

黄土高原坡地苹果园土壤肥力及矿质氮累积分析

闫亚丹^{1,2}, 徐福利^{1,3}, 邹诚^{1,2}, 万超³

(1. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100;

2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049; 3. 西北农林科技大学, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 采用田间取样与室内分析相结合的方法, 研究了黄土高原坡地苹果园肥力状况与矿质氮累积。结果表明, 坡地苹果园土壤肥力低, 氮、磷严重缺乏, 钾相对丰富, 土壤属于砂壤土, 通气性强, 保肥、保水性差。0—60 cm 土层土壤有机质含量为 9.24~28.12 g/kg, 全氮为 0.22~0.60 g/kg, 速效磷为 0.17~16.08 mg/kg, 速效钾为 80.06~168.39 mg/kg; 黄土高原坡地苹果园中 NO₃⁻-N 有深层累积分布, 累积深度大于 2 m, 在 180—200 cm 层最高累积量达 249.61 kg/hm², 而 NH₄⁺-N 无深层累积。不同施肥处理对土壤剖面中的 NH₄⁺-N 和 NO₃⁻-N 含量分布影响不同, 对 NH₄⁺-N 含量和分布影响不明显, 但不同施肥方式对 NO₃⁻-N 含量分布影响显著。施加氮肥促进 NO₃⁻-N 深层累积, 施加磷肥有助于降低土层中的 NO₃⁻-N 含量, 缩小富集量的分布范围。

关键词: 坡地; 苹果园; 黄土高原; 矿质氮

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2009)04-0031-06

中图分类号: S158.3

Soil Fertility and Mineral N Accumulation of Slope Apple Orchard on the Loess Plateau

YAN Ya-dan^{1,2}, XU Fu-li^{1,3}, ZOU Cheng^{1,2}, WAN Chao³

(1. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of

Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences,

Beijing 100049, China; 3. Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Soil fertility and mineral N accumulation of slope apple orchard on the Loess Plateau are studied. Results show that soil appears low-fertility due to the serious lack of N and P. Soil is sandy loam, with better soil aeration and poor water and nutrient retention. Fertility status of slope apple orchard on the Loess Plateau is low on the whole. The content of soil nutrients of the 0—60 cm soil layer is as follows: organic matter is 9.24~28.12 g/kg; total N is 0.22~0.60 g/kg; available P is 0.17~16.08 mg/kg; and available K is 80.06~168.39 mg/kg. There are NO₃⁻-N enrichment layers below 2 m of slope apple orchard on the Loess Plateau. Different fertilizations have significant effects on the NO₃⁻-N distribution and its content in the soil profiles, while the NH₄⁺-N distribution and its content were relatively constant. For more N treatment, the NO₃⁻-N enrichment depth increases, while for more P treatment, the NO₃⁻-N enrichment depth decreases in the soil profiles.

Keywords: slope; apple orchard; Loess Plateau; mineral N

黄土高原光照充足, 昼夜温差大, 自然环境十分有利于苹果的生长, 是公认的苹果优生区。栽植坡地苹果不仅可有效地防治水土流失, 创造良好的生态环境, 而且能够大幅度提高农村经济效益, 加快区域经济发展。苹果是黄土高原的优势果品, 市场竞争力强, 作为重要的山坡地生物治理措施之一, 已经得到

了长足的发展, 成为黄土高原退耕还林重要的后续产业。但近年来在肥料的施用方面存在的问题较多, 偏施氮肥, 磷、钾肥施用较少, 影响了果实的品质和产量。由于长期使用化肥, 易造成硝态氮的累积, 硝态氮淋失造成的氮肥利用率降低及其对地下水水质等环境污染已引起人们高度重视。

收稿日期: 2008-12-21

修回日期: 2009-02-19

资助项目: 国家技术支撑项目“丘陵沟壑区生态经济建设模式研究与示范”(2006BAD09B07)

作者简介: 闫亚丹(1981—), 男(汉族), 河南省宜阳县人, 硕士研究生, 研究方向为植物氮素循环。E-mail: yanyadan06@mails.gucas.ac.cn.

通信作者: 徐福利(1958—), 男(汉族), 陕西省富平县人, 博士, 研究员, 主要从事植物营养方面的研究工作。E-mail: xfl@nwsuaf.edu.cn.

坡地苹果园土壤肥力,是指在苹果生长发育全部过程中不断地供给大量的有效养分和水分能力,同时自动协调果树生长发育过程中最适宜的土壤空气和土壤温度的能力。是土壤物理、化学、生物等性质的综合反映,因此,坡地土壤中的各种肥力因素不是孤立的,而是相互联系和相互制约的,坡地土壤肥力是土壤本质的特性和生命力。以往农地和宜农地土壤肥力和矿质氮累积研究较多,但对坡地果园肥力和矿质氮累积的研究较少。本研究探讨了黄土高原坡地苹果园肥力和矿质氮累积,旨在为黄土高原坡地苹果合理施肥和种植管理和果业可持续发展提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

试验地在安塞县县南沟,地处黄土高原腹部,东径 109°49'—110°29',北纬 37°39'—38°5',属典型的黄土高原丘陵沟壑区,平均海拔 1 371.9 m。地貌主要以峁、梁、沟、川为主,沟壑密度为 4.70×10^4 条/ km^2 构成沟壑纵横、梁峁起伏、支离破碎的地貌景观。是典型的陕北黄土高原丘陵沟壑区,以黄绵土为主,该地干旱少雨,且年度分配不平衡,其中 7—8 月份降雨占到全年雨量的 49%,其它各月降雨偏少。

1.2 试验设计

试验处理 5 个,3 次重复,共计 15 个小区。选取树形、长势基本一致的 15 a 果龄红富士作为一个小区,小区面积 5 m × 5 m,小区间距 1 m,区组间距 1 m,随机排列。施肥处理:对照(CK)、氮肥(N:450 kg/hm^2)、磷肥(P:225 kg/hm^2)、钾肥(K:250 kg/hm^2)、氮磷钾(N:450 kg/hm^2 + P:225 kg/hm^2 + K:101 kg/hm^2)。化肥种类为尿素、过磷酸钙和硫酸

钾。氮肥分 2 次施。第 1 次在 2007 年 10 月。第 2 次在 2008 年 5 月。磷肥和钾肥一次全部施入。具体方法为基肥(第 1 次施肥)采用开沟分层深施和集中施肥的方法,正对树冠开半环状沟,沟深 50 cm、沟宽 40 cm。追肥(第 2 次施肥)开另半个环状沟,深度 20 cm,宽 30 cm。

从坡面长 120 m,宽 100 m,坡度 17° — 34° 的坡面上选取 15 a 果龄的红富士果园,从坡头到坡尾依次选取 1—5 号取样点,取样时间 2007 年 10 月。样点 CK、氮肥、磷肥、钾肥、氮磷钾分别对应其试验小区。取样时间 2008 年 10 月。依据果树根系分布深度和根系最大深度,分别用土钻取样深度 200 cm,每间隔 20 cm 采样。

土壤样品的测试方法主要包括,有机质采用重铬酸钾—硫酸氧化法,全氮用半微量开氏法,速效磷测定采用 0.5 mol/L NaHCO_3 浸提—钼比色法,速效钾用醋酸铵浸提—火焰光度法,土壤的速效态氮(硝态氮和铵态氮)用 1 mol/L KCl 溶液浸提,浸提液中的硝态氮和铵态氮采用连续流动分析仪测定^[1]。土壤机械组成和土壤微团簇采用英国马尔文公司的 MS 2000 型激光粒度仪^[2]。

2 结果与分析

2.1 坡地苹果土壤机械组成和土壤微团簇

2.1.1 机械组成 通常将颗粒组成基本相似的土壤归于同一质地类别,它概括地反映了土壤内在的某些基本特性,所以在鉴定土壤和说明肥力特征时,颗粒组成往往是首先考虑的项目之一^[2]。通过测土壤的颗粒组成(表 1),可以看出,粒级分布相对集中。颗粒组成均集中在粉砂粒,黏粒含量很少。土壤属于砂质壤土,土壤通气性强,但是保肥、保水性差。

表 1 坡地苹果园土壤颗粒及微团簇组成

土层/cm	砂粒/ %		黏粒/ %	物理性黏粒/ %	不同微团簇颗粒级含量/ %				有机质平均含量/ ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)
	1~0.05 mm	0.05~0.001 mm			0.25~0.05 mm	0.05~0.001 mm	<0.001 mm	<0.05 mm	
0—20	27.67	68.98	2.51	17.70	25.28	69.07	4.57	73.65	4.17
20—40	29.17	68.19	2.44	16.46	22.88	70.14	6.00	76.14	3.09
40—60	31.22	65.75	2.46	16.07	22.69	71.61	4.82	76.43	2.44

2.1.2 土壤微团簇 土壤微团簇是有机—无机复合体经过多次聚合而形成,以不同粒级微团簇的形式组合在土体内,土壤微团簇的组成密切影响着土壤的保水、供水性能,是土壤中水分和养分保贮和释供的关键,与土壤肥力水平存在着明显的相关关系^[3]。而不同粒级的微团簇所起的作用又各不相

同。土壤中 < 0.25 mm 的团簇体为微团簇体,土壤微团簇体形成主要是土壤颗粒在与阳离子(如 Ca^{2+}) 彼此相互作用下产生的凝聚过程,同时,有机质的胶结作用仍有一定影响^[4-5]。通过测定土壤的微团簇体组成(表 1),可以看出,从表层至深层,0.25~0.05 mm 微团簇体含量呈下降趋势,而 < 0.05 mm 微团簇

体含量则在增加。对 5 个土样的分析表明(表 1,图 1),随有土壤有机质含量升高,0.25~0.05 mm 微团聚体数量呈上升趋势,而 <0.05 mm 微团聚体含量则逐渐下降,增加土壤有机质含量可以增加土壤的 0.25~0.05 mm 微团聚体含量。

2.2 坡地苹果园土壤有机质含量

土壤有机质含量多少是土壤肥力高低的一项重要指标。土壤有机质不仅是土壤中各种营养元素特别是氮、磷的重要来源,而且土壤有机质使土壤具有保肥力和缓冲性,从而改善土壤的物理性质^[4]。土壤有机质是维系土壤良好理化性质的基质,其含量的丰欠,在很大程度上标志着土壤肥力水平的高低,因而成为衡量土壤肥力高低的重要指标。土壤有机质是植物营养的重要来源,土壤中 95% 以上的氮素、全部的有机磷、部分钾素和微量元素来自有机质。它在植物营养和发育过程中起着十分重要的作用^[6]。在一定的有机质质量分数范围内,土壤肥力随有机质质量分数增加而提高。由图 1 可知,坡地苹果园 0—60 cm 表层土壤有机质含量在 19.03~28.39 g/kg,平均含量为 23.76 g/kg,变化幅度最大的在土层 0—60 cm,剖面下有机质含量降低。梯田土壤的有机质含量平均为 4.80 g/kg^[7],坡地苹果园的有机质相当于梯田的 5 倍。依据陕西土壤有机质含量分级标准^[8]和黄土丘陵区人工林地土壤肥力分级^[7],坡地苹果园土壤的有机质含量为高等级。

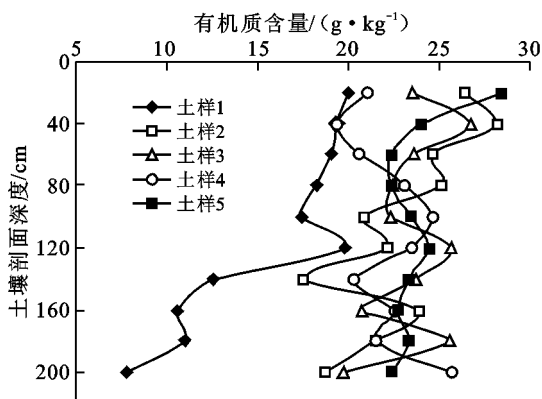


图 1 坡地苹果园 5 个土样土壤有机质含量

2.3 坡地苹果园土壤全氮含量

坡地土壤全氮含量是土壤肥力中给苹果提供氮源的氮库,土壤全氮含量不仅用于衡量土壤氮素的基础肥力。而且土壤全氮含量还能反映土壤潜在肥力的高低,即土壤供氮的潜力。图 2 表明,整体而言,全氮含量变化规律与有机质变化规律相似,有机质含量高的土壤全氮含量也高于其他土壤。这是因为土壤中的氮素有 99% 以上来源于有机质,以腐殖质的形

式存在。因此,土壤有机质含量的增加可以间接的增加氮素含量。果园土壤中全氮含量从表层到下层依次降低,全氮含量主要集中在 0—80 cm 土层,80—200 cm 含量低。坡地苹果园 0—60 cm 表层土壤全氮含量在 0.227 9~0.597 1 g/kg,平均含量为 0.369 8 g/kg,依据陕西土壤有机质含量分级标准^[8]和黄土丘陵区人工林地土壤肥力分级^[7],坡地苹果园的全氮含量是低等级。

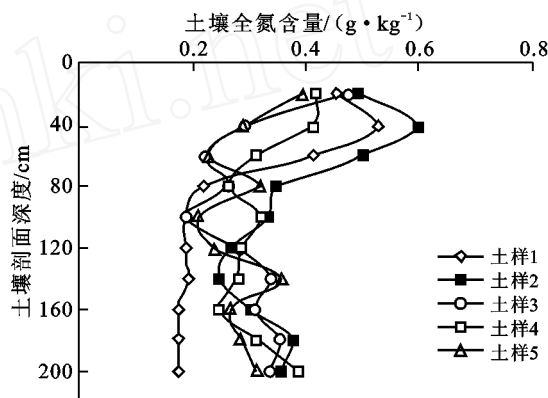


图 2 坡地苹果园土壤全氮含量

2.4 坡地苹果园土壤速效磷含量

土壤速效磷反映土壤磷素现实供应状况,也是表征土壤肥力的主要指标^[7]。参照土壤养分的分级标准^[7],从表 2 可以看出,速效磷含量均属很低等级,这是因为土壤中大量游离碳酸钙的存在,大部分磷成为难溶性的磷酸钙盐^[9]。而施肥模式每年施用磷肥,效果显著,其土壤速效磷含量远高于草地和弃耕地土壤。从表层到深层速效磷含量依次减少,可能是因为表层施了少量的磷肥,并且表层有机质和微生物的活动增加了矿物质的分解和养分累积,提高了速效磷含量。坡地果园的土壤速效磷含量平均值为 3.553 mg/kg,为低等级,说明坡地土壤严重缺磷,必须重视磷肥的使用,才能提高土壤的速效磷含量。

表 2 坡地苹果园土壤速效磷钾含量

养分含量/ (mg·kg ⁻¹)	土层/ cm	土样				
		1	2	3	4	5
速效磷	0—20	2.48	4.37	3.29	2.44	2.49
	20—40	2.01	3.02	2.35	2.23	6.18
	40—60	2.24	1.50	2.41	0.17	16.08
速效钾	0—20	145.60	171.40	168.39	117.10	117.41
	20—40	116.13	121.67	146.38	105.51	116.22
	40—60	122.15	102.45	111.34	80.06	144.65

2.5 坡地苹果园土壤速效钾含量

依据黄土丘陵区人工林地土壤肥力分级^[7],坡地

苹果园土壤有效钾含量是较高等级,表层高于深层。原因为黄土高原土壤钾贮量很高,但大部分以长石类含钾矿物的形态存在。在黄土高原坡地种植果树虽不能增加土壤养分库中钾的绝对贮量,但能通过苹果树根系及土壤微生物活动促进难溶无效的矿物态钾向水溶性及交换性钾转化。微生物在分解苹果树凋落物时会形成一系列酸酚类络合、螯合物。果树在其旺盛生长时期也通过庞大的根系及数量众多的微生物体向根际土壤分泌有机酸酚类物质,同时释放大量的 CO_2 形成 H_2CO_3 。这些有机酸酚和无机 H_2CO_3 促进长石类含钾矿物不断分解风化,使其中封闭的无效态钾释放转化为有效钾,增加土壤养分库中有效钾贮量。当苹果树生长过于旺盛,根系在深层土壤中的吸钾速度大于土壤难溶钾的风化释放速度时,深层土壤的有效钾含量可能出现小于表层,实现钾从土壤深层向表层的迁移富集^[9]。

2.6 不同施肥措施对 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 在土壤剖面中分布影响

从表 3 可知,不同施肥处理下,土壤 0—200 cm 剖面中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的含量显著不同。

CK 的 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 平均值最低(5.192 mg/kg)。而氮、磷、钾、氮磷钾处理的 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 平均值均高于 CK。其中氮为 CK 的 8 倍。钾为 CK 的 6 倍。氮磷钾为 CK 的 4 倍。磷为 CK 的 2 倍。从 0—200 cm 剖面中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的残留量分析可知(表 4),各处理 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 残留量均集中在 180—200 cm 土层。其累积量分别占总量的氮(21.5%)、磷(54.4%)、钾(40.3%)、氮磷钾(44.9%)。

施加氮肥和钾肥的处理,其 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 残留量均大于年度施肥量:氮(757.6)钾(619.1)年度施肥量(450)氮磷钾(346.2)磷(187.1)。表明土壤剖面中的

$\text{NO}_3^- - \text{N}$ 残留量决不是一年施肥在土壤中的残留,而是多年残留量积累的结果。同一处理不同土层中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的残留量也显著不同。

表 3 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 在 0—200 cm 土壤剖面中的含量与分布

土层/cm	mg/kg				
	N	P	K	NPK	CK
0—20	9.59	11.57	8.24	6.42	2.78
20—40	9.87	9.55	7.11	5.45	3.02
40—60	33.27	5.63	7.32	13.63	3.51
60—80	37.64	4.79	5.55	9.18	3.97
80—100	40.31	6.13	11.84	10.55	4.08
100—120	39.12	4.63	14.92	10.01	5.01
120—140	39.96	6.77	24.61	13.05	5.18
140—160	44.58	7.08	40.30	16.06	4.74
160—180	51.20	22.08	85.20	41.04	7.88
180—200	84.60	57.20	123.20	81.10	11.75
平均	39.01	13.54	32.83	20.65	5.19
最大值	84.60	57.20	123.20	81.10	11.75
最小值	9.59	4.63	5.55	5.45	2.78

CK和氮处理除耕层外,山下土层中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量变化相对不大,但磷、钾、氮磷钾处理不同土层中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量变化显著。这是因为氮处理中有足够的氮供果树根系吸收,使各土层 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量均一,而磷、钾、氮磷钾处理由于有磷肥和钾肥的存在加快了果树对原有 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的吸收,使 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 在这些土层中处于一定程度的耗竭状态。相比较而言磷处理的作用更为明显,因为果园土壤严重缺磷,磷肥是其限制因子,磷处理有助于降低土层中的 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量,缩小富集量的分布范围^[10]。

表 4 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 残留量在 0—200 cm 土壤剖面中的分布

土层/cm	N—CK/		P—CK/		K—CK/		NPK—CK/	
	(kg·hm ⁻²)	百分比/%	(kg·hm ⁻²)	百分比/%	(kg·hm ⁻²)	百分比/%	(kg·hm ⁻²)	百分比/%
0—20	15.31	2.01	19.72	10.52	12.23	2.01	8.21	2.41
20—40	15.32	2.01	14.61	7.82	9.22	1.52	5.42	1.61
40—60	66.70	8.82	4.73	2.53	8.52	1.43	22.72	6.51
60—80	75.43	10.03	1.81	1.01	3.51	0.63	11.73	3.41
80—100	81.22	10.72	4.66	2.51	17.41	2.82	14.52	4.23
100—120	76.40	10.11	0.91	0.52	22.22	3.61	11.22	3.22
120—140	77.91	10.32	3.61	1.99	43.51	7.03	17.63	5.12
140—160	89.24	11.82	5.22	2.82	79.72	12.92	25.42	7.31
160—180	97.03	12.82	31.81	17.02	173.21	28.00	74.32	21.51
180—200	163.22	21.53	101.82	54.42	249.61	40.32	155.32	44.92
合计	757.61	100.00	187.11	100.00	619.11	100.00	346.21	100.00

2.7 不同施肥措施对土壤剖面 $\text{NH}_4^+ -\text{N}$ 含量分布的影响

从表5可知,不同施肥处理下,土壤0—200 cm剖面中 $\text{NH}_4^+ -\text{N}$ 的含量不同。CK的 $\text{NH}_4^+ -\text{N}$ 平均值最低(11.27 mg/kg)。而氮、磷、钾、氮磷钾处理的 $\text{NH}_4^+ -\text{N}$ 平均值均高于CK,氮(20.2) 磷(16.80) 钾(16.41) 氮磷钾(15.30) CK(11.27)。说明凡施肥均提高了剖面中的 $\text{NH}_4^+ -\text{N}$ 含量。除表层外,同一处理的不同土层 $\text{NH}_4^+ -\text{N}$ 的含量变化不大,含量和分布相对稳定。这主要是由于铵离子带正电荷,容易被土壤吸附,不仅吸附在土壤表面,还可进入黏土矿物的晶体中,成为固定态铵离子。与 $\text{NO}_3^- -\text{N}$ 相比, $\text{NH}_4^+ -\text{N}$ 主要被吸附和固定在土壤胶体表面和胶体晶格中,移动性较小,比较容易被土壤“包存”^[6]。

在通气性好的土壤中, $\text{NH}_4^+ -\text{N}$ 经过消化作用成为 $\text{NO}_3^- -\text{N}$, 进而被植物吸收或被淋失到土层深处^[11]。存在时间较短,而且 $\text{NH}_4^+ -\text{N}$ 的迁移主要靠扩散,氮肥的施入可提高 $\text{NH}_4^+ -\text{N}$ 在土壤中的移动性,使含量趋于均一。从表6可知,扣除对照的 $\text{NH}_4^+ -\text{N}$ 含量后,在0—200 cm剖面中,虽然也存在这 $\text{NH}_4^+ -\text{N}$ 含量的相对富集层(残留量百分比大于

10%),但由于各个施肥处理的 $\text{NH}_4^+ -\text{N}$ 残留量均小于年度施肥量(450 kg/hm²),富集层的绝对量也小于年度施肥量(450 kg/hm²),所以 $\text{NH}_4^+ -\text{N}$ 不像 $\text{NO}_3^- -\text{N}$ 一样具有深层累积效应。

表5 $\text{NH}_4^+ -\text{N}$ 在0—200 cm土壤剖面中的含量与分布 mg/kg

土层/cm	N	P	K	NPK	CK
0—20	58.15	13.60	15.63	12.06	10.67
20—40	21.61	22.38	14.83	10.59	11.94
40—60	20.06	20.70	26.92	16.25	12.07
60—80	13.99	15.17	16.41	13.1	9.52
80—100	14.01	15.66	16.71	10.87	10.33
100—120	17.13	16.84	14.42	14.25	12.52
120—140	14.34	15.45	14.90	15.24	10.56
140—160	14.53	15.63	15.83	14.24	11.15
160—180	13.31	16.51	13.31	21.78	12.36
180—200	15.11	16.10	15.11	24.64	11.61
平均值	20.22	16.80	16.41	15.30	11.27
最大值	58.15	22.38	26.92	24.64	12.52
最小值	13.31	13.6	13.31	10.59	9.52

表6 $\text{NH}_4^+ -\text{N}$ 残留量在0—200 cm土壤剖面中的分布 kg/hm²

土层/cm	N-CK/ (kg·hm ⁻²)	百分比/ %	P-CK/ (kg·hm ⁻²)	百分比/ %	K-CK/ (kg·hm ⁻²)	百分比/ %	NPK-CK/ (kg·hm ⁻²)	百分比/ %
0—20	106.36	53.04	6.56	5.30	11.11	9.66	3.11	3.45
20—40	21.66	10.80	23.39	18.87	6.47	5.63	3.02	3.35
40—60	17.90	8.93	19.33	15.60	33.26	28.93	9.36	10.38
60—80	10.01	4.99	12.66	10.21	15.43	13.42	8.02	8.89
80—100	8.24	4.11	11.94	9.64	14.29	12.43	1.21	1.34
100—120	10.33	5.15	9.68	7.81	4.26	3.70	3.88	4.30
120—140	8.47	4.22	10.95	8.84	9.72	8.45	10.48	11.62
140—160	7.57	3.78	10.04	8.10	10.48	9.12	6.92	7.67
160—180	2.13	1.06	9.30	7.50	2.13	1.85	21.10	23.39
180—200	7.84	3.91	10.06	8.12	7.84	6.82	29.19	32.36
合计	200.50	100.00	123.89	100.00	115.00	100.00	90.25	100.00

3 结果与讨论

参照陕西土壤养分的分级标准^[8]和依据黄土丘陵区人工林地土壤肥力分级^[7],黄土高原坡地苹果园土壤严重缺氮、严重缺磷,钾相对丰富,坡地苹果园的有机质相当于梯田的63.7%,全氮含量相当于梯田土壤的61.1%。参照黄土丘陵区人工林地土壤肥力分级,黄土高原坡地苹果园土壤养分除了速效钾为中

等级外,有机质、全氮、碱解氮、速效磷均为很低等级。表明该区土壤肥力总体水平很低。提高坡地土壤肥力,增加土壤速效氮、速效磷的含量将是提高坡地苹果园产量和改善品质的重要措施。

土壤机械分析表明,坡地苹果园土壤粒级分布相对集中。颗粒组成均集中在粉砂粒,黏粒含量很少。土壤属于砂质壤土,土壤通气性强,但是保肥、保水性差。表明施肥方法不能“一炮轰”,这样容易造成浪费

和淋失,特别是氮肥应该至少分两次施,第一次在头年秋季,第二次在翌年春季。

黄土高原坡地苹果园土壤有机质、全氮、硝态氮、速效磷、速效钾含量随土层深度的增加而减少,苹果树是深根植物,深层土壤的肥力能够影响养分的吸收,施肥深度会影响肥料的使用效果,也会影响果树的根系分布。从图 1—2,表 3,表 5 可以看出,深层土壤含有可以供给果树吸收的养分,尽管含量低,但会提供一定量的养分。

在黄土高原坡地苹果园中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 有深层累积效应,累积层大于 2 m,而 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 无深层累积效应。不同施肥处理对土壤剖面中的 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 和 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量分布影响不同,对 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量和分布影响不明显,但不同施肥对 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量分布影响显著。施加氮肥促进 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 深层累积,施加磷肥有助于降低土层中的 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量,缩小富集量的分布范围。

黄土高原坡地苹果园中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量较高,并且有深层累积,而 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量很低,并且无深层累积。其原因可能与土壤水分状况和土壤粘土矿物类型有关,在半干旱到半湿润的黄土区,由于地下水深埋,土壤蒸散量大于降水量,水分亏缺使土壤处于良好的通气状态, $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 易被消化成 $\text{NO}_3^- - \text{N}$,不利于 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 在土壤剖面中形成累积。并且铵离子带正电荷,容易被土壤吸附,不仅吸附在土壤表面,还可进入粘土矿物的晶体中,成为固定铵态离子。与 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 相比, $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 主要被吸附和固定在土壤胶体表面和胶体晶格中,移动性较小,比较容易被土壤“包存”。

黄土高原坡地苹果园土壤 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的积累与长期的氮肥投入、果园施肥方法和土壤水分平衡 3 方面密切相关^[10]。 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 一年的累积量大于年度施肥

量,并且对照处理的累积量也很高,说明长期的氮肥投入是导致 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 累积的基础。坡地果园的施肥方法一般采用挖沟深施,过量的 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 首先在这一层次累积。另外土壤 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 可能随降水入渗,向深层转移。

[参 考 文 献]

- [1] 鲍士旦.土壤农化分析[M]. 3版.北京:中国农业出版社,2000:25-114.
- [2] 李玉山,韩仕峰,汪正华.黄土高原水分性质及其分区[J].中科院西北水土保持研究所集刊,1985(2):1-17.
- [3] 程先富,史学正,王洪杰.红壤丘陵区耕层土壤颗粒的分形特征[J].地理科学,2003(05):617-621.
- [4] 王夏晖,王益权,Kuznet M S.黄土高原几种主要土壤的物理性质研究[J].水土保持学报,2000,14(4):99-103.
- [5] 袁颖红,李辉信,黄欠如,等.不同施肥处理对红壤性水稻土微团聚体有机碳汇的影响[J].生态学报,2004,24(12):2961-2965.
- [6] 郝文芳,单长卷,梁宗锁,等.陕北黄土丘陵沟壑区人工刺槐林土壤养分背景和生产力关系研究[J].中国农学通报,2005,21(9):129-135.
- [7] 许明祥,刘国彬,卜崇峰.黄土丘陵区人工林地土壤肥力评价[J].西北植物学报,2003,23(8):1367-1371.
- [8] 陕西土壤普查办公室.陕西土壤[M].北京:科学出版社,1992:322-474.
- [9] 熊淑萍,姬兴杰,李春明,等.不同肥料处理对土壤铵态氮时空变化影响的研究[J].农业环境科学学报,2008,27(3):978-983.
- [10] 郭胜利,党廷辉,郝明德.黄土高原沟壑区不同施肥条件下土壤剖面中矿质氮的分布特征[J].干旱地区农业研究,2000,18(1):31-72.
- [11] 白茹,李丙智,张林森,等.陕西渭北苹果园土壤矿质氮累积与分布状况研究[J].西北林学院学报,2006,21(4):15-25.