

# 鸭梨不同施肥期土壤中氮素动态变化 及其与树体营养的关系\*

陈良 高占峰 徐晓荣 曾艳军 林余益\*\* 龚云池 徐季娥

(河北省农科院理化所, 石家庄 050051)

(河北省农科院石家庄果树研究所)

**摘要** 以三年生鸭梨树为试材, 应用 $^{15}\text{N}$ 标记尿素, 探讨了不同施氮期土壤中速效氮和肥料氮的动态变化及其与氮素营养的关系。结果表明, 不同施肥时期对土壤中 $\text{NH}_4^+-\text{N}$ 影响较小, 对 $\text{NO}_3^--\text{N}$ 影响较大; 不施肥和秋施的土壤中 $\text{NO}_3^--\text{N}$ 在年周期内有两个高峰; 而春施、夏施仅出现一个峰值。 $\text{NO}_3^--\text{N}$ 高峰出现的时间, 秋施和春施比不施肥的提前1~2个月, 其峰值高3.6~4.4倍。峰值的大小顺序是秋施>春施>夏施; 结果还表明, 土壤中肥料氮主要分布在0~50cm土层; 植株体内总氮量与根层土壤中 $\text{NO}_3^--\text{N}$ 含量密切相关。

**关键词**  $^{15}\text{N}$ 示踪 鸭梨 施肥期 树体营养 氮素 动态变化

近年来, 由于叶分析的发展, 人们对果园土壤氮素变化规律的研究[1, 7]停滞。许多大田作物研究已表明, 作物产量与根层无机氮的含量显著相关[2, 9]。果树叶分析的研究也必须以土壤分析作为必要的补充。本研究旨在利用 $^{15}\text{N}$ 示踪技术探明鸭梨不同施氮期土壤氮素的动态变化及其与树体氮素的营养关系, 为合理施肥提供理论依据。

## 1 材料和方法

试材为定植于无底塑料圆桶构成的微区内的三年生初结果鸭梨树, 微区直径60cm, 深50cm, 圆桶高出地表20cm, 定植幼苗时微区的下部施腐熟的有机肥7.5kg。微区行间按常规田间管理。

试验分四个处理: 秋施(1988年9月28日)、春施(1989年3月31日)、夏施(1989年6月28日)和对照(不施肥)。每个处理三次重复。秋施、春施、夏施处理每株各施5g  $^{15}\text{N}$ 标记的尿素(上海化工研究院生产), 其丰度分别为5.9%、5.14%和11.59%。施肥方法是将5g尿素溶于1000ml水中, 均匀浇于微区内, 然后再灌10000ml水, 使肥料充分渗入根层。

植株样于1989年8月9日全树挖取。土样从施肥开始至挖取植株时, 每月在微区内用土钻分三层取样(0~15cm; 15~50cm; 50~70cm), 各重复的土样分层混合。鲜土样分别用酚

1991-08-31收稿。 \*\* 执笔人。

\* 本研究为河北省科委资助课题, 吕瑞江、李惠、马荣弟参加部分工作。

二磺酸比色法,靛酚兰比色法测定 $\text{NO}_3^-$ -N和 $\text{NH}_4^+$ -N。

植株与土壤样品经烘干、风干(土)后称重、磨碎、过筛。用开氏法测定全氮含量。用质谱计测定其丰度,计算分析结果并进行统计分析。

## 2 结果与讨论

### 2.1 年周期内0~50cm根层土壤 $\text{NO}_3^-$ -N和 $\text{NH}_4^+$ -N的变化动态

2.1.1  $\text{NH}_4^+$ -N总的变化动态 由图1可以看出,不同处理0~50cm根层 $\text{NH}_4^+$ -N的变化幅度较小,趋势基本一致,4~5月份出现高值,7~8月份形成低谷,然后又开始回升,10月份再次形成低谷。

2.1.2  $\text{NO}_3^-$ -N总的变化动态 与 $\text{NH}_4^+$ -N不同,0~50cm根层 $\text{NO}_3^-$ -N变化幅度较大,处理间变化趋势也不一致。对照处理的年周期中有两个 $\text{NO}_3^-$ -N的高峰,分别发生在6月底和9月初。两个高峰之间的7月底至8月初形成低谷。

2.1.3 秋施与春、夏施 $\text{NO}_3^-$ -N动态变化比较 秋施后40天左右即落叶期0~50cm根层 $\text{NO}_3^-$ -N含量出现一个高峰,峰值30.0ppm,次年5月底再次出现一个高峰,峰值为28.8ppm。与此同时,根层 $\text{NH}_4^+$ -N正处于最低值。而春施、夏施分别于5月初、7月底,根层各出现 $\text{NO}_3^-$ -N的高峰,峰值分别为24.4ppm和10.6ppm。和秋施不同,未出现第二个高峰。仅从9月上旬开始,根层 $\text{NO}_3^-$ -N含量缓慢回升。从图1看出,春施根层出现 $\text{NO}_3^-$ -N高峰的时间比对照提前1~2个月,峰值提高3.6~4.4倍。这个变化规律正好与鸭梨树对速效氮素的需求增加同步。

2.1.4 秋施氮后次年5月初 $\text{NO}_3^-$ -N含量低谷的形成 秋施处理的根层 $\text{NO}_3^-$ -N含量在两个高峰值之间(5月初)有一个低谷。其原因一是由于梨树根系吸收 $\text{NO}_3^-$ -N的结果,这与Aldrich, Hill-Cottingham等人认为果树根系在整个冬天都能吸收氮素[3,5]相一致。二是由于冬灌、春灌后土壤通气不良, $\text{NO}_3^-$ -N反硝化作用的结果。因为从11月中旬至次年3月底,0~50cm根层 $\text{NH}_4^+$ -N累积很多,开春后随地温升高,硝化后正好形成第二个 $\text{NO}_3^-$ -N的高峰。

2.1.5 土壤中 $\text{NO}_3^-$ -N含量下降时期 春施、夏施处理在高峰(秋施的第二个高峰)过后,根层土壤中 $\text{NO}_3^-$ -N含量迅速下降,至7月底到9月初形成最低谷为止,这是由于树体

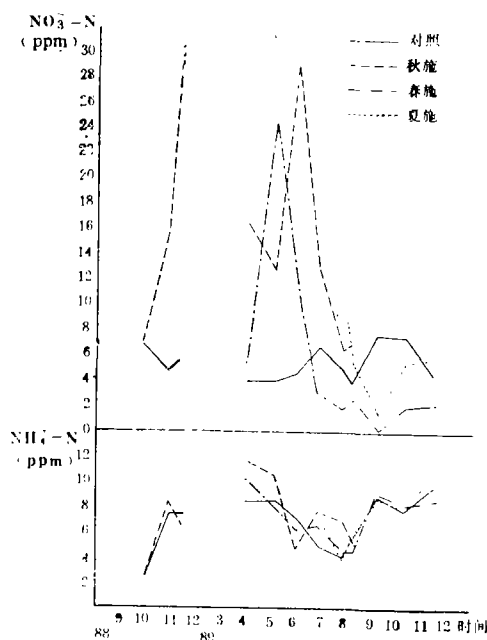


图1 不同处理0~50cm根层土壤中 $\text{NO}_3^-$ -N和 $\text{NH}_4^+$ -N含量的动态变化

迅速吸收土壤中的氮素所致。Mason的试验结果表明, 5~9月是苹果大量吸收氮素的时期<sup>[8]</sup>, 也说明了同样道理。另一方面试验数据表明, 50cm土层以下, 分别于7月底8月初出现 $\text{NO}_3^-$ -N的高峰, 峰值为13.8~21.5ppm。显然雨季降水的淋洗作用也是根层 $\text{NO}_3^-$ -N出现低谷的原因之一。

## 2.2 不同施肥期 $\text{NO}_3^-$ -N和 $\text{NH}_4^+$ -N在土壤剖面中的垂直分布

**2.2.1 春、夏、秋施氮后,  $\text{NO}_3^-$ -N剖面变化的比较** 试验结果表明, 不同处理 $\text{NO}_3^-$ -N在土壤剖面中的垂直分布不同。对照土壤剖面中 $\text{NO}_3^-$ -N的分布从上层向下逐渐减低, 春施 $\text{NO}_3^-$ -N的垂直变化与对照呈同一趋势, 而秋施处理的土层间 $\text{NO}_3^-$ -N含量差异最大, 各土层 $\text{NO}_3^-$ -N含量也相应地比春施和对照高得多, 但越往剖面下层, 其差值越小。从而表明秋施处理0~60cm土层中都有 $\text{NO}_3^-$ -N的累积, 表层和中间层累积量大。春施 $\text{NO}_3^-$ -N含量大都集中在表层且高于对照。夏施 $\text{NO}_3^-$ -N的垂直变化则相反, 表现为从上到下 $\text{NO}_3^-$ -N的累积量渐增, 越往下层, 其含量比对照越高。

**2.2.2 不同处理 $\text{NH}_4^+$ -N在土壤剖面中的动态变化** 图2(左)表明, 不同处理 $\text{NH}_4^+$ -N垂直分布的规律是, 土壤剖面表层和底层 $\text{NH}_4^+$ -N含量低, 中间层高, 且施肥处理各层 $\text{NH}_4^+$ -N的含量都高于对照。

## 2.3 0~50cm根层土壤中肥料氮素含量的动态变化

从图2可见, 不同施肥期, 0~15cm土层肥料氮含量均比15~50cm土层高。秋施、春施处理上述土层间肥料氮的高低峰在8月份前交替出现, 并具有上下移动的特征; 而夏施两土层间肥料氮含量变化趋势一致, 8月初都出现一个低峰。实验结果表明, 各处理肥料氮主要分布在0~50cm根层。

秋施从当年11月中旬至次年5月初, 春施从6月底至8月初, 0~15cm和15~50cm土层的肥

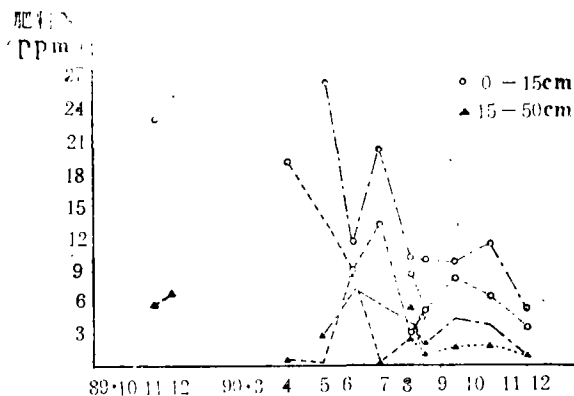


图2 不同施N期0~15、15~50cm土层肥料N的动态变化

料氮素含量均迅速下降, 这是由于植株吸收肥料氮素的结果。夏施后于8月初0~50cm剖面各土层肥料氮素含量均出现一个低峰, 这与植株大量吸收肥料氮有关。许多试验表明, 夏施植株吸收肥料氮最快<sup>[5, 6, 10]</sup>, 另一方面夏季降雨使部分肥料氮淋溶至50cm土层以下也是损失途径之一。

从肥料氮动态过程整体看, 0~15cm和15—50cm土层均以春施肥料氮含量最高, 其次是秋施, 夏施最低。各处理肥料氮随时间均呈下降之势。

## 2.4 不同处理植株体内氮素的含量

由表1可见, 不同处理(8月9日取样)的植株体内总氮量由高到低的顺序是秋施>春施>夏施>对照。到11月20日, 对照植株全氮量增加最多, 其次是夏施, 春施增加最少。这与图1所示的对照、夏施、春施在8月9日之后0~50cm根层 $\text{NO}_3^-$ -N含量依次减少相呼应。从而预示土壤根层 $\text{NO}_3^-$ -N含量与植株吸收氮量之间存在着密切关系。

附表 不同处理植株体内全氮和肥料氮的含量

处 理	干 重 (g)		总 氮 (g)		肥 料 氮 (mg)	
	8月9日	11月20日	8月9日	11月20日	8月9日	11月20日
ck	1131.7	1418.1	9.877	13.903		
秋施	1632.4		12.064		409.6	
春施	1474.9	1639.2	11.067	12.723	611.0	478.7
夏施	1296.2	1413.3	10.177	11.961	265.0	334.8

从植株吸收肥料氮量来看, 春施的最多, 其次是秋施的, 夏施的吸收最少, 8月9日后, 春施根层肥料氮含量仍高于夏施(见图3), 但到11月20日夏施植株体内从肥料中吸收的氮含量高于8月9日植株体内的含量(见表1)。Cooper, Hill-Cottingham等人认为, 这种现象与根系死亡有关[4, 6]。春季大量施氮肥容易造成根系的伤害[5]。因此, 春施肥植株体内肥料氮素数量减少的原因, 还需进一步研究。

## 参 考 文 献

- 1 Aldrich W N. Nitrogen intake and translocation in apple trees following fall, winter and spring sodium nitrate applications. *Proc Soc Hort Sci*, 1931 (28): 532~538
- 2 Cooper D R, Hill-Cottingham D G. Distribution and identity of labelled products following autumn application of  $\text{N}^{15}$ -labelled urea or potassium nitrate fertilisers to apple trees. *J Sci Fd Agric*, 1976 (27): 366~372
- 3 Hill-Cottingham D G, Williams R R. Effect of time of application of fertiliser nitrogen on the growth, flower, development and fruit set of maiden apple trees, var. lord lam-bourne, and on the distribution of total nitrogen within the trees. *J Hort Sci*, 1967 (42): 319~338
- 4 Hill-Cottingham D G, Lloyd-Jones C P. Nitrogen-15 in apple nutrition investigations. *J Sci Fd*, 1975, 26: 165~173
- 5 Magness K R, Batjer L P. Apple trees response to nitrogen applied at different seasons. *J Agric Res*, 1948 (76): 1~25
- 6 Mason A C, Whitfield A B. Seasonal changes in the uptake and distribution of mineral elements in apple trees. *J Hort Sci*, 1960 (35): 34~55
- 7 Soper R J. Nitrate nitrogen in the soil as a means of predicting the fertilizer nitrogen requirements of barley. *Can J Soil Sci*, 1971 (51): 45~49

- 8 Taylor B K, Ende Van den B et al. Effect of rate and timing of nitrogen applications on the performance and chemical composition of young pear trees, CV. Williams Bon Chretien. J Hort Sci 1975 (50) : 29~40

## The Soil-N Dynamic Rules and Their Relationship with Nitrogen Nutrition of Yali-pear Tree at Different Application Times

Chen Liang    Gao Zhanfeng    Xu Xiaorong    Zeng Yanjun

(Agro-physics, Plant Physiology and Biochemistry Institute, Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Shijiazhuang)

Lin Yuyi    Gong Yunchi    Xu Ji'e

(Shijiazhuang Pomology Institute, Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Shijiazhuang)

**Abstract** The dynamic changes of the quick-acting nitrogen and the fertilizer nitrogen and their relationship with nitrogen nutrition of Yali-pear tree at different application times were studied, taking the three-year-olds Yali-pear tree as materials and labelling them with  $^{15}\text{N}$ . The results showed that the influence of the application time on  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  content in the soil was less and the influence on  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  content was greater. There were two  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  peaks of the nonapplication and autumn application treatments, but there was only one peak of spring and summer application treatments. The  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  peaks of the autumn and spring treatments appeared one to two months earlier compared with the control, and their peaks were 3.6 to 4.4 times higher than that of the control. The height of the  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  peaks were ranged in following order: autumn application > spring application > summer application. The results also indicated that the fertilizer nitrogen was distributed within 0~50cm soil layer, and the total nitrogen in the tree was highly related with  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  content in the root system soil layer.

**Key words:**  $^{15}\text{N}$  tracing, Yali-pear tree, Fertilizer application time, Nitrogen, Nutrition of Yali-pear tree, Dynamic change