

现代密集型农业生产模式下农田土壤肥力质量演化趋势研究

胡 明

(渭南师范学院 化学与生命科学学院,陕西省多河流湿地生态环境重点实验室,陕西 渭南 714000)

摘 要:以 1982 年全国土壤普查材料为背景值,对 2010 年关中灌区农田土壤养分状况做了系统研究,分析了白水县土壤养分的变异趋势。结果表明:关中灌区土壤有机质、全氮、碱解氮、有效磷含量均比 1982 年土壤普查时有很大程度的提高,速效钾整体呈现出下降趋势。当地农业用地土壤养分的提高与化肥投入量和秸秆还田等现代化农业耕作方式有关。

关键词:农田土壤;土壤肥力;质量演化;关中灌区

中图分类号:S 151 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)20-0152-04

在现代农业发展中,土壤肥力的高低将直接影响到单位面积产量,从而影响农业产出。我国现阶段正处于由农业国家向工业国家转型时期,农业人口正逐步减少,为保证在农业人口减少前提下提高农业产量,农用地质量高低有着非常重要的影响。在长年密集型经营模式下,土壤肥力质量演化趋势的研究将对分析农业可持续健康发展状况起到积极作用。沈其荣^[1]研究表明,由于农业生产水平与复种指数的提高,耕地质量出现了令人担忧的征兆,综合表现为土壤基础肥力与 20 世纪 80 年代相比仍在继续下降,土壤物理性状变差(如耕层变浅、容重增加),土壤缓冲能力下降,各种污染加剧等,

已明显地制约着农业可持续发展。刘克桐^[2]通过 10 个定位监测点在 1998~2004 年的定位监测平均值与第 2 次土壤普查值相比,发现河北省几种主要耕种农田土壤有机质、全氮和速效磷均增加,其中增幅最大的是速效磷,而速效钾则有所降低。耕层中氮盈余,磷富积,而钾盈亏不一。

现通过不同时期白水县土壤主要养分含量的对比,分析在现代密集农业生产模式下农田土壤肥力质量的演化趋势,探求区域土壤质量在可持续发展中存在的问题,以便更好的为当地农业稳定发展提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

白水县位于陕西省东北部,地处东经 109°16′~109°45′,北纬 35°4′~35°27′之间,处于关中平原与陕北高原的过渡地带,属暖温带大陆性季风气候,多年平均气温 11.4℃,无霜期 207 d 左右,多年平均降水 577.8 mm,日照充足,光热资源丰富。全县总面积 986.6 km²,其中耕

作者简介:胡明(1978-),男,硕士,讲师,现主要从事土地利用和水土保持方面及农业化学方面的研究工作。E-mail:hm5109@163.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(41171061);陕西省科技厅资助项目(2010JM5014);渭南市科技计划资助项目(2011KYJ-7)。

收稿日期:2012-05-16

Abstract: The effect of controlled released fertilizer of 'Fuji' orchard was studied, including soil organic matter, pH value, contents of mineral elements and chlorophyll in leaves, shoot length and fruit quality. The results showed that fertilizing decreased the pH value and mineral elements content of soil. The pH value of applying CRFs was higher than that of applying common compound fertilizer, and the effect of applying different CRFs on soil pH value exhibited some differences. Contents of N, P, K in leaves increased by applying CRFs, and there was obvious differences of applying different CRFs. The contents of Ca, Mg and Fe in leaves with applying CRFs increased higher than that with applying same content common compound fertilizer, conversely, the contents of Cu, Mn and Zn reduced. With CRFs' application, contents of chlorophyll in leaves and shoot length increased apparently. There was same change in firmness, soluble solid, soluble sugar and content of VC of fruit. But the weight of single fruit and titratable acid of fruit reduced, but there was no significant effect on fruit shape index.

Key words: controlled released fertilizer; 'Fuji' apple; soil environment; mineral elements; chlorophyll; fruit quality

地面积 2.4 万 hm^2 , 辖 6 镇 8 乡, 194 个行政村, 总人口 30 万。

1.2 试验方法

该研究数据来源为国家农业部在渭南市临渭区 2010 年实施的测土配方施肥补贴项目的土壤测试数据。采样区位于陕西省渭南市白水县, 根据《测土配方施肥补贴项目技术规范》的采样要求, 采集典型农田土壤 0~20 cm 样品, 采样田块面积为 0.07~0.7 hm^2 , 每块地取 15~20 个样点为混合土样。土壤样品在室内经风干, 过筛后用于有关项目测定。在 2010 年共采集样品 500 个。

1.3 项目测定

土壤全氮测定采用消化-凯氏蒸馏法; 土壤碱解氮测定采用碱解扩散法; 速效磷用 0.5 mol/L NaHCO_3 浸提-钼锑抗比色法; 速效钾用 1 mol/L 中性乙酸铵浸提-火焰光度法。土壤有机质测定用油浴加热重铬酸钾氧化容量法。土壤 pH 用蒸馏水浸提(土液比 1:2.5) 30 min, 电极电位法测定。

2 结果与分析

2.1 农田土壤养分基本情况

将土壤主要养分指标: 有机质、全氮、碱解氮、有效磷、速效钾等按其大小进行划分, 获得土壤养分频数分布。由图 1~5 可知, 除土壤有机质呈正态分布外, 全氮、碱解氮、有效磷、速效钾呈现明显的负偏态分布特征。变异系数可以很好的体现出养分是否集中在频率范围内, 变异系数越大说明其距平均值离散度越大。根据各土壤养分变异系数表(表 1)可知, 土壤有机质相对较小, 并接近于正态分布。而与人为施肥有关的土壤养分全氮、碱解氮、有效磷、速效钾含量变异系数较大, 且表现出明显的负偏峰分布, 说明上述土壤养分距平均值离散度大, 并且养分分布主要集中在含量较低的范围内。

由图 1 土壤有机质频数分布可以看出, 白水县农田土壤有机质频数分布较多的含量区间为 6.92~20.47 g/kg , 其中 9.63~12.34、12.34~15.05、15.05~17.76 g/kg 3 个区间内分别占到样本总数的 20.20%、26.40%、17.40%; 由图 2 全氮频数分布可见, 含量低于 0.233 g/kg 的样本数占到 20.80%, 而含量在 0.426~1.391 g/kg 的样本数占到总比例的 72%; 由图 3 碱解氮频数分布可见, 养分频数分布主要集中在 25.08~97.40 mg/kg 的 4 个区间内, 分别占到样本总数的 26.20%、30.40%、20.40%、14.00%; 由图 4 有效磷频数分布可见, 养分频数分布主要集中在小于 19.62 mg/kg 的 4 个区间范围内, 分别占样本总数的 24.80%、27.40%、24.00%、11.40%; 由图 5 速效钾频数分布可见, 养分频数分布主要集中在 68.9~224.5 mg/kg 的 4 个区间范围内, 分别占样本总数的 26.80%、29.40%、20.00%、10.00%。

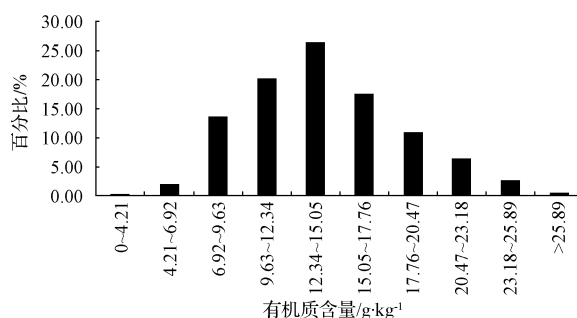


图 1 有机质频数分布

Fig. 1 Frequency histogram of soil organic matter content

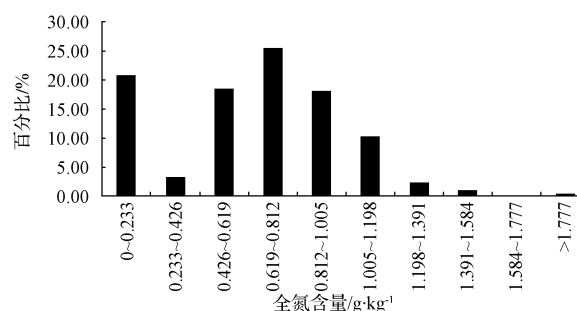


图 2 全氮频数分布

Fig. 2 Frequency histogram of soil total nitrogen matter content

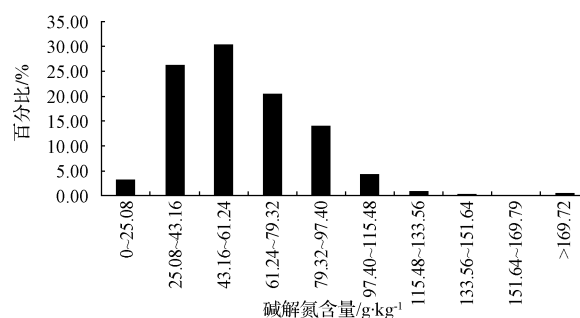


图 3 碱解氮频数分布

Fig. 3 Frequency histogram of soil dkali-hydroly zable nitorogen matter content

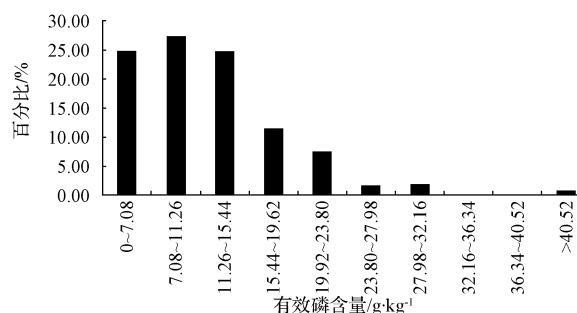


图 4 有效磷频数分布

Fig. 4 Frequency histogram of soil available phosphorus matter content

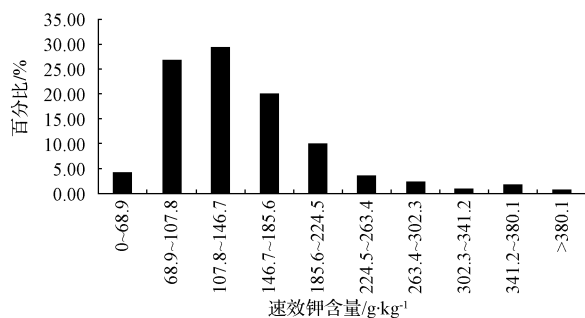


图5 速效钾频率分布

Fig. 5 Frequency histogram of soil available potassium matter content

表1 土壤养分变异系数

Table 1 Soil nutrient variation of coefficient

名称	有机质	全氮	碱解氮	有效磷	速效钾
变异系数	0.311	0.567	0.392	0.538	0.443

2.2 农田土壤养分基本情况

依据农田土壤养分分级指标^[3],对关中灌区农田土壤有机质和大量养分元素氮、磷、钾以及中量养分元素硫的含量状况进行了丰缺程度评价(表2)。

由表2可知,土壤有机质含量主要集中在缺乏与适量之间,而62.76%的有机质属于缺乏状态,说明白水

表2 白水县农田土壤有机质和N、P、K、S养分丰缺状况

Table 2 Abundance or deficiency of soil organic matter and N,P,K,S nutrient status in Baishui county

分级	有机质		全氮		碱解氮		有效磷		速效钾	
	/g·kg ⁻¹	/%	/g·kg ⁻¹	/%	/mg·kg ⁻¹	/%	/mg·kg ⁻¹	/%	/mg·kg ⁻¹	/%
极缺乏	<5.0	0.63%	<0.3	20.50%	<30	5.23%	<5	9.62%	<50	1.05%
缺乏	5~15	62.76%	0.3~0.8	46.23%	30~60	54.39%	5~10	35.56%	50~80	8.16%
适量	15~30	36.61%	0.8~1.6	32.85%	60~90	30.96%	10~20	43.93%	80~150	52.09%
丰富	30~50	0.00%	1.6~3.0	0.42%	90~120	8.58%	20~40	10.25%	150~200	24.48%
极丰富	>50	0.00%	>3.0	0.00%	>120	0.84%	>40	0.63%	>200	14.23%

土壤有效磷相对于有机质、全氮、碱解氮最大的区别是在适量与丰富水平上所占比例达到了43.93%和10.25%,相比1982年土壤有效磷平均含量的5.2 mg/kg,2010年白水县土壤有效磷的平均含量达到了11.9 mg/kg,提高幅度达到了2倍多。同时由表3还可知,1982年土壤有效磷的最低值与最大值分别为0.2、37.5 mg/kg,而2010年为2.9、44.7 mg/kg,土壤有效磷的最大值变化相对较小,而在最小值上可以明显看到,2010年当地土壤有效磷较1982年有较大幅度的提高,达到了10倍以上,1982年土壤有效磷含量小于10 mg/kg的达到了88.92%,对比证明在关中灌区农田呈现出磷素累计与有效磷提升趋势。

现今土壤速效钾平均值较之1982年下降了14 mg/kg,但2010年速效钾在适量与丰富2个水平上却达到了76.57%,说明现阶段土壤速效钾还能够满足作物的基本需求。1982年研究区土壤速效钾在极丰富、丰富2个水平上达到了17.26%、31.87%,而2010年降

现阶段土壤有机质仍处于较低水平,不过与1982年的89.06%农田有机质含量缺乏率相比已经有了很大的提高,整体上农田有机质含量在不断提高,这与栾文楼对河北省石家庄市1979和2004年间土壤有机碳变化规律的研究趋势一致。灌区农业用地土壤有机质含量的提高也与农民施用有机肥与化肥量的提高有着一定的关系。

土壤全氮的含量情况与有机质含量情况相类似,不同点即土壤全氮在极缺乏水平上所占比例达到20.50%,在丰富水平上仅占0.42%,极丰富水平上为0,从而可以看出,土壤全氮水平还是比较低。土壤碱解氮情况相对于全氮来说就有不同,虽然59.62%的采样点仍处于极缺乏与缺乏水平上,但是还有8.58%和0.84%的采样点处于丰富与极丰富水平,可以看出可被植物直接利用的氮素在丰富及极丰富水平上所占的比例要高于全氮。同时结合表3,1982年土壤全氮以及碱解氮平均值为0.064 g/kg、35.9 mg/kg,而2010年为0.63 g/kg、59.1 mg/kg,平均值都有着非常显著的提高,土壤全氮提高幅度要高于碱解氮,而土壤碱解氮是植物吸收氮素的主要来源,其含量高低表征了土壤的直接供氮能力,这就说明现今土壤供氮能力相对于1982年来说有了较大幅度的提高。

低到14.23%、24.48%,因此,以上2个指标是土壤速效钾平均值降低的主要原因。

2.3 灌区土壤肥力演变趋势分析

以1982年全国第2次土壤普查资料为背景,可以看出关中灌区在土地承包制施行的30 a间农田土壤肥力质量的演变趋势。由表3可知,经过近30 a的密集型农业生产经营后,农田的pH值、有机质、全氮、碱解氮、有效磷、速效钾的养分情况都有比较大的变化。相比1982年土壤pH,2010年土壤pH的最低值从6.9提高到7.1,但最大值与平均值的pH都有一定的降低,说明在该地区个别田块酸化和弱碱化问题同时存在。农业土壤有机质含量增速明显,说明在现代农业耕种条件下,土壤物理性状有了较大改善,同时也可证明土壤有机质含量有一定提升空间。全氮的最小值在2010年有一个较大的降低,但是从最大值与平均值来看,全氮养分的增加比较明显,特别是平均值方面,土壤全氮增加了近10倍。碱解氮在1982年的最低值、最大值、平均值

分别为 10.0、154.0、35.9 mg/kg,而 2010 年的最低值、最大值、平均值分别为 7.0、187.8、59.1 mg/kg,可以看出碱解氮在近年来也是有比较明显的增幅。2010 年有效磷的最小值达到了 2.9 mg/kg,而 1982 年为 0.2 mg/kg,提高了 10 倍多,而最大值与平均值都有了一定的提高,说明近些年在耕种过程中对田块施磷比较重视,从而改善了低磷田块养分状况。土壤速效钾 2010 年最大值虽然有所提高,但是平均值与最低值较 1982 年有了一定的降低,说明白水速效钾在这些年的密集农业耕种中并没有进行特意的补充,致使农业土壤中速效钾含量有所下降。

表 3 土壤养分的描述性统计值

Table 3 Descriptive statistics of soil nutrients

项目	1982 年普查资料			2010 监测资料		
	最低值	最大值	平均值	最低值	最大值	平均值
pH	6.9	8.5	8.1	7.1	7.8	7.4
有机质/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	0.256	4.620	1.161	1.5	28.6	14.1
全氮/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	0.259	1.010	0.064	0.04	1.97	0.63
碱解氮/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	10.0	154.0	35.9	7.0	187.8	59.1
有效磷/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	0.2	37.5	5.2	2.9	44.7	11.9
速效钾/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	93	373	160	30	419	146

注:1982 年数据来源于渭南市土壤普查数据集。

2.4 历年来肥料投入量对土壤养分的影响

根据农户的施肥习惯和渭南市统计年鉴可知,土壤肥力提高的根本原因是肥料的投入。自 1990~2010 年的 20 a 间,土壤肥料投入量呈上升趋势,根据当地的入户调查,灌区土壤有机质的增幅显著,其原因首先是有有机肥、畜禽厩粪肥的增施,二是因为大型收割机的运用增加了秸秆还田的数量,说明在该地区投入有机物料,仍有提升土壤有机质含量的作用。

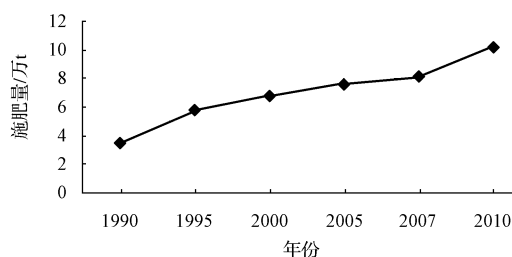


图 6 肥料投入量

Fig. 6 The input of fertilizer

3 结论

关中灌区白水县土壤养分整体体现出增加的趋势。有机质、全氮、碱解氮、有效磷相对于 1982 年农业土壤养分情况已有了较大幅度的提高,但也应该看到,有机质、全氮、碱解氮、有效磷分别有 62.76%、46.23%、54.39%、35.56%处于缺乏水平,而且适量水平所占比例也非常大,在未来的农业操作中也应注意农田养分的蓄积。速效钾含量相对于 1982 年虽然有所下降,但在适量与丰富水平的地块仍然占到了整体比例的 76.57%,整体状况要好于以上几种养分,但在未来还应注意钾肥的补充。

农业土壤养分水平的提高一方面和当地现代化农业的操作方式以及使用有机肥有一定的关系,而农业化肥施入量的提高也是提高关中灌区农业土壤养分的重要因素。

参考文献

- [1] 沈其荣. 土壤肥科学通论[M]. 北京:高等教育出版社,2001:63.
- [2] 刘克柯. 河北省主要农田土壤肥力变化趋势[J]. 河北农业科学,2005(3):35.
- [3] 陆欣. 土壤肥科学[M]. 北京:中国农业大学出版社,2002:482.

Study on Modern Intensive Agriculture Production Mode in Farmland Soil Fertility Quality Evolution Trend

HU Ming

(College of Chemistry and Life Sciences, Weinan Normal University, Key Laboratory for Eco-environment of Multi-River Wetlands in Shaanxi Province, Weinan, Shaanxi 714000)

Abstract: Taking the 1982 national soil survey data as a backdrop, the variation tendency of soil nutrients in farmland in Guanzhong irrigation district was analyzed. The results showed the contents of organic matter, total nitrogen, alkali-hydrolyzable nitrogen and available phosphorus in Guanzhong irrigation soil greatly increased compared with the date of 1982, available potassium presented the whole decline. The improvement of agricultural land soil nutrient were relative with fertilizer input and straw returned modern agricultural cultivation way.

Key words: farmland; soil fertility; quality evolution trend; Guanzhong irrigation area