

苹果叶营养元素含量的影响因素分析

安贵阳 范崇辉* 杜志辉 郁俊谊 邓丰产 史联让

(西北农林科技大学园艺学院, 杨凌 712100)

摘要: 通过采样分析及肥料定位试验, 研究了采样时期、品种、砧木、产量、施肥等因素对苹果叶营养元素含量的影响。结果表明: 苹果叶营养元素含量的季节性变化明显; 富士、秦冠、红星、金冠、嘎拉等 5 个苹果品种间的叶 N、P、Ca、B、Mn、Zn 含量存在显著差异; M9、M26、M7、MM106 矮化中间砧(新疆野苹果基砧)和新疆野苹果乔化砧上, 苹果品种间叶营养元素含量存在差异, M9 的 K、Fe 高而其余元素含量偏低, M26 的 Mg、Mn、Zn 高而 K、Fe 低, M7 的 N、P、Cu、Fe、Zn 较高, MM106 的 N、Mn 高而 K 低, 乔化砧的 Fe 高而 Cu、Zn 低; 不同产量水平果园间叶营养元素含量不同, 高产果园较低产园 N、Mg、Zn 元素含量高而 P、K 含量低; 施肥提高叶 K 含量效果明显, N 次之, P 效果缓慢。

关键词: 苹果; 营养元素; 品种; 砧木; 因素

中图分类号: S 661.1 文献标识码: A 文章编号: 0513-353X (2006) 01-0012-05

Analysis of Effective Factors of Nutrient Content in Apple Leaves

An Guiyang, Fan Chonghui*, Du Zhihui, Yu Junyi, Deng Fengchan, and Shi Lianrang

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

Abstract: Through sampling and analyzing the apple leaves and conducting fertilization test in Shaanxi province, the effect of sampling time, cultivars, inter/rootstock, crop level and fertilization on nutrient content in apple leaves was discussed. The results showed that the nutrient content in apple leaves changes with seasonal grow stage of apple tree significantly. The contents of N, P, Ca, B, Mn, Zn in apple leaves are significantly different in 5 apple cultivars such as Fuji, Qinguan, Starking Delicious, Gold Delicious and Gala. The nutrient contents in apple leaves are different among M9, M26, M7, MM106 interstock and *M. sieversii* Rome rootstock, K, Fe contents of M9 are higher but the others are lower, Mg, Mn, Zn contents of M26 are higher but K, Fe are lower, N, P, Cu, Fe, Zn contents of M7 are higher, N, Mn contents of MM106 are higher but K is lower, Fe content of *M. sieversii* Rome rootstock is higher but Cu, Zn are lower. The nutrient contents of different crop level orchards are different, the N, Mg, Zn contents of high-crop level orchards are higher but P, K are lower than those of low-crop level orchards. The K content in the apple leaves can be increased significantly by fertilization than N and P.

Key words: Apple; Nutrient element; Cultivar; Rootstock; Factor

制定苹果叶营养元素含量标准值及叶分析营养诊断时, 必须考虑采样时期^[1,2]、品种^[3,4]、砧木^[2,5]等因素, 关于施肥对提高叶营养元素含量的效应^[6]及不同产量水平果园间叶营养元素含量差异^[7]的研究也有报道。适宜的矿质元素水平及其平衡是优质高产的基础^[8,9], 但由于高产果园也存在营养缺乏、营养元素不平衡或潜在不平衡问题^[10,11], 以往根据高产果园的叶营养元素含量及其变幅所制定的各地区标准值, 存在各不相同的元素平衡比例关系, 导致叶营养诊断时选择的参比值和国际标准值之间出现偏差^[12~14]。系统研究苹果叶营养元素含量的影响因素, 将为进一步制定不同品种、不同砧木的叶营养元素含量的标准值及科学开展叶营养诊断指导施肥奠定基础。

收稿日期: 2005 - 01 - 05; 修回日期: 2005 - 05 - 09

基金项目: 国家星火计划项目 (2003EA850029); 国家科技攻关计划项目 (2004BA516A10)

* 通讯作者 Author for correspondence

1 材料与方法

1.1 分期采样

选定管理、生长和结果基本一致的 11 个苹果园, 1992 年自盛花后 1 个月 (5 月 20 日) 起每月定期采集叶样, 每个果园随机选取红星/新疆野苹果 (*Starking Delicious/M. sieversii* Rome) 25 株, 采取树冠外围 1 年生枝条中位叶片, 每株采 4 片叶, 每个叶样由 100 片叶组成。

1.2 果园采样

选定陕西省有代表性的苹果主产区, 分别从富士、秦冠、红星、金冠、嘎拉等品种的高、中、低产量水平 (高产水平 $>30 \text{ t/hm}^2$, 中产水平 $7.5 \sim 30 \text{ t/hm}^2$, 低产水平 $<7.5 \text{ t/hm}^2$) 的果园采集叶样, 同时采集不同砧木上苹果品种的叶样, 采样时间为盛花后 85 d 左右。

1.3 肥料定位试验

施肥试验包括 N、P、K 因素的 0、1、2 施肥水平的 7 个处理, 4 株为 1 个小区, 4 次重复, 随机区组设计, 顺序排列。试验在陕西省洛川县进行, 试验地土壤有机质 0.869%, 全 N 0.061%, 碱解 N 42.5 mg/L, 全 P 0.128%, 速效 P 5.11 mg/L, 全 K 2%, 速效 K 102 mg/L, 微量元素 Cu、Fe、Mn、Zn、B 分别为 0.582、3.79、4.55、0.270、0.251 mg/L。试材为 12 年生红星/新疆野苹果。7 个处理为 011, 101, 110, 111, 211, 121, 112, 其中 0、1、2 分别代表施肥 (N、 P_2O_5 、 K_2O 有效成分) 0、345、690 kg/hm², 施肥处理、采样分析于 2000~2002 年连续进行 3 年。

1.4 叶样分析

叶片经标准程序处理后分析测定: N 用凯氏法, P 用钒钼黄法, K 用火焰光度法, Ca、Mg、Cu、Fe、Mn、Zn 用原子吸收法, B 用甲胺法^[15]。

2 结果与分析

2.1 叶营养元素含量的季节性变化规律

在一个生长季节里, 随着生长发育进程, 叶片中 N、P 含量呈现下降趋势; Ca、Mg、Mn、Zn、Cu 含量呈现上升趋势, 其中 Ca、Mg 和 Mn 含量稳定升高, Zn、Cu 变幅较大; K、Fe 含量前期和后期较高, 中期略低; B 含量前期呈现上升趋势, 后期有所下降 (图 1)。

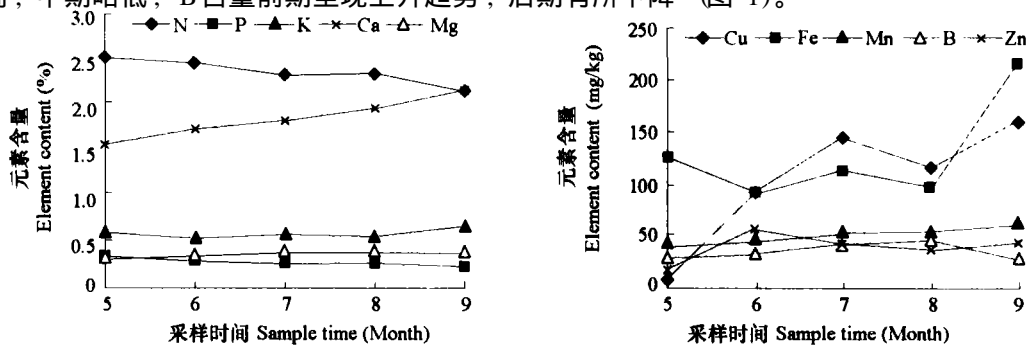


图 1 ‘红星’ 叶营养元素含量的季节性变化规律

Fig. 1 Seasonal change pattern of nutrient contents in apple leaves of Starking Delicious

2.2 采样因素对叶营养元素含量的影响

2.2.1 品种间叶营养元素含量的差异 富士、秦冠、红星、金冠、嘎拉 5 个苹果品种间叶 N、P、Ca、B、Mn、Zn 含量存在显著差异, K、Mg、Cu、Fe 差异不显著。金冠、红星 Ca 含量显著高于富士, 而 Zn 含量显著低于富士。富士 N、Mn 含量较高, 其中 N 含量显著高于红星、金冠、嘎拉、秦冠, Mn 含量显著高于金冠。富士、红星 P 含量显著高于金冠和秦冠。红星 B 含量显著高于金冠和秦冠。

表 1 不同品种间叶营养元素含量的差异

Table 1 Difference of leaf nutrient contents in five apple cultivars

品种 Cultivars	样本 Samples	大量元素 Mass element(%)					微量元素 Trace element(mg/kg)				
		N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
金冠 Gold Delicious	24	2.37a	0.146a	0.94a	2.05b	0.40a	33.2a	32.3a	134.3a	55.7a	23.3a
红星 Starking Delicious	27	2.39a	0.162b	0.92a	2.07b	0.40a	37.7b	46.6a	128.2a	63.3ab	22.4a
嘎拉 Royal Gala	24	2.36a	0.155ab	0.92a	1.98ab	0.41a	34.6ab	36.2a	126.2a	58.6ab	27.7ab
秦冠 Qinguan	27	2.40a	0.145a	0.82a	1.91ab	0.39a	33.8a	34.9a	127.1a	58.2ab	26.9ab
富士 Fuji	23	2.59b	0.160b	0.87a	1.86a	0.38a	35.3ab	39.3a	116.3a	70.7b	36.5b

注:同列数字后不同字母表示差异达到 $P=0.05$ 显著水平(下同)。

Note: Different letters following the data within each column represent the significance at the level of $P=0.05$ (the same below).

2.2.2 砧木间叶营养元素含量的差异 M9、M26、M7、MM106矮化中间砧(新疆野苹果基砧)及新疆野苹果乔化砧5种砧木上苹果品种的叶营养元素含量存在差异。M9除K、Fe含量较高外,其余元素含量偏低;M26的Mg、Mn、Zn含量较高,K、Fe较低;M7的N、P、Cu、Fe、Zn含量较高;MM106的N、Mn含量较高,而K较低;乔化基砧的Fe含量较高,Cu、Zn较低。

表 2 不同砧木间叶营养元素含量的差异

Table 2 Difference of leaf nutrient contents in five apple stocks

砧木 Inter/Rootstocks	样本 Samples	大量元素 Mass element(%)					微量元素 Trace element(mg/kg)				
		N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
M9中间砧 Interstock M9	8	2.07a	0.106a	1.22b	1.00a	0.33a	28.4a	14.9a	149.0b	36.9a	16.9a
M26中间砧 Interstock M26	11	2.42b	0.142b	0.80a	1.75b	0.41b	32.8ab	41.0b	117.2a	62.0b	36.6b
M7中间砧 Interstock M7	10	2.45b	0.147b	1.01ab	1.65b	0.37ab	33.9b	72.0c	153.0b	51.0ab	38.0b
MM106中间砧 Interstock MM106	11	2.46b	0.139b	0.89a	1.93b	0.40b	34.3b	44.4b	130.7ab	60.4b	25.1ab
乔化砧 Rootstock <i>M. sieversii</i> Rome	12	2.42b	0.141b	0.92ab	1.73b	0.35ab	30.2ab	16.1a	154.8b	47.9ab	16.0a

2.2.3 产量水平间叶营养元素含量的差异 高、中、低不同产量水平果园间叶N含量存在显著差异,产量水平高,叶N含量较高;高产园Mg、Zn含量显著高于低产园,而P、K显著低于低产园;Ca、B、Cu、Fe、Mn差异不显著。高产园叶K低而Mg高,这与“钾含量低、镁含量高往往可作负载量过高、养分不足的指标”^[3]的报道一致。

表 3 不同产量水平果园间叶营养元素含量的差异

Table 3 Difference of leaf nutrient contents in three different crop orchards

产量水平 Crop level	样本 Samples	大量元素 Mass element(%)					微量元素 Trace element(mg/kg)				
		N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
高产园 Hi-yield	41	2.46c	0.148a	0.83a	2.00a	0.40b	34.3a	35.7a	138.6a	65.6a	30.4b
中产园 Mid-yield	42	2.40b	0.156ab	0.86ab	2.00a	0.39ab	34.2a	33.1a	120.8a	66.8a	24.5ab
低产园 Low-yield	42	2.33a	0.158b	0.90b	1.96a	0.37a	36.2a	28.7a	122.8a	55.3a	20.1a

2.3 施肥对叶营养元素含量的影响

与不施N相比,施N水平为345 kg/hm²时,叶片N含量提高8.5%;施N水平为690 kg/hm²时,叶片N含量提高12.6%。与不施P相比,施P水平为345 kg/hm²时,叶片P含量提高4.5%;施P水平为690 kg/hm²时,叶片P含量提高6.8%。与不施K相比,施K水平为345 kg/hm²时,叶片K含量提高25.4%;施K水平为690 kg/hm²时,叶片K含量提高17.9%。

表 4 不同施肥处理间叶营养元素含量的差异

Table 4 Difference of leaf nutrient contents in the different fertilization treatments (%)

元素 Ele- ments	代号 Code	处理 Treatments (kg/hm ²)			2000	2001	2002	平均 Average
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O				
N	011	0	345	345	2.32	2.18	2.20	2.23a
	111	345	345	345	2.44	2.37	2.44	2.42b
	211	690	345	345	2.49	2.49	2.54	2.51b
P	101	345	0	345	0.119	0.133	0.148	0.133a
	111	345	345	345	0.116	0.148	0.154	0.139ab
	121	345	690	345	0.116	0.148	0.162	0.142b
K	110	345	345	0	0.57	0.63	0.80	0.67a
	111	345	345	345	0.65	0.66	1.20	0.84b
	112	345	345	690	0.52	0.68	1.17	0.79ab

3 讨论

影响苹果叶营养元素含量变化的主要因素有采样时期、品种、砧木等。由于叶片中各营养元素含量随生长发育进程的动态变化规律不完全一致, 不同采样时期的叶样分析结果差异悬殊, 因此分析时应参照标准值所采用的采样时期, 才能保证叶分析结果和诊断标准值具有可比性。有研究表明, 当苹果春梢停止生长后, 叶营养元素含量变化趋于缓和时是采集叶样的适宜时期^[3, 14, 15]。

品种对叶营养元素含量变化的影响已被许多研究者注意^[3, 4, 17]。品种间 N、P、K、Ca、Cu、Mn 存在的显著差异, 可能与品种生长势有关。本研究阐明品种间 Zn 含量也存在差异, 而 Zn 和果树生长的关系密切^[15, 16]。品种间叶营养元素含量的差异幅度甚至达到了标准值的一个级差, 如陕西地区苹果叶营养元素含量标准值中 N 的正常值范围为 2.31% ~ 2.50%, 高值范围为 2.51% ~ 2.66%^[18], 本研究中富士品种叶 N 含量平均为 2.59%, 而秦冠、红星、金冠、嘎拉品种叶 N 含量仅在 2.37% ~ 2.40% 之间。品种间叶营养元素含量存在的显著差异表明, 制定标准值时应以主栽品种为主, 进一步研究制定不同品种的标准值才能使叶营养诊断更加准确。富士品种 N、Mn、Zn 含量明显高, 而 Ca 含量显著低的特点是叶分析营养诊断时应考虑的因素。

关于砧木对元素吸收、分配的影响, 以往的研究以矮化自根砧为主, 有关矮化中间砧的研究报道较少^[2, 5, 19, 20]。我国苹果以乔化砧为主, 生产上少量的矮化砧也以 M26 中间砧的利用方式为主, 本研究中 M26 中间砧上苹果品种的 K、Fe 含量较 M7 中间砧及乔化砧低, 而 K、Fe 是西北黄土高原地区苹果的养分限制因子^[17, 18], 因此应研究解决 M26 矮化苹果园的土壤和树体 K、Fe 有效性低的问题。

受立地条件、施肥状况及其他栽培管理措施的影响, 施肥矫正叶营养元素含量及比例关系的效应不同, 使根据叶分析结果提出施肥建议比较困难。目前在叶分析指导施肥时, 一般按照叶分析值每低于标准值的 10%, N 增施 10%、P 增施 15% ~ 20%、K 增施 10% ~ 15% 的标准进行施肥矫正^[6, 21]。本研究显示的施 K 提高叶 K 含量效果明显, 可能与试验果园以往较少施 K 有关; 但果园施 P 较施 N 水平低的情况下, 施 P 效果却比施 N 效果差, 说明叶分析指导施肥时, 既要考虑以前的施肥因素, 同时针对施 P 效果缓慢, 矫正叶 P 含量时应增加 P 肥施用量。

参考文献:

- 1 Shear C B, M Faust Analysis on the nutrient element in leaf samples of fruit tree Hortic. Rev., 1984, 6: 42 ~ 63
- 2 Award M, Kenworthy A L. Clone rootstocks, scion variety and time of sampling influence on apple leaf composition. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 1983, 83: 68 ~ 73
- 3 李港丽, 苏润宇, 沈 隽. 几种落叶果树叶内矿质元素含量标准值的研究. 园艺学报, 1987, 14 (2): 81 ~ 89
Li G L, Su R Y, Shen T s Studies on the nutritional ranges in some deciduous fruit trees Acta Horticulturae Sinica, 1987, 14 (2): 81 ~ 89 (in Chinese)
- 4 Poling B, Oberly G H. The influences of 7 apple cultivars on the mineral element composition of mid-shoot leaves HortScience, 1977, 12 (4): 40 ~ 41
- 5 王中英, 古润泽, 杨佩芳. M 系砧木苹果树铁含量变化的研究. 果树科学, 1990, 7 (2): 101 ~ 104
Wang Z Y, Gu R Z Yang P F. Reserch on the Fe content of apple trees in the M rootstock Fruit Sciences, 1990, 7 (2): 101 ~ 104 (in Chinese)
- 6 Kenworthy A L. Leaf analyses as an aid in fertilizing orchards In soil testing and plant analysis In: Walsh L M, Beaton J D ed. Soil Science Society of America, 1973. 381 ~ 392
- 7 丁平海, 郝荣庭, 张玉星. 河北省主要苹果营养状况及施肥设计. 河北农业大学学报, 1994, 17 (3): 5 ~ 10
Ding P H, Xi R T Zhang Y X. The nutrition conditions and fertilizer application design of main apple varieties in Hebei province. Journal of Agricultural University of Hebei, 1994, 17 (3): 5 ~ 10 (in Chinese)
- 8 韩振海, 王 倩. 我国果树营养研究的现状和展望——文献述评. 园艺学报, 1995, 22 (2): 138 ~ 146
Han Z H, Wang Q. Current situation and prospects of research on fruit mineral nutrition in China: a literature review. Acta Horticulturae Sinica, 1995, 22 (2): 138 ~ 146 (in Chinese)

- 9 RutherW, Smith P F. Relation of N, K and Mg fertilization to some fruit qualities of 'Valencia' orange. *Proc Amer Soc Hort Sci*, 1982, 59: 1~12
- 10 郝荣庭, 丁平海, 张玉星. 金冠、元帅、国光苹果叶内矿质营养诊断标准研究. *河北农业大学学报*, 1992, 15 (3): 43~46
Xi R T, Ding P H, Zhang Y X. Research on the nutritional ranges of 3 main apple varieties in Hebei province. *Journal of Agricultural University of Hebei*, 1992, 15 (3): 43~46 (in Chinese)
- 11 Fallahi E, Righetti T L. Use of diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) in apple. *HortScience*, 1984, 19 (3): 116~118
- 12 姜远茂, 顾曼如, 束怀瑞. 红星苹果的营养诊断. *园艺学报*, 1995, 22 (3): 215~220
Jiang Y M, Gu M R, Shu H R. Nutrient diagnosis of 'Starking Delicious' apple. *Acta Horticulturae Sinica*, 1995, 22 (3): 215~220 (in Chinese)
- 13 Goh K M, Malakouti M J. Preliminary nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium DRIS norms and indices for apple orchards in Canterbury. *Soil Sci Plant Anal*, 1992, 23 (13): 1371~1385
- 14 朱文勇, 段泽敏, 薛新平. 苹果树营养诊断与矫治技术的研究. 北京: 万国学术出版社, 1990. 42~46
Zhu W Y, Duan Z M, Xue X P. Research on the nutrient diagnosis and rectify technical. Beijing: Academic Books and Periodicals Press, 1990. 42~46 (in Chinese)
- 15 全月澳, 周厚基. 果树营养诊断法. 北京: 农业出版社, 1982. 185~205
Tong Y A, Zhou H J. Nutrient diagnosis of fruit tree. Beijing: Agricultural Press, 1982. 185~205 (in Chinese)
- 16 RutherW, P F Smith. A preliminary report on the relation of N, K and Mg fertilization to yield, leaf composition, and the incidence of Zn deficiency. *Proc Amer Soc Hort Sci*, 1980, 56: 27~33
- 17 李辉桃, 翟丙年, 李 刚. 乾县苹果营养诊断及施肥研究. *西北农业大学学报*, 1997, 25 (5): 44~48
Li H T, Zhai B N, Li G. Nutrient diagnosis of apple trees and fertilizer recommendation in Qianxian county. *Journal of Northwest Agricultural University*, 1997, 25 (5): 44~48 (in Chinese)
- 18 安贵阳, 史联让, 杜志辉, 郁俊宜, 邓丰产. 陕西地区苹果叶营养元素标准范围的确定. *园艺学报*, 2004, 31 (1): 81~83
An G Y, Shi L R, Du Z H, Yu J Y, Deng F C. Studies on the standard range of apple leaf nutritional elements in Shaanxi province. *Acta Horticulturae Sinica*, 2004, 31 (1): 81~83 (in Chinese)
- 19 王中英, 古润泽. 不同砧木苹果树内锌含量变化的研究. *落叶果树*, 1992, 24 (3): 9~12
Wang Z Y, Gu R Z. Research on the Zn content of apple trees in the different rootstocks. *Deciduous Fruits*, 1992, 24 (3): 9~12 (in Chinese)
- 20 图基 H D. 矮化果树. 北京: 农业出版社, 1985. 70~82
Tuji H D. Dwarf fruit tree. Beijing: Agricultural Press, 1985. 70~82 (in Chinese)
- 21 沈 隽. 果树的矿质营养和施肥. *园艺学报*, 1980, 7 (2): 47~56
Shen Ts. Mineral nutrition and fertilization of fruit trees. *Acta Horticulturae Sinica*, 1980, 7 (2): 47~56 (in Chinese)

新书推荐

《中国蔬菜品种志》

本书由中国农业科学院蔬菜花卉研究所主编, 已于 2002 年 9 月出版发行。全书分上、下卷, 1~6 章为上卷, 包括根菜类、白菜类、芥菜类、甘蓝类、绿叶菜类及葱蒜类, 计 2263 个品种, 1347 页; 7~12 章为下卷, 包括瓜类、茄果类、豆类、薯芋类、水生蔬菜类和多年生蔬菜类, 计 2550 个品种, 1177 页。入志的品种中, 地方品种占 90% 以上, 少量在全国栽培时间较长、种植面积较大的一代杂种也选入其中。本书较全面系统而又有重点地反映了中国丰富的蔬菜品种资源概貌、研究成果及育种水平, 可供蔬菜科研、教学、生产及种子单位、农业行政单位的人员参考。本书出版后受到读者普遍好评, 现尚有少量存书, 特以优惠价格 490 元 (上、下卷) 提供给读者 (原价 980 元)。

《中国蔬菜实用新技术大全》

《中国蔬菜实用新技术大全》由北京科学技术出版社出版, 分南方蔬菜卷 (120 万字) 和北方蔬菜卷 (170 万字), 每卷均有白菜类、根菜类、甘蓝类、芥菜类、茄果类、豆类、瓜类、葱蒜类、绿叶菜类、薯芋类、水生蔬菜类、多年生蔬菜类、野生蔬菜类、芽苗菜类、食用菌、设施栽培、蔬菜产品及种子质量标准等 17 章, 每章包括优良品种、栽培技术、采收、贮藏、运输及加工等内容 (南方卷和北方卷各有侧重)。定价: 南方卷 198 元, 北方卷 228 元。

购书者请通过邮局汇款至北京中关村南大街 12 号中国农科院蔬菜花卉所 《园艺学报》编辑部, 邮编 100081。