

野生欧李生长期矿质营养元素含量的变化

马建军 张立彬

(河北科技师范学院, 昌黎 066600)

摘 要: 研究野生欧李叶、花和果实中矿质营养元素 (Cu、Zn、Fe、Mn、Ca、Mg、K) 含量生长期动态变化规律及其相关性。结果表明, 欧李开花期是矿质营养元素吸收、累积最关键的时期, 从始花期至终花期, Fe、Ca、Mn 元素呈极显著增加, 其它元素无明显增减; 果实进入生长发育阶段, 7 种矿质营养元素含量变化表现为前期营养元素含量较高, 后期营养元素含量较低, 并呈“下降—平缓(上升)—下降”的趋势, 除 K 元素外, 其它 6 种矿质营养元素含量变化相互间均达到显著或极显著正相关; 欧李叶、果间 Ca 和 Mg 元素达极显著负相关, Zn 元素达极显著正相关, 其它元素相关性均不显著。果实中 7 种矿质营养元素含量(均值)的大小顺序为: $K > Ca > Mg > Fe > Zn > Mn > Cu$ 。

关键词: 野生欧李; 花; 果实; 矿质营养; 动态规律

中图分类号: S 662.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2004) 02-0165-04

Change of Mineral Nutrient Elements Content in Growing Period of *Cerasus humilis*

Ma Jianjun and Zhang Libin

(Hebei Normal University of Science and Technology, Changli 066600, China)

Abstract: The changes of content of several mineral nutrient elements, including Cu, Zn, Fe, Mn, Ca, Mg, K in leaves, flowers and fruits of *Cerasus humilis* growing period were analyzed with an atomic absorption spectrophotometer and the correlation among the changes of these elements was also studied. The result showed that the flowering phase of *Cerasus humilis* was the key period for the absorption and cumulation of mineral nutrient elements. In the whole phase from start to end, the increase of content of element Fe, Ca, Mn was remarkable, but there was no evident increase or decrease for that of other elements. After flowering phase, the content of seven mineral elements keep high in former period and low after that. There appeared a changing trend of descend—plane (ascend)—descend in content of all seven mineral element. There was a significant positive linear relationship of content of 6 elements in flower and fruit of *Cerasus humilis*, except element K. When compared with that in leaves, only Ca and Mg had a significant positive linear relationship, Zn had a significant negative linear relationship and there were no significant correlation in that of other elements. The sequence of 7 elements by the average content in fruit was $K > Ca > Mg > Fe > Zn > Mn > Cu$.

Key words: *Cerasus humilis*; Fruit; Flower; Mineral nutrient; Dynamic law

欧李 (*Cerasus humilis* Sok) 为蔷薇科樱桃属矮生樱桃亚属的一种野生灌木果树, 原产中国, 广泛分布于我国的东北、华北、西北等地区。植株高 0.3 ~ 1.5 m, 抗寒, 耐旱, 适应性强。据报道, 欧李果实中含有丰富的糖、蛋白质和维生素 C, 同时含有大量儿童所必需的氨基酸, 尤其铁和钙的含量是当今水果之最^[1]。果实既可鲜食, 又可加工, 开发前景广阔。近年来, 人们对野生欧李资源的开发和研究非常重视, 分别进行了种质资源调查、同工酶分类、生物学特性以及人工选优及组织培养等

收稿日期: 2003-08-01; 修回日期: 2004-02-02

基金项目: 河北省科技厅重点项目 (96220212D); 河北科技师范学院学科建设基金资助项目

一系列研究^[2-8], 使欧李人工栽培成为现实, 但对欧李果实矿质营养元素的周年吸收变化规律尚未见研究报道。为此, 作者对野生欧李花和果实中 7 种矿质营养元素含量的生长期动态变化进行详细研究, 以期揭示其矿质营养元素的吸收、运转、代谢等生物学变化规律, 为大面积人工栽培提供理论依据。

1 材料与方法

供试材料来源于燕山山地自然野生的群体, 定植于河北科技师范学院园艺试验站内, 作为防护林带和实验教学材料 (长期处于野生状态), 株高 40 ~ 50 cm, 树形开张, 花为白色, 果实呈深红色, 树势健壮, 结果正常。本试验采用随机区组设计, 每 5 株树为一小区, 3 次重复, 统一从地上部抽生的各个方位的基生枝和一级枝的中上部采集样品 (因为野生欧李主要结果枝为基生枝和一级枝, 主要结果部位为枝条的中上部^[9])。采花和果实的日期从始花期 (4 月中旬) 开始至果实采收 (8 月上旬) 前止, 每 15 d 采样 1 次 (果实成熟期采样间隔为 7 d), 共采样 9 次, 每个小区采果 30 个。采叶日期从 5 月初叶片基本停长开始^[9], 在相应采果时间从枝条上采集和取果部位相应的成熟叶片, 每一小区采叶 80 片。样品采后装袋带回实验室, 先用自来水和蒸馏水冲洗, 再用无离子水冲洗干净。对于花和果实样品除 4 月 16 日至 5 月 1 日为花期, 5 月 1 日至 6 月 1 日为幼果子房膨大无法去除果心外, 其后采集各个时期的果实均去果核, 只取其果肉。果实在 80 °C 下杀青 15 ~ 20 min, 然后在 65 ~ 70 °C 下烘干, 叶片在 105 °C 条件下杀青 15 ~ 20 min, 然后在 70 ~ 80 °C 下烘干。烘干后果实和叶片样品均用玛瑙研钵研碎, 混匀待测。

样品均采用 $\text{HNO}_3 - \text{HClO}_4$ 消化处理, 元素分析采用 3200 型原子吸收分光光度计测定, 试验结果统计分析采用 SPSS (10.00) 统计分析软件完成。

2 结果与分析

2.1 野生欧李花和果实中矿质营养元素含量变化规律

利用 3 个区组试验结果的平均值比较了野生欧李花和果实中 7 种矿质营养元素含量在各个生长发育阶段的变化规律 (图 1)。

开花期阶段: 从始花期 (4 月 16 日) 至终花期 (5 月 1 日), 7 种矿质营养元素含量变化各异, Fe、Ca、Mn 元素含量明显增加, 方差分析均达极显著水平 ($P < 0.01$); 且以 Ca 元素增加幅度最大, 较始花期增长 323%, 其次为 Fe 元素, 较初花期增长 300%。Cu、Zn、Mg、K 元素含量变化不明显 ($P > 0.05$)。

据对欧李生物学特性观察, 欧李花芽萌发先于叶芽萌发, 矿质营养应以花期授粉受精吸收利用为主, 由于开花期叶片尚未形成, 因此推断, 由蒸腾拉力通过地下根系吸收矿质营养的数量较少, 以吸收利用枝干贮藏营养较多。有关欧李生长前期矿质营养通过何种途径吸收、利用和运输, 尚有待进一步研究证实。

果实生长发育阶段: 自 5 月 1 日终花后, 欧李进入果实生长发育阶段, 据张立彬等^[9]研究证实, 野生欧李果实周年生长发育呈典型的“双 S 曲线”, 可明显划分为幼果膨大期、缓慢生长期 (硬核期)、成熟增长期 3 个时期。据果实矿质营养含量方差分析结果, 矿质营养变化大体划分为 3 个阶段。

幼果膨大期 (5 月 1 日至 6 月 1 日) 果实中 7 种矿质营养元素含量均明显下降 ($P < 0.01$), 此期间果实生理代谢活跃, 细胞分裂旺盛, 与细胞分裂关系密切的矿质营养元素含量随幼果生长消耗加剧。但因此期正值新梢生长高峰^[9], 果实之间、果实与新梢之间养分竞争是造成大量落果 (80%) 且持续时间长 (7 ~ 10 d) 的主要原因^[5]。这意味着生产中此期应注重矿质营养的积累, 以满足果实幼果膨大期对矿质营养的需求, 提高坐果率。

硬核期 (6 月 1 日至 7 月 16 日) 不同矿质营养元素含量变化有所差异, 表现或平缓、或下降, 或

升高,具体表现为: Cu、Fe、Ca、Mg 含量无明显变化 ($P > 0.05$), Zn 含量下降 ($P < 0.05$), Mn 含量增加 ($P < 0.05$), 而 K 含量增加最为明显 ($P < 0.01$)。此期为硬核期阶段, 细胞分裂和细胞生长缓慢, 果实处于缓慢生长状态。由于此期正值叶幕形成高峰^[9], 因此矿质营养元素以叶片吸收、积累为主。该阶段 K 含量明显增加, 可能与 K 元素对果实细胞生长及果实着色有显著促进作用的一种应激储备有关, 此期生产中应注重 K 元素的积累。

成熟增长期 (7 月 16 日至 8 月中旬) 果实中 7 种矿质营养元素含量变化均表现为下降, Zn、Mg 元素含量呈显著下降 ($P < 0.05$), Mn、K 元素含量呈极显著下降 ($P < 0.01$), Cu、Fe、Ca 元素含量下降均不明显 ($P > 0.05$)。此期细胞体积迅速增大, 果实体积和质量迅速增加, 果实中矿质营养元素含量呈下降趋势, 可能与果实矿质营养吸收特性或转运受阻有关。

2.2 野生欧李花和果实矿质营养元素含量变化的相关性

对野生欧李花和果实中 7 种矿质营养元素含量的周年变化, 利用 3 个区组的测定结果平均值分别进行了简单相关分析, 结果表明, 除 K 元素与其它 6 种矿质营养元素之间均无相关性外, 其它 6 种矿质营养元素之间均存在着显著或极显著正相关 (表 1), 由此证实, 野生欧李生殖器官 (花、果实) 的正常生长发育不仅需要具备充足的矿质营养积累, 而且是在不同矿质营养元素之间协同作用的动态平衡过程中进行。

表 1 野生欧李花和果实中矿质营养元素含量变化相互间的相关性

Table 1 Correlation among the changes of content of different elements in flower and fruit of *Cerasus humilis*

元素 Ele- ment	Cu	Zn	Fe	Mn	Ca	Mg
Zn	0.957 **					
Fe	0.784 *	0.864 **				
Mn	0.855 **	0.909 **	0.986 **			
Ca	0.698 *	0.814 **	0.980 **	0.958 **		
Mg	0.905 **	0.976 **	0.891 **	0.928 **	0.877 **	
K	0.600	0.494	0.448	0.519	0.366	0.517

* 表示 5% 水平上显著, ** 表示 1% 水平上显著。

* Represents remarkable significance at 5% level, ** represents remarkable significance at 1% level.

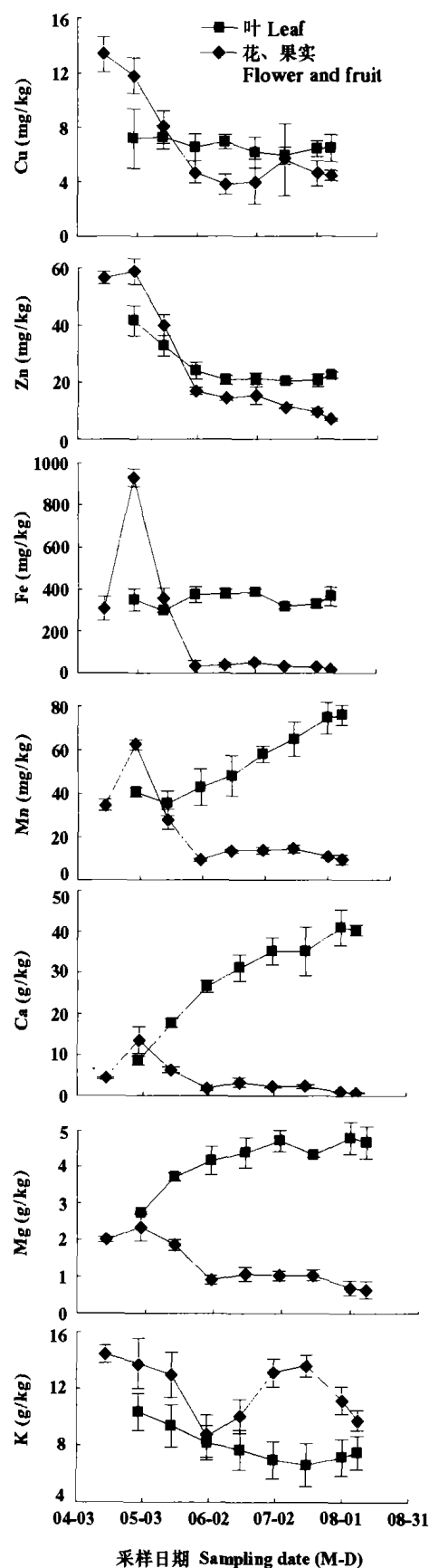


图 1 野生欧李果实和叶片中矿质营养元素变化规律

Fig. 1 Dynamic law of change of mineral nutrient elements content in fruits and leaves of *Cerasus humilis*

2.3 野生欧李果实和叶片矿质营养元素含量的相关性

以野生欧李叶片中 7 种矿质营养元素含量为因变量,以果实中营养元素含量为自变量,进行年周期(始花期除外)叶、果中矿质营养元素含量间的简单相关分析,结果表明, $r_{(\text{Cu})} = 0.611$; $r_{(\text{Zn})} = 0.979^{**}$; $r_{(\text{Fe})} = -0.225$; $r_{(\text{Mn})} = -0.536$; $r_{(\text{Ca})} = -0.920^{**}$; $r_{(\text{Mg})} = -0.943^{**}$; $r_{(\text{K})} = 0.135$ 。可以看出,难以移动的 Ca、Mn 元素, Ca 元素在叶、果间呈极显著负相关,而 Mn 元素在叶、果间呈负相关,但未达到显著水平,试验证实, Ca、Mn 元素在叶片中均表现为吸收、累积趋势,而难于向果实中转移;易于移动的 Mg 元素含量在叶、果间呈极显著负相关,这可能与野生欧李吸收利用 Mg 元素的营养特性和 Mg 元素供应充足有关;较难移动的 Zn 元素含量在叶、果间呈极显著正相关,表明欧李叶果对 Zn 元素的吸收、利用规律的一致性。而其它元素含量在叶、果间相关性均不明显。试验结果还表明,叶片中 Fe、Mn、Ca、Mg 的含量(均值)均明显高于果实,而果实中 K 元素含量明显高于叶片中含量, Cu、Zn 的含量在叶、果间相近。

3 小结

野生欧李花和果实中 7 种矿质营养元素含量的周年变化大体表现出相同的变化规律,即生长前期含量较高,后期含量较低。而开花期是矿质营养元素吸收、累积最关键的时期,矿质营养元素含量的丰缺将直接影响花期的授粉、受精过程和坐果率的高低。开花期以 Fe、Ca、Mn 元素吸收累积最为明显,反映野生欧李开花阶段对不同矿质营养元素的吸收利用特性,这可能是野生欧李果实 Ca、Fe 含量明显高于其它水果的机理之一,尚有待进一步证实。幼果膨大期是细胞组织生理代谢活动最旺盛的时期,需要足够的矿质营养供应,因此,应注重树体贮藏养分积累,以满足野生欧李开花期(如授粉、受精)和果实生长发育时期(如细胞分裂、细胞生长等生理生化过程)的营养需求。有关野生欧李果实生长前期(幼果膨大期)矿质营养元素含量高,而果实生长后期(成熟增长期)矿质元素出现丧失和吸收减少的机理尚有待进一步明确。

野生欧李果实中 7 种矿质营养元素含量变化与果实生长的“双 S 曲线”发育进程相对应,大体表现为“下降—平缓(上升)—下降”的变化规律,反映出果实生长发育、组织代谢与矿质营养吸收利用的互动作用;且表现为 7 种矿质营养元素含量变化相互间均达到显著或极显著正相关(K 元素除外);叶、果之间矿质营养元素含量变化表现为 Ca、Mg 元素呈极显著负相关, Zn 元素呈极显著正相关,其它元素相关性均不明显。本文初步揭示了野生欧李花和果实中矿质营养元素的吸收、利用、运转和代谢的生物学特性。

参考文献:

- 1 曹 琴,杜俊杰,刘 和,等.野生欧李营养特性分析.中国野生植物资源,1998,18(1):34~36
- 2 杜俊杰,杨怀义,池建伟.山西省欧李资源的分布及类群.作物品种资源,1993,(2):6~7
- 3 杜俊杰,杨怀义,曹 琴.欧李生物学特性研究.山西农业大学学报,1992,12(4):311~314
- 4 张立彬,陈丽珍,郭密成.欧李过氧化物酶同工酶研究.园艺学报,1994,21(1):94~96
- 5 张立彬,刘秀曙,杨玉芬.欧李授粉与结实生物学研究.河北农业技术师范学院学报,1995,9(2):35~38
- 6 钱国珍,苏福才.欧李的选种与人工栽培试验初报.中国果树,1991,(2):29~30
- 7 赵玉军,杜俊杰,郭黄萍,等.欧李的组织培养.山西农业科学,1997,25(3):65~67
- 8 张立彬,杨玉芬,刘秀曙,等.欧李(*Prunus humilis* Bunge)开花生物学研究.见:韩振海,黄卫东,许雪峰主编,中国科学技术协会第二届青年学术年会园艺学论文集.北京:北京农业大学出版社,1995.174~178
- 9 张立彬,李淑洁,于明来,等.野生欧李枝、叶、果生长特性研究.河北农业技术师范学院学报,1996,10(4):7~11