

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2018.06.016

广元核桃林地土壤肥力诊断与综合评价

丁锐¹, 赖霜菊^{1*}, 赵柳¹, 杨明府¹, 严雄¹, 刘雪梅¹, 李波¹, 闵安民², 王正前³

(1. 广元市林业和园林局, 四川 广元 628000; 2. 四川省林业科学研究院, 四川 成都 610081;

3. 广元市科学技术和知识产权局, 四川 广元 628000)

摘要:为探明广元市核桃林地土壤的肥力状况,进一步指导广元市核桃丰产栽培的施肥管理,采用土壤肥力单项分级指标进行诊断分析、修正的内梅罗指数进行综合肥力评价。结果表明,广元核桃林地土壤pH值总体偏碱性,全N含量较丰富,部分土壤有效P、速效K、有效Fe缺乏,多数土壤有机质、有效Zn、有效B、有效Cu、有效Mn缺乏。核桃林地土壤肥沃程度总体处于较低水平,黄壤土类有效B、有效Cu、有效Mn缺乏,紫色土类速效K、有效Fe、有效Zn、有效B、有效Cu、有效Mn缺乏,黄壤肥沃程度高于紫色土。建议增施有机肥,配合施用无机肥,培肥土壤。

关键词:核桃林地;土壤肥力;综合评价

中图分类号:S792.13

文献标识码:A

文章编号:1003-5508(2018)06-0071-05

Diagnosis and Integrated Evaluation on Soil Fertility of Walnut Woodlands in Guangyuan

DING Rui¹ LAI Shuang-ju^{1*} ZHAO Liu¹ YANG Ming-fu¹ YAN Xiong¹

LIU Xue-mei¹ LI Bo¹ MIN An-min², WANG Zheng-qian³

(1. Administration of Forestry and Gardening of Guangyuan Municipality, Guangyuan 628000, China;

2. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, China;

3. Intellectual Property Administration of Guangyuan City, Guangyuan 628000, China)

Abstract: In order to find out the soil fertility status of the major walnut lands and further guide the fertilization management of abundant walnut cultivation in Guangyuan, the individual indicators of soil fertility was diagnosed and evaluated with modified Nemoro Index. The results indicated the soils of major walnut forests in Guangyuan was rich in total N, and the soil pH was generally alkaline; some soils lacked available P, available K, available Fe; most soils lacked organic matter, available Zn, available B, available Cu, available Mn. The soil fertility of walnut forests was generally at low level. Yellow soils lacked available B, available Cu, available Mn. Purple soils lacked available K, available Fe, available Zn, available B, available Cu, available Mn. Yellow soil was more fertile than purple soil. The results suggested to fertilize the soil by increasing the application of organic fertilizer in combination with inorganic fertilizer.

Key words: Walnut woodland, Soil fertility, Integrated evaluation

核桃(*Juglans*)是世界范围内分布广泛、资源丰富的古老干果类树种之一。在众多经济树种中,核

桃以其用途广泛、核仁营养丰富而著称于世^[1]。四川地处核桃与泡核桃(*J. sigillata*)的交界分布区,区

收稿日期:2018-07-11

基金项目:广元市林业重点项目“核桃优质高效综合栽培技术研究及应用”。

作者简介:丁锐(1986-),男,四川广元人,硕士研究生,工程师,主要从事经济林栽培与利用的研究。e-mail:511461845@qq.com

*通讯作者:赖霜菊(1968-),女,四川广元人,高级工程师,主要从事经济林栽培与利用的研究。e-mail:631598559@qq.com

内核桃资源丰富、分布范围广泛,是全国核桃的重要产区^[2]。广元是四川省核桃的重要产区和最佳适生区,近年来,广元核桃发展势头迅猛,现有核桃面积已达14余万 hm^2 ,成为四川省仅次于凉山州的第2大核桃种植区。由于长期受传统经营习惯的影响,广元核桃发展过程中“重栽轻管”现象尤为突出,特别是土壤及施肥管理水平低下,导致核桃产量和品质都受到极大影响,而土壤养分状况是决定核桃产量和坚果品质的重要因素^[3~5]。因此,对广元主要核桃林地土壤养分状况进行了系统研究,旨在找准其土壤养分的盈亏状况,以期为广元核桃的土

壤养分管理和平衡高效施肥提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 土壤样品的采集与处理

土壤样品采集于广元市全域17个具有代表性的核桃林地(见表1),主要土壤类型为黄壤和紫色土,采集时间选择在2016年12月核桃果实采摘后连续1个月未施肥时进行^[6],每个核桃林地按照具体面积和地形,采用随机S型多点混合采样,每个样品代表的核桃林地不少于20个采集点,在对应的核

表1 土壤采样分布表
Tab.1 Soil sampling distribution table

土样名称	采样地点	地理坐标		海拔(m)	土壤类型
		经度(E)	纬度(N)		
CT-1	朝天区朝天镇三滩村核桃基地	105°52'27.19"	32°40'24.05"	718	黄壤
CT-2	朝天区转斗乡转南村三组	106°5'19.36"	32°42'37.43"	774	黄壤
CT-3	朝天区曾家镇荣乐村二组	106°6'58.71"	32°35'8.28"	1 264	黄壤
CT-4	朝天区朝天镇双河村四组	105°50'54.26"	32°36'40.12"	550	黄壤
QC-1	青川县蒿溪乡青光村二社	105°4'46.97"	32°32'55.6"	868	黄壤
QC-2	青川县板桥乡新坝村杨寺沟	105°19'52.52"	32°37'18.8"	709	黄壤
LZ-1	利州区盘龙镇东升村七组	105°43'37.38"	32°27'23.19"	891	黄壤
LZ-2	利州区三堆镇井田村核桃采穗圃	105°37'23.56"	32°28'49.83"	661	黄壤
LZ-3	利州区河西办事处南陵村	105°48'22"	32°23'58.09"	745	紫色土
WC-1	旺苍县普济镇远景村	106°25'34.93"	32°12'59.9"	1 039	紫色土
WC-2	旺苍县麻英乡水峰村二社	106°6'25.75"	32°18'31.2"	610	紫色土
WC-3	旺苍县普济镇清江村	106°26'41.8"	32°13'49.34"	519	紫色土
ZH-1	昭化区射箭乡红花村一社	105°44'47.35"	32°17'43.39"	594	紫色土
JG-1	剑阁县垂象乡清泉村三组大地	105°18'53"	31°56'4.65"	757	黄壤
JG-2	剑阁县龙源镇登云村二组	105°32'11.54"	31°57'15.1"	719	黄壤
CX-1	苍溪县陵江镇太平村五组	105°57'17.09"	31°46'17.75"	548	紫色土
CX-2	苍溪县白鹤乡星火村一组	105°56'58.38"	31°53'15.37"	817	紫色土

桃树冠滴水线附近,用取土器挖取0~40 cm土样,将各个采集点的土壤混合后,再用四分法取样1 kg作为1个土样,装袋,及时将采集的土壤样品送至实验室检测。

1.2 测定项目及方法

供试土壤养分的测定在四川省林业科学研究院分析测试中心实验室完成。土壤样品测定项目为pH值、有机质、全氮、有效磷、速效钾、有效铁、有效锌、有效硼、有效铜、有效锰等10个,按照林业行业标准规定的方法进行测定。pH值采用水浸提-酸度计法;有机质用重铬酸钾氧化-外加加热法;全氮用半微量凯氏法;有效磷采用氟化铵-盐酸或碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法;速效钾用 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 乙酸铵浸提-原子吸收分光光度法;有效硼采用沸水提取-甲亚胺比色法;有效铁、有效锌、有效铜、有效锰采用 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸或DTPA浸提-原子吸收分

光光度法。

1.3 土壤养分分级

核桃林地土壤pH值、有机质及各元素养分分级指标综合参考《NY/T 1749—2009 南方地区耕地土壤肥力诊断与评价》、《核桃营造林地施肥技术规范》^[7],参照此标准(见表2),对采集的核桃林地土

表2 土壤肥力分级指标

Tab.2 Soil nutrient classification index

养分	高量	适量	缺乏
有机质($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	>15	10~15	<10
全N($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	>1.0	0.8~1.0	<0.8
有效P($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	>10	5~10	<5
速效K($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	>100	60~100	<60
有效Fe($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	>40	35~40	<35
有效Zn($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	>3	1.8~3	<1.8
有效B($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	>0.8	0.35~0.8	<0.35
有效Cu($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	>2.5	1.7~2.5	<1.7

壤的养分进行归类和统计分析,明确土壤养分状况,以此评价广元核桃林地土壤养分丰缺状况。

1.4 土壤肥力评价指标及方法

土壤的肥力水平是土壤众多养分含量的综合反应,本文采用改进的内梅罗综合指数法进行综合评价^[8]。评价因子尽量多地考虑与肥力有关的土壤性状,广元核桃林地土壤肥力评价选择的因子主要有:pH 值、有机质、全氮、有效磷、速效钾,其中 pH 值指数参考“南方地区部分土壤肥力评价指标建议的单项肥力指数(P_i)”。首先对上述参数进行标准化以消除各参数之间的量纲差别,标准化处理的方法如下:

当属性值属于差一级时,即 $c_i \leq x_a$ 时: $P_i = c_i/x_a$, ($P_i \leq 1$);

当属性值属于中等一级时,即 $x_a < c_i \leq x_c$: $P_i = 1 + (c_i - x_a)/(x_c - x_a)$, ($1 < P_i \leq 2$);

当属性值属于较好一级时,即 $x_c < c_i \leq x_p$: $P_i = 2 + (c_i - x_c)/(x_p - x_c)$, ($2 < P_i < 3$);

当属性值属于好一级时,即 $c_i > x_p$: $P_i = 3$ 。

以上各式中, P_i 称为分肥力系数, c_i 为该属性测定值, x_a 为分级指标(见表3)。通过标准化后,同一级别的各属性分肥力系数比较接近,便于对比分析,当某属性测定值超过好的标准时,分肥力系数不再提高,真实反映出植物(苗木)对某属性的要求并不是越高越好,与生产实践相符,如某有效养分达到丰富级别后,继续施肥提高其含量对植物的生长并没有好处。

采用修正的内梅罗(Nemoro)公式计算综合肥力系数:

$$p = \sqrt{\frac{(p_{i\text{平均}})^2 + (p_{i\text{最小}})^2}{2}} \cdot \left(\frac{n-1}{n}\right)$$

式中: p 为土壤综合肥力系数, $p_{i\text{平均}}$ 为土壤各属性分肥力系数的平均值, $p_{i\text{最小}}$ 为各分肥力系数中最小值, n 为参与评价的土壤属性个数。根据计算的综合肥力系数给出土壤的肥力评价, $p \geq 2.7$ 土壤很肥沃,2.7~1.8 肥沃,1.8~0.9 一般,<0.9 土壤贫瘠。

表3 土壤各属性分级标准值

Tab.3 Standard values for classification of soil properties

土壤属性	Xa	Xc	Xp
有机质/(g(kg ⁻¹))	10	15	30
全氮/(g(kg ⁻¹))	0.8	1.0	2.0
有效磷/(mg(kg ⁻¹))	5	10	20
速效钾/(mg(kg ⁻¹))	60	100	200

1.5 数据处理

利用 Excel 软件统计试验数据,并用 SPSS 22.0 统计软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 核桃林地土壤肥力单项指标诊断

2.1.1 土壤 pH 值及有机质含量

核桃适应多种土壤生长,在土壤 pH 值为 5.5~8.2 的微酸性到碱性土壤中均可正常生长,而在相对偏中性土壤中生长更好(pH 值 6.4~7.2)^[9]。从表4看出,广元核桃主要林地土壤 pH 值变化范围为 5.8~8.8,平均为 7.71,变异系数仅为 12.49%,广元核桃主要林地土壤 pH 值总体偏碱性,石灰性土壤居多。土壤有机质变化范围为 7.08 g·kg⁻¹~26.7 g·kg⁻¹,平均为 12.05 g·kg⁻¹,有机质含量处于较丰富和适量级别的各占 23.5%,有机质缺乏(<10 g·kg⁻¹)的占 53%。造成土壤有机质缺乏可能与不注重培土施肥、未深翻改土等管护措施有关。

2.1.2 土壤 N、P、K 含量

广元核桃林地土壤全 N、有效 P、速效 K 平均含量分别为 0.98 g·kg⁻¹、11.03 mg·kg⁻¹、68.71 mg·kg⁻¹,普遍全 N 含量高,能被植物直接吸收利用的有效 P 含量均值达到丰富水平,速效 K 含量均值处于适宜水平。有效 P 变异系数较大,为 72.86%,部分核桃林地(青川蒿溪、昭化射箭、剑阁垂泉)表现缺乏。全 N 变异系数较小,17 个核桃林地土壤全 N 含量均接近丰富水平。青川蒿溪、昭化射箭、剑阁垂泉、苍溪白鹤 4 个核桃林地速效 K 缺乏。

2.1.3 土壤中微量元素养分含量

广元核桃林地土壤有效 Fe 平均含量 32.05 mg·kg⁻¹,变异系数为 115.6%,缺 Fe 占 64.7%,其余均处在含量适宜或丰富区间。有效 Zn 平均含量为 1.5 mg·kg⁻¹,变异系数为 92.72%,但缺 Zn 占比达到 70.6%,缺 Zn 现象较突出。有效 B 平均含量为 0.27 mg·kg⁻¹,变异系数为 28.05%,变幅较小,除旺苍普济、苍溪陵江外,其余土壤含 B 量均不同程度低于缺 B 临界值(0.35 mg·kg⁻¹)。有效 Cu 平均含量为 0.91 mg·kg⁻¹,除利州三堆外,其余土壤均缺 Cu。有效 Mn 平均含量为 2.52 mg·kg⁻¹ 变异系数为 86.75%,含量均低于缺 Mn 临界值(35 mg·kg⁻¹)。

2.1.4 不同土壤类型养分状况

广元核桃林地土壤主要有黄壤和紫色土两种类

表 4

核桃林地土壤养分状况

Tab.4

Soil nutrient status of walnut forest

土样名称	pH 值	有机质 (g·kg ⁻¹)	全 N (g·kg ⁻¹)	有效 P (mg·kg ⁻¹)	速效 K (mg·kg ⁻¹)	有效 Fe (mg·kg ⁻¹)	有效 Zn (mg·kg ⁻¹)	有效 B (mg·kg ⁻¹)	有效 Cu (mg·kg ⁻¹)	有效 Mn (mg·kg ⁻¹)
CT-1	6.62	15.82	1.43	10.30	83.09	48.68	2.70	0.30	0.73	3.12
CT-2	6.13	13.72	1.08	7.02	84.15	33.79	1.73	0.28	1.07	6.37
CT-3	7.30	13.57	0.94	13.24	90.96	33.25	1.46	0.33	0.64	1.40
CT-4	7.22	7.48	0.78	6.86	96.47	144.6	2.70	0.35	1.57	1.52
QC-1	8.80	21.52	1.30	4.64	53.69	5.90	0.42	0.20	0.66	0.55
QC-2	6.74	16.74	1.27	12.79	64.76	42.33	3.59	0.28	1.37	1.94
LZ-1	7.30	10.36	0.91	20.48	103.60	99.88	5.25	0.30	1.53	1.07
LZ-2	7.22	7.14	0.87	10.8	80.71	46.98	2.71	/	1.74	0.84
LZ-3	8.45	9.07	0.87	6.13	67.35	5.99	0.28	0.35	0.41	5.26
WC-1	5.80	8.73	0.63	5.27	59.01	27.14	0.82	0.18	0.95	7.06
WC-2	8.65	26.7	1.78	8.33	60.10	5.98	0.67	0.15	1.25	1.32
WC-3	8.53	9.86	0.72	4.78	73.26	7.90	0.31	0.37	0.54	1.52
ZH-1	8.80	9.69	0.86	4.26	47.03	5.86	0.31	0.17	0.67	6.40
JG-1	8.73	10.31	0.81	3.76	47.77	5.91	0.28	0.18	0.47	1.97
JG-2	7.85	7.14	0.84	36.96	70.95	12.88	0.93	0.18	0.90	0.80
CX-1	8.42	7.08	0.73	14.69	40.12	7.10	0.38	0.37	0.42	1.02
CX-2	8.50	9.84	0.79	17.18	44.99	10.66	0.91	0.26	0.56	0.64
平均	7.71	12.05	0.98	11.03	68.71	32.05	1.50	0.27	0.91	2.52
变异系数 (%) CV	12.50	44.12	29.92	72.86	26.88	115.62	92.72	28.05	46.41	86.75

型,分别按两种土类进行归类分析。黄壤土类养分中有机质、全 N、有效 P、速效 K、有效 Fe、有效 Zn 含量平均处于较适宜或丰富水平,有效 B、有效 Cu、有效 Mn 缺乏。紫色土类养分中有机质、全 N、有效 P 含量平均处于较适宜或丰富水平,速效 K、有效 Fe、有效 Zn、有效 B、有效 Cu、有效 Mn 缺乏。

2.2 土壤肥力综合评价

表5是广元主要核桃林地土壤综合肥力评价结

表 5 土壤肥力综合评价结果

Tab.5 Comprehensive evaluation results of soil fertility

土样	P_i					P
	pH 值	有机质	全 N	有效 P	速效 K	
CT-1	3.0	2.05	2.43	2.03	1.58	1.70
CT-2	2.5	1.74	2.08	1.40	1.60	1.32
CT-3	3.0	1.71	1.70	2.32	1.77	1.53
CT-4	3.0	0.75	0.98	1.37	1.91	1.00
QC-1	1.5	2.44	2.3	0.93	0.89	1.04
QC-2	3.0	2.12	2.27	2.28	1.12	1.38
LZ-1	3.0	1.07	1.55	3.00	2.04	1.35
LZ-2	3.0	0.71	1.35	2.08	1.52	1.06
LZ-3	2.0	0.91	1.35	1.23	1.18	0.91
WC-1	2.0	0.87	0.79	1.05	0.98	0.78
WC-2	1.5	2.78	2.78	1.67	1.00	1.24
WC-3	1.5	0.99	0.90	0.96	1.33	0.82
ZH-1	1.5	0.97	1.30	0.85	0.78	0.75
JG-1	1.5	1.06	1.05	0.75	0.80	0.72
JG-2	2.5	0.71	1.20	3.00	1.27	1.19
CX-1	2.0	0.71	0.91	2.47	0.67	0.85
CX-2	2.0	0.98	0.99	2.72	0.75	0.94

果。从综合评价结果可知,旺苍普济、昭化射箭、剑阁垂泉、苍溪陵江核桃林地土壤肥力综合系数均低于 0.9,土壤贫瘠,大多数属于紫色土类。其余各林地土壤肥力综合系数均处于 1.8~0.9 之间,土壤肥沃程度一般,大多数属于黄壤类。这说明广元核桃林地土壤肥沃程度总体处于较低水平,黄壤肥沃程度高于紫色土。合理的松土、施肥将是下一步广元核桃产业提质增效工作的重点。

2.3 土壤肥力指标间的关系

由表 6 可知,广元核桃林地土壤养分因子之间存在相关性。pH 值与速效 K、有效 Fe、有效 Zn、有效 Cu 显著相关,呈负相关关系。这是由于 pH 值越高,土壤碱性增强,Fe、Zn、Cu 等金属微量元素主要以氢氧化物形式存在,变得难于溶解而被固定,有效性降低;有机质与全 N 极显著相关,呈正相关关系。因为土壤中的氮大部分以有机态(蛋白质、氨基酸、腐殖质、酰胺等)存在,无机态(NH_4^+ 、 NO_3^- 、 NO_2^-)含量极少,故有机质含量高,全 N 含量就高;速效 K 与有效 Fe、有效 Zn 存在极显著相关,与有效 Cu 存在显著相关;有效 Fe 与有效 Zn、有效 Cu 极显著相关,有效 Zn 与有效 Cu 极显著相关,均呈正相关关系,可能是因为 Fe、Zn、Cu 都为过渡金属元素,性质相似,在同一土壤环境条件下,彼此间相关性呈现一致。

表 6
Tab. 6 核桃林地土壤因子相关性
Soil Factors of walnut forest land

指标	pH	有机质	全 N	有效 P	速效 K	有效 Fe	有效 Zn	有效 B	有效 Cu	有效 Mn
pH	1.000									
有机质	1.110	1.000								
全 N	0.019	0.924**	1.000							
有效 P	-0.062	-0.243	-0.095	1.000						
速效 K	-0.549*	-0.072	0.053	0.175	1.000					
有效 Fe	-0.489*	-0.208	-0.087	0.071	0.757**	1.000				
有效 Zn	-0.563*	-0.019	0.148	0.278	0.716**	0.773**	1.000			
有效 B	-0.133	-0.363	-0.295	-0.038	0.423	0.369	0.268	1.000		
有效 Cu	-0.494*	0.067	0.207	0.146	0.589*	0.705**	0.752**	0.071	1.000	
有效 Mn	-0.382	-0.131	-0.147	-0.435	-0.079	-0.138	-0.204	-0.170	-0.154	1.000

注: * 和 ** 分别表示 $P < 0.05$ 和 $P < 0.01$ 的差异水平。

3 结论与讨论

广元核桃林地土壤 pH 值总体偏碱性,全 N 含量较丰富,部分土壤有效 P、速效 K、有效 Fe 缺乏,多数土壤有机质、有效 Zn、有效 B、有效 Cu、有效 Mn 缺乏。核桃林地土壤肥沃程度总体处于较低水平,黄壤土类有效 B、有效 Cu、有效 Mn 缺乏,紫色土类速效 K、有效 Fe、有效 Zn、有效 B、有效 Cu、有效 Mn 缺乏,黄壤肥沃程度高于紫色土。

针对广元地区核桃林地土壤养分的状况,建议在加强核桃树综合管护基础上强化深翻改土,改变传统的施肥方式,注重有机肥和无机肥结合使用,既可丰富有机质和各种营养元素的含量,又可使养分不易流失和改土培肥。在此基础上,根据各地土壤肥力状况,追施 N、P、K 速效养分肥料,逐步改善核桃林地土壤微环境,提高土壤养分含量,充足供应核桃树体对养分的需求,促使树体健壮,增强抗逆能

力,病虫害减少,产量增加,达到核桃优质丰产的目的。

参考文献:

- [1] 朱益川,韩华柏,吴万波. 四川核桃及其栽培区划[J]. 四川林业科技,2010,31(02):21~26.
- [2] 韩华柏,罗成荣,朱益川,等. 四川核桃栽培适宜性区划研究[J]. 西部林业科学,2012,41(03):1~7.
- [3] 郭向华. 主要矿质元素含量与早实核桃产量质量的关系[D]. 保定:河北农业大学,2006.
- [4] 郭传友,黄坚钦,王正加,等. 大别山山核桃果实品质与土壤性质的相关性分析[J]. 经济林研究,2006,24(04):19~22.
- [5] 红波,颜正良,潘晓杰,等. 立地条件对湖南山核桃产量与胸径的影响[J]. 经济林研究·2004,22(2):49~50.
- [6] 测土配方施肥技术规程(2011年修订版)[M]. 2011.
- [7] 核桃营造林地施肥技术规程[M]. 2015.
- [8] 阚文杰,吴启堂. 一个定量综合评价土壤肥力的方法初探[J]. 土壤通报,1994,25(6):245~247.
- [9] 郗荣庭. 中国果树志:核桃卷[M]. 北京:中国林业出版社,1996.