥可使酥梨提高花朵座果率6.96%,增产幅度为19.5%;核桃在初花期和盛花期喷施400(10^{-6})稀土微肥,可使平均座果率提高10.9%,平均结果密度提高26.9%,单株产量增加32.2%;300(10^{-6})稀土液喷施板栗,枣吊结果密度和座果率分别提高181.8%和223.3%,单株产量提高90.8%;喷施金丝小枣,花期座果率提高24%~35%;板栗在盛花期喷800~1000(10^{-6}),可提高座果率8.9%~57.6%,葡萄施用稀土微肥可提高座果率24%~26%,果穗重增加8.0%~24.3%,产量增加9%~11%;100(10^{-6})喷施栗树可使单粒重增加23.1%,百苞粒重增加41.2%;在荔枝、龙眼上使用稀土微肥后产量分别提高26.9%和23.7%^[6,18-25]。

4.4 改善果实品质

果树使用稀土微肥后,促进了果实早熟,增加了果品中糖、酸、Vc、蛋白质等养分含量,从而提高了果品质量,苹果施用稀土微肥后总糖含量提高5%~20%,Vc含量增加22%~39%,果皮中花青苷增加1.6~3.2倍,苹果酸含量有所下降,这使果品的糖酸比得到改善,酸甜可

口,且果实着色面积增大,色泽鲜艳;枣果使用稀土微肥后,着色期提早6~7d,有机酸含量增加9.8%,Vc含量增加6.8%,总糖含量提高48%;喷施稀土微肥的核桃果实,蛋白质含量提高6.6%,脂肪含量提高11%,营养成分总量提高7.6%;喷施稀土对葡萄的品质也有影响,使Vc含量增加45%,果实总糖含量增加5.1%,糖酸比提高7%,增加了葡萄果实的色泽和风味。香蕉喷施稀土微肥后,可溶性固形物含量增加4%~16%,糖分增加4%,蛋白质增加4%~12%,Vc增加4%~6%;稀土处理的荔枝、龙眼中糖分含量提高5.1%~16.0%,Vc增加4.8%~14.7%,蛋白质增加27.6%,荔枝果皮肉厚皮薄,可食部分增加4.5%^[15,16,19,22,24,25]。

5 农用稀土微肥的卫生毒理学

农用混合硝酸稀土为低毒物质,大量研究表明,稀土元素属低毒类。无毒性阈值400mg/g以下,农用稀土微肥的天然放射性元素含量不超过国际标准规定的限量,与现在使用的N肥相当,低于P肥。因此,农用稀土微肥不是放射性物质,对哺乳动物无明显毒性作用,可推广使用。据中国医学科学院卫生检验所连续3年测定,稀土微肥使用后果实内的残留量为:苹果0.06~0.07(10⁻⁶),梨0.05~1.6(10⁻⁶)。因此可以认为,使用稀土微肥后的果实不会对人体有放射性危害,也不会引起任何污染。

6 果树应用稀土微肥施用原则、方式、时期及浓度

6.1 施用原则

稀土微肥溶液配制稀释时,应用pH5~6微酸性的干净水。在碱性溶液和硬水里不能溶解并沉淀,因此,稀土微肥和碱性肥料混合使用易产生沉淀而影响肥效,在配制时应用硝酸或醋酸将水的pH值调至5~6。稀土微肥可与粉锈宁、代森锌、杀虫霜、溴氰菊酯、三氯杀螨醇等农药混合使用。稀土微肥同适宜浓度的硼、GA、乙烯利、叶面宝等激素或营养物质配合使用,增产效果会更好。稀土微肥不能代替任何有机或无机肥料,只有在各种养分充足的条件下,施用稀土微肥才可提高效应。

6.2 施用方式和时期

在果树上施用稀土微肥,可采用叶面喷施、土壤沟施,也可浸泡砧木种子,或与种子拌种,也可浸泡插穗。果树一般以叶面喷施为宜,施用时选择无风或微风的晴天上午10时或下午4时左右进行喷施。适宜施用时期如下:苹果:花期、果实着色期或膨大期;梨:盛花期、新梢旺长期;桃:盛花期、幼果期;柿:花期;葡萄:花前、生理落果期、浆果着色期;草莓:盛花期;柑橘:花期、幼果期、新梢抽生初期、座果期。

6.3 施用浓度

施用稀土有一定临界浓度,超过临界浓度会抑制矿物质吸收和树体生长发育,且随浓度加大药害加重,严重时灼伤花瓣、叶片及幼梢,甚至次年部分枝条枯死。高浓度稀土还会降低植株的抗逆、抗病能力。

果树施用稀土微肥的适宜浓度表

树种	有效范围浓度	最佳浓度	受害临界浓度
苹果	100~200(10 ⁻⁶)	500(10 ⁻⁶)	1000(10 ⁻⁶)
梨	100~800(10 ⁻⁶)	500~800(10 ⁻⁶)	1500(10 ⁻⁶)
杏	300(10 ⁻⁶)		
枣	100~800(10 ⁻⁶)	300(10 ⁻⁶)	
葡萄	100~3000(10 ⁻⁶)	300~1000(10 ⁻⁶)	
核桃	300~1000(10 ⁻⁶)	500(10 ⁻⁶)	
山楂	300~500(10 ⁻⁶)		
板栗	100~3000(10 ⁻⁶)	400(10 ⁻⁶)	
草莓	300~500(10 ⁻⁶)		
龙眼	50~100(10 ⁻⁶)		200(10 ⁻⁶)
香蕉	100(10 ⁻⁶)		
柑橘	100(10 ⁻⁶)		200~400(10 ⁻⁶)
荔枝	50~100(10 ⁻⁶)		200(10 ⁻⁶)

7 今后研究重点方向

稀土微肥虽然在果树上得到较为广泛的应用,并取得显著效果,但果树应用稀土微肥的作用机理、生物学效应本质还不清楚;并且稀土微肥有效施用的条件及标准尚需完善;稀土农用的卫生毒理学机理与规律性有待进一步研究,稀土农用制剂产品质量和卫生学监测等需规范化。因此,今后应进一步加强稀土农用的作用机理及生物效应本质的研究,加强稀土农用的卫生毒理学机理与规律性的研究,进一步探讨稀土对果树生理、生长的影响及其在果树体内和果实中的分布,探讨稀土与激素间的加合效应等问题,从而为生产上应用稀土微肥提供可靠的理论依据,以进一步扩大果树施用稀土微肥的树种并加快推广速度。

参考文献

- 陈蓬.林业科技通讯[J],1990,(10):22~30
- 胡勤海等.植物生理学通讯[J],1996,32(4):296~300
- 刘铮.土壤学进展[J],1983,(3):1~6
- 郭伯生等.北京:中国农业科学出版社[J],1988,46~49
- 邝炎华等.环境科学[J],1981,2(1):40~44
- 潘廷国等.福建农学院学报[J],1991,20(4):440~443
- 高粱等.农业环境保护[J],1988,7(4):7~11
- 张勇等.西南农业大学学报[J],1991,13(4):416~420
- 高粱等.稀土[J],1989,10(2):25~28
- 焦根林等.中国稀土学报[J],1992,10(4):256~258
- 杨俊林等.中国稀土学报[J],1992,10(1):86~88
- 黄倍等.中国稀土学报[J],1993,11(1):65~67
- 沈博礼等.稀土[J],1994,15(2):71
- 关兆明等.中国稀土学报[J],1984,2(2):75
- 连友钦.林业科技通讯[J],1991,(4):22~24
- 杨成恒等.北方果树[J],1997,(4):5~8
- 何世玟等.山西果树[J],1991,(1)31~32
- 魏书奎.山西果树[J],1994,(4):12~13
- 宋启华.山西果树[J],1996,(4):21
- 古润泽等.稀土[J],1991,(2):58~60
- 杨成恒等.辽宁农业科学[J],1990,(6)21~27
- 曹川键等.宁夏农林科技[J],1991,(3):54~55
- 赵兰勇等.林业科学[J],1997,33(4):374~379
- 冯巾帼等.林业科学[J],1991,14(4):24~27
- 董天虎等.果树科学[J],1992,9(2):103~105