

边坡不同深度农业土壤肥力分析

杜娟¹, 周国娜², 李梦³

(1. 廊坊师范学院 科研处, 河北 廊坊 065000; 2. 河北农业大学 林学院, 河北 保定 071000;

3. 河北省农林科学院 对外合作处, 河北 石家庄 050051)

摘要:以安新地区高速公路边坡坡面农业土壤为研究对象,通过分层取样的方法,对不同深度土壤的 pH、有机质、碱解氮、有效磷和速效钾含量进行对比分析,探讨高速公路对周边不同深度土壤肥力的影响。结果表明:边坡不同深度农业土壤的有机质、碱解氮、有效磷、速效钾含量不同,调查范围内的土壤质地以粉砂质粘壤土为主,以壤质砂土为辅。高速公路对边坡不同深度土壤有机质含量的影响最大,其次是有效磷,影响最小的是速效钾,pH 也受边坡不同深度土壤的影响。由此可见,安新地区高速公路能够对边坡不同深度土壤的肥力状况产生一定的影响。

关键词:边坡;农业土壤;肥力分析

中图分类号:S 155.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)14-0112-06

高速公路是国家公路运输的主要干道,其两侧往往分布着大量的农业用地,高速公路的建设对周边土壤的理化性质、生态环境和植物资源等均造成不同程度的破坏,是高速公路建设和运行过程中不得不面对的事实,尤其在高速公路的施工建设期间对周边生态环境及土壤的破坏仍较为突出。边坡是高速公路的重要组成部分,在现代边坡工程设计中绿色设计又是其重要的组成部分,而生物环境工程又是公路环境治理工程的主体,因此,在高速公路建设完成后,对其周边农业土壤的土壤理化性质的监测分析及保护和植被恢复无疑成为公路生态建设的重点^[1-3]。

在道路的修建及运行过程中,周边土壤面临

着严重的人为干扰,并影响着土壤的理化性质和生态环境。而对土壤物理性质和生态环境的影响主要体现在土壤密度增加、光照增加、土壤水分减少、地表径流改变以及沉积物的种类和数量的变化、道路温度升高、车辆灰尘浓度增大等方面。而对土壤化学性质的影响主要表现在土壤重金属含量、营养物质的增减、有机质及盐的改变^[4]。道路对周边土壤的影响的程度与范围有着很大的差异,车辆的流动所带起的灰尘影响范围相对较窄,但由于被植物吸附在植物体表面,从而影响和阻碍了植物的光合作用、呼吸作用等生理活动,从而影响植物的正常生长和生态作用的发挥。而随车流产生的一些化学物质对道路周边的生态环境产生深远的影响,影响范围即广且深,如重金属常年在植物体内堆累和富集,不仅影响食物链中的生物,严重的还会影响到整个生态系统的稳定性和多样性^[5]。道路周边土壤侵蚀过程对道路的影响不可忽略,尤其是没有硬化的道路及其周边存在大面积裸露土壤,使人为活动进一步加剧了土壤侵蚀和沉积的自然过程^[6]。而目前针对高速公路建设和运行中对周边土壤肥力的影响研究较少。所以,该研究从高速公路边坡土壤的肥力变化入

第一作者简介:杜娟(1983-),女,硕士,助理研究员,现主要从事农业生态学等研究工作。E-mail:dujuan0203@163.com.

责任作者:李梦(1978-),女,硕士,助理研究员,现主要从事农业科学研究等工作。E-mail:bdlimeng@163.com.

基金项目:河北省高等学校科学技术研究资助项目(Z2013014)。

收稿日期:2017-04-05

手,通过对高速公路边坡土壤的现状进行实地调查,利用分层取样的方法,对高速公路周边土壤的理化性质进行测定分析,探究高速公路建成后周边土壤理化性质的变化情况,以期在高速公路周边的生态绿化带的种植和农业生产提供理论支持和参考依据。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

由于公路工程建设,对其周边环境的生态破坏及土侵蚀的加剧较为突出,公路两侧 500 m 范围内是高速公路生态最脆弱的部分,其防护和绿化是公路生态建设的重点。该试验研究对象位于安新县高速引线上,在引线两侧各 500 m 范围内,引线长度 8 km。安新县(东经 $115^{\circ}92'$ ~ $115^{\circ}94'$, 北纬 $38^{\circ}92'$ ~ $38^{\circ}94'$)地处暖温带半湿润大陆季风气候,四季分明。年平均气温 12.2°C ,无霜期 203 d。春季干旱多风,夏季高温多雨,秋季天高气爽,冬季寒冷少雪。年平均降水 529.7 mm,地势较高的土壤发育成褐土,地势较洼的土壤发育成潮土。

1.2 试验方法

对高速公路引路两侧采用典型选样法设计样地,在每个样地内分别挖取 3 个 $1\text{ m}\times 1\text{ m}\times 1\text{ m}$ 的土壤剖面,共计样地 11 个(第 10 个样地为沟上层、沟下层 2 层钙化层),并在样地内挖取土壤剖面从上往下分为 0~30、30~60 cm 进行土样采集。每个样地采集土壤样品时设置重复 3 次,各层土样分别取土 1 kg,去除土样中杂质,将土壤风干,待测^[7]。

1.3 项目测定

土壤有机质含量采用重铬酸钾法测定,碱解氮含量采用碱解扩散法测定,有机磷含量采用碳酸氢钠提取-钼蓝比色法测定,速效钾含量采用醋酸铵提取-火焰光度法测定,pH 采用电极法测定,土壤质地采用 Bettersize 2000 激光粒度分布仪测定粒径^[8]。

1.4 数据分析

数据处理及绘图采用 Microsoft Excel 2007 软件,主成分分析采用 SPSS 20.0 软件。

2 结果与分析

2.1 不同土层有机质含量变化

土壤有机质含量是最重要的土壤特性指标之一,主要来自各种植物的茎秆、根茬、落叶,土壤中的动物和微生物残体以及施入的各种有机肥料(绿肥、堆肥、沤肥等),是衡量土壤质量、考察土壤健康与否的重要因子^[11]。由图 1 可知,对安新县高速公路引线周边 0~60 cm 土壤有机质含量进行了分析,发现土壤有机质含量差别较大,变化幅度为 $4.47\sim 31.64\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,所调查样地的土壤有机质含量之间存在显著差异,0~30 cm 土壤有机质含量均高于 30~60 cm(10 号样地除外),可能是由于 0~30 cm 土壤含有玉米秸、树叶等覆盖物,植被枯落物落入土壤后得以保存并缓慢初步分解、融入土壤^[7]。

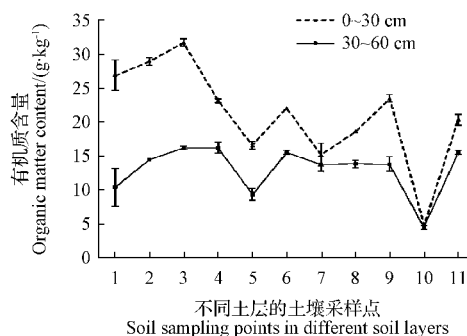


图 1 不同土层有机质含量变化

Fig. 1 Change of organic matter content in different soil layers

2.2 不同土层碱解氮含量的变化

碱解氮又称水解氮,可供作物近期吸收利用,故又称速效氮。土壤有机质含量丰富,熟化程度高,碱解氮含量亦高,反之则含量低。由图 2 可知,安新高速公路边坡 0~30 cm 土壤碱解氮含量较 30~60 cm 土壤碱解氮含量高(10 号样地除外),由于碱解氮在土壤中含量不够稳定,易受土壤水热条件和生物活动的影响而发生变化,但它能反映近期土壤的氮素供应能力。由高速公路两边土壤中碱解氮含量走势来看,0~30 cm 土壤碱解氮含量均值比 30~60 cm 高 55%,其中,4 号样地 0~30 cm 土壤碱解氮含量比 30~60 cm 高

105%,各样地随着土层深度的增加,土壤碱解氮含量随之减少,可能是土壤表层有玉米秸等植物覆盖物较多导致而成。

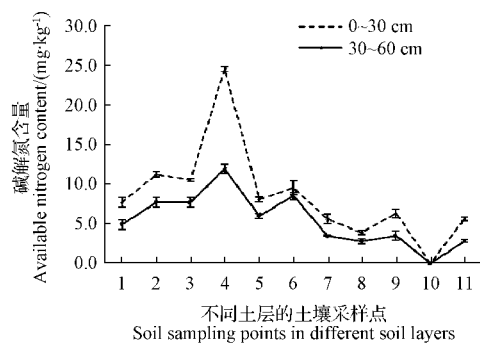


图2 不同土层碱解氮含量的变化

Fig. 2 Change of available nitrogen content in different soil layers

2.3 不同土层有效磷含量的变化

土壤有效磷是土壤磷素养分供应水平高低的指标,土壤磷素含量的高低在一定程度上反映了土壤中磷素的贮量和供应能力。由图3可知,调查样地0~30 cm土壤有效磷含量均值为 $46.88 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,30~60 cm土壤有效磷含量均值为 $13.8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,0~30 cm土壤有效磷含量明显高于30~60 cm。同时1、9、11号样地以及5、7号样地0~30 cm土壤有效磷含量不存在显著性差异,其他样地存在显著性差异;2、9号样地30~60 cm土壤有效磷含量不存在显著性差异,1、8号样地土壤有效磷含量不存在显著性差异,其他样地土壤有效磷含量呈现显著性差异。

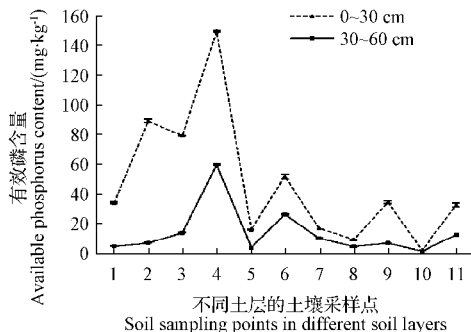


图3 不同土层有效磷含量的变化

Fig. 3 Change of available phosphorous content in different soil layers

2.4 不同土层速效钾含量的变化

土壤养分对植物的生长具有重要作用,钾素是植物所必需的大量营养元素之一,土壤中钾素对植物最有效的形态为速效钾,其能够直观地反映土壤可供植物利用的钾素水平。由图4可知,高速公路边坡农业11个样地土壤速效钾含量呈现不同程度的显著性差异,其中,5号和8号样地0~30 cm土壤速效钾含量不存在显著性差异,9号和11号样地不存在显著性差异,其他样地均存在显著性差异;3号和11号样地30~60 cm土壤速效钾含量不存在显著性差异,2号和9号样地土壤速效钾含量不存在显著性差异,其他样地之间存在显著性差异。

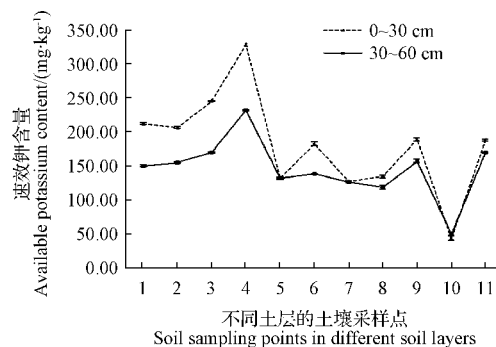


图4 不同土层速效钾含量的变化

Fig. 4 Change of available potassium content in different soil layers

2.5 不同土层的土壤质地的变化

土壤质地在一定程度上可以反映土壤矿物组成和化学组成的差异,是影响土壤环境中物质迁移、转化与能量交换的重要因素。根据矿物颗粒的直径大小,将大小相近、性质相似的加以归类、分级,称之为粒径分级。由表1可知,高速公路边坡所有样地0~30 cm土壤粘粒不存在显著差异,粉砂和砂粒存在显著差异;高速公路边坡有3个样地0~30 cm土壤为粉砂质壤土,3个样地为壤质砂土,4个样地为粉砂质粘壤土,1个样地为壤土;所有样地30~60 cm粘粒和粉砂之间不存在显著差异,砂粒之间存在显著差异,只有一个样地为砂质壤土,其他样地均是粉砂质粘壤土。

表 1

不同土层土壤质地的变化

Table 1

Change of soil texture in different soil layers

土深	编号	粘粒	粉砂	砂粒	土壤质地
Soil depth/cm	No.	(<2 μm,%)Clay	(2~20 μm,%)Silty sand	(20~200 μm,%)Sand	Soil texture
0~30	1-1	13.5±1.5a	58.0±2.0ab	28.5±3.5c	粉砂质壤土
	2-1	0.0±0.0a	0.05±0.0d	99.95±0.0a	壤质砂土
	3-1	19.5±0.5a	56.0±1.0ab	24.5±0.5c	粉砂质粘壤土
	4-1	15.0±0.0a	61.0±1.0a	24.0±1.0c	粉砂质壤土
	5-1	0.0±0.0a	0.05±0.0d	99.95±0.0a	壤质砂土
	6-1	0.0±0.0a	0.05±0.0d	99.5±0.0a	壤质砂土
	7-1	12.0±6.0a	61.5±4.5ab	26.5±3.5c	粉砂质壤土
	8-1	18.0±0.0a	52.0±1.0b	30.0±1.0c	粉砂质粘壤土
	9-1	19.5±0.5a	52.0±3.0b	28.5±2.5c	粉砂质粘壤土
	10-1	13.0±0.0a	42.0±1.0c	45.0±1.0b	壤土
	11-1	17.0±2.0a	56.0±1.0ab	27.0±1.0c	粉砂质粘壤土
	1-2	14.0±1.0a	62.0±2.0a	24.0±1.0bc	粉砂质壤土
	2-2	19.5±0.5a	55.5±1.5a	25.0±1.0bc	粉砂质粘壤土
	3-2	16.5±2.5a	61.5±4.5a	22.0±2.0cd	粉砂质粘壤土
30~60	4-2	18.0±0.0a	61.5±1.5a	20.5±1.5d	粉砂质粘壤土
	5-2	17.5±1.5a	60.5±4.5a	22.0±1.0cd	粉砂质粘壤土
	6-2	17.5±0.5a	57.5±2.5a	25.0±0.0bc	粉砂质粘壤土
	7-2	16.5±2.5a	57.5±2.5a	25.0±0.0b	粉砂质粘壤土
	8-2	15.5±2.5a	59.5±2.5a	25.0±0.0bc	粉砂质粘壤土
	9-2	20.0±0.0a	55.5±0.5a	24.5±0.5bc	粉砂质粘壤土
	10-2	0.0±0.0a	31.53±4.0a	68.48±1.0a	砂质壤土
	11-2	18.5±2.5a	58.5±1.5a	24.0±0.0bc	粉砂质粘壤土

2.6 土壤养分

土壤有机质作为土壤生态肥力水平的重要指标之一,影响着土壤的物理化学性状和产量水平

的高低^[9]。由土壤养分(表 2)和土壤养分单因子指数分析评价结果(表 3)可以看出,由于高速公路边坡的土壤长期受高速公路环境的影响,部分

表 2

土壤养分

Table 2

Soil fertility

编号	土深	有机质	碱解氮	有效磷	速效钾	pH
No.	Soil depth/cm	Organic matter/(g·kg ⁻¹)	Alkali hydrolysable N/(mg·kg ⁻¹)	Available P/(mg·kg ⁻¹)	Available K/(mg·kg ⁻¹)	
1	0~30	26.83	7.7	34.19	211.57	8.11
	30~60	10.32	4.9	4.75	150.00	8.45
2	0~30	28.89	11.2	89.20	205.97	8.09
	30~60	14.45	7.7	7.07	154.67	8.25
3	0~30	31.64	10.5	79.32	244.22	7.63
	30~60	16.17	7.7	14.02	169.59	8.30
4	0~30	23.04	24.5	149.44	327.24	7.32
	30~60	16.17	11.9	59.90	231.16	7.70
5	0~30	16.51	8.1	15.91	131.35	7.73
	30~60	9.29	6.0	3.82	131.34	7.90
6	0~30	22.01	9.5	51.70	181.72	7.45
	30~60	15.48	8.5	26.21	137.88	7.76
7	0~30	15.13	5.6	17.08	126.68	7.78
	30~60	13.76	3.5	10.17	125.75	8.00
8	0~30	18.57	3.9	9.20	134.14	7.76
	30~60	13.77	2.8	4.89	118.28	7.94
9	0~30	23.39	6.3	34.55	188.25	7.73
	30~60	13.76	3.5	6.85	156.53	8.30
10	0~30	4.82	0.0	2.18	43.66	8.75
	30~60	4.47	0.0	1.54	50.19	8.80
11	0~30	20.29	5.6	32.87	187.32	8.47
	30~60	15.48	2.8	12.48	169.59	8.54

表3 土壤养分评价结果一览表

Table 3 Evaluation result of soil fertility

编号 No.	土深 Soil depth /cm	有机质 Organic matter /(g·kg ⁻¹)	有效磷 Available P /(mg·kg ⁻¹)	速效钾 Available K /(mg·kg ⁻¹)
1#	0~30	I	I	I
	30~60	II	III	I
2#	0~30	I	I	I
	30~60	II	II	I
3#	0~30	I	I	I
	30~60	I	I	I
4#	0~30	I	I	I
	30~60	I	I	I
5#	0~30	I	I	I
	30~60	III	III	I
6#	0~30	I	I	I
	30~60	I	I	I
7#	0~30	I	I	I
	30~60	II	I	I
8#	0~30	I	II	I
	30~60	II	III	II
9#	0~30	I	I	I
	30~60	II	II	I
10#	0~30	III	III	III
	30~60	III	III	III
11#	0~30	I	I	I
	30~60	I	I	I

土壤的养分已经很低,0~30 cm(除了10号样地,此样地周围环境复杂,有沟,土壤下层全是钙积层)土壤养分评价结果都在Ⅰ级;1、2、7、8、9号样地30~60 cm土壤有机质含量是Ⅱ级,5号样地土壤有机质含量是Ⅲ级。只有8号样地0~30 cm土壤有效磷含量是Ⅱ级,其余样地的有效磷含量都是Ⅰ级;3、4、6、7、11号样地30~60 cm土壤有效磷含量是Ⅰ级,2、9号样地土壤有效磷含量是Ⅱ级,1、5、8号样地土壤有效磷含量是Ⅲ级。只有8号样地30~60 cm土壤有效钾含量是Ⅱ级。0~30 cm土壤pH在8.0以上的样地中有4个,30~60 cm土壤pH在8.0以上的样地有7个。由以上结果可以明显看出,高速公路边坡的土壤已经受到周边环境的影响,有机质含量影响最大,其次是有效磷含量,影响最小的是速效钾含量,30~60 cm土壤pH明显高于0~30 cm。

2.7 土壤化学性质的主成分分析

主成分分析也称降维分析,通过分析可以筛选出能够表征土壤肥力系统的主要因子群^[10]。由表4可以看出,第1主成分的方差贡献率达77.26%,第1主成分的特征值是3.86,明显比其

它4个主成分的特征值大,从方差贡献率和特征值来看,各主成分评价土壤质量的影响力依次为主成分1>主成分2>主成分3>主成分4>主成分5。

表4 主成分的特征值和累计方差贡献率

Table 4 Eigenvalue and cumulative contribution

percent of principle components analyse

主成分 Principle component	特征值 Eigenvalue	方差贡献率 Contribution percent/%	累计方差贡献率 Cumulative contribution percent/%
1	3.86	77.26	77.26
2	0.515	10.29	87.55
3	0.448	8.95	96.50
4	0.133	2.66	99.16
5	0.042	0.84	100.00

3 结论与讨论

安新高速公路周边土壤养分分布在垂直方向和水平方向上均表现出明显的差异,在垂直方向上土壤养分的分布呈现明显的表聚性特点,取样点(除10号外)均表现出0~30 cm土壤肥力高于30~60 cm,表现出随着土层深度的增加养分含量下降的变化趋势。在水平方向上,土壤养分的分布也存在很大的差异,各养分元素在不同取样点之间表现出明显差异,且0~30 cm养分的变化程度明显大于30~60 cm;而土壤质地也在0~30 cm土层中表现出明显的差异,说明高速公路不仅对周边土壤的结构组成产生影响,还对土壤养分的水平分布产生重要影响,造成养分分布的不均衡性,且对表层土壤中的养分影响最大。通过对土壤养分的评价和主成分分析得出高速公路对周边土壤的养分含量产生影响,其中对有机质含量影响最大,其次是有效磷含量,影响最小的是速效钾含量,从而影响土壤肥力的综合水平。

高速公路边坡土壤受到人类活动的影响很大,而在农业土壤肥力、污染等方面的研究中,很重视有机质的组成、有机碳含量、氮的转化等方面。其有机质主要来源于生长在其上的自然植被(木本或草本植物)的残体(地上部的枯枝落叶、地下部的死亡根系及根的分泌物)及动物残体^[11]。道路建设很大程度上影响了自然生态系统,主要是指施工期间对森林资源和农业资源的破坏以及

对区域生物群落的干扰,造成了大量生物体和残体的移出生态系统。同时高速公路施工期间引起的水土流失,建筑材料的遗留等均能对农业土壤引起负面影响,从而破坏了局部农业生态系统的生产力^[12-14]。该研究探讨了高速公路对周边土壤质地和土壤养分分布的影响,为后期进一步开展高速公路生态绿化带的建设和恢复周边区域的农业生产力提供参考依据和指导。

参考文献

- [1] 赵彩凤. 西安周边高速公路两侧表层土壤重金属污染研究[D]. 西安:陕西师范大学,2013.
- [2] 田国行,杨晓明,杨春. 高速公路边坡土壤侵蚀研究进展[J]. 中外公路,2008,28(6):21-28.
- [3] 哈斯图力古尔. 道路建设对景观格局及土壤理化性质的影响研究[D]. 呼和浩特:内蒙古师范大学,2012.
- [4] TROMBULAK S C,FRISSELL C. A review of the ecological effects of roads on terrestrial and aquatic ecosystems[J]. *Conserv Biol*,2000,14(1):18-30.
- [5] VISKARI E L,KARENlampi L. Roadside Scots pine as an indicator of deicing salt use-a comparative study from two consecutive winters[J]. *Water Air Soil Pollut*,2000,122(3-4):405-419.
- [6] CAO S X,CHEN L,GAO W S, et al. Impact of planting grass on terrene roads to avoid soil erosion[J]. *Landscape and Urban Planning*,2006,78(3):205-216.
- [7] 王颖,崔向新,金娟,等. 围栏封育对典型草原土壤特征的影响[J]. 北方园艺,2015(10):155-158.
- [8] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科技出版社,2002.
- [9] 章明奎,王丽平. 重金属污染对土壤有机质积累的影响[J]. *应用生态学报*,2007,18(7):1479-1483.
- [10] 袁志发,周静芋. 多元统计分析[M]. 北京:科学出版社,2002.
- [11] 李靖. 土壤中有机质的作用[J]. 平原大学学报,1999,16(4):54-55.
- [12] 胡迅. 杉木林草间作初期林下土壤理化性质及水土保持研究[D]. 成都:四川农业大学,2005.
- [13] 潘树林,王丽,辜彬. 论边坡的生态恢复[J]. *生态学杂志*,2005,24(2):217-221.
- [14] 陈跃. 高原山区高速公路建设与生态环境的可持续发展:问题与对策探讨[J]. 昆明理工大学学报(理工版),2003,28(2):127-131.

Fertility Analysis of Different Depth Agricultural Soil in Slope

DU Juan¹, ZHOU Guona², LI Meng³

(1. Research Department, Langfang Teachers University, Langfang, Hebei 065000; 2. College of Forestry, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000; 3. Foreign Cooperation Office, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang, Hebei 050051)

Abstract: The agricultural soil on the surface of side slope besides the expressway in Anxin was used as the research object, by stratified sampling method for comparative analyzing the soil pH, organic matter, available nitrogen, available phosphorus and available potassium, so as to analyze the fertility of agricultural soils on the road slopes with different soil layers. The results showed that the contents of organic matter, available nitrogen, available phosphorus and available potassium in soils at 0—30 cm were higher than those at 30—60 cm in the slope, and the soil texture was dominated by silt clay loam, supplemented by loamy sand. The content of organic matters in agricultural soils in side slopes of expressway had the most significant influence, followed by available phosphorus, and available potassium had the least influence, pH in soil layers 30—60 cm was larger than that in soil layers 0—30 cm. There were some influence on the fertility of agricultural soils in different soil layers of expressway slope in Anxin area.

Keywords: slope; agricultural soil; fertility analysis