

# 秦岭山区不同种植年限核桃园土壤养分变化特征研究

徐秋骏<sup>1</sup>, 丁少男<sup>1,2\*</sup>, 阎佩云<sup>3</sup>

<sup>1</sup>商洛学院城乡规划与建筑工程学院, 陕西 商洛

<sup>2</sup>商洛市碳中和工程技术研究中心, 陕西 商洛

<sup>3</sup>商洛学院生物医药与食品工程学院, 陕西 商洛

收稿日期: 2024年4月17日; 录用日期: 2024年5月16日; 发布日期: 2024年5月23日

## 摘要

为评估秦岭山区长期种植核桃后土壤质量变化特征和土壤养分含量水平, 取不同种植年限(5, 11, 18, 20年以上)核桃林土样为研究对象, 通过分析土壤肥力主要指标, 揭示商洛主要核桃种植区土壤养分演化特征。结果分析表明, 核桃园土壤有机质的变化规律为先增加、后降低、再增加。20年以上的核桃种植园土壤有机质含量最高, 达到26.04 g/kg。商洛核桃种植园土壤有机质平均含量属于高水平。土壤全氮、全磷变化规律一致, 都为先增加、后降低、再增加的趋势, 11年种植园的土壤全氮、全磷含量达到最高, 分别为1.75、0.91 g/kg, 土壤全氮和全磷平均含量均属于高水平。土壤碱解氮含量变化规律为先降低后升高, 18年种植园的土壤碱解氮含量最低, 为57.97 mg/kg, 土壤碱解氮平均含量属于中水平。土壤速效钾含量处于94.22~541.17 mg/kg 之间, 变异系数较高, 达到48.78%, 整体含量处于高水平以上。研究结果可对商洛核桃产业发展提供一定的数据支撑和参考依据。

## 关键词

秦岭山区, 核桃园, 土壤肥力, 种植年限

# Changes of Soil Nutrients in Walnut Orchard with Different Planting Years in Qinling Mountain Area

Qiujun Xu<sup>1</sup>, Shaonan Ding<sup>1,2\*</sup>, Peiyun Yan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>College of Urban, Rural Planning and Architectural Engineering, Shangluo University, Shangluo Shaanxi

<sup>2</sup>Shangluo Carbon Neutrality Engineering Technology Research Center, Shangluo Shaanxi

<sup>3</sup>College of Biology Pharmacy and Food Engineering, Shangluo University, Shangluo Shaanxi

\*通讯作者。

## Abstract

In order to evaluate the change characteristics of soil quality and the level of soil nutrient content after long-term walnut planting in Qinling mountain area, walnut forest soil samples with different planting years (5, 11, 18 and 20 + years) were taken as the research object. By analyzing the main indicators of soil fertility, the evolution characteristics of soil nutrient in the main walnut planting areas of Shangluo were revealed. The results showed that the change law of soil organic matter in walnut orchard was first increased, then decreased, and then increased. The content of soil organic matter in walnut Plantation for more than 20 years was the highest, reaching 26.04 g/kg. The average content of soil organic matter in Shangluo walnut plantation is high. The change laws of soil total nitrogen and total phosphorus are the same, which are the trend of first increasing, then decreasing and then increasing. In 11 years, the contents of soil total nitrogen (TN) and total phosphorus (TP) in the plantation reached the highest, which are 1.75 and 0.91 g/kg respectively. The average contents of soil TN and TP belong to a high level. The change law of soil alkali hydrolyzable nitrogen content is first decreased and then increased. The soil alkali hydrolyzable nitrogen content of the plantation in 18 years is the lowest, which is 57.97 mg/kg. The average content of soil alkali hydrolyzable nitrogen belongs to the medium level. The content of soil available potassium is 94.22~541.17 mg/kg, the coefficient of variation is high, reaching 48.78%, and the overall content is above the high level. The results can provide some data support and reference for the development of Shangluo walnut industry.

## Keywords

Qinling Mountains, Walnut Orchard, Soil Fertility, Planting Years

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

商洛是全国著名的核桃产区,也是陕西和秦巴地区核桃的中心产区,近年来,商洛市采取多种举措,加快核桃产业的发展,使原本分散栽植的小核桃,成为全市覆盖面积最大、参与农民最多、农民增收最为显著的特色优势产业。截至 2019 年底,全市核桃总面积达到 336 万亩,常年产量 13 万多吨,综合效益超过 20 多亿元。其面积、产量位于全国地市级前茅,约占陕西省的三分之一以上。全市发展 50 亩以上规模化经营核桃园 1268 处,达 84.1 万亩[1]。

目前,国内有关核桃林地土壤肥力的研究也有相关报道。其中,浙江临安山核桃的研究比较多,针对山核桃林地土壤酶活性[2]、影响林地土壤肥力的因素[3]、林地轻重组有机碳[4]、不同生长期的碳氮磷生态化学计量特征[5]等方面开展了大量的研究。此外,在我国新疆、云南、山东等地都有关于核桃林地的相关研究[6] [7] [8]。

核桃园土壤质量的状况决定着核桃产量和品质,进而影响林业生产效益和区域经济发展,因此对于秦岭山区核桃林土壤质量的研究和评价刻不容缓。本文以秦岭山区核桃典型产区商洛为研究区,通

过对不同年限的核桃林土样采集和分析,探究长期种植核桃后土壤养分变化特征,为商洛核桃产业发展提供数据支撑及参考依据。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 研究区概况

研究区位于商洛市商州区,地处陕西省东南部、秦岭南麓,属暖温带半湿润季风气候,气候具有季风性、山地性。年平均降雨在 687~804 mm 之间,全年雨量较为丰富,主要集中在 7 月~9 月,占全年降水 50% 以上。年均温 8~14℃,无霜期 210 天。土壤为发育于黄土母质的淋溶褐土,兼有黄褐土、砂质土及各种山地始成土。

### 2.2. 研究方法

采样地点位于商洛市商州区上河村核桃种植园及周围核桃园,地理坐标为 109°41'E、33°48'N。海拔 790~850 m,坡度 15~20°。2019 年 10 月,在研究区域内,结合研究区的植被特征和不同种植年限等主要因素进行样地选取,样地遵循典型性、代表性和一致性的原则。本研究所调查核桃园林下均无其他种植作物,仅有少量杂草,管理措施基本一致。每个种植年限的核桃园选取 3 块样地,每个样地按照 S 形取样 3 个,选取核桃园附近的农田玉米地作为对照,总计选取不同种植年限(新建,5,11,18,20 a)的样本点共 32 个(包括对照)。

将采集的核桃园及对照土壤样本(采样深度 20 cm)装入干净的塑封袋中,在塑料袋上编好号并写上采取地名称带回实验室,自然风干一段时间后并除去大小石砾、残根等杂物。将土样充分混和后,取一半样本研磨后先过 2 mm 不锈钢网筛,然后取 100 g 左右经研钵研细过 0.25 mm 不锈钢网筛,取另一半样本经研磨棒研磨后过 0.5 mm 不锈钢网筛,将三份不同粒径土样装入塑封袋中备用。

土壤养分指标测定按照土壤农化分析方法进行[9]。有机质采用重铬酸钾容量法-外加热法测定,全氮采用半微量凯氏法测定,碱解氮采用碱解扩散法测定,全磷采用  $\text{HClO}_4\text{-H}_2\text{SO}_4$ -钼锑抗法测定,pH 值用 pH 测定仪(水土比 2.5:1)测定,速效钾用醋酸铵溶液提取-原子吸收仪测定。

核桃土样评价标准参考全国第二次土壤普查,并结合陕西省耕地土壤质量标准进行分级[10],具体情况如表 1。

**Table 1.** Nutrient grading standards for the second national soil census

**表 1.** 全国第二次土壤普查养分分级标准

等级 Level	极高 Extremely High	高 High	中等 Medium	低 Low	极低 Extremely Low
有机质(g/kg)	>40	20~40	10~20	6~10	<6
全氮(g/kg)	>2	1~2	0.75~1	0.5~0.75	<0.5
全磷(g/kg)	>1	0.6~1	0.4~0.6	0.2~0.4	<0.2
碱解氮(mg/kg)	>150	90~150	60~90	30~60	<30
速效钾(mg/kg)	>200	100~200	50~100	30~50	<30

### 2.3. 数据处理

实验样地数据采用 Excel 2010 进行初步统计,然后通过 SPSS 19.0 进行描述性统计分析和单因素方差分析(One-Way ANOVA)。

### 3. 结果与分析

#### 3.1. 核桃园土壤养分含量评价

经过对商州区核桃土样养分含量进行分析,发现核桃园土壤有机质含量介于 16.97~27.41 g/kg 之间,变异系数 13.39%。对不同种植年限的核桃园土样分析后发现,除 18 年的核桃园土样有机质平均含量低于 20 g/kg 外,5 年、11 年、20 年以上核桃园土壤有机质平均含量均高于 20 g/kg。参照全国第二次土壤普查及陕西省耕地土壤质量标准(表 1),此结果表明商洛核桃土壤有机质含量居于高水平。此外,核桃园土壤全氮含量处于 1.13~1.98 g/kg 之间,变异系数为 17.91%,含量属于高水平。全磷含量处于 0.65~1.21 g/kg 之间,变异系数 17.56%,含量属于高水平。核桃园土壤碱解氮含量处于 55.21~87.85 mg/kg 之间,变异系数 15.07%,含量处于中级水平。土壤速效钾含量处于 94.22~541.17 mg/kg 之间,变异系数较高,达到 48.78%,整体含量处于高水平以上。综上,商洛核桃园土壤有机质、全氮、全磷和速效钾含量均处于高水平以上,碱解氮含量处于中水平(见表 2)。

Table 2. Descriptive statistics of soil nutrients in walnut orchards

表 2. 核桃园土壤养分描述性统计

指标	N	极小值	极大值	均值	标准差	变异系数
有机质 g/kg	14	16.97	27.41	22.1671	2.96919	13.39%
全氮 g/kg	14	1.13	1.98	1.4600	0.26142	17.91%
全磷 g/kg	14	0.65	1.21	0.8629	0.15153	17.56%
碱解氮 mg/kg	14	55.21	87.85	70.4929	10.62390	15.07%
速效钾 mg/kg	14	94.22	541.17	226.8643	110.66413	48.78%
pH	14	6.17	8.50	7.7950	0.82130	10.54%

Table 3. Soil nutrient content in walnut orchards with different planting years

表 3. 不同种植年限核桃园土壤养分含量

	对照玉米地	新建核桃园	5 年核桃林	11 年核桃林	18 年核桃林	20 年以上核桃林
有机质 g/kg	21.79 ± 0.28 b	19.99 ± 0.1 b	22.81 ± 0.93 ab	20.84 ± 2.55 b	19.22 ± 3.06 b	26.04 ± 1.24 a
全氮 g/kg	1.41 ± 0.08 ab	1.15 ± 0.08 b	1.26 ± 0.01 b	1.75 ± 0.34 a	1.30 ± 0.28 b	1.55 ± 0.08 ab
全磷 g/kg	1.08 ± 0.19 a	0.61 ± 0.12 c	0.69 ± 0.05 c	0.91 ± 0.11 ab	0.81 ± 0.11 bc	0.90 ± 0.07 ab
碱解氮 mg/kg	73.10 ± 20.87 ab	81.81 ± 5.43 a	76.23 ± 1.93 a	66.69 ± 6.31 ab	57.97 ± 3.20 b	79.36 ± 5.58 a
速效钾 mg/kg	168.31 ± 6.22 b	88.93 ± 20.32 c	148.21 ± 47.24 b	260.79 ± 27.41 ab	173.63 ± 17.73 b	363.86 ± 171.60 a
pH	7.81 ± 0.64 a	6.42 ± 0.21 b	6.41 ± 0.31 b	8.43 ± 0.10 a	8.35 ± 0.14 a	7.98 ± 0.28 a

注:同行数据后不同字母表示不同年限之间差异达到显著水平( $P < 0.05$ )。

#### 3.2. 不同种植年限核桃园土壤养分变化规律

不同种植年限的核桃园土壤有机质整体演变规律为先增高、后降低、再增高的趋势(图 1)。

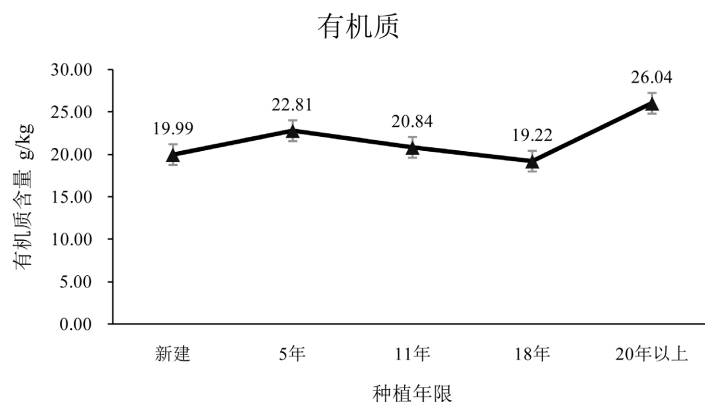


Figure 1. Organic matter content in walnut orchards with different planting years

图 1. 不同种植年限核桃园有机质含量

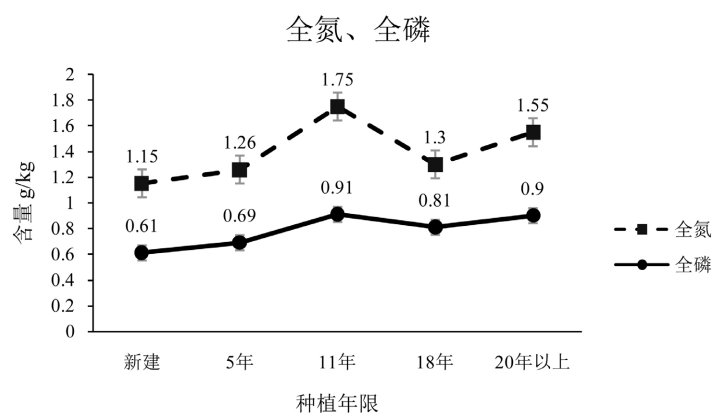


Figure 2. TN and TP content in walnut orchards with different planting years

图 2. 不同种植年限核桃园全氮、全磷含量

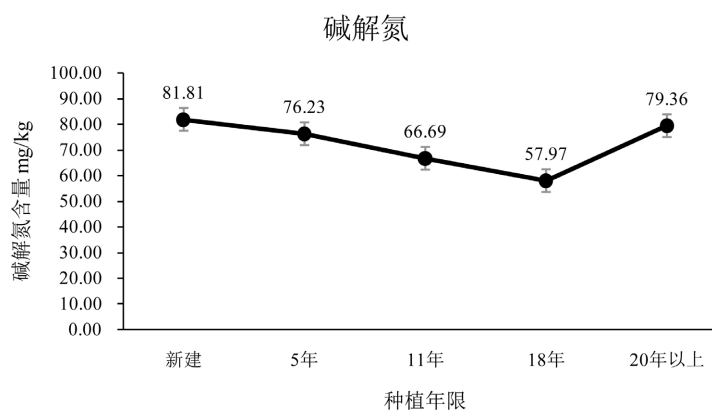


Figure 3. Alkaline hydrolyzed nitrogen content in walnut orchards with different planting years

图 3. 不同种植年限核桃园碱解氮含量

新建核桃园土壤有机质含量为 19.99 g/kg, 5 年种植核桃园土壤有机质增加到 22.81 g/kg, 11 年种植园降低, 18 年种植园降到 19.22 g/kg。20 年以上的核桃种植园土壤有机质含量达到 26.04 g/kg。

不同种植年限的核桃园土壤全氮、全磷变化规律基本一致, 都为先增加、后降低、再增加的趋势(图 2)。新建核桃园的土壤全氮、全磷含量分别为 1.15、0.61 g/kg, 5 年种植园土壤全氮和全磷含量都增加,

11 年种植园土壤全氮、全磷含量达到最高, 分别为 1.75、0.91 g/kg。18 年种植园土壤全氮和全磷分别降到了 1.3、0.81 g/kg。20 年以上种植园土壤全氮和全磷含量再次增加。

不同种植年限的核桃园土壤碱解氮含量变化规律为先降低后升高(图 3)。新建核桃园的土壤碱解氮含量最高, 为 81.81 mg/kg。5 年、11 年和 18 年的核桃园土壤碱解氮持续降低, 一直降到了 18 年种植园的 57.97 mg/kg。20 年以上的核桃园土壤碱解氮含量再次增加, 达到 79.36 mg/kg。

不同种植年限的核桃园土壤速效钾含量变化规律表现为先增加、再降低、后升高的趋势(图 4)。新建核桃园土壤速效钾含量为 88.93 mg/kg, 5 年核桃园增加, 11 年增加到 260.79 mg/kg 后开始下降。18 年核桃园土壤速效钾含量降低到 173.63 mg/kg, 之后再次增加, 20 年以上核桃园达到了最高的 363.86 mg/kg。

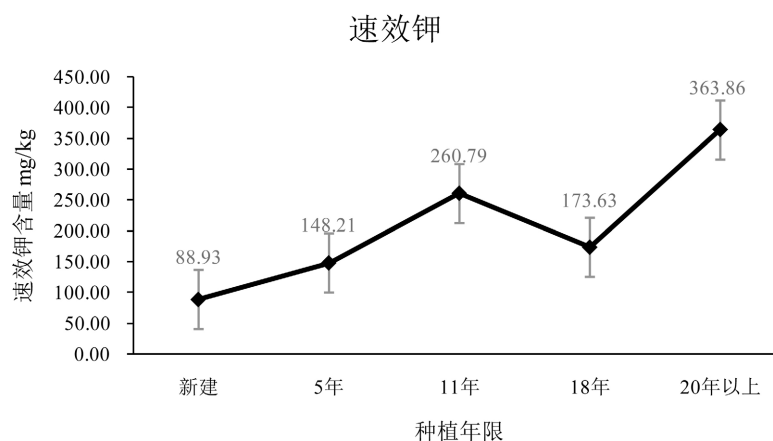


Figure 4. soil available potassium content in walnut orchards with different planting years

图 4. 不同种植年限核桃园速效钾含量

不同种植年限核桃园土壤 pH 变化规律为前 5 年无变化(图 5), 5 年后 pH 值升高, 11 年核桃园达到最大(8.43)后开始降低, 20 年以上核桃园土壤 pH 值为 7.98。

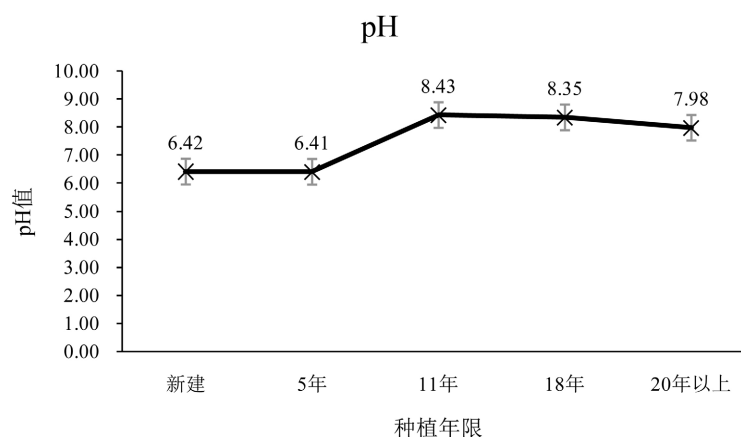


Figure 5. Soil pH in walnut orchards with different planting years

图 5. 不同种植年限核桃园 pH 值

## 4. 讨论

核桃林地的土壤养分含量水平及管理措施会决定核桃园产量水平和经济效益, 也是相关从业者和研究者比较关注的方面[11] [12] [13]。在本研究中调查分析发现, 核桃园附近农地(玉米地)土壤有机质、全



氮、全磷、碱解氮、速效钾和 pH 含量分别是 21.79 g/kg、1.41 g/kg、1.08 g/kg、73.1 mg/kg、168.31 mg/kg 和 7.81。不同种植年限(新建、5 年、11 年、18 年和 20 年以上)的核桃园中,只有 20 年以上的核桃园土壤有机质含量显著升高,其他年限并无显著性变化。土壤有机质是土壤肥力的物质基础,影响作物对养分的吸收,从而影响作物的产量和品质。有研究表明:土壤有机质与其他速效养分不同,它在植物生长期变化较小,并保持相对稳定[14]。作为对比,身处黄土高原丘陵沟壑地区的宜君核桃产区,其肥力水平整体一般[15],有机质平均含量仅为 11.29 g/kg,明显低于商洛核桃产区。

不同种植年限核桃园土壤全氮指标中,只有 11 年核桃园显著高于农地全氮含量。而对于全磷,相较于农地,前 5 年全磷含量显著低于其含量,11 年之后并无显著性变化。碱解氮含量种植 18 年后显著降低,其他年限则无显著性差异。速效钾含量则是种植 20 年后显著高于附近农地,其他年限并无显著性变化。对于核桃园 pH 值,则是前 5 年显著降低,5 年之后土壤 pH 再无显著性差异。土壤酸碱度不仅影响土壤微生物活性,而且与土壤养分的形成、转化以及有效性有密切关系,也是影响土壤肥力的主要因素之一[16]。

## 5. 结论

核桃园土壤养分含量的高低主要受人为管理因素、施肥水平、土壤母质和气候条件的影响。整体而言,本研究结果表明长期种植核桃园过程中,土壤不同养分含量会有不同程度的波动,核桃园种植 20 年以上后,有机质和速效钾含量会显著提高,全氮、全磷和碱解氮并无显著性变化。20 年以上的核桃种植园土壤有机质含量最高,达到 26.04 g/kg。商洛核桃种植园土壤有机质平均含量属于高水平。土壤全氮、全磷变化规律一致,都为先增加、后降低、再增加的趋势,11 年种植园的土壤全氮、全磷含量达到最高,分别为 1.75、0.91 g/kg,土壤全氮和全磷平均含量均属于高水平。土壤碱解氮含量变化规律为先降低后升高,18 年种植园的土壤碱解氮含量最低,为 57.97 mg/kg,土壤碱解氮平均含量属于中水平。土壤速效钾含量处于 94.22~541.17 mg/kg 之间,变异系数较高,达到 48.78%,整体含量处于高水平以上。

## 基金项目

陕西省教育厅青年创新团队项目(21JP038);商洛学院科研项目(16SKY027);国家级大学生创新创业训练计划项目(202111396025)。

## 参考文献

- [1] 商洛市林业局网站信息[EB/OL]. <http://www.sllyj.gov.cn/xxgk/lycy/hetao/6133.html>, 2018-06-12.
- [2] 谢林峰,凌晓晓,黄圣妍,等. 临安区山核桃林地土壤水解酶活性空间分布特征及土壤肥力评价[J]. 浙江农林大学学报, 2022, 39(3): 625-634.
- [3] 袁紫倩,叶正钱,李皓,等. 影响山核桃林地土壤生产性能的主要肥力因子及其临界区间[J]. 植物营养与肥料学报, 2020, 26(1): 163-171.
- [4] 盛卫星,吴家森,徐建春,等. 不同经营年限对山核桃林地土壤轻重组有机碳的影响[J]. 浙江农林大学学报, 2015, 32(5): 803-808.
- [5] 李晨茜,闫道良,郑炳松. 不同生长期山核桃林碳氮磷生态化学计量特征[J]. 湖北林业科技, 2018, 47(2): 8-13.
- [6] 李青军,耿庆龙,赖宁,等. 核桃土壤养分评价及其与核桃产量的相关性分析[J]. 新疆农业科学, 2019, 56(5): 826-833.
- [7] 贾代顺,宁德鲁,陈福,等. 间种模式对核桃林地土壤性质及树体生长量的影响[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(15): 188-191.
- [8] 王贵芳,张美勇,徐颖,等. 山东核桃种质资源现状分析及开发利用[J]. 山东农业科学, 2017, 49(5): 140-143.
- [9] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.

- 
- [10] 严玉梅, 李水利, 李茹, 等. 陕西省耕地土壤养分现状与分布特征[J]. 土壤通报, 2019, 50(6): 1298-1305.
- [11] 沈一凡, 钱进芳, 郑小平, 等. 山核桃中心产区林地土壤肥力的时空变化特征[J]. 林业科学, 2016, 52(7): 1-12.
- [12] 张红桔, 马闪闪, 赵科理, 等. 山核桃林地土壤肥力状况及其空间分布特征[J]. 浙江农林大学学报, 2018, 35(4): 664-673.
- [13] 苗庆选, 郭满, 马海林, 等. 不同生态区核桃林地肥水管理及土壤肥力差异研究[J]. 中国土壤与肥料, 2021(1): 296-302.
- [14] 童根平, 王卫国, 张圆圆, 等. 大田条件下山核桃林地土壤和叶片养分变化规律[J]. 浙江林学院学报, 2009, 26(4): 516-521.
- [15] 赵映翠, 耿增超, 陈金海, 等. 宜君县核桃经济林地土壤养分调查与评价[J]. 干旱地区农业研究, 2015, 33(3): 85-89+189.
- [16] 戴万宏, 黄耀, 武丽, 等. 中国地带性土壤有机质含量与酸碱度的关系[J]. 土壤学报, 2009, 46(5): 851-860.