

⑧

# 乾县苹果营养诊断和施肥研究

李辉桃 翟丙年 李 岗 周建斌

(西北农业大学资源与环境科学系, 陕西杨凌 712100)

**摘 要** 经调查, 供试 34 个果园的施肥量和产量变异很大。许多果园施氮肥过多, 钾肥太少。经叶分析, N, P, K, Fe, Zn 的平均含量依次是  $22.8 \pm 2.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,  $1.4 \pm 0.2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,  $10.7 \pm 2.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,  $225 \pm 51 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  和  $18.74 \pm 12.36 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。K 和 Zn 的含量低于正常值的果园数分别占 35.3% 和 58.9%。多数果园 N, P, K 营养不平衡, 营养三要素的需要顺序多是  $K > P > N$ 。根据目标产量、生产单位果品需要养分量和养分平衡指数, 确定了各果园的最小养分因素及其需肥量, 并按养分比例法推荐了其他肥料的施用量。

**关键词** 苹果营养诊断, 最小养分因素, 养分平衡指数, 施肥方法

**中图分类号** S661.1, S606.2

陕西省是中国苹果种植的大省, 广大果农迫切需要科学施肥技术。为此, 通过施肥调查和叶分析, 进行果树营养诊断和推荐施肥方法研究, 为开展果园定量施肥提供科学依据。

## 1 供试地点和方法

在陕西乾县的吴店、铁佛、马连、临平 4 个乡镇, 选择 34 个果园。其中秦冠果园 11 个, 富士 19 个, 北斗 4 个; 树龄 2~12 年; 株行距多为  $3 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ 。1996 年 7 月中旬, 调查果园 1994 年 11 月至 1996 年 7 月施肥种类和数量, 根据常用参数<sup>[1]</sup>, 把所施各种肥料折成纯养分。调查 1995 年的实产, 测定 1996 年的产量。按常规采样法, 采集每个果园主栽品种的混合叶样。叶片的洗涤、烘干和粉碎等均用标准方法进行<sup>[2]</sup>。样本用  $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}_2$  消解, 靛酚蓝比色法测 N, 钼钒黄比色法测 P, 火焰光度法测 K, 原子吸收法测 Fe 和 Zn。

## 2 结果与分析

### 2.1 施肥量和产量

2.1.1 果园间施肥量和产量差异大 供试果园中, 1995 年 11 月至 1996 年 7 月未施有机肥者有 16 个, 未施化学钾肥者 23 个, 基本不施化学氮磷肥者 5 个。相反, 有的果园两年各施 N  $2.58 \text{ kg/株}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$   $1.0 \text{ kg/株}$ ; 有的果园两年平均施 N  $3.08 \text{ kg/株}$ 。

由表 1 看出, 两年所施有机、无机养分多呈增加趋势, 说明果农重视增肥增产。但 3 个树龄段果园间施肥量差别都很大, 变异系数最小者为 56%, 最大者为 300%。表 1 的 36 组施肥数据中, 变异系数大于 100% 者占 72% 以上。果园间施肥悬殊的原因, 除与果农间经

收稿日期 1997-06-03

课题来源 杨凌科学基金资助项目

作者简介 李辉桃, 女, 1938 年生, 副教授

济差别有关外,更主要的是缺乏合理施肥知识。由表 1 还看出,随树龄增加,产量极显著提高。但果园间产量变化也很大,与高产果园相比,多数果园应该具有不同程度的增产潜力。

表 1 不同树龄果园施肥和产量均值

kg/株

时间	树龄	化 肥			有机肥			产量
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
1994 年 11 月 至 1995 年 10 月	a	0.23	0.13	0.03	0.13	0.12	0.10	2.3
		0.30	0.20	0.06	0.15	0.12	0.11	3.8
	b	0.70	0.43	0.11	0.20	0.15	0.10	34.4
		0.52	0.28	0.32	0.25	0.19	0.11	16.4
	c	1.22	0.46	0.15	0.31	0.27	0.18	42.8
		0.70	0.26	0.18	0.35	0.29	0.19	26.3
1995 年 11 月 至 1996 年 7 月	a	0.24	0.18	0.06	0.06	0.08	0.06	10.7
		0.17	0.20	0.10	0.09	0.14	0.11	10.8
	b	0.54	0.32	0.03	0.27	0.24	0.15	52.9
		0.39	0.47	0.09	0.22	0.17	0.16	25.1
	c	1.20	0.49	0.16	0.24	0.20	0.14	59.2
		0.82	0.39	0.30	0.43	0.33	0.27	20.9
两年平均	a	0.24	0.16	0.05	0.11	0.10	0.15	6.4
		0.17	0.19	0.07	0.09	0.08	0.08	7.3
	b	0.62	0.37	0.07	0.24	0.16	0.12	43.6
		0.37	0.32	0.20	0.22	0.17	0.19	16.9
	c	1.22	0.47	0.16	0.27	0.24	0.16	51.0
		0.72	0.27	0.22	0.35	0.28	0.21	21.5
$\bar{x}$	0.82	0.36	0.11	0.22	0.20	0.13	37.4	
		0.69	0.29	0.19	0.28	0.22	0.16	25.7

注:①a 代表 1992~1994 年定植,共 9 个果园;b 代表 1988~1990 年定植,共 8 个果园;c 代表 1984~1987 年定植,共 17 个果园,表 3、表 5 同。②每组数据上行平均值,下行标准差。

2.1.2 养分供应不平衡 红富士苹果规范化管理技术规定<sup>[3]</sup>,每生产 100 kg 苹果,要求施土杂肥 200 kg 以上,全年施化肥 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 和 K<sub>2</sub>O 应为 0.80,0.56 和 0.64 kg。由表 1 两年的平均值计算,每生产 100 kg 苹果,b 龄果园消耗化肥 N 1.42 kg,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.85 kg,K<sub>2</sub>O 0.16 kg;c 龄果园分别是 2.39,0.92 和 0.31 kg。与规范化管理相比,施用氮肥过多,钾肥太少。

从有机肥养分和无机肥养分分析,表 1 中 34 个果园两年平均施用的化肥 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 和 K<sub>2</sub>O 分别是有机肥养分的 3.7,1.8 和 0.8 倍,说明供试果园苹果生产所需的 N 和 P 主要靠无机肥,而有机肥中的 K 起了一半多的作用。

## 2.2 叶片营养诊断

2.2.1 叶中养分含量 表 2 上栏是供试果园叶中 5 种养分的平均值和均数标准差,中栏是李港丽等<sup>[2]</sup>制定的中国苹果叶养分的正常值。

与李港丽的标准值相比,供试果园叶中 N 和 Fe 的含量都落在了标准值的范围内,且二者的平均值很接近。K 和 Zn 的平均值也在标准值的范围内,但比标准均值低的多,因为 K 和 Zn 小于标准值下限的果园数分别有 12 和 19 个。周厚基等<sup>[4]</sup>报道,叶 Zn < 21.2 mg·kg<sup>-1</sup> 时为缺 Zn 和潜在性缺 Zn,本研究有 73.5% 的果园处于这种状况。K 和 Zn 缺乏问题,应引起高度重视。P 的均值未达标准值的下限,这一现象在中国西部地区还有出现。

例如,新疆3种苹果叶中P的平均含量只有 $1.2\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,远低于中国其他地区<sup>[2]</sup>。为克服标准值受区域环境条件影响<sup>[2]</sup>,作者做了渭北旱塬N、P、K正常值的初探<sup>[5]</sup>(表2下栏)。与之相比,供试果园N的平均含量高出7.0%,K低了9.3%,P相当。此结果与施肥状况相吻合。

表2 叶养分含量及相应养分的正常标准值

项 目	N ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	P ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	K ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	Fe ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	Zn ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )
供试果园实测值	22.8±2.5	1.4±0.2	10.7±2.0	225±51	18.7±12.4
李港丽标准值	范围	1.5~2.3	10.0~20.0	150~290	15.0~80.0
	均值	22.9±3.1	2.1±0.3	15.6±4.7	220±70
渭北旱塬暂定正常值	21.3±1.9	1.4±0.1	11.8±1.0	—	—

2.2.2 不同树龄和品种养分比较 不同树龄和品种的叶养分含量是否一致,是叶片营养诊断的重要问题。供试果园叶养分分类统计见表3。

表3 不同树龄和品种养分均值

分类 依据	项目	果园数	N ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	P ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	K ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	Fe ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	Zn ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )
树龄(年)	2~4(a)	9	22.3	1.4	11.4	190	15.73
	6~8(b)	8	23.7	1.3	10.3	234	18.36
	9~12(c)	17	22.6	1.4	10.4	239	20.50
品种	秦冠	11	22.7	1.3	9.7	240	20.37
	富士	19	23.0	1.4	11.3	231	19.71

注:北斗品种只有4个果园,未做品种间差异研究。

采用混合变量法,对3个树龄和2个品种的各种养分测定值分别进行 $t$ 检验,只有a龄的Fe显著低于c龄,富士含K量显著高于秦冠(二者都达0.05的显著标准,这种现象属于偶然还是必然需要再验证),余者差异均不显著。果树营养的这种遗传稳定性,为建立统一的叶诊断标准提供了基础。

2.2.3 氮磷钾养分丰缺状况及需肥顺序 应用Kenworthy方法<sup>[6]</sup>,判断供试果园N、P、K的丰缺状况和需要程度。具体方法是,根据下列公式,计算养分平衡指数

$$P = \frac{x}{s} \times 100 \quad I = (100 - p) \times \frac{v}{100} \quad B = P + I$$

式中, $x$ 为待诊果园某养分的实测值, $s$ 为正常标准值, $v$ 为正常标准值的变异系数, $B$ 为平衡指数。本研究的 $s$ 和 $v$ 采用渭北旱塬的暂定正常标准值(表2下栏)。

例如,3号果园叶中N、P、K含量分别是20.1、1.5和 $7.6\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,代入公式算得平衡指数依次是94.87、106.63和67.42。显然,钾是最小养分因子,需肥顺序是 $K>N>P$ 。采用同法,得到供试各果园N、P、K的相对丰缺位次(表4)。

由表4看出,N处于最缺位次的果园数占8.8%,P占32.4%,钾占58.8%。3种养分处于相对不缺位次(第三位)的果园数则相反。如果把

表4 N、P、K处于相对缺乏位次的果园数(个)

相对缺乏位次	N	P	K
第一位	3	11	20
第二位	10	13	11
第三位	21	10	3

平衡指数 100~105 定为养分平衡区, N, P, K 单独落在平衡区的果园数分别是 26.5%, 23.5% 和 14.7%, 平衡指数小于 100 的果园数依次是 20.6%, 50.0% 和 79.4%。综合分析, 供试多数果园 3 种养分不够平衡, 需肥顺序多是  $K > P > N$ 。

### 2.3 施肥量确定方法

2.3.1 有机肥和锌肥 为了高产优质, 按照“管理规范”, 提倡 1 kg 果施用 2 kg 土杂肥(有机肥)。叶中含 Zn 量小于  $21.2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  的果园, 果树萌芽前喷 5% 的硫酸锌一次, 花后喷 0.1%~0.2% 的硫酸锌 2~3 次。小叶病严重的果园, 再土施硫酸锌 100~150 g/株。

2.3.2 化学氮磷钾肥 Kenworthy 推荐施肥量的方法<sup>[6]</sup>: 养分平衡指数每小于平衡值(100)10 个单位, 施肥量比前一年增加 10%~20%。鉴于不少供试果园以往的施肥量是盲目的, 不能作为次年科学施肥的基础, 作者提出如下推荐施肥要点: ①确定目标产量。以前两年平均产量为基础, a, b, c 龄果园的施肥增产率分别暂定为 30%, 20% 和 15%。②确定 100 kg 果需要养分分量。有关参数借用“管理规范”的要求<sup>[3]</sup>。但因渭北旱塬土壤普遍缺氮, 故将 100 kg 果需 N 量改为  $1.0 \text{ kg}^{[7]}$ , 即 100 kg 果应施用 N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  和  $\text{K}_2\text{O}$  分别为 1.0, 0.56 和 0.64 kg。③确定最小养分因子施肥量。用目标产量乘 100 kg 果需要养分分量, 首先计算出最小养分因子基础施肥量, 然后按 Kenworthy 法加以校正。校正方法是, 养分平衡指数每低于平衡值 10 个单位, N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  和  $\text{K}_2\text{O}$  的施用量分别增加基础施肥量的 20%, 15% 和 10%。④应用养分比例法, 确定另外两种养分的施用量。

例如, 5 号果园系 1986 年定植, 1995 年和 1996 年的产量是 90 和 70 kg/株, N, P, K 平衡指数是 102.14, 100.00 和 85.26。根据上述方法, 其目标产量应该定为 92 kg/株。K 是最小养分因子, 首先计算出  $\text{K}_2\text{O}$  的用量为 0.68 kg/株, 其次算得  $\text{P}_2\text{O}_5$  和 N 的用量是 0.60 和 1.06 kg/株。同法, 向 34 个果园提出了施肥量建议。不同树龄果园推荐施肥量的平均值见表 5。

表 5 不同树龄果园推荐施肥量均值及其与习惯施肥比较 (kg/株)

树龄	N	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{K}_2\text{O}$
a	0.24(0)	0.17(+6%)	0.10(+100%)
b	0.66(+6%)	0.38(+3%)	0.43(+514%)
c	0.78(-56%)	0.44(-6%)	0.50(+212%)
平均	0.61(-26%)	0.35(-3%)	0.38(+245%)

注: 括号内的数字是推荐施肥量比习惯施肥量(见表 1)增减的百分数。

## 3 讨论

### 3.1 校正养分失衡

按 100 kg 产量需养分分量计算, 有些果园施磷量较高, 不少果园施氮量过多(见表 1)。但绝大多数果园叶中含氮量并未超标, 甚至不少果园叶磷较低(见表 2 上栏)。究其原因, 可能主要是钾素供应不足, 其他养分再多, 也不能继续高产。未被利用的氮磷化肥会损失或无效化, 既浪费了肥料, 又造成环境污染, 可见平衡供应各种养分极为重要。本研究从寻找最小养分因素开始, 继而首先确定最小养分因素的需要量, 并用平衡指数对其进行校正, 再按需肥比例确定其他养分的用量, 达到各种养分均衡供应。

### 3.2 推荐施肥的复杂性

确定施肥量的因素很多,诸如目标产量、土壤供养分量、肥料利用率、果园的管理水平、果农的经济能力等等,而且每个因素又受多种条件的制约。因此,不同地区、不同果园施肥量的确定,可以参照一定的方法,但绝无一成不变的模式。本文旨在提出基本方法,特殊情况的处理未予反映。本研究所用的施肥增产率偏大,这是因为多数供试果园尚有较大的增产潜力。与 Kenworthy 的方法相比,本推荐施肥方法有如下特点:一是以目标产量作为施肥的基本出发点;二是充分满足最小养分因素的需要;三是力求当年所施各种养分平衡。合理施肥是一个十分复杂的工程,本法及其施肥参数今后仍需定期校验和不断完善。

### 参 考 文 献

- 1 彭克明,裴保义. 农业化学(总论). 北京:农业出版社,1980
- 2 北京农业大学园艺系果树矿质营养研究室. 果树文集(6). 北京:北京农业大学出版社,1988
- 3 全国红富士苹果优质高产技术推广协作组. 红富士苹果规范化管理技术要点. 北方果树,1993(1):31~33
- 4 周厚基,全月澳,刁凤贵等. 国光苹果树缺锌的临界指标与不同锌肥新品种的肥效. 中国农业科学,1981(6):56~69
- 5 李辉桃,周建斌,翟丙年等. 红富士苹果园氮磷钾 DRIS 标准初探. 西北农业学报,1995(增刊):127~131
- 6 Kenworthy A L. Leaf analysis as an aid in fertilizing orchards. In soil testing and plant analysis. Edited by L M Walsh, J D Beaton. Soil science society of America, 1973, 381~392
- 7 田素华,崔子成. 山地旱作苹果园丰产优质的栽培技术. 中国果树,1992(4):29~31

## Nutrient Diagnosis of Apple Trees and Fertilizer Recommendation in Qianxian County

Li Huitao Zhai Bingnian Li Gang Zhou Jianbin

(Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi 712100)

**Abstract** Great variations of fertilizer amounts and apple yield exist among the 34 orchards investigated. The application of N fertilizer is excessive in many orchards while that of K fertilizer insufficient. The results of leaf analysis show that the average contents, in leaf, of N, P, K, Fe and Zn are  $22.8 \pm 2.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,  $1.4 \pm 0.2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,  $10.7 \pm 2.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,  $225 \pm 51 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , and  $18.74 \pm 12.36 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  respectively. The orchards with K and Zn contents in leaf lower than normal respectively amount to 35.3% and 58.9% of the total. There is an imbalance among N, P and K in most orchards with the requirement order of  $K > P > N$ . According to the target yield, the required nutrient quality and the nutrient equilibrium indices of fruits, the amounts of minimum nutrient factors and the required fertilizer were determined. The application amounts of other fertilizers were recommended with the method of nutrient ratio.

**Key words** nutrient diagnosis of apple tree, minimum nutrient factor, nutrient equilibrium index, recommendation of fertilizer method