

渭北旱塬苹果园土壤养分状况分析与平衡施肥研究

刘汝亮^{1,2},同延安¹,高义民¹,赵 营²

(1 西北农林科技大学 资源环境学院,陕西 杨凌 712100;2 宁夏农林科学院 农业资源与环境研究所,宁夏 银川,750004)

【摘 要】 【目的】探讨平衡施肥对渭北旱塬苹果产量和果实品质的影响,为红富士苹果的优质生产提供理论依据。【方法】在分析陕西渭北旱塬地区苹果园土壤养分状况的此基础上,通过连续 3 年(2004~2006)的平衡施肥试验,研究了平衡施肥技术体系及其对苹果产量、品质 and 经济效益的影响。【结果】渭北旱塬苹果园土壤速效 N、K、Zn 和 Mn 含量低于临界值的土样占全部土样的比例分别为 36.1%,41.7%,80.6%和 77.8%,速效 P、S 和 Fe 含量低于临界值的土样占全部土样的比例分别为 13.9%,11.1%和 16.7%,表明该区苹果园土壤速效 N、K、Zn 和 Mn 含量较低,属于亏缺元素,有效 P、S 和 Fe 较丰富,但存在亏缺的风险。化肥对苹果产量的增产率为 12.6%~36.4%,各种肥料对苹果产量的贡献率大小顺序为氮肥>钾肥>磷肥,其中钾肥和微量元素锌、锰对苹果品质有明显的促进作用。【结论】氮、磷、钾平衡施用才能保证苹果产量最高、品质佳、效益好。苹果养分平衡施肥体系为: N 0.3 kg/株, P₂O₅ 0.15 kg/株, K₂O 0.25 kg/株,并喷施 10 g/L 的 ZnSO₄ 和 8.0 g/L 的 MnSO₄ 肥料。

【关键词】 苹果;平衡施肥;土壤养分;渭北旱塬

【中图分类号】 S661.1;S158.2 【文献标识码】 A 【文章编号】 1671-9387(2008)03-0135-06

Study on soil nutrients in apple orchard and balanced fertilization
in shaanxi Weibei dry-land

LIU Ru-liang^{1,2}, TONG Yan-an¹, GAO Yi-min¹, ZHAO Ying²

(1 College of Resources and Environmental Sciences, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;
2 Institute of Agricultural Resources and Environment, Ningxia Academy of Agro-forestry Science, Yinchuan, Ningxia 750004, China)

Abstract: 【Objective】 The research is to study the effect of balance fertilization on apple fruit yield and quality in order to apply the theoretical foundation for the high quality of apple production in Weibei plateau. 【Meyhod】 Totally 64 soil samples were taken in grid from apple achard in Xiuli villagge of Shaanxi Weibei dry-land and effects of different fertilizer treatments on apple fruit yield and apple quality were studied. 【Result】 The results by ASI method indicated that 36.1%, 41.7%, 80.6% and 77.8% of soil samples for the content of available N, available K, available Zn and available Mn went under the critical value. 13.9%, 11.1% and 16.7% of the soil samples for the content of available P, available S and available Fe were under the critical value. It shows that the soil was poor in available N, K, Zn and available Mn and abundant in available P, S and Fe in the area respectively. The 3-year experiment showed that fertilizer supply could increase apple yield in the range from 12.6% to 36.4%. The order of increase rate among N, P and K was N>K>P. 【Conclusion】 Only the balanced application of N, P and K can have the best of the apple yield, quality and benefit. The reasonable quantity of fertilization should be N 0.3 kg/tree, P₂O₅ 0.1 kg/tree, K₂O 0.25 kg/tree, and it's necessary to apply some of Zn and Mn fertilizer.

* [收稿日期] 2007-03-26
[基金项目] 国际植物营养研究所(IPNI)中国项目部资助项目
[作者简介] 刘汝亮(1982—),男,河南夏邑人,研究实习员,主要从事果树营养与品质研究。E-mail:laoer168@126.com
[通讯作者] 同延安(1956—),男,陕西华县人,教授,博士生导师,主要从事施肥与环境研究。E-mail:tongyanan@nwsuaf.edu.cn

Key words: apple; balance fertilization; soil nutrient; weibei dry-land

苹果是世界“四大水果”之首,也是我国最重要的水果种类。2005 年,陕西省苹果栽培面积为 43 万 hm^2 ,产量达到 560 万 t,栽培面积和产量均居全国首位^[1]。国内目前关于苹果园栽培管理的研究较多^[2-3],但针对苹果园土壤养分状况及其平衡施肥的研究报道较少。刘侯俊^[4]研究表明,陕西省苹果园过量施肥严重,氮、磷、钾施用量超过推荐施肥量的 2~3 倍。彭福田等^[5]研究认为,果园目前肥料投入以氮肥为主,忽视了钾肥和微量元素的补充,氮肥虽然可以提高果实的品质,但过量施用可以导致果实品质下降、树体旺长等不良后果。目前,陕西苹果园主要分布在渭北旱塬,该区虽然属于苹果优生区,但由于普遍采用传统的栽培管理方式,且施肥不合理,导致果实产量不稳定,品质较差,经济效益不高等一系列问题^[6]。肥料是苹果生产中最重要资金投入项目之一,合理施肥不仅关系到苹果产量的提高和品质的改善,而且影响着果园的土壤肥力和效益。我国于 90 年代从美国引进土壤养分状况系统研究法^[7](Agro Services International, ASI),并在国内

一些合作项目上应用。本试验在对陕西渭北旱塬苹果园土壤养分状况进行分析的基础上,依据 ASI 法标准,通过连续 3 年(2004~2006 年)的平衡施肥研究,探讨了苹果园平衡施肥技术体系及其对苹果产量、品质和苹果园经济效益的影响,旨在为优质高产苹果的生产提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2004~2006 年在渭北旱塬苹果优生区合阳县休里村西北农林科技大学旱农试验站进行,该区位于东经 $109^{\circ}58'33''$,北纬 $34^{\circ}59'16''$,海拔 950 m,光照充足,年平均气温 11.5°C ,年均降水量 536.5 mm,最大蒸发量 1 005.8 mm。供试果园面积 10 hm^2 ,地势平坦,可灌溉,果园土壤为黑垆土,供试地块土壤肥力状况(表 1)为中等偏下。苹果品种为矮化富士,树龄 10 年生,挂果第 6 年,株行距为 3 m $\times$ 2 m。

表 1 供试果园土壤有效养分的状况
Table 1 Available nutrients of experimental soil

土层深度/cm Soil depth	有机质/($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) OM	有效态营养元素含量/($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)									
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Fe	Mn
0~20	16.1	64.3	28.6	97.4	830.8	287.6	21.7	2.1	1.7	19.4	3.1
20~40	10.3	43.7	19.4	65.3	634.9	203.4	16.5	1.4	1.3	11.6	2.4
40~60	8.2	35.4	13.1	34.2	364.6	168.7	13.7	1.1	0.9	6.4	2.1

1.2 方 法

1.2.1 苹果园土壤养分状况分析 于 2002 年秋季苹果收获后,每个果园按照等间距离网格法选定 6~8 棵果树,分别在果树冠围投影的中央、外围和两树之间 3 个点采集耕层(0~20 cm)土样,混合后作为此棵树的代表土样,试验共采集 10 个不同产量水平苹果园的耕层土壤样品 64 个。土样风干后粉碎,过 2 mm 筛备用。采用 ASI 法分析土壤样品的养分状况,其中土壤有机质用 0.2 mol/L NaOH+0.01 mol/L EDTA+体积分数 2%甲醇溶液提取;速效 P 和速效 K 采用联合浸提剂(0.25 mol/L NaHCO_3 +0.01 mol/L EDTA+0.01 mol/L NH_4F)浸提,铵态氮采用 1 mol/L 的 KCl 浸提,流动分析仪测定;速效 Ca、Mg、S、Cu、Zn、Fe、Mn 用原子吸收光谱仪测定。

1.2.2 平衡施肥试验 从 2004 年开始至 2006 年,连续 3 年进行田间定位试验。试验共设 7 个处理

(表 2),每处理重复 3 次,每 4 棵树为 1 个重复区,每重复四周设置空白处理的果树为保护行。平衡施肥处理(NPK)的肥料用量依据果园土样分析结果和 2003 年苹果产量而定。氮肥用尿素,磷肥用普通过磷酸钙,钾肥为氯化钾,Zn、Mn 肥料分别为 ZnSO_4 和 MnSO_4 。磷肥和钾肥作为基肥,在秋季 1 次施入,尿素 2/3 作为基肥施入,1/3 在春季作为追肥施入,施肥方式均为放射状沟施。Zn 肥和 Mn 肥分别配制成 10 和 8.0 g/L 的溶液,于苹果开花期、果实膨大期和成熟期 3 次喷施,每次喷至全树叶片正反面雾点布满而不流失,对照喷施清水。

1.2.3 苹果品质分析 苹果成熟时按小区收获,称重,计算产量,并取混合样品进行品质测定。叶面积的测定用重量法;叶绿素含量用上海产的 SPAD 520 型叶绿素测定仪测定;可溶性糖、还原糖含量用铜还原一直接滴定法^[8]测定;可溶性固形物用泉州光学仪器厂产的 WYT-4 型糖量计测定;硬度用

HP-230 型硬度仪测定;Vc 用 2,6-二氯靛酚兰比色法^[8]测定;有机酸用 NaOH 滴定法^[8]测定;花青苷用酒精浸提、比色法^[9]测定。

表 2 苹果平衡施肥试验方案
Table 2 Trial treatment of apple trees balance fertilization

处理 Treatment	施肥量 Fertilization of per tree				
	N/(kg·株 ⁻¹)	P ₂ O ₅ /(kg·株 ⁻¹)	K ₂ O/(kg·株 ⁻¹)	ZnSO ₄ /(g/L ⁻¹)	MnSO ₄ /(g·L ⁻¹)
CK	0	0	0	0	0
PK	0	0.15	0.25	0	0
NK	0.3	0	0.25	0	0
NP	0.3	0.15	0	0	0
NPK	0.3	0.15	0.25	0	0
NPK+Zn	0.3	0.15	0.25	10	0
NPK+Mn	0.3	0.15	0.25	0	8.0

1.2.5 数据统计分析 采用 EXCEL 和 DPS 软件对试验数据进行统计分析处理。

2 结果与分析

2.1 苹果园土壤肥力状况分析结果

由表 3 可知,苹果园土壤有机质含量为 7.0~25.1 g/kg,平均值为 15.3 g/kg,含量较低^[10];速效 N、P、K 含量分别为 16.1~70.9,6.3~45.6,42.8~126.3 μg/mL,其中速效磷含量的变异系数最高,达 45.4%;除有机质、速效钾和速效钙含量的变异系数均在 30%以下外,其他养分含量的变异系数均超过 30%,说明苹果园不同田块之间的有效养分含量差异较大。表明不同农户之间肥料的使用量存在较大差异。

依据土壤养分综合系统研究评价法所设定的土

1.2.4 经济效益分析 采用当年的苹果和化肥市售平均价格计算投入产出值,进行经济效益分析。

壤养分含量临界值指标,对土壤养分状况进行评价,结果见表 3。由表 3 可知,苹果园土壤速效 N、K、Zn 和 Mn 含量低于临界值的土样占全部土样的比例分别为 36.1%,41.7%,80.6%和 77.8%,速效 P、S 和 Fe 含量低于临界值的土样占全部土样的比例分别为 13.9%,11.1%和 16.7%。由此可知,苹果园土壤速效 N、K、Zn 和 Mn 含量均较低,属于亏缺元素,速效 P、S 和 Fe 相对丰富,但存在亏缺的风险。因此,在对休里村苹果园加强施用 N 肥和 K 肥的同时,必须重视对微量元素 Zn 和 Mn 的补充。另外,笔者在调查中还发现,不同果农在施肥量上存在很大差异,且普遍重视氮肥和磷肥的投入,忽略了钾肥和微量元素的施用,因此造成了各个田块之间的养分含量变异系数较大和部分养分的亏缺。

表 3 渭北旱塬苹果园土壤有机质和速效态营养元素的含量
Table 3 Soil organic matter and available nutrient contents

项目 Item	有机质/(g·kg ⁻¹) OM	速效态营养元素含量/(μg·mL ⁻¹)									
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Fe	Mn
平均值 Average	15.3	51.0	21.5	81.5	630.8	249.6	28.3	2.3	1.6	15.9	3.7
最大值 Max	25.1	70.9	45.6	126.3	1002.4	456.3	54.32	4.24	3.04	34.2	7.01
最小值 Min	7.0	16.1	6.3	42.8	56.9	116.3	9.7	0.82	0.82	3.65	1.89
标准差 S D	5.1	15.9	9.7	22.1	188.8	81.1	11.9	0.8	0.5	7.4	1.3
变异系数/% C V	29.5	31.1	45.4	27.2	29.9	32.5	42.2	37.3	31.7	46.3	35.6
A/%	—	36.1	13.9	41.7	0	5.6	11.1	8.3	80.6	16.7	77.8

注:A 为养分含量低于临界值的土样占总土样的比例(%);土壤养分系统评价法(ASI 法)规定不同养分含量的临界值分别为:N 50 μg/mL,P 12 μg/mL,K 78.2 μg/mL,Ca 400.8 μg/mL,Mg 121.5 μg/mL,S 12 μg/mL,Cu 1.0 μg/mL,Zn 2.0 μg/mL,Fe 10.0 μg/mL,Mn 5.0 μg/mL。

Note:“A” stands for the percentage of soil samples nutrients below the critical value(%);The critical value of soil nutrients in “ASI” was: N 50 μg/mL,P 12 μg/mL,K 78.2 μg/mL,Ca 400.8 μg/mL,Mg 121.5 μg/mL,S 12 μg/mL,Cu 1.0 μg/mL,Zn 2.0 μg/mL,Fe 10.0 μg/mL,Mn 5.0 μg/mL。

2.2 平衡施肥对苹果树生长状况的影响

苹果枝条的新梢生长和果实的生长发育在时间上几乎一致,两者对营养物质的竞争尤为激烈。如果苹果的新梢生长速度过快,势必影响果实的发育,甚至导致生理性落果,严重地影响苹果产量^[11]。由

表 4 可知,各个处理新梢长度均不同程度的低于对照,其中 NPK+Zn 和 NPK+Mn 处理与对照相比差异显著,表明各施肥处理均降低了新梢的生长速率,抑制了新梢的生长,使得营养物质合理向果实中分配。与对照比较,NPK 处理百叶干重和叶面积

分别增加了 32.4%和 41.9%；NPK+Zn 和 NPK+Mn 处理的百叶干重分别增加了48.4%和 36.9%，叶面积分别增加了 41.9%和35.2%，表明采用平衡施肥技术可以促进叶片的生长,从而进一步促进化

合物向果实中转移。与对照相比,NPK+Zn 处理和 NPK+Mn 处理的叶绿素含量较对照显著增加,其他处理与对照相比差异均不显著。

表 4 平衡施肥对苹果树生长的影响

Table 4 Effect of balance fertilization on apple trees growth

处理 Treatment	新梢长度/cm Length of new shoot	百叶干重/g Weight of dry leaves	叶面积/cm ² Leaf area	叶绿素/SPAD Chlorophyll
CK	0.237±0.016 a	22.5±1.41 d	21.0±2.2 b	50.1±1.3 b
PK	0.217±0.049 ab	23.9±2.48 d	24.4±10.1 ab	49.6±1.1 b
NK	0.195±0.067 ab	25.2±0.74 cd	25.2±2.8 ab	51.4±1.7 b
NP	0.149±0.083 ab	26.6±0.37 c	27.9±8.2 ab	49.7±1.0 b
NPK	0.215±0.077 ab	29.8±0.58 b	30.8±2.4 a	50.2±0.6 b
NPK+Zn	0.137±0.063 bc	33.4±0.58 a	29.8±2.5 a	55.1±1.0 a
NPK+Mn	0.057±0.021 c	30.8±0.80 b	28.4±3.2 a	55.0±2.6 a

注:同列数据后标不同小写字母者表示差异显著($P<0.05$)。下表同。

Note: Different letters in same tier means significant at 0.05 level,same as follow table.

2.3 平衡施肥对苹果产量和品质的影响

2.3.1 对苹果产量的影响 由表 5 可知,与对照相比,施用化肥能使苹果产量提高 12.6%~36.3%。NPK 处理 3 年平均苹果产量为 31.81 t/hm²,较对照增加 31.7%；NPK+Zn 处理的苹果年平均产量最高,较对照增加 36.3%；NPK+Mn 处理的苹果年平均产量达到了 32.39 t/hm²,较对照增加了34.2%。表明,氮、磷、钾肥料与锰肥和锌肥配合施用,能充分发挥土地的生产潜力。PK,NK 和 NP 处理的苹果年平均产量较对照(CK)分别增加了 12.6%,19.5%和 18.8%。由此可知,当地化肥对苹果产量的贡献顺序为:氮肥>钾肥>磷肥。

表 5 平衡施肥对苹果产量的影响(2004~2006)

Table 5 Effect of balance fertilization on apple fruit yield

处理 Treatment	产量/(t·hm ⁻²) Fruit yield			年平均产量/(t·hm ⁻²) Average apple yield per year	较对照增产/% Increased percentage
	2004 年	2005 年	2006 年		
CK	25.1	24.6	22.7	24.15 c	—
PK	27.1	28.4	26.1	27.19 b	12.6
NK	26.6	29.9	29.7	28.86 b	19.5
NP	29.1	30.2	26.7	28.69 b	18.8
NPK	32.7	31.9	30.9	31.81 a	31.7
NPK+Zn	32.5	32.9	36.4	32.93 a	36.3
NPK+Mn	32.4	33.4	36.1	32.39 a	34.2

2.3.2 对苹果品质的影响 平衡施肥对苹果品质的影响结果见表 6。

表 6 平衡施肥对苹果品质的影响

Table 6 Effect of balance fertilization on apple fruit quality

处理 Treatment	Vc 含量/ (mg·g ⁻¹) Vitamin c	可溶性糖含量/ (g·kg ⁻¹) Soluble sugar	可滴定酸含量/ (g·kg ⁻¹) Titratable acids	可溶性固形物含量/ (g·kg ⁻¹) Soluble solid	花青苷/ (nmol·cm ⁻²) Anthocyanin	硬度/ (kg·cm ⁻²) Hardness
CK	97 c	95 c	4.4 a	126 b	0.37 b	6.3 a
PK	104 c	106 bc	3.3 c	133 b	0.44 ab	6.8 a
NK	102 c	114 b	3.5 bc	148 a	0.43 ab	6.9 a
NP	101 c	110 b	4.2 a	131 b	0.42 ab	6.4 a
NPK	128 a	128 a	3.9 b	158 a	0.44 ab	7.3 a
NPK+Zn	113 bc	138 a	3.7 b	154 a	0.51 a	7.2 a
NPK+Mn	123 ab	139 a	3.8 b	156 a	0.43 ab	6.9 a

由表 6 可以看出,与对照相比,各施肥处理苹果的 Vc、可溶性糖和可溶性固形物含量均有不同程度地增加,可滴定酸含量下降,果实的糖酸比提高,口感风味改善^[11]。但不同施肥处理对苹果品质指标的影响程度不同,其中 NPK 处理的苹果 Vc 和可溶性固形物含量均最高,分别为 128 mg/g 和 158 g/kg;NPK+Mn 处理的苹果可溶性糖含量最高,为 139 g/kg,表明施锰可以提高苹果果实中可溶性糖

含量。花青苷是苹果色泽(红色)的重要影响因素,一般花青苷含量高,苹果的色泽就红^[12]。NPK+Zn 处理的苹果花青苷含量最高,达 0.51 nmol/cm²,较对照(CK)提高了 37.8%,表明喷施锌肥在一定条件下可促进花青苷的合成^[13]。硬度是果实耐储藏性的一项重要指标,与对照相比,不同施肥处理的苹果硬度均有一定程度的增加,但各处理间差异不显著。缺素处理(PK、NK、NP)中,NP 处理苹果的 Vc 含量和可溶性固形物含量均最低,可滴定酸含量最高,表明钾素对苹果品质的改善作用大于氮肥和磷肥。

表 7 平衡施肥对苹果经济效益的影响

Table 7 Effect of balance fertilization on yearly apple profit

处理 Treatment	增加的产量/(t·hm ⁻²) Increased apple yield	增加的收入/(千元·hm ⁻²) Profit increment	肥料投入/(千元·hm ⁻²) Fertilization investment	纯收入/(千元·hm ⁻²) Net profit
PK	3.04	6.69	1.83	4.86
NK	4.71	10.30	2.84	7.51
NP	4.54	9.98	2.29	7.69
NPK	7.66	16.70	3.48	13.40
NPK+Zn	8.78	19.30	3.70	15.60
NPK+Mn	8.24	18.10	3.77	14.40

注:肥料价格为:尿素 1.6 元/kg,过磷酸钙为 0.48 元/kg,氯化钾为 2.75 元/kg,ZnSO₄ 和 MnSO₄ 均为 4.8 元/kg,苹果 2.2 元/kg,该效益分析中未考虑肥料以外的其他成本。
Note:Quotation is urea 1.6 Yuan/kg,super phosphate 0.48 Yuan/kg,KCl 2.75 Yuan/kg,ZnSO₄ and MnSO₄ 4.8 Yuan/kg,apple 2.2 Yuan/kg. The profit analysis result not including other cost except fertilizer.

3 讨 论

果园施肥作为一项重要的管理措施,对水果品质的形成和提高具有重要的作用,合理施肥不仅可以提高果实的品质,而且还影响着果园的土壤肥力和经济效益。刘侯俊^[4]研究发现,陕西省果园钾肥施用不足,土壤钾素较缺乏,而氮、磷施用过 量。钾肥对黄土地区的水果品质有显著改善作用,增施钾肥可以提高果实产量和改善果实品质。何忠俊等^[14]研究证明,钾肥可以提高黄土区猕猴桃中 Vc 和氨基酸含量。高义民等^[15]研究表明,钾肥可以提高黄土区葡萄中的 Vc 和可溶性糖含量。但由于受“黄土区富钾”传统观念的影响,加之目前对渭北旱塬黄土区苹果施肥技术缺乏深入研究,钾素对于苹果产量和品质的重要影响尚未引起果农和研究者的重视,致使在生产中果农往往忽视钾肥的施用,偏施氮、磷肥。本研究结果表明,钾肥在增加苹果产量方面的作用仅次于氮肥,但钾肥在降低苹果中的可滴定酸含量,提高苹果品质方面的效果大于氮、磷肥;微量元素和钾肥具有相似的作用,对提高果实的内在和外在品质均有良好的作用,尤其是 NPK+Zn

综上可知,施肥有助于苹果品质的改善,平衡施肥并适当地补充微量元素,对苹果品质的改善效果最好。
2.4 苹果园平衡施肥的经济效益分析
由表 7 可知,NPK+Zn 处理苹果增加的产量、增加的收入和纯收入均最高,分别为 8.78 t/hm²、19.3 千元/hm² 和 15.6 千元/hm²;PK 处理苹果增加的产量、增加的收入和纯收入均最低,分别为3.04 t/hm²、6.69 千元/hm² 和 4.86 千元/hm²;不同施肥处理的纯收入大小顺序为:NPK+Zn>NPK+Mn>NPK>NP>NK>PK。
处理,对果实着色有积极的作用,这与前人的研究结果^[2,11]相一致。表明,要进一步提高渭北旱塬苹果的产量和品质,增强市场竞争力,增加经济效益,必须改变果农的传统施肥习惯,增施钾肥和微量元素,平衡施肥。
4 结 论
由本研究结果可知,休里村苹果园土壤有效 N、K、Zn 和 Mn 含量较低。不同施肥处理可使苹果产量增加 12.6%~36.4%,其中 NPK+Zn 处理的苹果产量最高,较对照增加 36.4%,增加的纯收入也最大,达 15.6 千元/hm²。微量元素对苹果品质的改善有重要作用,NPK+Mn 处理的苹果可溶性糖含量最高,为 13.9%;NPK+Zn 处理的苹果花青苷含量最高,达 0.51 nmol/cm²,较对照(CK)提高了 37.8%。因此,作者建议渭北旱塬苹果园应该同时施用氮、磷、钾肥料,并补充一定量的微量元素,该区苹果园全年的合理施肥量应为:N 0.3 kg/株,P₂O₅ 0.15 kg/株,K₂O 0.25 kg/株,并喷施 10 g/L 的 Zn-SO₄ 和 8.0 g/L 的 MnSO₄ 肥料。由于果园之间的土壤养分含量差异较大,各个果园之间的施肥量可以依据土壤养分的丰缺程度,在此基础上进行适当

地调整。

[参考文献]

- [1] Online Computer Fei Yu Center. China apple industry will approach world advanced level[EB/OL]. [2006-11-7]: <http://www.feiyu.com.cn/wangba/news.php?newsid=33276>.
- [2] 李港丽,苏润宇,李 隽. 几种落叶果树叶片内矿质营养含量标准值的研究[J]. 园艺学报,1987,14(2):81-89.
Li G L,Su R Y,Li J. Studies on the nutritional ranges in some deciduous fruit trees [J]. Acta Horticulturae Sinica,1987,14(2):81-89. (in Chinese)
- [3] Dejong T M,Day K R,Johnson R S. Partitioning of leaf nitrogen with respect to within canopy light exposure and nitrogen availability in peach [J]. Trees,1989,3:89-95.
- [4] 刘侯俊. 陕西省果园养分状况和钾肥肥效研究[D]. 陕西 杨凌:西北农林科技大学,2002.
Liu H J. The status of nutrients and effect of potassium fertilizer on orchard in Shaanxi province [D]. Shaanxi Yangling: Northwest A & F University,2002. (in Chinese)
- [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.
Peng F T,Jiang Y M. Characteristics of N,P,and K nutrition in different yield level apple orchards[J]. Scientia Agriculture Sinica,2006,39(2):361-367. (in Chinese)
- [6] 李丙智,刘建海,张林森,等. 不同时间套袋对渭北旱塬红富士苹果品质的影响[J]. 西北林学院学报,2005,20(2):118-120.
Li B Z,Liu J H,Zhang L S,et al. The effect of different bagging period on the quality of red fuji apple trees in weibei dry land [J]. Journal of Northwest Forestry University,2005,20(2):118-120. (in Chinese)
- [7] 加拿大钾磷研究所北京办事处. 土壤养分系统研究法 [M]. 北京:中国农业科技出版社,1992:42-70.
Cannada PPI-PPIC (Beijing). Soil nutrient system research method [M]. Bei jing:China Agriculture and Tech-Science Publ Press of China,1992:42-70. (in Chinese)
- [8] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,2000:302-316.
Bao S D. Soil and agriochemistry analysis science [M]. 3th edition. Bei jing: Agriculture Publ Press of China,2000:302-316. (in Chinese)
- [9] 全月澳,周厚基. 果树营养诊断法[M]. 北京:农业出版社,1982,162-165.
Tong Y A,Zhou H J. Diagnosis Methods of Fruit Tree Nutrition [M]. Beijing: Agricultural Press,1982:162-165. (in Chinese)
- [10] 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.
An G Y,Shi L R,Du Z H,et al. Studies on the standard range of apple leaf nutritional elements in Shaanxi province [J]. Acta Horticulturae Sinica,2004,31(1):81-83. (in Chinese)
- [11] 翟丙年,杨岩荣,许安民,等. 红苹果 2 号叶肥的作用效果及机理研究 [J]. 西北农业大学学报,1999,27(5):163-167.
Zhai B N,Yang Y R,Xu A M,et al. Regulation of red apple II on the growth and development of apple [J]. Journal of Northwest Agriculture University,1999,27(5):163-167. (in Chinese)
- [12] 王 勤,何为华,郭景南,等. 增施钾肥对苹果品质和产量的影响 [J]. 果树学报,2002,19(6):424-426.
Wang Q,He W H,Guo J N,et al. Effect of application of potassium fertilizer on production and fruit quality of apple trees [J]. Journal of Fruit Science,2002,19(6):424-426. (in Chinese)
- [13] Glenn M G. Effect of calcium on cell wall structure,protein phosphorylation and protein in apples [J]. Plant Cell Physiol,1988,29(4):565-572.
- [14] 何忠俊,张广林,张国武,等. 钾对黄土区猕猴桃产量和品质的影响[J]. 果树学报,2002,19(3):163-166.
He Z J,Zhang G L,Zhang G W,et al. Effect of potash application on the output and quality of Kiwifruit in loess area [J]. Journal of Fruit Science,2002,19(3):163-166. (in Chinese)
- [15] 高义民,同延安,马文娟. 陕西关中葡萄园平衡施肥技术研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2006,34(9):41-44.
Gao Y M,Tong Y A,Ma W J. Study on grapery soil nutrients condition and balanced fertilization in Shaanxi Guanzhong area [J]. Journal of A&F University: Natural Science Edition,2006,34(9):41-44. (in Chinese)