

## 宁夏引黄灌区果园氮肥施用问题调查分析

平吉成<sup>1</sup>, 陈宇<sup>2</sup>

(1. 宁夏农学院园林系, 宁夏 永宁王太堡 750105; 2. 吴忠市利通区林业局, 宁夏 吴忠市 751100)

中图分类号: S66.06. +2 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2000)01-0035-03



第一作者简介 平吉成, 1968年2月生, 1989年毕业于北京农业大学园艺系获学士学位, 同年分配到宁夏农学院园林系, 从事教学工作。1991年考入北京农业大学攻读硕士学位, 从事果树组织培养与矿质营养研究, 1994年毕业获硕士学位。1994年至今在宁夏农学院园林系从事教学工作, 目前主要开展果树营养与施肥方面的研究。

宁夏是一个果树新区, 解放后才开始大量发展现代果树, 目前果树面积已超过 43000hm<sup>2</sup>, 但是总产量才 2 亿 kg, 平均产量才 300 多 kg/667m<sup>2</sup>; 尽管宁夏光照、昼夜温差自然条件具有独特优势, 但是果品质量整体上并不高, 其生产潜力和经济效益还没有完全发挥出来。为此作者开展了一系列调查研究, 其中发现本区果农在施用氮肥过程中存在明显的浪费问题, 本文试图对本区果园施用氮肥中存在的问题进行科学分析, 为果园科学施用氮肥提供理论依据。

## 1 调查地点和内容

本项调查在 1995 年 6 月至 1997 年 5 月进行, 地点选在宁夏引黄灌区的永宁县、吴忠市、青铜峡市的部分国营和私营的果园, 以及银川市芦花台园林场, 选择代表性的果园 200 多个, 涉及果树面积达 5000hm<sup>2</sup> 左右。调查内容包括: 果园施肥时期、施肥种类、施肥量、施肥深度、施肥次数、果树生长状况、果树产量、果实生理病害、果园地面杂草生长状况等 9 个栽培因子。

## 2 结果与分析

在调查中我们发现本区的果园, 与施用其他种类

的肥料(包括有机肥)相比而言, 广大果农对氮肥的施用特别重视, 但在施用氮肥上却存在严重的损失浪费和施肥不合理现象。氮肥是现代化农业生产中增产的核心, 在果树生产上也是如此。束怀瑞教授曾在山东省 12 个不同类型果园调查证实, 其生产水平与土壤含氮量关系密切, 低产园土壤全氮在 0.002%~0.025%, 中产园为 0.026%~0.03%, 高产园为 0.05% (顾曼如 1993), 但是使用氮肥不合理, 则能引起果实品质的下降 (沈隽 1980)。调查中遇到的问题, 正与专家们的论点相吻合, 现就氮肥在土壤中几个定向问题进行分析。

2.1 果树对氮肥利用率 在一年生作物中施用氮肥, 当季利用率一般只有 30% 左右, 而损失率一般 30%~50% (陈子明, 袁锋明 1996), 果树作物对氮肥的利用率约为 30%~70% (刁凤贵, 李波 1993, 黄显淦等 1996), 既然氮肥在果园土壤里的损失率如此严重, 那么, 损失掉的氮肥哪里去了呢? 在果园土壤中氮素的去向估计有以下几条: ①被果树根系吸收利用; ②被间作物根系吸收利用; ③被土壤微粒吸附; ④被土壤微生物生物固定; ⑤被杂草根系吸收利用; ⑥氮挥发损失; ⑦反硝化损失; ⑧淋洗损失。在这些去向中, 一般被果树和间作物吸收利用的部分应看作是氮肥的利用率。被土壤微粒吸附的部分可以看作是后效, 一般也不计入损失部分, 被土壤微生物固定的部分也可以看作是后效。但是当施肥方法不当时, 会严重影响施肥肥效和当季肥料利用率, 如氮肥与大量 C/N 比高的有机肥混合施用, 或者果园土壤早已大量施用了秸秆杂草等 C/N 比高的有机肥后再追施氮肥, 都会限制氮肥肥效的即时发挥, 被土壤微粒吸附的和被土壤微生物生物固定的氮肥的部分, 依据施氮时期不同而有所不同。①秋施氮肥, 氮肥在土壤中的残留率为 20%~45% 范围 (陈子明等 1996, 向敏超, 毛瑞明 1994, 朱兆良等 1992); ②春施氮肥, 根据 Retamals & Hanson (1989) 的报导, 当年果树对氮的利用率仅 32%, 土壤残留为 16% 左右。③夏施氮肥, 氮肥在土壤中的残留率为

15%~40%，其余的四个去向杂草、氨挥发、反硝化、淋洗则可看作是氮肥损失的途径。

**2.2 杂草竞争损失** 杂草与作物竞争土壤养分是一个古老的问题，果园土壤管理制度之一清耕制便是具体体现。当作物施肥较浅时，防止杂草与之竞争肥料，锄草是一个解决办法，如果能在作物生长前期将杂草锄去，等作物长大封垅后，杂草也就不再成为竞争对手了。但是在果园中，情况就不同了，从生长季开始到生长季结束，一般果树不可能象一年生作物那样有一个“封垅期”，果树株间行间总有足够好的光照条件，往往是杂草被锄去一茬之后，又会再生一茬，特别是在定期灌溉的果园，每次灌溉之后，杂草都会大量萌发生长，如果追施氮肥很浅，那么杂草生长就会非常旺盛，这种现象在我们调查中十分普遍。

**2.3 氨挥发损失** 根据段争虎、周玉麟(1990)一年生作物施氮，氨挥发损失率依各种条件不同变幅为5%~47%。果树作物施氮，氨挥发损失还没有报导。因此，需要以一年生作物上的研究数据加以分析和估计。在施肥深度上，根据朱兆良等(1992)的报导，在夏玉米苗期，表面撒施尿素后7d用微气象法直接测量氨挥发损失占施入氮的29.9%，穴施(深5~10cm)时，氨挥发则只有11.5%。根据李生秀、赵伯善(1991)，把碳酸氢氮分三种深度施入含水量22%的土壤中，结果发现：土表撒施氨挥发损失79.5%，施5cm深，氨挥发损失15.7%，而施到10cm深氨挥发仅损失5.8%。根据张镜清、蔡典雄(1996)报导，如果将氮肥作基肥20cm在秋末冬初深施，经过5~6个月时间，氮肥的损失极少，几乎可以忽略不计。段争虎、周玉麟(1990)指出，施用尿素、碳酸氢氮提高利用率最为普遍的方法是氮肥深施。这是因为脲酶活性随着土层深度变大而降低(薛泰麟等1991)，因而深层土壤中尿素水解成氨态氮的速度大大降低；每667m<sup>2</sup>灌水120m<sup>3</sup>可使脲酶活性降低7.6%~15.5%；表施尿素后灌水120m<sup>3</sup>，50%的尿素可被淋洗到40~60cm土层中去，尿素完全水解的时间由表层土壤的1~2d延长至20d。他们认为施用尿素后立即灌水这是深贮尿素技术，可实现尿素的全剖面分布，避免土壤局部区域尿素浓度过高，延长尿素在土壤中的保存时间，最终减少氨挥发损失。

通过调查，本区果园氮肥作追肥的量占全年总氮肥量的90%以上，以秋施基肥方式用的氮肥只占10%，作追肥的氮肥中，以施肥深度分类，0~2cm的比率为30%，5~10cm为70%，而作基肥的速效氮肥的施用深度一般大于20cm，由此推断本区果园由于氮肥施用深度不够，也是造成氮素氨挥发损失的重要原因。

在氮肥施用后发生氨挥发的时间上，陈子明、袁锋明(1996)认为，氮肥施用后20d内是氨挥发的主要时期，段争虎、周玉麟(1990)指出氨挥发程度在春季、夏季比秋季、冬季大。联系到本区春夏季追肥用氮肥占总氮

肥量的90%以上，秋施基肥用氮肥占总氮肥量不到10%。因此，本区果园施氮氨挥发损失比例很大。

段争虎(1990)研究了多因子土壤特性共同对氨挥发的影响，以及它们之间的相互关系，结果表明：氨挥发量与pH、碳酸钙含量、全盐量成正相关，与有机质含量、CEC(阳离子交换量)、土壤粘粒成负相关。本区果园土壤pH值一般大于8，碳酸钙含量也比较高(0~8cm土壤剖面，碳酸钙含量一般8%~30%)，有机质含量却比较低(0.08%)，按段争虎等(1990)的分类方法，这类土壤属于氨挥发潜力最大的类别。所以我们更加肯定地得出本区果园施用氮肥氨挥发损失很大的结论。因此，为了减少土壤氮素的氨挥发损失，提高氮利用率，增施有机肥，提高土壤有机质含量是一个很有效的办法。

**2.4 氮素淋洗损失** 氮素淋洗是指受降雨或灌水向下运动，把氮肥从作物根系分布区淋洗出去的过程。一般情况下，土壤中的铵态氮肥和尿素转化形成的NH<sup>4+</sup>，在亚硝化细菌、硝化细菌的作用下，有一部分逐渐氧化形成NO<sub>3</sub><sup>-</sup>，土壤中这两种形态的氮素虽然都能为作物(果树)吸收利用，但却有着不同的性质，NH<sup>4+</sup>容易被土壤胶粒和土壤有机质吸附固定，NO<sub>3</sub><sup>-</sup>不易被土壤胶粒吸附固定，而且易溶于水，因此当有大量降雨和过量灌溉水时，NO<sub>3</sub><sup>-</sup>是淋洗损失的主要对象。

对于深根系的多年生果树来说，施氮后NO<sub>3</sub><sup>-</sup>的淋洗损失情况如何呢？以本区果树的土肥水管理状况为例，4月下旬至5月上旬追施第一次氮肥，6月、7月追施第二、三次氮肥，每次追肥后都大水漫灌一次，灌水量一般100m<sup>3</sup>/667m<sup>2</sup>左右，4月下旬、5月、6月、7月一般各灌水一次，之后为雨季，降雨量约为200mm左右，10月下旬灌一次冬水。我们可以看出每次施肥后立即大水漫灌虽然有利于尿素、碳酸氢氮向下层土壤移动，但是下一次大水漫灌却造成上一次施氮形成的NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N强烈向下淋洗，再加上本区果树产区的土壤质地普遍偏沙，有机质含量较低，氮素淋洗损失率一定很大。

**2.5 氮肥品种与损失** 本区果园所用纯氮肥品种主要有尿素、碳酸氢氮和含氮的复合肥料磷酸二铵。在调查中，多数果园主人反映碳酸氢氮肥效发挥比尿素快，这是因为碳酸氢氮最显著的特点是其稳定性差，易分解挥发出氨气，尿素则相对稳定得多的缘故。

关于磷酸二铵，李书田、黄德明(1994)报导，在石灰性潮土上，磷酸二铵与含磷、氮相当的过磷酸钙+硫酸铵相比，32h后，前者的氨挥发率是后者的38~420倍。从以上分析看，本区果园施用尿素比碳酸氢铵，氮素损失要少。

**2.6 与其他肥料配合施用** 氮肥与其它肥料配合使用，其好处是多方面的。①配施有机肥可以增加土壤中的细菌、真菌和放线菌的数量，提高了脲酶、转化酶

的活性,同时有机肥分解时产生有机酸,促进了无机氮肥的生物固定,明显减少了碳酸氢铵、尿素的损失率,增加回收率。②无机氮肥与有机肥配合,能促进有机肥的矿化,从而促进有机肥的肥效发挥,同时减少了有机肥中氮元素的损失。③磷钾肥与氮肥配合施用,可以显著提高氮肥的利用率,陈子明等(1996)报道,单施氮肥,玉米对氮的利用率为48.8%,而氮磷钾配合施用,氮肥的利用率为76.6%。

2.7 氮肥的施用时期、次数与施肥效果 在调查中发现,速效氮肥的施用以土壤追施为主,以叶面追施形式的氮肥比例很小,且定期进行叶面追氮的果园数量更少,而有意识将氮肥作为基肥秋施的果园一个也没有。土壤追施氮肥的次数在本区内一般为2~4次,都在灌水前进行,在“五·一”前后果园灌第一次水时追施第一次氮肥最为普遍,且施用量普遍较大,一般占全年施氮肥量的一半以上。在产量较高的果园,施氮次数较多,施氮总量较高,而产量较低的果园,施氮次数较少,施氮总量也较低,甚至不施速效氮肥。我们认为,在苹果花期前后(即当地果园灌第一水时)进行大量土壤追氮乃果农理解错误所致,实际上并不科学。多数果园主人在我们调查时振振有词地声称:苹果树在早春萌芽开花展叶座果时都需要大量营养,因而在此时应施用大量肥料(如氮磷钾)。但是他们却忽略了这样一个基本的事实——任何肥料从施入土壤到被果树(作物)吸收皆有一明显的滞后期!谢海生(1986)报导,在山东用苹果幼树土壤追施 $^{15}\text{N}$ —硫酸铵,施肥方法为沟施,春施(4月24日),一个月后其利用率为1.51%;夏施(6月9日),一个月后其利用率为6.99%;秋施(9月25日),一个月后其利用率为3.24%。Sanchez et al (1990)报导,在美国西部俄勒冈州,用西洋梨树在盛花前一个月土壤追施 $^{15}\text{N}$ —硝酸铵,施肥方法为挖50cm深水溶液浇灌后覆土,至盛花期在花序中刚刚能检测出 $^{15}\text{N}$ ,在花后两周才能检测出较多的 $^{15}\text{N}$ 。这两例明确说明了象速效氮肥这样的肥料都存在明显的施肥滞后期。因此,在本地区花期前后施大量的速效肥料达不到预期目的。

在调查中我们还发现,在花期前后施大量速效氮肥的苹果园,一般果实生理病害如苦痘病、水心病、虎皮病频繁发生,特别大量施用碳酸氢铵,能明显加重上述生理病害的发生,造成果实鲜食品质明显降低,严重削弱了1995年宁夏的苹果在南方市场的销售势头,并且波及到1996年宁夏苹果的外销,这样就表现出施氮肥增产不增收的奇怪现象。

根据李士榜(1980)对苹果树氮肥时期的研究,分别在开花前(4月中旬)、落花后(5月中旬)、花芽分化

前(6月中旬)、果实肥大期(7月下旬~8月上旬)一次施氮,6年累积观察结果为,在花芽分化前氮肥一次施用增产幅度量大,落花后施氮其次,果实肥大期施氮第三,而花前氮肥一次施用增产幅度最小。

2.8 秋施氮肥与果树营养贮藏 在调查中我们感到,果农有意识进行秋施氮肥的数量不多,而且施用时间又较晚,因此果树营养贮藏的水平一般是较低的,有两种情况可以反映出这一问题:①本区大多数元帅系苹果的自然座果率较低,元帅系苹果在当地是一类低产品种,而花后2d内人工授粉可显著提高座果率并提高产量,由此可断定是元帅系苹果在本区的有效授粉期太短,根据Williams(1965)的报道这是由于营养贮藏中氮的贮备不足造成。我们在调查中发现了少数几个果园由于土壤肥力高和秋施氮肥早,其元帅系苹果的自然座果率较高,能够满足丰产要求。②在新开发灌区的沙质土果园,我们发现杏树和李树有大量雌花败育现象,这与秋季(或者说果实采收后)没有施氮肥(有机肥)有直接关系。因此,我们建议:①氨态氮肥要深一些施用,追肥时至少5cm以下,作基肥时至少20cm以下;②尿素是比较理想的追肥品种,适当增加叶面喷施次数;③氮肥施用次数也不必太多,一般2~3次足矣,作者认为8月底和5月底是两个最佳时机;④作基肥的氮肥最好与有机肥、磷肥、钾肥配合施用。

#### 参考文献

- 1 陈子明 袁锋明.土壤氮素移动规律和氮肥合理施用关系的研究见:氮素、产量、环境(陈子明主编)[M].中国农业科技出版社,1996,177~190
- 2 陈子明,袁锋明,姚造华,周春生,付高明,李小平,王丽霞.氮肥施用对土体中氮素移动及其对环境和产量的影响.见:氮素、产量、环境(陈子明主编)[M].中国农业科技出版社,1996,1~31
- 3 陈子明,袁锋明,姚造华,周春生,付高明,宋永林,李小平.北京潮土土体 $\text{NO}_3^-$ -N的移动特点及其淋失动态.见:氮素、产量、环境(陈子明主编)[M].中国农业科技出版社,1996,32~52
- 4 陈子明,周春生,姚造华.北京褐潮土肥力监测研究的初报[J].土壤肥料,1996,(1):6~11
- 5 段争虎,周玉麟.土壤特性和环境因子对氮挥发的影响[M].土壤通报,1990,21:94~97
- 6 段争虎,周玉麟,赵伯善.土壤特性对氮挥发影响的研究[J].土壤通报,1990,21:131~143
- 7 顾曼如.果树矿质营养[M].果树栽培生理学(束怀瑞主编).农业出版社,1993,59~110
- 8 黄显淦,刘文革,冯玉宁.苹果幼树对无机肥料的利用率[J].果树科学,1996,13:247~248
- 9 李生秀,赵伯善.我国旱地土壤合理施肥之议[J].土壤通报,1991,22:145~148,152.