

# 缺素胁迫对软枣猕猴桃幼苗生长的影响

陈 鑫, 刘 丹, 李 然 红, 孙 雪 芳

(牡丹江师范学院 生命科学与技术学院, 黑龙江 牡丹江 157011)

**摘 要:**以软枣猕猴桃幼苗为试材,研究了缺铁(Fe)、镁(Mg)、磷(P)、钙(Ca)、钾(K)、氮(N) 6种元素对其幼苗生长及生理指标的影响。结果表明:不同缺素处理对其幼苗的生长发育及生理指标均能产生不同程度的影响,其缺钙(-Ca)、钾(-K)、氮(-N)对软枣猕猴桃幼苗根长、株质量、株高影响显著;游离脯氨酸(Pro)含量、丙二醛(MDA)含量、过氧化物酶(POD)活性及超氧化物歧化酶(SOD)活性均明显增加。

**关键词:**软枣猕猴桃幼苗;缺素;幼苗

**中图分类号:**S 663.404<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)19-0027-04

软枣猕猴桃(*Actinidia arguta*)属多年生木质藤本植物,别名软枣子,是猕猴桃属中在中国地域分布最为广泛的野生果树树种之一<sup>[1]</sup>。分布于东北、西北、华北、山东以及长江流域,以中国东北三省资源最为丰富<sup>[2]</sup>。软枣猕猴桃为浅根性植物,其侧根和细根多而密集,但主根不发达,一年生苗生长较慢,主枝不分枝,软枣猕猴桃老枝深褐色、灰褐色,光滑无毛。叶膜质或纸质,平展稍褶皱,椭圆形或卵圆形,基部心形,少有近圆形,先端渐尖或急尖;叶脉明显,黄绿色,无毛或稍被茸毛;叶缘具单锯齿至芒刺状,黄绿色,无毛;叶被沿叶脉疏生灰褐色短茸毛。软枣猕猴桃开花期的早晚主要取决于春天的气温,同一棵树上,开花顺序大部分是先上后下、先内后外。花的寿命长短受天气条件的影响。如果软枣猕猴桃在肥水条件好、管理水平高的条件下,百年老树亦可开花结果<sup>[3]</sup>,雄花单生或聚伞花序<sup>[4]</sup>。果实长圆柱形

或近圆形,平均果质量2~10 g;果皮绿色或黄绿色具纵条纹,光滑无毛;果肉绿色、肉质细致、果心小、多汁、味酸甜、有果香。适宜土层深厚、疏松、肥沃、排水和保水性好的冲积土;最怕黏性重、易积水、强酸性或碱性的土壤<sup>[5]</sup>。其根、茎、叶、花、果都可入药,具有生津润燥、活血散瘀、调中理气、祛风解毒、清热利水之功效,被誉为“果中之王”。软枣猕猴桃的枝条含纤维,可制高级文化用纸,枝内含水溶性胶液,可做造纸、建筑上的粘合剂;叶厚肥嫩,含淀粉、蛋白质、维生素和多种矿物质,是优质饲料<sup>[6]</sup>;软枣猕猴桃花为较好的蜜源,含挥发油,可提取香料;果实除鲜食外,还可以加工成果汁、果脯、果酱等,是轻工食品的重要原料。20世纪70年代末,我国开始重视软枣猕猴桃的研究工作,为适应农业结构调整的需要,许多市县把软枣猕猴桃当作脱贫致富的支柱产业,从小面积的引种试栽到初步形成产业化、基地化、标准化的大面积商品生产基地<sup>[7]</sup>。氮、磷、钾、钙、镁、铁等微量元素是植物生长所必需的营养元素,这些元素对植物都是同等重要、无可取代,缺乏任意一种都可能导致植物生长发育的病态。目前对植物缺素症状影响的研究较多,但是在软枣猕猴桃方面的研究较少。软枣猕猴桃是非常理想的天然保健食品,该试验通过开展对软枣猕

**第一作者简介:**陈鑫(1982-),男,硕士,实验师,现主要从事植物病理学等研究工作。E-mail:swxcx@126.com.

**基金项目:**牡丹江师范学院科研资助项目(QY2014009);生物教学实验中心运行机制与管理模式的研究与实践资助项目(14G186);牡丹江师范学院服务地方专项资助项目(FD2014003)。

**收稿日期:**2016-05-06

**Abstract:** With grass orchard and clean tillage of apple orchard as research object, by correlating between fruit quality and orchard grass on the different canopy and parts of apple tree, and relationship of between internal quality factors, exploring the purpose of improving the ecological environment of orchard, achieving the high quality and yield of fruit trees. The results showed that perennial grass orchard, the orchard of the upper, middle and lower layers of the grass was significantly higher than that of the clean tillage, grass orchard of fruit quality in different canopy in different parts of fruit weight, titratable acidity content, vitamin C content was better than clean tillage orchard. The differences of silver load in the fruit quality of two orchards were obvious.

**Keywords:** *Malus pumila* cv. 'Fuji'; grass orchard; clean tillage; canopy; quality; correlation

猴桃幼苗缺素培养,探究软枣猕猴桃幼苗在缺素环境下其生长发育和机体内相关酶活性的影响,为解决软枣猕猴桃缺素症状的诊断和栽培管理提供理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

软枣猕猴桃种子采集于牡丹江市横道河子附近山区。

### 1.2 试验方法

试验用高 10 cm、口径 8 cm、地径 5 cm 的营养钵,每钵播种 5 粒软枣猕猴桃种子,置于培养室中,25 ℃光照 16 h、18 ℃黑暗 8 h 交替变温培养。40 d 后出苗置于液体瓶,胁迫处理 20 d,处理期间每 2 d 浇 1 次无菌水,每周浇 1 次完全 Hoagland 营养液或缺素营养液;胁迫处理 20 d 后,选取每个处理中的 10 株取样进行生长、理化指标测定;设置 6 个缺素处理:缺磷(—P);缺钾(—K);缺钙(—Ca);缺镁(—Mg);缺铁(—Fe);缺氮(—N)。设置 2 个对照组:阳性对照全素培养液培养(CK<sup>+</sup>);阴性对照蒸馏水培养(CK<sup>-</sup>);同一处理重复 3 次。

### 1.3 项目测定

株高、根长、胚轴长采用直尺测量法测定;株质量、根质量、胚轴质量采用电子天平称重法测定;过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚法测定;超氧化物歧化酶(SOD)活性采用氮蓝四唑光还原法测定;丙二醛(MDA)含量采用 2-硫代巴比妥酸(TBA)法测定;叶片游离脯氨酸(Pro)含量采用磺基水杨酸提取法测定<sup>[8-10]</sup>。

表 1 缺素处理对软枣猕猴桃幼苗生长发育的影响

Table 1 Effect of different element deficiencies on *Actinidia arguta* seedlings

处理 Treatment	株高 Plant height/cm	根长 Root length/cm	株质量 Plant weight/g	根质量 Root weight/g	胚轴长 Hypocotyl length/cm	胚轴质量 Hypocotyl weight/g
CK <sup>-</sup>	3.16±0.17d	5.71±0.60e	0.41±0.07d	0.036±0.006d	0.70±0.09c	0.023±0.002c
CK <sup>+</sup>	6.30±0.43a	8.67±0.32a	1.19±0.11a	0.116±0.003a	1.61±0.13a	0.047±0.002a
—Fe	5.26±0.44c	6.98±0.21d	0.93±0.02c	0.100±0.020b	1.07±0.09c	0.043±0.001a
—Mg	5.63±0.16b	8.26±0.26b	1.03±0.10b	0.123±0.013a	1.16±0.13c	0.042±0.007a
—P	5.53±0.48b	7.48±0.25c	0.81±0.15c	0.093±0.043b	1.04±0.15c	0.033±0.004b
—Ca	4.66±0.19c	6.03±0.39e	0.69±0.09c	0.050±0.010c	0.92±0.15c	0.033±0.006b
—K	4.92±0.33c	7.39±0.21c	0.43±0.12d	0.046±0.006c	1.27±0.11b	0.034±0.006b
—N	4.18±0.36d	6.93±0.57d	0.63±0.09c	0.066±0.021c	1.09±0.28c	0.033±0.004b

注:同列数据中不同小写字母表示处理间差异显著( $P<0.05$ )。

Note: The treatments are significantly difference in different small letters ( $P<0.05$ ).

### 2.2 缺素处理对软枣猕猴桃幼苗酶活性的影响

2.2.1 不同缺素处理对软枣猕猴桃幼苗脯氨酸(Pro)含量的影响 植物体内 Pro 含量在一定程度上反映了植物的抗逆性,逆境条件下植物体内 Pro 含量显著增加,因此测定 Pro 含量可以作为缺素胁迫的生理指标<sup>[11]</sup>。由图 1 可以看出,缺素胁迫下的 CK<sup>-</sup> 处理含量最高,—Mg、—N 的 Pro 含量显著高于其它处理,—Fe、—P 的 Pro 含量差异并不显著,却明显高于—Ca、—K,全素处理的植株 Pro 含量最低为正常值。说明—Mg、—N 明显增加了 Pro 在植物体内的积累,此时植物细胞质内渗透调

### 1.4 数据分析

试验数据采用 Microsoft Excel 和 SPSS 18.0 进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 缺素处理对软枣猕猴桃幼苗生长发育的影响

如表 1 所示,不同缺素条件胁迫下,软枣猕猴桃幼苗的株高、根长、株质量、根质量、胚轴长以及胚轴质量均有不同程度的影响。其株高方面 CK<sup>+</sup> 处理显著高于其它处理,—Mg、—P 又显著高于—Fe、—Ca、—K,—N 和 CK<sup>-</sup> 处理明显最低;—Mg 处理的根长显著高于—P、—K,—Fe、—N 之间没有显著差异,但明显低于—P、—K 又高于—Ca、CK<sup>-</sup> 处理;其株质量 CK<sup>+</sup> 和—Mg 明显高于其它处理,而—Mg 显著低于全素处理,—Fe、—P、—Ca、—N 差别不大却显著高于—K、CK<sup>-</sup>;根质量方面 CK<sup>+</sup> 和—Mg 没有明显差异并明显高于其它处理,—Fe、—P 显著高于—Ca、—K,—N,CK<sup>-</sup> 处理最低;CK<sup>+</sup>、—K 的胚轴长明显高于其它,CK<sup>+</sup> 显著高于—K;胚轴质量之间差异较小,CK<sup>+</sup>、—Mg、—Fe 明显高于其它处理,而处理之间没有明显差异。其结果表明—Mg 对于软枣猕猴桃幼苗影响较小,而—N 明显影响其株高,—Ca 显著影响其根长,—K 对植株质量有影响,而—P、—Fe 对植株的株高、根长、胚轴长、胚轴质量等均有明显的影响。

节失衡严重,植株抗逆机能大幅增加,胁迫作用极大,而—Ca、—K 处理相对 CK<sup>+</sup> 几乎没有变化,说明对其 Pro 含量的影响甚小。

2.2.2 不同缺素处理对软枣猕猴桃幼苗丙二醛(MDA)含量的影响 MDA 含量是膜脂过氧化最重要的产物之一,植物衰老或受到胁迫时,细胞膜透性增加,离子渗出率上升,其含量的增加能够反映细胞膜损伤的程度,因此可以间接反映植物胁迫下的生理指标<sup>[12]</sup>。图 2 所示,CK<sup>-</sup> 和—Ca 处理显著高于其它处理,—K、—P、—Fe、—N、—Mg 的 MDA 含量差异不明显,—Fe、—K 处理略

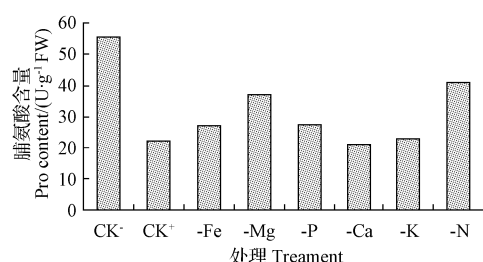


图1 不同缺素处理对软枣猕猴桃幼苗脯氨酸含量的影响

Fig. 1 Effect of different element deficiencies on

Pro content of *Actinidia arguta* seedlings

低,但显著高于CK<sup>+</sup>处理。表明缺素处理均对软枣猕猴桃幼苗的MDA含量产生了不同程度的影响,而-Ca后的植株MDA含量高出正常植株近3倍,说明Ca离子能够直接影响细胞膜脂过氧化的过程,Ca离子的缺失还能加剧细胞膜的损伤,导致植株老化加速和抗逆能力的下降。

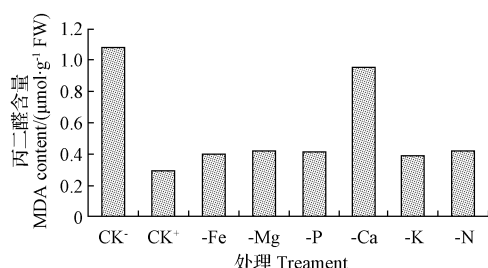


图2 不同缺素处理对软枣猕猴桃幼苗丙二醛含量的影响

Fig. 2 Effect of different element deficiencies on

MDA content of *Actinidia arguta* seedlings

2.2.3 不同缺素处理对软枣猕猴桃幼苗过氧化物酶(POD)活性的影响 POD广泛存在于植物体中,与呼吸作用、光合作用及生长素的氧化有关,能够作为逆境反应和植株老化的生理指标。由图3可知,CK<sup>-</sup>、-N处理时POD活性最高,是CK<sup>+</sup>的4倍,而-Mg、-Ca、-P条件下的POD活性显著低于CK<sup>-</sup>、-N,仅为其1/2~1/3;CK<sup>+</sup>、-Fe、-K处理的POD活性最低且之间无明显差异。试验结果表明,植物幼苗在-N条件下能够严重危害其呼吸作用、光合作用及生长素的氧化反应,致使POD活性急速增大用以植物缓解在胁迫环境中的副作用;-Fe、-K对于POD活性几乎没有影响,而-Mg、-Ca、-P对于植物幼苗的影响也较小。

2.2.4 不同缺素处理对软枣猕猴桃幼苗超氧化物歧化酶(SOD)活性的影响 SOD是植物机体内天然存在的超氧自由基清除因子,对植物细胞起保护作用,在植物生长发育过程中受到逆境的影响,均能使其酶活性增加<sup>[13]</sup>。如图4所示,CK<sup>-</sup>、-N、-P处理时其SOD活性显著高于其它处理,但其处理之间差异不大;-Ca、-K

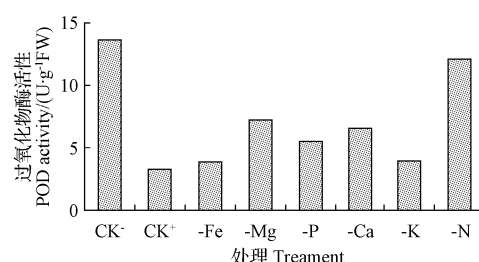


图3 不同缺素处理对软枣猕猴桃幼苗过氧化物酶活性的影响

Fig. 3 Effect of different element deficiencies on

POD activity of *Actinidia arguta* seedlings

显著高于CK<sup>+</sup>、-Fe、-Mg、-Ca处理;而在CK<sup>+</sup>、-Fe、-Mg处理中没有明显差异,CK<sup>+</sup>、-Fe略低于-Mg处理,是CK<sup>-</sup>、-N、-P处理时SOD活性的2/3。说明-N、-P对于植物的生长发育有直接影响,N、P离子的缺失能够导致植物细胞内活性氧产生和清除的失衡,从而导致植物细胞结构和功能的破坏。

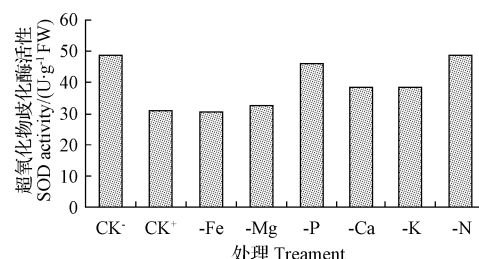


图4 不同缺素处理对软枣猕猴桃幼苗超氧化物歧化酶活性的影响

Fig. 4 Effect of different element deficiencies on

SOD activity of *Actinidia arguta* seedlings

### 3 结论与讨论

铁(Fe)、镁(Mg)、磷(P)、钙(Ca)、钾(K)、氮(N)6种元素均为软枣猕猴桃幼苗的必需营养元素,对其幼苗生长及相关酶活性均有不同程度的影响。铁的缺乏症状:铁进入植物体后即处于固定状态,老叶子中的铁因不易转移而使体内铁不被再度利用,因此缺铁时,老叶片呈现绿色,嫩叶则是失绿状态。镁的缺乏症状:镁作为叶绿素的组成部分在缺镁时老叶上的尖端由淡绿变黄再变紫,随后向四周扩展,但叶脉仍保持绿色,严重时叶片枯萎、脱落。磷的缺乏症状:植物缺磷时叶片呈现非常态的深绿色或蓝绿色,叶柄和叶脉两边还可能呈现病态的红色或紫色条纹,同时叶柄、叶片上也会发生枯萎和带有斑点状态。钙的缺乏症状:钙在植物体内输送慢,因此幼嫩部份已有缺钙发生时,老叶仍存有大量的钙。缺钙时叶片尖端呈现黄白化,叶缘向上或向下皱褶。幼叶叶脉仍为绿色,严重时黄白化的幼叶出现枯死症状。钾的缺乏症状:钾在植物体内的移动性很强。在所有新



生组织和新生的部分,都含有很多钾。缺钾时,植株变弱易倒伏,叶色变黄,叶子卷曲,逐渐坏死。氮的缺乏症状:因作物种类而略有不同。一般来说叶片小而畸形,节间、叶脉间常伴有叶片黄化,但叶脉旁边仍保持植物原有的绿色<sup>[14]</sup>。试验结果表明,植物幼苗缺铁时幼苗新叶呈现失绿状态,且株高、根长、株重、根重和胚轴长均低于正常水平,植株总体矮小,但缺铁对于幼苗酶活性的影响不大;Pro、MDA 含量、POD 活性稍高于阳性对照。缺镁在幼苗期表现为有部分叶片枯萎、脱落,这与汤美巧<sup>[15]</sup>的研究的结果相一致,生长发育方面较阳性对照差别不大只是胚轴长差别明显;在酶活性方面影响显著,其 Pro 含量、POD 活性高出 CK<sup>+</sup> 1 倍,虽然生长没有受到影响但其叶片枯萎、脱落表明植株体内过氧化氢毒害植物细胞严重,对植物幼苗有巨大威胁。植物幼苗缺磷时叶片呈现非常态的深绿色,叶脉两侧有红色条纹,叶片有斑点,缺磷还影响其根长、株重和胚轴长;Pro、MDA 含量、POD 活性均稍高于 CK<sup>+</sup>,而 SOD 活性也偏高,说明幼苗毒害物质严重威胁其植物根、叶。钙在植物体内输送较慢,缺钙时叶片尖端呈现黄白化、根系短少,幼苗缺素培养后其各项生长发育指标均显著低于 CK<sup>+</sup>,以根长最为明显,其酶活性除 Pro 并无明显差异外,均显著高于 CK<sup>+</sup>,MDA 高于 CK<sup>+</sup> 近 3 倍,这表明软枣猕猴桃幼苗在缺钙胁迫环境下受害严重,除出现叶片黄白化外,植株矮小根系发育受限,体内酶活性变化巨大,植物发育不良,在 6 个处理中表现最为显著极大威胁其生长。钾在植物体内的移动性很强,缺钾时植株变弱易倒伏,其生长发育方面仅次于缺钙处理,各项指标均显著低于 CK<sup>+</sup>;而酶活性变化不显著,其 MDA、SOD 活性稍高于 CK<sup>+</sup>,其结果说明缺钾处理主要用于植物生长,造成植物发育矮小、根系不发达、植株鲜重偏轻,株茎过细易倒伏。氮的缺乏症状为叶片小而畸形、叶片黄化、植株矮化;结果分析得到缺氮时其株高显著低于

CK<sup>+</sup>,其它生长指标偏低;酶活性方面变化巨大,Pro 含量、MDA 含量、SOD、POD 活性均显著高于 CK<sup>+</sup>;说明氮的缺乏和缺钙相同,其植株矮小、根系发育不足,体内酶活性随机抗性变化巨大,植物发育不良,接近死亡边缘。因此,在种植软枣猕猴桃初期应合理添加微量元素,尤其是氮、钙元素的补充。

### 参考文献

- [1] 秦岭,曹家树. 园艺植物种质资源学[M]. 北京:中国农业出版社, 2005:140.
- [2] 胡忠,陈伟,李坤明. 昭通地区野生猕猴桃资源及其利用评价[J]. 中国野生植物资源,2006,25(2):39-41.
- [3] 于顺利,林允兴. 瓦韦属植物的系统学研究[J]. 植物分类学报,1997, 35(4):341-347.
- [4] 朱鸿云,刘晓,张忠慧,等. 软枣猕猴桃[M]. 北京:中国林业出版社, 2009:76.
- [5] 赵兰花,朴一龙. 软枣猕猴桃研究进展[J]. 北方园艺,2008(3):25-26.
- [6] 李红艳,殷东生,兰士波. 软枣猕猴桃经济价值适应性及高效经营技术述评[J]. 黑龙江生态工程职业学院学报,2011,24(5):20-21.
- [7] 刘慧涛,张冰冰. 东北地区野生软枣猕猴桃资源现状及开发利用[J]. 黑龙江生态工程职业学院学报,2006(4):31-35.
- [8] 王学奎. 植物生理生化试验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社, 2006,24(5):20-21.
- [9] 李忠光,龚明. 植物中超氧阴离子自由基测定方法的改进[J]. 云南植究,2005,27(2):211-216.
- [10] GONG H J, ZHU X Y, CHEN K M, et al. Silicon alleviates oxidative damage of wheat plants in pots under drought[J]. Plant Science,2005,169: 313-321.
- [11] 尹永强,胡建斌,邓明军. 植物叶片抗氧化系统及其对逆境胁迫的响应研究进展[J]. 中国农学通报,2007,23(1):105-110.
- [12] 张林刚,邓西平. 小麦抗旱性生理生化研究进展[J]. 干旱地区农业研究,2000(18):87-91.
- [13] 陈鑫,李然红,刘丹,等. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 胁迫对软枣猕猴桃幼苗生长发育的影响[J]. 黑龙江科技信息,2015,13(5):118-119.
- [14] 吴天山. 微量元素在植物生长中的作用[M]. 北京:中国农业出版社, 2006.
- [15] 汤美巧. 微量元素对植物生长的作用[J]. 江西农业大学学报,2001, 29(2):21-26.

## Effect of Element Deficiency on Growth of *Actinidia arguta* Seedling

CHEN Xin, LIU Dan, LI Ranhong, SUN Xuefang

(Department of Biology, Mudanjiang Normal University, Mudanjiang, Heilongjiang 157011)

**Abstract:** Taking *Actinidia arguta* as test material, the effect of Fe, Mg, P, Ca, K and N element deficiency treatment on growth and physiological indexes of *Actinidia arguta* seedling was studied. The results showed that the growth and physiological indexes were affected with different degrees indicating that the response of element deficiency was different. And effect of Ca, K and N element deficiency mostly appeared significant on root length, plant weight, plant height. The contents of Pro, MDA and the activities of POD and SOD significantly increased.

**Keywords:** *Actinidia arguta*; element deficiency; seedling