

# 苹果叶片营养分析适宜采样时期研究

杜社妮<sup>1,2</sup>, 李 曼<sup>3</sup>, 李明霞<sup>4</sup>, 白岗栓<sup>1,2</sup>

(1. 西北农林科技大学 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100; 2. 中国科学院水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100;

3. 中国海洋大学 生物工程开发有限公司, 山东 青岛 266071; 4. 府谷县人民政府, 陕西 府谷 719400)

**摘 要:**在渭北高原以盛果期“红富士”苹果树为采样对象,在幼果速长期、春梢停长期、花芽分化期、果实采前膨大期、果实采收期定位采集叶片,分析叶片中的氮、磷、钾、钙含量,以确定合理的叶分析采样时期。结果表明:从幼果速长期到果实采收期,叶片中氮、磷含量持续降低,钾为“反抛物线”,钙为持续升高。通过对不同生长期叶片营养元素含量分析,认为花芽分化期为测定叶片氮、磷、钙的适宜采样时期,钾应在果实采收期或春梢停长期采样分析较为合理。

**关键词:**苹果树;营养含量;采样时期;叶片分析

中图分类号:S 661.1 文献标识码:A 文章编号:1001-0009(2011)21-0001-04

果树营养是果树高产、优质、稳产的物质基础,果树营养诊断是果树施肥的基础,是提高果树产量和质量的前提,是果树科学管理的重要手段<sup>[1]</sup>。果树营养诊断有田间试验法、示踪原子法、土壤营养诊断法、微生物测定法、叶片分析法等 11 种<sup>[2]</sup>。由于果树大多为多年生木本植物,根系庞大,树体贮藏营养物质多,营养元素敏感等,土壤营养诊断、田间试验等方法存在着准确度低、效率低等问题,其测试结果往往作为参考值。一般情况下果树肥料吸收状态与缺素症首先在叶片上呈现,故叶片分析法成为果树营养诊断的主要方法<sup>[3-4]</sup>。果树叶片内的营养元素因叶龄、采样时期、采样部位等有很大差别,导致不同研究者测定的养分不一致<sup>[5-9]</sup>。一般情况下落叶果树采样时期为春梢停止生长时采集春梢成熟叶片作为分析对象,苹果多在春梢停长期即 7 月初采集春梢成熟叶片作为分析样品,但在生产与试验中,李明霞等<sup>[10]</sup>、杜社妮等<sup>[11]</sup>、郭雯等<sup>[12]</sup>在果实采收期 10 月采集叶片,曾艳娟等<sup>[13]</sup>认为 5~8 月均可作为苹果叶片的采样时期,且以 8 月为最佳时期,彭福田等<sup>[5]</sup>在 7 月、李红波等<sup>[14]</sup>则在不同生长期、王春枝等<sup>[15]</sup>在 8 月,李永武等<sup>[16]</sup>在秋梢停止生长期(9 月)、郑永明等<sup>[17]</sup>在 9 月、樊红柱等<sup>[18]</sup>在幼果期(4 月 30 日)、许敏等<sup>[19]</sup>在 7~8 月采集叶片进行分析。不同时期采集的叶片测试结果难以相互比较,给分析果

树营养状况及指导果树施肥造成一定的困难。为了寻求苹果叶片营养分析适宜采样时期,在渭北高原苹果树不同生长期采集叶片,分析营养元素含量,探寻营养变化规律,合理指导叶片营养分析。

## 1 材料与方法

### 1.1 采样地概况

采样地位于中国科学院长武黄土高原农业生态试验站。该站位于渭北高原,地处陕西省咸阳市长武县王东沟村,东经 107°30'~107°42',北纬 35°12'~35°16',海拔 1 200 m,为暖温带半湿润大陆性季风气候,年日照时数 2 226.5 h,日照百分率 51%,年平均气温 9.1℃,≥10℃积温 3 029℃,多年平均无霜期 171 d,平均年降雨量 584 mm。试验站土壤为黑垆土,母质为中壤质马兰黄土,土层厚度 80~200 m,富含钾、镁、钙、锌、硒等多种营养元素。该区无灌溉条件,为旱作雨养农业区。

### 1.2 采样树生长状况

采样树为 1986 年春季定植的“红富士”苹果,为盛果期,砧木为新疆野苹果(*Malus sieversii* (Ldb.) Roem),株行距 3.0 m×4.0 m,东西行向,小冠疏层形。试验树高 3.40 m,冠径 2.4~2.6 m,外围延长枝 18.0~20.0 cm,直径 0.45~0.50 cm,树干直径 18.0~20.0 cm,多年平均株产 65.0 kg,平均单果质量 225 g,优质商品果率 78.5%。

### 1.3 采样时期与测定方法

1.3.1 采样时期及采样部位 试验果园面积 1.2 hm<sup>2</sup>,为长方形,按“蛇形法”在果园内选择生长健壮、树势中上、产量中上、树冠完整的树 30 株,在树冠外围中部及东、西、南、北 4 个方向,分别在幼果速长期(5 月 2 日)、春梢停长期(6 月 15 日)、花芽分化期(7 月 10 日)、果实膨

第一作者简介:杜社妮(1966-),女,本科,助理研究员,现主要从事蔬菜栽培方面的研究工作。E-mail:sndu@nwsuaf.edu.cn。

责任作者:白岗栓(1965-),男,本科,研究员,现主要从事果树及蔬菜栽培方面的研究工作。E-mail:gshb@nwsuaf.edu.cn。

基金项目:中国科学院水利部水土保持研究所领域前沿资助项目(C127);国家“十二五”科技支撑计划资助项目(2011BAD31B05)。

收稿日期:2011-08-03

大期(9月10日)、果实采收期(10月5日)在树冠外围选择生长健壮的延长枝,采集延长枝中部发育健全的叶片(带叶柄),每次每株每个方向采集1片叶,每次30株,共采集120片叶合为混合叶样,作为分析样品。

1.3.2 分析前处理 每次将采集叶片用蒸馏水清洗干净,在105℃杀青30 min,然后在80℃下烘干至恒重后粉碎,过0.25~0.5 mm筛装袋,作为待测样品。

1.3.3 叶片营养测定方法 氮:样品经浓硫酸消煮,用凯氏定氮法测定。磷、钾、钙:经硝酸-高氯酸消煮,全磷用钒钼黄比色法测定;全钾、全钙用火焰光度计法测定<sup>[19]</sup>。

#### 1.4 数据处理

试验数据采用Excel 2003制图,用Spss 10.0软件进行单因素方差分析;如果差异显著,则采用Duncan's检验进行多重比较,检验不同采样期间的差异显著性。

## 2 结果与分析

### 2.1 氮素含量

由图1可知,从幼果生长期到果实采收期,叶片中的氮含量一直处于下降状态,其中春梢停长期到花芽分化期降低幅度较低,无显著差异,其它采样时期均存在显著或极显著差异。果树体内氮活动性强,不同器官对氮的需求具有季节性变化,叶片中的氮不断迁移到果树其它器官<sup>[1]</sup>,故从幼果生长期到果实采收期,叶片中氮含量持续降低。从叶片氮含量持续降低的幅度来看,春梢停长期到花芽分化期降低幅度相对较小,且花芽分化期氮含量处于不同采样期的中间值,代表性强,故花芽分化期可作为叶片氮含量分析采样的适当时期。

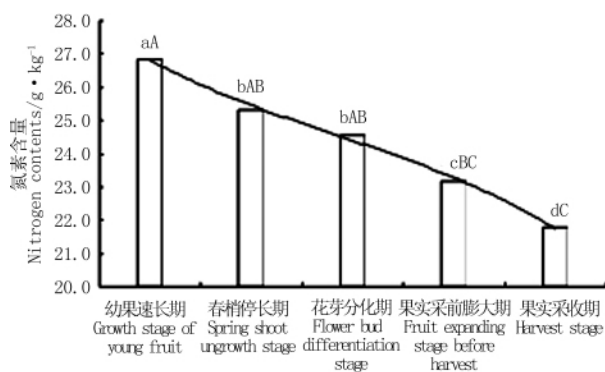


图1 不同采样期叶片氮素含量

Fig. 1 Leaves nitrogen contents at different sampling stage

### 2.2 磷素含量

由图2可知,从幼果生长期到果实采收期,叶片中的磷含量一直处于下降状态,其中春梢停长期到花芽分化期、果实采前膨大期到果实采收期降低幅度较低,无显著差异,其它采样时期均存在显著或极显著差异。一般情况下磷在幼嫩器官含量较高,随着植物生理年

龄的增加而减少,因而从幼果生长期到果实采收期,叶片磷含量持续降低。花芽分化期磷含量处于不同采样期的中间值,花芽分化期可作为叶片磷含量分析采样的适当时期。

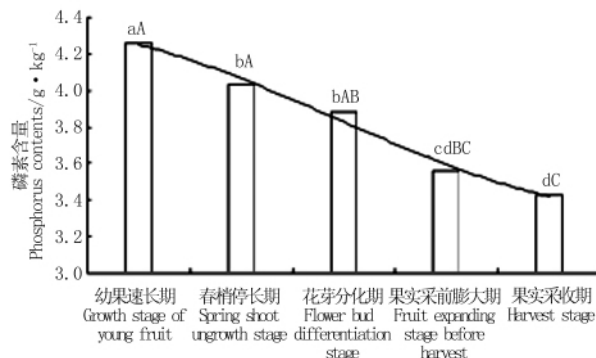


图2 不同采样期叶片磷素含量

Fig. 2 Leaves phosphorus contents at different sampling stage

### 2.3 钾素含量

由图3可知,从幼果生长期到果实采收期,叶片中的钾含量呈“反抛物线”状,幼果速长期最高,花芽分化期最低,与钾在树体内以离子态存在,易移动,可重复利用和花芽分化需要大量的钾参与密切相关。花芽分化期钾含量最低,不宜作为叶片钾营养分析的采样时期。果实成熟期和新梢停长期叶片钾含量接近于不同时期的平均值,叶片钾营养分析应在果实成熟期或新梢停长期采样较为合理。

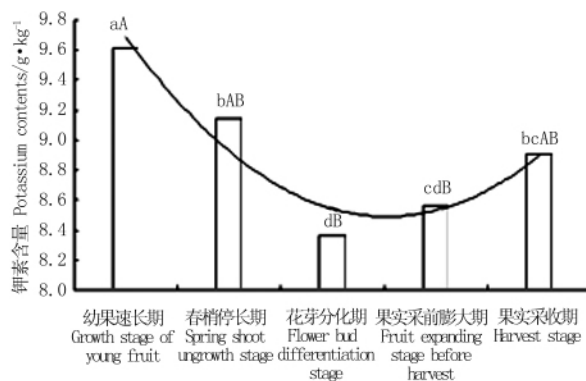


图3 不同采样期叶片钾素含量

Fig. 3 Leaves potassium contents at different sampling stage

### 2.4 钙素含量

一般情况下钙在植物组织与器官内多不发生再分配与运输,基本处于不断上升状态,由图4可知,从幼果生长期到果实采收期,叶片中的钙素含量一直处于上升状态,不同采样时期均存在显著或极显著差异。花芽分化期叶片钙含量最接近不同采样时期的平均值,花芽分化期应作为叶片钙营养分析的采样时期。

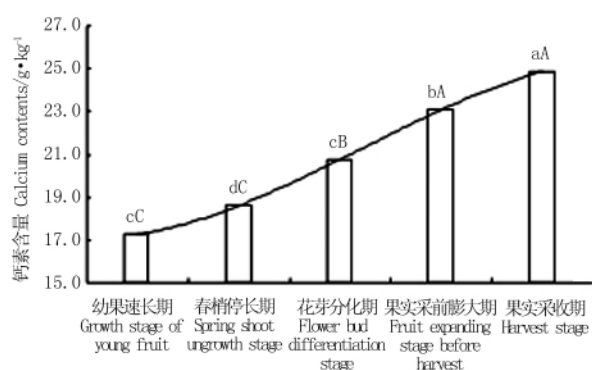


图4 不同采样期叶片钙素含量

Fig. 4 Leaves calcium contents at different sampling stage

### 3 讨论与结论

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。同一品种、砧木叶片中各种营养元素含量随生长发育进程的动态变化规律不一致,不同采样时期不同营养元素叶分析结果差异悬殊<sup>[1-3]</sup>。顾曼如等<sup>[20]</sup>研究认为,苹果在早春器官建造时树体中的氮含量为全年最高时期,当器官建造完成氮含量显著下降,晚秋叶片回撤氮素也是叶片氮素含量降低的因素之一。樊红柱等<sup>[21]</sup>认为果树新生器官(果实、叶片和新梢)中钾含量均为物候期前期较高,中后期较低,且钾随生长中心的变化而转移。张立新等<sup>[22]</sup>认为苹果树对钾的吸收,生长初期较少,此后逐渐增多,尤以6~8月份对钾的吸收最多,且氮、磷、钾含量在嫩叶高,随叶龄增长而减少,钙则随叶龄增长而增加。安贵阳等<sup>[7]</sup>认为苹果叶片营养元素随着生长发育进程,氮、磷呈下降趋势,钙、镁、锰、锌、铜呈上升趋势,其中钙、镁和锰含量稳定升高,锌、铜变幅较大;钾、铁含量前期和后期较高,中期略低;硼含量前期呈上升趋势,后期有所下降。渭北高原苹果叶片营养元素含量从幼果速长期到果实采收期,氮、磷为持续降低;钾为幼果速长期最高,花芽分化期最低,果实采收期较高;钙为持续升高,与前人的测试结果基本一致。

果树营养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,落叶果树应在夏季采集新近成熟的叶片为样品,苹果应在春梢停止生长后,叶片营养元素含量变化趋于缓和时是采集叶样的适宜时期<sup>[1-3]</sup>。苹果春梢停长后的花芽分化期(花后11周)是氮、磷、钙的适宜采样时期,进一步证明了前人研究结果的可靠性,但此期采样钾含量偏低,钾应在果实采收期或新梢停长期(花后8周)采样比较合理。

试验结果表明,在渭北高原,生长状况良好的盛果期“红富士”苹果,从幼果速长期到果实采收期,叶片中氮、磷含量持续降低,钾含量为先降低,后升高,钙含量

持续升高。

花芽分化期(花后11周)为测定叶片氮、磷、钙的适宜时期,钾应在果实采收前期或春梢停长期(花后8周)进行采样分析。

### 参考文献

- [1] 查普曼 H D. 果树营养诊断标准[M]. 庄伊美,江由,译. 上海:上海科学技术出版社,1980:1-115.
- [2] 全月澳,周厚基. 果树营养诊断法[M]. 北京:农业出版社,1982:1-8,185-205.
- [3] 华中农学院. 果树研究法[M]. 北京:农业出版社,1979:283-292.
- [4] Jones J B. Plant Nutrition Manual [M]. Washington D C: CRC Press, 1998:149.
- [5] 彭福田,姜远茂. 不同产量水平苹果园氮磷钾营养特点研究[J]. 中国农业科学,2006,39(2):361-367.
- [6] 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[J]. 园艺学报,1987,14(2):81-89.
- [7] 安贵阳,范崇辉,杜志辉,等. 苹果叶营养元素含量的影响因素分析[J]. 园艺学报,2006,33(1):12-16.
- [8] 李辉桃,周建斌,郑险峰,等. 旱地红富士苹果园土壤营养诊断和施肥[J]. 干旱地区农业研究,1996,14(2):45-50.
- [9] 安贵阳,史联让,杜志辉,等. 陕西地区苹果叶营养元素标准范围的确定[J]. 园艺学报,2004,31(1):81-83.
- [10] 李明霞,白岗栓,闫亚丹,等. 山地苹果树更新修剪对树体营养及生长的影响[J]. 园艺学报,2011,38(1):139-144.
- [11] 杜社妮,李明霞,耿桂俊,等. 更新修剪对盛果末期苹果树体营养及品质的影响[J]. 北方园艺,2011(8):19-22.
- [12] 郭雯,李丙智,张林森,等. 不同施钾量对红富士苹果叶片光合特性及矿质营养的影响[J]. 西北农业学报,2010,19(4):192-195.
- [13] 曾艳娟,高义民,同延安. N 肥用量对红富士苹果叶片和新生枝条中 N 营养动态的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2011,39(2):197-201.
- [14] 李红波,姜远茂,彭福田,等. 不同类型红富士苹果对春季土壤 15N-尿素的吸收、分配和利用特性研究[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(4):986-991.
- [15] 王春枝,朱福磊,刘丽杰,等. 氮磷钾肥对红富士苹果产量、品质和叶片矿质元素含量的影响[J]. 中国果树,2009(2):14-16.
- [16] 李永武,韩明玉,范崇辉,等. 富士苹果不同拉枝角度叶片营养物质含量与果实品质之间的关系[J]. 西北农业学报,2007,16(2):161-164.
- [17] 郑永明,刘春生,常红岩. 喷施波尔多液对苹果叶片矿质元素含量的影响[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),2003,34(3):431-433.
- [18] 樊红柱,同延安. 苹果树各器官钙素分布研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2006,34(3):119-121,126.
- [19] 董鸣. 中国生态系统研究网络观测与分析标准方法-陆地生物群落调查观测与分析[M]. 北京:中国标准出版社,1997:234-257.
- [20] 顾曼如,张若杼,束怀瑞,等. 苹果氮素研究初报[J]. 园艺学报,1981,8(4):21-28.
- [21] 樊红柱,同延安,吕世华,等. 苹果树体钾含量与钾累积量的年周期变化[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2007,35(5):169-172.
- [22] 张立新,张林森,李丙智,等. 旱地苹果矿质营养及其在生长发育中的作用[J]. 西北林学院学报 2007,22(3):111-115.
- [23] 樊红柱,同延安,吕世华,等. 苹果树体氮含量与氮累积量的年周期变化[J]. 中国土壤与肥料,2008(4):15-17.

# 基于层次分析和熵值法的苹果杂交 $F_1$ 代果实性状综合选择模式研究

王雷存, 樊红科, 赵政阳, 王飞, 高华

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘 要:**以“富士”和“粉红女士”多年的果实性状平均表现和预期育种目标为基础,利用数学统计方法、层次分析法和熵值法对其杂交后代选择标准进行评价。结果表明:以果色、果型、风味作为选择的主要依据,确定了单果重、果形指数、果实硬度、糖酸比等 12 个适宜性评价指标,采用 5 级评分制对各指标进行量化分级,运用层次分析法和熵值法确定了各指标的综合权重,为苹果杂交  $F_1$  代果实性状综合选择提出了一个完整的评价指标体系和数量化评价模型。

**关键词:**苹果;杂交  $F_1$  代;综合选择;层次分析法;熵值法

**中图分类号:**S 661.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)21-0004-05

苹果育种是苹果产业化发展的前提和基础<sup>[1]</sup>。“小组合、大群体”的育种技术路线是当前苹果育种界比较认可的一种技术路线<sup>[2]</sup>。但是,面对庞大的杂交后代,如何进行综合选择成为亟需解决的首要问题。

**第一作者简介:**王雷存(1963-),男,陕西韩城人,硕士,副研究员,现主要从事苹果新品种选育及配套栽培技术研究工作。E-mail: wanglc0326@163.com。

**责任作者:**赵政阳(1964-),男,博士,教授,现主要从事苹果新品种选育及渭北旱地苹果优质高效栽培技术研究工作。

**基金项目:**陕西省科技攻关资助项目(2010K01-04-1);陕西省“13115”重大专项资助项目(2010ZDKG-69)。

**收稿日期:**2011-08-15

苹果杂交后代综合选择的适宜性评价与多种因子有关,属于多指标评价系统。前人选择方法主要依靠育种人员的经验和主观意愿进行选择,多数采用定性分析,科学依据不足,说服力不强,缺少可行的定量分析。

层次分析法(AHP)是对一些较为复杂、较为模糊的问题作出决策的方法,特别适用于难以完全定量分析的问题,即是将复杂问题分解为多个组成因素,并将这些因素按支配关系进一步分解,按目标层、准则层、指标层排列起来,形成一个多目标、多层次的模型,形成有序的递阶层次结构。通过两两比较的方式确定层次中诸因素的相对重要性,然后综合评估主体的判断确定诸因素相对重要性的总顺序<sup>[3]</sup>。

但是,层次分析法在建立判断矩阵时,只是将单个

## Research on the Reasonable Sampling Stage for Apple Leaf Nutrient Analysis

DU She-ni<sup>1,2</sup>, LI Man<sup>3</sup>, LI Ming-xia<sup>4</sup>, BAI Gang-shuan<sup>1,2</sup>

(1. Institute of Soil and Water Conservation, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100; 3. Organism Project Development Limited Company, China Ocean University, Qingdao, Shandong 266071; 4. People's Government of Fugu County, Fugu, Shaanxi 719400)

**Abstract:** In order to determine a reasonable sampling stage for leaf nutrient analysis, Red Fuji apple trees in full productive stage had been as the sampling objects in Weibei Plateau of Shaanxi Province, and its leaves had been positioning collected in the growth stage of young fruit rapid growth stage, spring shoot ungrowth stage, flower bud differentiation stage, fruit expanding stage before harvest, harvest stage, and leaves nitrogen, phosphorus, potassium, calcium content had been analyzed respectively. The results showed that leaves nitrogen, phosphorus content decreased continuously, potassium content changed in 'anti-parabola', calcium content increased continuously from young fruit rapid growth stage to harvest stage. Through analyzed leaves nutrient contents at different growth stage, flower bud differentiation stage been received as a reasonable sampling stage for leaf nitrogen, phosphorus, calcium analysis, spring shoot ungrowth stage and harvest stage been received as reasonable sampling stage for calcium analysis.

**Key words:** apple tree; tree nutrition; sampling stage; leaf nutrient analysis