

文章编号: 1000-5692(2007)01-0039-05

黄金梨叶片营养诊断及施肥标准

周 建¹, 袁德义², 张 琳², 李佑武³

(1. 河南科技学院 园艺系, 河南 新乡 453003; 2. 中南林业科技大学 经济林育种与栽培国家林业局重点实验室, 湖南 长沙 410004; 3. 湖南省汉寿县林业局, 湖南 汉寿 415900)

摘要: 为了精确把握黄金梨 *Pyrus pyrifolia* ‘Whangkeumbae’ 需肥规律, 确定施肥标准, 利用凯氏定氮法、钼钼黄比色法、原子吸收分光光度法对不同配方施肥条件下黄金梨叶营养元素进行了测定分析, 并对叶片全氮、全磷、全钾质量分数与梨产量进行相关分析。结果表明, 当叶片全氮质量分数为 $18.15 \sim 26.85 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 全磷为 $1.11 \sim 2.59 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 全钾为 $7.18 \sim 16.70 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 时, 黄金梨产量随叶片中各元素质量分数的提高而增加; 当叶片全氮质量分数为 $18.15 \sim 24.43 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 全磷为 $1.07 \sim 2.75 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 全钾为 $6.88 \sim 17.26 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 时, 黄金梨果中可溶性固形物随元素质量分数的提高而显著上升; 通过对叶片全氮、全磷、全钾质量分数与梨产量进行相关分析, 得出其营养临界指标: 全氮 $18.31 \sim 26.85 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 全磷 $1.11 \sim 2.59 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 和全钾 $7.29 \sim 19.62 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 最佳施肥量为: 氮肥(尿素) $225.31 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, 磷肥(过磷酸钙) $99.06 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, 钾肥(硫酸钾) $220.97 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 。图 2 表 3 参 10

关键词: 园艺学; 黄金梨; 营养诊断; 施肥标准

中图分类号: S661.2; S606⁺.2 文献标识码: A

梨 *Pyrus* spp. 是我国落叶果树中栽培最广的果树, 其栽培面积和总产量均居世界第一位^[1]。但目前中国梨的优质果品率还比较低, 不到总产量的 30%^[1,2]。造成这种情况的原因是多方面的, 其中很重要的一点就是科学技术含量低, 不能精确地把握施肥的规律、量及配比。黄金梨 *Pyrus pyrifolia* ‘Whangkeumbae’ 为韩国选育的优良的砂梨 *Pyrus pyrifolia* 品种, 其性状特点比较突出^[3], 在我国北京、河北及长江以南的部分省市等均有引种^[3-5], 但对于黄金梨的精确施肥及栽种地的营养诊断标准在国内未见报道。笔者对湖南省汉寿县的黄金梨树进行了施肥测定及营养诊断实验, 并提出了黄金梨在汉寿县的精确施肥及营养诊断标准。

1 材料与方 法

1.1 材 料

试验材料取自初果期黄金梨树, 该品种于 1997 年 3 月 25 日定植, 定植株行距为 $2.5 \text{ m} \times 4.0 \text{ m}$ 。试验点设在湖南省汉寿县林业局下属的围堤果园, 试验区面积为 0.2 hm^2 。供试土壤为酸性红壤, 有机质质量分数为 $10.10 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 全氮 $0.47 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 速效磷 $14.90 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 速效钾 $24.50 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, pH 5.60。

收稿日期: 2006-02-22; 修回日期: 2006-08-29

基金项目: 湖南省林业科技重点资助项目(01-18); 河南科技学院重点科研项目(040112)

作者简介: 周建, 助教, 从事园艺学教学与科研。E-mail: zj200102@21cn.com

1.2 方法

试验从2003—2005年连续进行3 a, 试验设计7个处理, 采用4次重复随机区组排列, 共28个小区, 不同处理如表1所示。上述施肥量分3次施用, 分别在3月中下旬、5月中旬和7月下旬间进行。

根据栽培经验, 梨树叶片营养成分在停止生长后的7~8月最稳定。试验取样选定在7月下旬(分别为2003年7月25日, 2004年7月27日, 2005年7月21日)。取样时, 每个处理取具有代表性的样树10株, 按东南西北4个方位, 每个方位分上、中、下3层, 在每方位每层的树冠外层随机选取1年生枝条上的叶片, 每株样树上取叶30片。

表1 施肥设置

Table 1 Fertilizer treatments

编号	氮肥/ ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)	磷肥/ ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)	钾肥/ ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)
1	0	0	0
2	45	22.5	45
3	90	45.0	90
4	135	67.5	135
5	180	90.0	180
6	225	112.5	225
7	270	135.0	270

1.3 检测方法

用洗洁精对叶样进行去污处理, 用清水冲洗, 最后用蒸馏水漂洗, 晾干; 把晾干的叶样放入干燥箱内干燥($65\text{ }^{\circ}\text{C}$)10 h, 再用研钵把叶样磨碎, 用万分之一的电子天平称1 g样品, 用坩埚盛放; 把盛样的坩埚置于马福炉高温($240\text{ }^{\circ}\text{C}$)硝化24 h, 直至样品成灰白色。然后把样品完全移入容量瓶, 用去离子水洗涤, 并稀释定容。最后, 采用凯氏定氮法、钒钼黄比色法、原子吸收分光光度法(岛津AA-26200原子吸收光谱仪)测定氮、磷、钾质量分数, 进行分析^[6-9]。果实中可溶性固形物用手持糖度计测定。

2 结果与分析

2.1 施肥对黄金梨叶片主要营养元素质量分数的影响

2.1.1 施氮量对叶片全氮质量分数的影响 试验结果见表2。从平均情况看, 随氮肥施用量的增加, 叶片全氮质量分数呈显著增加。当氮肥的施用量为 $45\text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 时, 叶全氮质量分数为 $19.75\text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 当氮肥施用量为 $270\text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 时, 叶片全氮质量分数为 $28.34\text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 氮肥施用量增加了5倍, 叶片全氮质量分数增加了42.9%。

对黄金梨叶片全氮质量分数(y)与氮肥施用量(x)进行回归分析, 回归方程为:
 $y = -0.00002x^2 + 0.0432x + 18.132$, $R^2 = 0.998$ 。在值域 x (0.42, 225.31)内, 叶片全氮质量分数随施氮量增加

表2 各处理后叶片营养元素质量分数

Table 2 Contents of total nitrogen, phosphorus and kalium in the leaf

处理	年份	叶片营养元素质量分数/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)		
		全氮	全磷	全钾
1	2003	18.37	0.95	6.52
	2004	17.90	1.13	7.95
	2005	18.70	1.28	7.14
2	2003	19.25	1.32	9.18
	2004	19.80	1.47	9.75
	2005	20.30	1.38	11.35
3	2003	20.85	1.62	13.33
	2004	21.88	1.97	14.22
	2005	22.73	2.05	14.82
4	2003	22.32	2.13	15.27
	2004	24.77	2.22	16.83
	2005	23.87	2.38	16.34
5	2003	25.20	2.45	16.66
	2004	24.97	2.57	17.61
	2005	25.85	2.65	16.73
6	2003	25.78	2.59	19.70
	2004	27.32	2.73	20.11
	2005	27.68	2.87	21.24
7	2003	28.02	2.89	21.71
	2004	27.95	3.02	19.90
	2005	28.75	3.18	21.34

而显著提高,二者呈极显著相关。若氮肥施用量超过 $225.31 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 时,则叶片全氮质量分数增长效果就不明显。

2.1.2 施磷量对叶片全磷质量分数的影响 试验结果见表 2。叶片全磷质量分数与施磷肥量的关系和施氮的情况基本类似。对黄金梨叶全磷质量分数(y)与磷肥施用量(x)进行回归分析,建立如下回归方程: $y = -0.00004x^2 + 0.0193x + 1.0707$, $R^2 = 0.994$ 。磷肥施用量为 $22.04 \sim 99.06 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, 叶片全磷质量分数随施磷量的增加显著提高,且与施磷量呈极显著相关,为若磷肥施用量超过 $99.06 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, 则其增长效果表现不再明显。

2.1.3 施钾量对叶片全钾质量分数的影响 试验结果见表 2。从平均情况看,叶片全钾质量分数与施钾肥量的关系和施氮、磷的情况大体相同。叶片全钾质量分数(y)与钾肥施用量(x)的关系为: $y = -0.0001x^2 + 0.0784x + 7.1788$, $R^2 = 0.986$ 。施钾肥量为 $0.02 \sim 220.97 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, 叶片全钾质量分数随施钾量增加而显著提高,且与施用量呈极显著相关,施钾量若超过 $220.97 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, 则叶片全钾质量分数随施钾增加而增长的效果不明显。

2 2 叶片营养元素质量分数对黄金梨产量的影响

2.2.1 叶片全氮质量分数对黄金梨产量的影响 氮素营养直接影响黄金梨树的生命活动和组织器官的建造。氮素不足,树体衰弱,生长不良;氮素过高,树体旺长,影响结实。通过 3 年黄金梨叶片全氮质量分数对其产量影响试验可以看出(图 1),在叶片氮素水平较低时,叶片中全氮质量分数与其产量成正相关,当达到一定限度时,其产量与叶片全氮质量分数又成负相关。当叶片全氮质量分数为 $18.70 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 果实产量为 $2.45 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$; 当叶片全氮质量分数增高到 $25.85 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 时,果实产量为 $3.62 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, 增加了 47.78% ; 当叶片全氮量增至 $28.75 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 时,果实产量降到 $2.87 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 。对黄金梨产量(y)与叶氮质量分数(x)进行回归分析,可建立如下的回归方程: $y = -0.0195x^2 + 0.9998x - 9.5511$, $R^2 = 0.888$ 。在值域 $x(18.15, 26.85)$ 内,黄金梨产量随叶片全氮质量分数的增加而显著增加,二者呈显著性相关。当叶片全氮质量分数高于 $26.85 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 时,增产不明显,且有产量降低的趋势。

2.2.2 叶片全磷质量分数对黄金梨产量的影响 磷对促进黄金梨树体的新陈代谢和提高果品的产量品质有明显的作用。梨产量与叶片全磷质量分数的关系如图 1 所示。经回归分析,梨产量(y)与叶片全磷质量分数(x)具有以下关系: $y = -0.4773x^2 + 2.468x + 0.0805$, $R^2 = 0.874$ 。在值域 $x(1.11, 2.59)$ 内,黄金梨产量随叶片全磷质量分数的增加而显著增加,呈显著相关,当叶片全磷质量分数高于 $2.59 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 时,增产不明显,并有降低趋势。

2.2.3 叶片全钾质量分数对黄金梨产量的影响 钾素对大多数果树果实的膨大和果实品质的影响很大。从图 1 可以看出,黄金梨诊断叶片全钾质量分数对产果量的影响和以上叶片中氮和磷对产量的影响相似。对梨产量(y)与叶钾质量分数(x)进行回归分析,得回归方程: $y = -0.0065x^2 + 0.2551x + 0.7346$, $R^2 = 0.817$ 。根据上述方程进行分析可知,在值域 $x(7.18, 16.70)$ 内,黄金梨产量随叶片全钾质量分数的增加而显著增加,当叶片全钾质量分数高于 $16.70 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 时,随叶片全钾质量分数的继续增高,产量有降低的趋势。

2 3 叶片营养元素质量分数对黄金梨可溶性固形物质量分数的影响

实验结果如图 2 所示。对黄金梨可溶性固形物质量分数与叶片各营养元素质量分数进行回归分析,可溶性固形物质量分数(y)与叶片全氮质量分数(x)的相关方程为: $y = -0.975x^2 + 47.619x - 452.61$, $R^2 = 0.953$ 。在值域 $x(18.15, 24.43)$ 内,可溶性固形物质量分数显著增加,二者呈极显著相关。当叶片全氮质量分数高于 $24.43 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 时,可溶性固形物有降低的趋势。

叶片全磷质量分数(x)与黄金梨果实中可溶性固形物质量分数(y)进行回归分析所得方程为: $y = -25.274x^2 + 116.58x - 6.3448$, $R^2 = 0.948$ 。在值域 $x(1.07, 2.75)$ 内,随叶片全磷质量分数的增加,可溶性固形物质量分数也显著增加,二者呈极显著性相关,若叶片全磷质量分数高于 $2.75 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 可溶性固形物质量分数有降低的趋势。

可溶性固形物质量分数(y)与叶片全钾质量分数(x)的相关关系为: $y = -0.4036x^2 + 13.296x + 16.693$, $R^2 = 0.878$ 。在值域 $x(6.88, 17.26)$ 内,可溶性固形物质量分数显著增加,与叶片全钾质量分数

呈显著性相关, 当叶片全钾质量分数高于 $17.26 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 时, 可溶性固形物质量分数逐步降低。

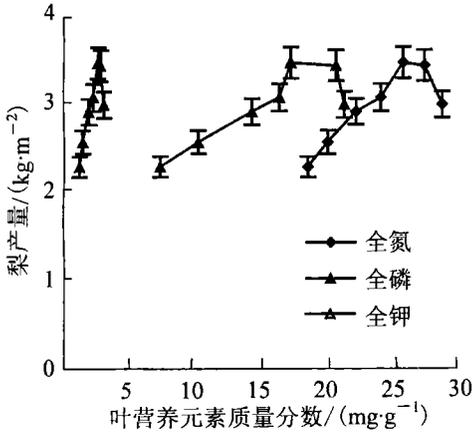


图1 梨产量与叶片营养元素质量分数关系

Figure 1 Relation between yield of pear and elementary contents in leaves

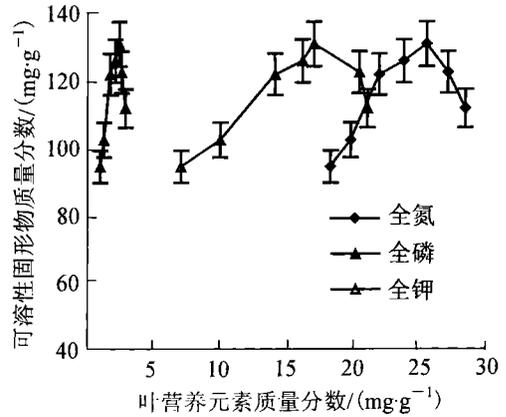


图2 可溶性固形物与叶片营养元素质量分数

Figure 2 Relation between soluble contents of pear and elementary contents in leaves

2.4 黄金梨的营养诊断指标及施肥指标

目前资料^[4,5]表明: 正常营养条件下, 黄金梨初果期的产量一般为 $2.25 \sim 3.75 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, 若产量低于 $2.25 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, 则视为营养缺乏或生长失调。以此作为黄金梨的底线标准产量, 其对应的叶片营养元素质量分数为: 全氮 $18.31 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 全磷 $1.11 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 全钾 $7.29 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。同时, 根据以上的分析结果, 叶片的全氮、全磷和全钾质量分数若分别超过 26.85 , 2.59 和 $19.62 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 时, 则黄金梨增产不显著, 甚至造成减产。由此, 可以推断出黄金梨的营养诊断指标如表3所示。

表3 黄金梨的营养诊断指标

Table 3 Nutritional diagnoses indices for *Pyrus pyrifolia* 'Whangkeumbae'

诊断叶片指标	营养缺乏/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	营养适宜/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	营养过剩/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)
全氮	< 18.31	$18.31 \sim 26.85$	> 26.85
全磷	< 1.11	$1.11 \sim 2.59$	> 2.59
全钾	< 7.29	$7.29 \sim 19.62$	> 19.62

根据黄金梨的营养诊断指标, 利用施肥量与叶片营养元素质量分数的回归方程进行分析计算, 可以得出黄金梨初果期的氮肥、磷肥、钾肥有效施肥范围分别为: 氮肥(尿素) $4.13 \sim 225.31 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, 磷肥(过磷酸钙) $2.04 \sim 99.06 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, 钾肥(硫酸钾) $1.42 \sim 220.97 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, 其中, 最佳施肥点为氮肥(尿素) $225.31 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, 磷肥(过磷酸钙, 有效成分为 P_2O_5) $99.06 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, 钾肥(硫酸钾, 有效成分为 K_2O) $220.97 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 。

3 结论

黄金梨叶中营养元素诊断指标为: 全氮 $18.31 \sim 26.85 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 全磷 $1.11 \sim 2.59 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 全钾 $7.29 \sim 19.62 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 若低于临界水平下限, 易形成植物营养缺失。应以实际营养水平与临界水平之间的差额, 通过黄金梨叶的氮磷钾质量分数与其产量、施肥量的回归方程, 计算出对应的差额施肥量, 进行合理施肥。其有效施肥范围为: 氮肥(尿素) $4.13 \sim 225.31 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, 磷肥(过磷酸钙) $2.04 \sim 99.06 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, 钾肥(硫酸钾) $1.42 \sim 220.97 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 。在有效施肥范围内, 果实产量随施肥量的增加呈显著增加。若超过范围, 则增产不明显或减产, 影响果实品质, 易造成资源的浪费, 增加投资成本。该试验条件下, 最佳的施肥量为: 氮肥(尿素) $225.31 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, 磷肥(过磷酸钙) $99.06 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, 钾肥(硫酸钾) $220.97 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, 可作为果农精确施肥的依据。

参考文献:

- [1] 王宇霖. 从世界苹果、梨生产及发展趋势与国际贸易看我国苹果、梨产业存在的问题[J]. 果树学报, 2001, 18(3): 127—132.
- [2] 林伯年. 南方早熟梨发展中存在的问题及对策[J]. 中国南方果树, 2001, 30(1): 43—45.
- [3] 李元军, 夏月明. 几个韩国选育的砂梨品种[J]. 河北果树, 2000(4): 42.
- [4] 唐景云, 孔庆斗, 李迎春, 等. 5个韩国梨品种在北京试栽表现[J]. 中国果树, 2001(6): 11.
- [5] 俞飞飞, 孙其宝, 陈晓乐. 黄金梨在江淮地区的引种表现及栽培技术[J]. 安徽农业科学, 2004, 32(1): 96—106.
- [6] 刘炳刚. 中晚熟梨品种黄金梨引种初报[J]. 中国果树, 2001(1): 13—14.
- [7] 仲山民, 田荆祥, 吴美春. 悬钩子果实的营养成分分析[J]. 浙江林学院学报, 1993, 10(4): 485—489.
- [8] 仲山民, 何照斌. 黑桃果实营养成分分析[J]. 浙江林学院学报, 2004, 21(3): 295—298.
- [9] 查普曼 H D. 园艺植物营养诊断标准[M]. 庄伊美, 译. 上海: 上海科学技术出版社, 1983: 276—279.
- [10] 邹邦基, 何雪晖. 植物营养[M]. 北京: 农业出版社, 1988: 330—338.

Foliar nutrient analysis of *Pyrus pyrifolia* ‘Whangkeumbae’ and recommended fertilizer rates

ZHOU Jian¹, YUAN De-yi², ZHANG Lin², LI You-wu³

(1. Horticulture Department, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang 453003, Henan, China; 2. The Key Laboratory of Non-wood Forest Products of the Forestry Ministry, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, Hunan, China; 3. Forest Enterprise of Hanshou County, Hanshou 415900, Hunan, China)

Abstract: To determine nutrient uptake patterns of *Pyrus pyrifolia* ‘Whangkeumbae’ (pear) and recommend fertilization, a foliar nutrient analysis was conducted on trees with different fertilizer treatments using the Kjeldahl and Vanadomolybdate yellow colorimetric methods as well as atomic absorption spectrometry. The results show that with an increase of foliar nutrients: (1) fruit yield increased when nitrogen (N) is 18.15—26.85 mg °g⁻¹, phosphorus (P) is 1.11—2.59 mg °g⁻¹, and kalium (K) is 7.18—16.70 mg °g⁻¹, and (2) soluble solids significantly increase when N ranged from 18.15—24.43 mg °g⁻¹, P from 1.07—2.75 mg °g⁻¹, and K from 6.88—17.26 mg °g⁻¹. The critical values from the foliar nutrient analysis were N, 18.31—26.85 mg °g⁻¹; P, 1.11—2.59 mg °g⁻¹; and K, 7.29—19.62 mg °g⁻¹. Thus, the appropriate fertilization rate for this tree is 225.31 g °m⁻² of urea, 99.06 g °m⁻² of superphosphate, and 220.97 g °m⁻² of potassium sulphate. [Ch, 2 fig. 3 tab. 10 ref.]

Key words: horticulture; *Pyrus pyrifolia* ‘Whangkeumbae’; nutrition diagnosis; recommended fertilizer rates