

网络出版时间:2013-08-26 17:30

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20130826.1730.002.html>

陕西商南茶区生态环境分析与综合评价

高 婷¹, 肖 斌¹, 王丽霞¹, 马小雪², 李 佼¹, 柳 洁¹, 蒲国涛¹, 刘 雯¹

(1 西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100; 2 辽宁省果树科学研究所, 辽宁 营口 115009)

[摘 要] **【目的】**对陕西商南茶区的气候条件、土壤养分和茶叶品质进行综合分析,为探明该地区气候、土壤与茶叶质量的关系提供参考。**【方法】**首先利用商南茶区 1958—2007 年的气象资料,分析该地区的气候条件,在此基础上,应用模糊综合评价法对土壤 pH、有机质、全氮、有效磷、交换性钾及有效硼、有效铜、有效锌和有效锰等指标进行分析,并计算了商南县 9 个乡镇的土壤肥力综合指标值,对各乡镇所产茶叶的品质进行比较与评价,并对茶区土壤理化性质与茶叶品质的相关性进行了分析。**【结果】**(1)商南茶区气候较适宜,茶树生长期有水热同季现象,年平均气温、多年平均极端最低温度、空气相对湿度及日照百分率均能满足茶树生长的需要,而 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 活动积温和年降水量均较低,分别为 $2\,521.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 825.6 mm ,是限制茶树生长发育的主要因子。(2)商南茶区土壤养分状况较好,土壤肥力综合指标值为 0.57,变异系数为 26.42%。该区土壤 pH 值呈中性偏酸,土壤全氮、有效磷、交换性钾及多种微量元素含量丰富,但土壤有机质难以满足茶树的需求,且各养分变异系数较大,说明各养分含量在商南茶区空间分布不均匀。(3)商南茶区不同乡镇茶叶各品质指标均在适宜范围内,具有香高、味醇和鲜爽的特点。**【结论】**商南茶区气象条件适宜,土壤肥力等级主要为中上等等和中下等水平,基本能满足茶树生长所需的生态条件,所生产的茶叶品质较优。

[关键词] 商南茶区;气候;土壤肥力;茶叶品质

[中图分类号] S571.1

[文献标志码] A

[文章编号] 1671-9387(2013)09-0119-08

Analysis and comprehensive evaluation of ecological environment of tea planting area in Shangnan, Shaanxi

GAO Ting¹, XIAO Bin¹, WANG Li-xia¹, MA Xiao-xue², LI Jiao¹,
LIU Jie¹, PU Guo-tao¹, LIU Wen¹

(1 College of Horticulture, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Institute of Pomology of Liaoning, Yingkou, Liaoning 115009, China)

Abstract: **【Objective】**Climate, soil nutrients and tea quality were analyzed to investigate the relation between ecological environment and tea quality in Shangnan, Shaanxi Province. **【Method】**Firstly, the meteorological data of 1958—2007 was used to evaluate the climatic conditions, and then the fuzzy comprehensive assessment was used to analyze the soil conditions including pH, organic matter, total nitrogen, available phosphorus, exchangeable potassium, available boron, available copper, available zinc, available manganese and other indexes. Moreover, the soil fertility comprehensive index values of nine towns were calculated, tea quality was compared and evaluated, and the relativity between soil physicochemical properties and tea quality was studied. **【Result】**(1) The climate in Shangnan, characterized by rain and hot weather in same season, suitable annual average and extreme minimum temperature and proper humidity and sunshine, was suitable for tea growth. The low values of accumulated temperature of days with $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ temper-

[收稿日期] 2012-11-15

[基金项目] 国家茶叶产业技术体系项目(CARS-23)

[作者简介] 高 婷(1988—),女,湖北襄阳人,在读硕士,主要从事茶叶生理和生态研究。E-mail: gxt029@163.com

[通信作者] 肖 斌(1957—),男,陕西周至人,教授,主要从事茶叶生理和生态研究。E-mail: xiaoBin2008@163.com

ature (2 521.3 °C) and annual rainfall (825.6 mm) were the factors that restricted tea growth. (2) Soil nutrient in Shangnan was good with a soil fertility comprehensive index of 0.57 and a coefficient of variation of 26.42%. The soil pH appeared neutral to slightly acidic, and soil total nitrogen, available phosphorus, exchangeable potassium boron and trace elements were rich while organic matter was poor. The coefficients of variation of nutrient were large, indicating the uneven distribution of nutrients in Shangnan. (3) The tea quality indexes in Shangnan were all within an appropriate range with characteristics of fragrant, pure and fresh. 【Conclusion】 The meteorological conditions, soil fertility in Shangnan were suitable for tea growth and the tea quality was good.

Key words: Shangnan tea growing areas; climate; soil fertility; tea quality

茶叶产量和质量是由生态环境、茶树品种和栽培管理技术等因素综合作用决定的,而生态环境(气候、土壤)是茶树生长和茶叶品质特点形成的基础条件^[1]。研究表明,光照对茶树叶片持嫩性、芽梢氨基酸含量、单芽质量等均有一定的影响,同时温度影响着茶树生长速度、茶叶中的多酚类物质含量、氨基酸含量;空气湿度适宜时,茶树新梢的持嫩性好,叶片内含物丰富、品质好;湿度较低则会抑制茶树新梢生长,过高易导致病害发生^[2-4]。土壤 pH 和有机质含量对茶树根系生长以及茶树对其他养分的吸收具有重要作用,进而影响茶叶中内含物的合成^[3]。影响茶叶品质的水浸出物和咖啡碱等物质的含量也与茶树的生长环境有直接的联系^[5]。目前,关于茶园气候、土壤状况的研究,主要集中在气象因子对茶树生长的影响、土壤营养状况调查及茶树对土壤养分的吸收等方面^[6-10],而对茶区生态因素与茶叶质量结合进行综合评价的研究很少。

陕西商南县是我国西部最北端新兴茶区,有着特殊的生态条件^[11],针对该特殊区域茶树相关的研究极少^[12]。因而,本试验立足陕西商南茶区这一特殊区域,对其气候、土壤养分与茶叶品质进行综合分析,旨在探明该地区生态环境(气候、土壤)与茶叶质量的关系。

1 材料与方法

1.1 采样区的气候条件分析

商南茶区位于北纬 33°21′~33°31′,东经 110°38′~111°00′,海拔 343~910 m,气候属北亚热带向南暖温带过渡的半湿润半干旱山地季风气候。商南茶区(1958—2007 年)的气象资料由商南县气象局提供,统计出 50 年的年平均气温、≥10 °C 活动积温、多年平均极端最低气温、年降水量、生长期月降水量、空气相对湿度、日照百分率等气候因素并与茶树生长的农业气象指标进行对比分析,由此探

讨商南地区茶树生长的气候适宜性。

前人针对茶树生长的农业气象进行过大量研究,并将影响茶树生长的气候条件分为适生、可生和有害 3 类^[4,13-14],据此,本研究参考文献[13-15]对商南茶区气候因素进行了统计分析。

1.2 土壤样品的采集与制备

根据商南县茶园的分布现状,以乡镇为单位,于 2012 年在商南茶区 9 个乡镇(富水、城关、试马、青山、湘河、清油河、过风楼、白浪和金丝峡)采集土壤样品 62 个,每个土样由 5~8 个样点的土壤混合而成(样点以“S”形分布),土样采集深度分别为 0~20 和 20~40 cm。利用 GPS 记录取样点的地理位置。将土样登记编号后,经过风干、磨细、过筛、混匀、按“四分法”留样,装塑封袋后待测。

1.3 茶叶样品的采集与制备

在相应的土样采集点采摘新鲜茶叶,采样标准为“一芽二叶”,共 58 份,每份约 500 g,3 次重复。将采集的新鲜茶叶于当天在茶场进行杀青固样,100 °C 烘干 1 h。用不锈钢植株粉碎机粉碎并储存于干燥器中,用于茶叶品质分析。

1.4 测定项目及方法

1.4.1 土壤养分含量的测定^[16] 土壤 pH 值采用 pH 计法测定(水土质量比 1:1);有机质含量采用重铬酸钾容量法测定;全氮含量采用半微量凯氏定氮法测定;有效磷、交换性钾、有效硼、有效铜、有效锌和有效锰含量等采用 Mehlich 3-ICP 法测定。

1.4.2 茶叶内含物质的测定^[17] 水浸出物采用 GB/T 8305—87 中的全量法测定;茶多酚含量采用 GB/T 8313—2002 中的酒石酸亚铁比色法测定;氨基酸含量采用 GB/T 8314—2002 中的茚三酮比色法测定;咖啡碱含量采用 GB/T 8312—2002 中的紫外分光光度法测定。

1.5 茶区土壤肥力的评价

基于模糊数学和相关性分析原理,本研究采用

模糊综合评价法对商南茶区土壤的适宜性进行综合评价^[18]。

1.5.1 土壤单项肥力质量指标隶属度的确定 选取 pH、有机质、全氮、有效磷、交换性钾及有效硼、有效铜、有效锌、有效锰土壤养分指标,作为确定商南土壤肥力综合指标值(*IFI*)的因子。根据前人的研究结果和专家经验^[19-20],结合茶园土壤养分实际情况确定各因子的隶属度函数类型及曲线转折点。隶属度值采用 Microsoft Excel 2007 进行计算。

1.5.2 土壤单项肥力评价指标权重系数的确定 各肥力指标的平均值、标准差和相关系数采用软件 SPSS 17.0 进行计算。权重系数表征各肥力指标对土壤肥力的影响程度或贡献率,本研究采用各指标间的相关系数来确定,具体步骤为:(1)计算单项肥力质量指标间的相关系数,建立各肥力质量指标间的相关系数矩阵 **R**;(2)计算各因子与其他因子相关系数的平均值;(3)求出该平均值占有肥力质量指标相关系数平均值之和的百分率,即为各肥力指标的权重系数,权重系数采用 Microsoft Excel 2007 进行计算。

1.5.3 土壤 *IFI* 值的计算 根据下式计算各采样点茶园土壤的 *IFI* 值: $IFI=\sum W_i\times N_i$,其中: W_i 和 N_i 分别为第 i 种土壤肥力指标的权重系数和隶属度。根据 *IFI* 值可将土壤肥力分为 4 个等级:Ⅰ级. $IFI\geqslant 0.75$,土壤肥力高等;Ⅱ级. $0.75>IFI\geqslant 0.50$,土壤肥力中上等;Ⅲ级. $0.50>IFI\geqslant 0.25$,土

壤肥力中下等;Ⅳ级. $IFI<0.25$,土壤肥力低等。

2 结果与分析

2.1 商南茶区的气候特征分析

参照前人对影响茶树生长的气候条件的划分标准^[4,13-14]以及相关研究成果^[14-15],对商南茶区气象资料进行全面分析,结果见表 1,图 1 和图 2。由表 1 和图 1 可知,商南县年平均气温为 13.9℃,略大于茶树生长的临界气温; $\geqslant 10\text{℃}$ 活动积温为 2 521.3℃,远低于茶树生长的可生条件;多年平均极端最低气温为-8.7℃,接近茶树生长的适生条件,可见商南县冻害较轻微,正常年份一般不会发生冻害。研究表明,全年最热月(7 月)与最冷月(1 月)气温相差在 15~25℃的地区为短季节性茶树生长区^[13]。商南县 7 月与 1 月气温相差 24℃(图 1),可知该地区全年茶叶生长周期较短。商南县年降水量仅为 825.6 mm,制约了茶树的生长发育。但商南县具有明显的水热同季现象,平均气温 $\geqslant 19\text{℃}$ 的 5—9 月的降水量占全年降水量的 70%;平均气温 14℃左右的 4 月和 10 月的降水量共占全年降水量的 20%。商南县年平均空气相对湿度为 68.8%,各月空气相对湿度均大于茶树新梢生长的临界值(50%)^[5];全年以 1 月空气相对湿度最低,仅为 59.3%;其次是 12 月,空气相对湿度为 60.5%(图 2)。商南县的日照百分率为 41.2%,在茶树生长要求的适生条件内。

表 1 茶树生长的农业气候指标和陕西南南茶区的气候条件

指标 Item	气候条件划分 Climatic conditions division			商南茶区气候条件 Climatic conditions of Shangnan regions
	适生 Suitable growth	可生 Survivable	有害 Harmful	
年平均气温/℃ Annual average temperature	$\geqslant 15\sim<25$	$\geqslant 13\sim<15$, $\geqslant 25\sim<35$	$<13,\geqslant 35$	13.9
$\geqslant 10\text{℃}$ 的活动积温/℃ $\geqslant 10\text{℃}$ active accumulated temperature	$\geqslant 5\ 000$	$\geqslant 3\ 000\sim<5\ 000$	$<3\ 000$	2 521.3
多年平均极端最低气温/℃ Average annual extreme minimum temperature	$\geqslant -8$	$\geqslant -10\sim<-8$	<-10	-8.7
年降水量/mm Annual precipitation	$\geqslant 1\ 500$	$\geqslant 1\ 000\sim<1\ 500$	$<1\ 000$	825.6
生长期中月降水量/mm Monthly precipitation in tea growth period	$\geqslant 100$	$\geqslant 50\sim<100$	<50	103.1
年平均空气相对湿度/% Relative air humidity	$\geqslant 78$	$\geqslant 60\sim<78$	<60	68.8
日照百分率/% Percentage of sunshine	<45	$\geqslant 45\sim<60$	$\geqslant 60$	41.2

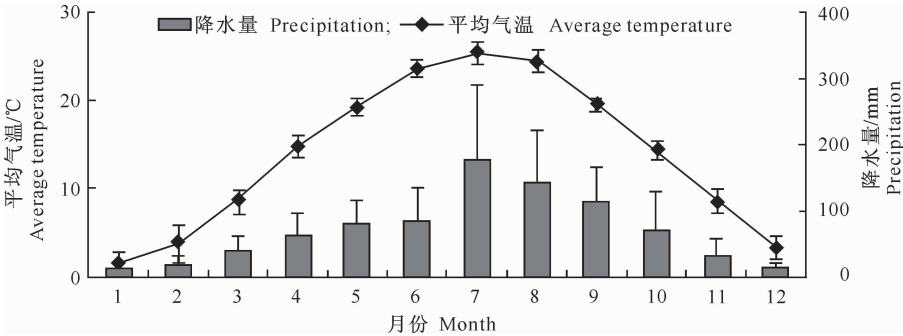


图 1 1958—2007 年陕西商南茶区月平均气温和降水量的变化

Fig. 1 Variation of average temperature and precipitation in 1958—2007 of Shangnan, Shaanxi

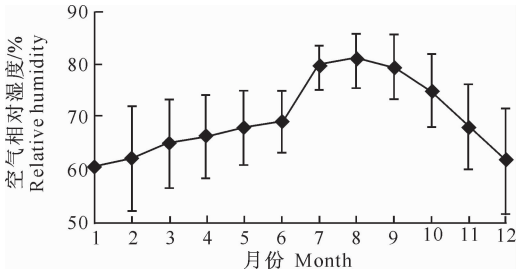


图 2 1958—2007 年陕西商南茶区月平均空气相对湿度的变化

Fig. 2 Variation of average monthly air relative humidity in 1958—2007 of Shangnan, Shaanxi

2.2 商南茶区土壤肥力的评价

2.2.1 土壤养分含量的分布现状 参照国家绿色食品产地环境质量标准中茶园土壤的肥力分级标

准、优质茶园土壤营养的诊断指标^[9],以及全国土壤普查情况^[21],本研究提出了茶园土壤养分分级标准(表 2),并据此标准对商南县茶园土壤养分状况进行评价,结果见表 3。由表 3 可以看出,商南茶区土壤呈中性偏酸,个别茶园土壤呈碱性,变异系数为 13.81%。土壤有机质含量为 10.00 g/kg,表现为缺乏,变异系数为 60.36%。土壤有效磷、有效硼水平较高,分别为 25.05 和 0.64 mg/kg,变异系数分别为 169.02%,107.03%,说明有效磷、有效硼含量在商南茶区空间分布差异较大。土壤全氮、交换性钾含量较高,分别为 0.80 g/kg 和 93.09 mg/kg,二者变异系数分别为 50.53%,45.83%。土壤有效铜、有效锌和有效锰含量均非常丰富。

表 2 陕西商南茶区土壤养分的分级标准

Table 2 Classification of soil nutrient status of tea garden in Shangnan, Shaanxi

指标 Index	丰富 Rich	适度 Moderat	临界值 Critical value
pH		$\geq 4.0 \sim \leq 6.5$	$< 4.0, > 6.5$
有机质/(g · kg ⁻¹) OM	> 20	$\geq 15.0 \sim \leq 20$	< 15
全氮/(g · kg ⁻¹) Total N	> 1	$\geq 0.8 \sim \leq 1$	< 0.8
有效磷/(mg · kg ⁻¹) Available P	> 20	$\geq 5.0 \sim \leq 20$	< 5
交换性钾/(mg · kg ⁻¹) Exchangeable K	> 100	$\geq 60.0 \sim \leq 100$	< 60
有效硼/(mg · kg ⁻¹) Available B	> 1	$\geq 0.5 \sim \leq 1$	< 0.5
有效铜/(mg · kg ⁻¹) Available Cu	> 1	$\geq 0.5 \sim \leq 1$	< 0.5
有效锌/(mg · kg ⁻¹) Available Zn	> 2	$\geq 0.5 \sim \leq 2$	< 0.5
有效锰/(mg · kg ⁻¹) Available Mn	> 30	$\geq 15.0 \sim \leq 30$	< 15

茶树生长要求土壤呈酸性,适宜 pH 值为 4.0~6.5^[9]。由表 3 可以看出,该地区有 27.4%的茶园土壤 pH 值较高,超出了茶树生长的适宜 pH 范围,甚至为碱性土壤;其他各茶园 pH 变化范围为 4.60~6.45,均适宜茶树生长。商南 1.6%的茶园土壤有机质含量为丰富水平,4.8%的茶园土壤有机质含量为适度水平,93.6%的茶园土壤有机质含量处于低甚至极低水平,这与陈婵婵等^[12]的研究结果类似。

土壤氮磷钾及其他矿质元素参与茶树光合作

用、呼吸作用等生理过程,能增强茶树抗逆能力,同时也是氨基酸、咖啡碱等茶叶成分的重要组成部分^[3]。由表 3 可知,19.4%的茶园土壤全氮含量丰富,达到优质高产茶园要求;24.1%的茶园土壤全氮含量处于适度水平,56.5%的茶园土壤全氮含量低于临界值。商南县大部分茶园土壤有效磷含量高于临界值,但仍有 25.8%的茶园土壤有效磷含量低于临界水平。因此对这些茶园应多施磷肥。29.0%的茶园土壤交换性钾含量高于高产茶园的钾素水平,其余 71.0%的茶园土壤交换性钾含量处于适度水

平,说明商南茶区土壤钾素水平较高。

表 3 陕西南南茶区土壤养分含量及各等级土壤的分布频率

Table 3 Frequency distribution of each grade soil nutrient of tea growing areas in Shangnan,Shaanxi

指标 Index	平均值 Mean	变幅 Range	变异系数/% CV	各等级土壤的分布频率/% Distribution percentage		
				丰富 Rich	适度 Moderate	临界值 Critical value
pH	5.94	4.60~8.01	13.81		72.6	27.4
有机质/(g·kg ⁻¹) OM	10.00	1.50~33.50	60.36	1.6	4.8	93.6
全氮/(g·kg ⁻¹) Total N	0.80	0.10~2.10	50.53	19.4	24.1	56.5
有效磷/(mg·kg ⁻¹) Available P	25.05	0.10~228.10	169.02	30.6	43.6	25.8
交换性钾/(mg·kg ⁻¹) Exchangeable K	93.09	10.00~217.00	45.83	29.0	71.0	0.0
有效硼/(mg·kg ⁻¹) Available B	0.64	0.10~2.94	107.03	29.0	16.1	54.9
有效铜/(mg·kg ⁻¹) Available Cu	1.34	0.02~4.12	63.25	66.1	25.9	8.0
有效锌/(mg·kg ⁻¹) Available Zn	3.68	0.28~15.50	69.71	95.2	4.8	0.0
有效锰/(mg·kg ⁻¹) Available Mn	60.28	1.30~138.70	44.42	87.1	4.8	8.1

有效硼含量能够反映茶园硼的丰缺情况,一般用作土壤对茶树供应硼能力的判断。由表 3 可知,商南县茶园土壤有效硼含量变幅较大,为 0.10~2.94 mg/kg,29.0%的茶园土壤有效硼达到丰富水平,16.1%的茶园土壤有效硼含量适度,54.9%的茶园土壤缺乏有效硼。有效铜、有效锌、有效锰可直接为茶树所吸收利用,因此本研究用有效态的微量矿质元素来讨论茶园土壤矿质元素营养的供应水平。结果显示,商南县茶园土壤有效铜含量水平整体较高,92.0%的茶园土壤有效铜含量均在临界值以上,并且有 66.1%的茶园土壤有效铜含量达到丰富水平。95.2%茶园土壤的有效锌含量达到丰富水平。87.1%的茶园土壤有效锰达到丰富水平,4.8%的茶园土壤有效锰含量处于适度水平,8.1%的茶园土壤有效锰含量不足。

2.2.2 土壤肥力评价 本研究采用模糊综合评价法^[19-20,22],确定土壤各指标的隶属度函数类型及曲线转折点,并计算土壤各指标权重系数,结果见表

4,再据此计算土壤 *IFI* 值,结果见表 5。由表 5 可知,商南茶区土壤 *IFI* 平均值为 0.57,变幅为 0.23~0.90,变异程度较高,变异系数为 26.42%;茶区土壤以Ⅱ级和Ⅲ级土壤所占比例较大,分别为 53.00%和 37.39%。分析商南茶区各乡镇土壤肥力的变化特征可知,富水、试马的土壤 *IFI* 较高,分别有 16.67%和 11.77%的土壤肥力等级为高等,75.00%和 52.94%的土壤肥力等级为中上等水平。但需要注意的是,在试马还有 5.88%低等肥力水平的土壤。清油河、过风楼、白浪、金丝峡的土壤 *IFI* 值也较高,分别有 66.67%,100.00%,100.00%和 100.00%的土壤肥力等级为中上等水平,且变异系数较其他乡镇低。湘河的土壤肥力中等,肥力等级为中上等和中下等的土壤各占 50.00%。城关、青山的土壤肥力较低,分别有 71.43%和80.00%的土壤肥力处于中下等水平,且城关土壤 *IFI* 的变异系数较其他各乡镇高。

表 4 陕西南南茶区土壤肥力评价各指标的函数类型、转折点和权重系数

Table 4 Functions,threshold values and weights of soil fertility evaluation indexes in Shangnan,Shaanxi

指标 Index	函数类型 Type of membership function	下限(<i>x</i> ₁) Lower limit value	上限(<i>x</i> ₂) Upper limit value	最优值下限 (<i>x</i> ₃)	最优值上限 (<i>x</i> ₄)	权重 系数/% Weight value
				Lower limit of optimal value	Upper limit of optimal value	
pH	抛物线型 Parabolic type	4.0	7.0	4.5	6.0	0.053
有机质/(g·kg ⁻¹) OM	S 型 S type	10	30			0.125
全氮/(g·kg ⁻¹) Total N	S 型 S type	0.75	2.00			0.141
有效磷/(mg·kg ⁻¹) Available P	S 型 S type	5	20			0.112
交换性钾/(mg·kg ⁻¹) Exchangeable K	S 型 S type	50	100			0.165
有效硼/(mg·kg ⁻¹) Available B	S 型 S type	0.2	1.0			0.027
有效铜/(mg·kg ⁻¹) Available Cu	S 型 S type	0.5	1.0			0.151
有效锌/(mg·kg ⁻¹) Available Zn	S 型 S type	1.5	3.0			0.139
有效锰/(mg·kg ⁻¹) Available Mn	S 型 S type	30	80			0.087

表 5 陕西南南茶区各乡镇的土壤肥力综合指标值(*IFI*)及不同肥力等级土壤所占比例
Table 5 *IFI* and ratio of different soil fertility grades of each tea growing town in Shangnan,Shaanxi

地点 Location	平均值 Mean	标准偏差 <i>SD</i>	变幅 Range	变异 系数/% <i>CV</i>	不同肥力等级土壤所占比例/% Proportion of soil grading in each tea garden			
					I	II	III	IV
商南 Shangnan	0.57	0.15	0.23~0.90	26.42	8.00	53.00	37.39	1.61
富水 Fushui	0.68	0.13	0.41~0.88	19.16	16.67	75.00	8.33	0
城关 Chengguan	0.49	0.15	0.34~0.90	31.07	7.14	21.43	71.43	0
试马 Shima	0.57	0.17	0.23~0.82	29.14	11.77	52.94	29.41	5.88
青山 Qingshan	0.47	0.11	0.38~0.65	23.58	0	20.00	80.00	0
湘河 Xianghe	0.51	0.13	0.39~0.66	25.60	0	50.00	50.00	0
清油河 Qingyouhe	0.58	0.10	0.47~0.67	17.35	0	66.67	33.33	0
过风楼 Guofenglou	0.64	0.04	0.61~0.68	5.91	0	100.00	0	0
白浪 Bailang	0.56	0.04	0.53~0.59	6.94	0	100.00	0	0
金丝峡 Jinsixia	0.59	0.05	0.56~0.63	9.07	0	100.00	0	0

2.3 商南茶区茶叶品质的评价

由表 6 可知,商南县各乡镇茶园生产茶叶水浸出物含量均高于国家最低标准(34%)^[23]。水浸出物含量由高到低顺序为试马>城关>白浪>金丝峡>清油河>湘河>青山>富水>过风楼。各乡镇茶叶茶多酚含量为 23.70%~29.40%,属正常范围(18%~36%)^[24],其中城关的茶园茶多酚含量为

20%~24%,这些茶叶的茶汤滋味最佳,形成了香高、味醇和鲜爽的特点。各乡镇茶叶氨基酸含量均大于 2%,由高到低顺序为清油河>富水、试马>金丝峡>白浪>城关>湘河>过风楼>青山。各乡镇茶叶咖啡碱含量由高到低顺序为清油河>试马>富水>金丝峡>城关>白浪、过风楼>湘河>青山。

表 6 陕西南南茶区各乡镇茶叶的主要品质指标含量(质量分数)

Table 6 Contents of main tea biochemical compositions of each tea growing town in Shangnan,Shaanxi (mass fraction) %

指标 Index	富水 Fushui	城关 Chengguan	试马 Shima	青山 Qingshan	湘河 Xianghe	清油河 Qingyouhe	过风楼 Guofenglou	白浪 Bailang	金丝峡 Jinsixia
水浸出物 Water extract	37.72±5.55	40.67±5.10	40.94±5.01	39.40±0.76	39.50±2.22	39.78±3.89	36.33±5.61	40.50±4.48	40.17±1.18
茶多酚 Tea polyphenol	25.68±3.36	23.70±3.56	25.78±4.24	27.61±2.48	29.40±3.86	27.93±3.32	28.24±5.26	28.22±7.38	27.81±2.87
氨基酸 Amino acid	2.58±0.43	2.20±0.25	2.58±0.32	2.13±0.33	2.18±0.17	2.66±0.13	2.15±0.18	2.22±0.08	2.28±0.16
咖啡碱 Caffeine	3.45±0.47	3.28±0.51	3.46±0.52	2.91±0.27	3.18±0.41	3.63±0.16	3.20±0.26	3.20±0.81	3.35±0.40

2.4 商南茶区土壤理化性质与茶叶主要生化指标的关系

由表 7 可知,茶叶中的水浸出物含量受到各土壤养分因子的影响较小,且相关性均未达到显著水平。与茶多酚含量呈极显著负相关的土壤因子是有效磷、有效铜、有效锌,呈显著负相关的土壤因子是

交换性钾;与氨基酸含量呈极显著正相关的土壤因子是有效磷、交换性钾、有效铜,呈显著正相关的土壤因子是有效锌;与咖啡碱含量呈显著正相关的土壤因子是全氮。可见,土壤养分因子对茶叶品质形成有重要影响。

表 7 陕西南南茶区土壤理化性质与茶叶主要生化指标的相关分析

Table 7 Correlated analysis between soil characteristics and the biochemical compositions of tea in Shangnan,Shaanxi

指标 Index	水浸出物 Water extract	茶多酚 Tea polyphenol	氨基酸 Amino acid	咖啡碱 Caffeine
pH	-0.074	-0.165	-0.061	-0.149
有机质 OM	-0.077	-0.201	0.163	0.274
全氮 Total N	-0.038	-0.027	0.237	0.330*
有效磷 Available P	0.163	-0.405**	0.362**	0.220
交换性钾 Exchangeable K	-0.041	-0.289*	0.422**	0.254
有效硼 Available B	-0.033	0.223	-0.106	-0.117
有效铜 Available Cu	-0.007	-0.471**	0.448**	0.073
有效锌 Available Zn	0.167	-0.513**	0.317*	0.140
有效锰 Available Mn	-0.002	-0.081	0.135	0.153

注:“*”表示相关性显著($P<0.05$),“**”表示相关性极显著($P<0.01$)。
Note:“*”means significant correlation($P<0.05$),“**”means extremely significant correlation($P<0.01$).

3 讨 论

气候条件对茶树的生长与发育具有重要的作用,尤其是光、热、水等气象因子^[14]。本研究通过对商南县 1958—2007 年气象资料进行综合分析发现,在茶树的生长期,商南县具有明显的水热同季现象,降水主要集中在热量充足的 5—9 月,茶树生长期月降水量在 100 mm 以上,能基本满足茶树生长需要,与山东泰安茶区的气候特点^[15]类似。同时商南地区茶叶内含物丰富,城关的茶园所产茶叶茶多酚含量为 20%~24%,氨基酸含量均大于 2%,具有香高、味醇和鲜爽的特点,可能与当地昼夜温差较大以及光照散射光较多有关。积温对茶树的生长发育具有重要的影响,商南县活动积温较低,年降雨量少,可能会对该地区茶树的生长发育、开园时间以及产量造成一定的影响。但开园时间的推迟,相应地延长了该地茶树的休眠期,这也许是该地区茶叶内含物丰富、茶叶品质优良的原因之一^[5,25]。商南地区空气相对湿度基本能满足茶树生长的需要,但冬季和早春的干燥气候可能会加重茶树的冻害,建议采取相应措施,发展设施栽培技术,如采用塑料薄膜覆盖、使用喷灌技术等加以保护。

土壤养分与茶叶生长发育、茶叶品质成分代谢及产量具有密切的联系^[26-27]。氮素在茶树生长发育过程中起着重要作用,可直接影响茶叶的产量和品质;磷参与茶树生长的许多生理过程,对于茶叶品质的形成也有促进作用^[28];钾是茶树生长发育所需的重要营养元素之一,能增强茶树的抗性。硼是茶树的一种微量元素,也是茶叶不可缺少的成分,对核酸、蛋白质的合成,叶绿素的形成有重要意义,同时对糖类转化、酚类化合物的代谢起促进作用^[29]。铜、锌、锰等是茶树生长发育所必需的微量矿质元素,能直接或间接影响茶树的生长及茶叶的品质。商南茶区多数茶园土壤 pH 值中性偏酸,少数茶园土壤 pH 值高于 6.0,这部分茶园应注意多施用生理酸性肥料调节土壤 pH 至适宜范围。土壤有机质是茶树养分的重要来源,对改善土壤物理性质有着重要的作用,商南地区土壤有机质含量整体偏低,这可能与商南县特殊的气候、地形和土壤母质条件以及茶园施用有机肥缺乏有关。在实际生产中可根据茶区特点,通过增施有机肥来改善商南县茶园土壤中有机质含量偏低的状况。本研究选取 pH、有机质、全氮、有效磷、交换性钾及有效硼、有效铜、有效锌和有效锰含量作为土壤养分指标,采用模糊数学和相

关性分析,通过模糊综合评价法对商南茶园土壤肥力进行综合评价,结果表明,该地区土壤肥力等级以Ⅱ、Ⅲ级较多,土壤肥力水平由高到低依次为富水>过风楼>金丝峡>清油河>试马>白浪>湘河>城关>青山。茶树对于养分吸收具有多样性和平衡性的特点^[5],该区土壤中交换性钾及多数微量元素丰富,但氮素和速效磷缺乏,因而可能会影响到茶树的正常养分吸收,可通过有针对性地配方施肥、平衡施肥来优化商南茶树生长的土壤环境,具体措施有待进一步研究。

[参考文献]

- [1] 吴觉农. 茶经评述 [M]. 北京: 农业出版社, 1987.
Wu J N. The commentary on classic of tea [M]. Beijing: Agriculture Press, 1987. (in Chinese)
- [2] 杨亚军. 中国茶树栽培学 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2005.
Yang Y J. The Chinese cultivation science of tea [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 2005. (in Chinese)
- [3] 中国农业科学院茶叶研究所. 中国茶树栽培学 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1986: 128-140.
Chinese Academy of Agricultural Sciences Institute of Tea. The Chinese cultivation science of tea [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1986: 128-140. (in Chinese)
- [4] 童启庆. 茶树栽培学 [M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 1989.
Tong Q Q. The cultivation science of tea [M]. 3rd ed. Beijing: China Agricultural Press, 1989. (in Chinese)
- [5] 中国农业百科全书编辑委员会茶叶卷编辑委员会. 中国农业百科全书茶叶卷 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1988: 60-142.
Tea Editorial Board of Chinese Agricultural Encyclopedia Editor Committee. The tea volume in Chinese agricultural encyclopedia [M]. Beijing: China Agricultural Press, 1988: 60-142. (in Chinese)
- [6] Carr M K V. The climatic requirements of the tea plant [J]. A Review Experi Agric, 1972, 8: 1-14.
- [7] Boshell F. A computer statistical procedure to determine agro-climatic analogues for tea production in Colombia [J]. Agric Meteorol, 1975, 15: 221-230.
- [8] Stephens, Othieno W C O, Carr M K. Climate and weather variability at the tea research foundation of Kenya [J]. Agricultural and Forest Meteorology, 1992, 61(3/4): 219-235.
- [9] 韩文炎, 阮建云, 林 智, 等. 茶园土壤主要营养障碍因子及系列茶树专用肥的研制 [J]. 茶叶科学, 2002, 22(1): 70-74.
Han W Y, Ruan J Y, Lin Z, et al. The major nutritional limiting factors in tea soils and development of tea speciality fertilizer series [J]. Journal of Tea Science, 2002, 22(1): 70-74. (in Chinese)
- [10] 王永东, 廖桂堂, 李廷轩, 等. 四川蒙顶山低山茶园土壤主要微量元素空间变异特征及影响因素研究 [J]. 茶叶科学, 2008, 28(1): 14-21.

Wang Y D, Liao G T, Li T X, et al. Studies on the spatial variability and influencing factors of trace elements in Sichuan Mengshan montanic tea plantation soils [J]. Journal of Tea Science, 2008, 28(1): 14-21. (in Chinese)

[11] 张英辉. 关于加快商洛市茶产业发展的调查与思考 [C]//陕西(商洛)茶叶节组委会. 茶产业发展高层论坛论文集. 陕西商洛: 商洛出版社, 2012: 95-101.

Zhang Y H. Survey and thinking on to speed up the development of Shangluo tea industry [C]//The Organizing Committee of Shaanxi (Shangluo) Tea Festival. Proceedings of high level forum with tea industry development. Shangluo, Shaanxi: Shangluo Press, 2012: 95-101. (in Chinese)

[12] 陈婵婵, 肖 斌, 余有本, 等. 陕南茶园土壤有机质和 pH 值空间变异及其与速效养分的相关性 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2009, 37(1): 182-188.

Chen C C, Xiao B, Yu Y B, et al. Spatial variability of soil organic matter and pH and the correlation to available nutrients in the tea garden of southern Shaanxi [J]. Journal of Northwest A&F University: Natural Science Edition, 2009, 37(1): 182-188. (in Chinese)

[13] 黄寿波. 茶树生长的农业气象指标 [J]. 农业气象, 1981, 2(3): 54-58.

Huang S B. Agrometeorological index for the growth of tea trees [J]. Agrometeorological, 1981, 2(3): 54-58. (in Chinese)

[14] 罗京义, 晏理华, 徐大红, 等. 铜仁地区茶树生长的气候适应性分析及优质绿茶种植区划 [J]. 茶叶科学, 2011, 31(2): 136-142.

Luo J Y, Yan L H, Xu D H, et al. Climate adaptability analysis for planting regions of high quality green tea in Tongren District [J]. Journal of Tea Science, 2011, 31(2): 136-142. (in Chinese)

[15] 张丽霞, 赵淑娟, 王桂雪, 等. 泰安市茶树种植气候条件分析 [J]. 中国农业气象, 2006, 27(3): 244-248.

Zhang L X, Zhao S J, Wang G X, et al. Analysis of meteorological conditions for tea plantation in Tai'an City [J]. Chinese Journal of Agrometeorology, 2006, 27(3): 244-248. (in Chinese)

[16] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.

Bao S D. Soil agricultural chemistry [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2000. (in Chinese)

[17] 中国农业科学院茶叶研究所. 茶树生理与茶叶生化实验手册 [M]. 北京: 农业出版社, 1983.

Tea Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Science. Tea plant physiological and biochemical laboratory manual [M]. Beijing: Agriculture Press, 1983. (in Chinese)

[18] Moss M R. Land suitability classification based on fuzzy set theory [J]. Journal of Environmental Management, 1985, 20: 295-319.

[19] 颜 雄, 张杨珠, 刘 晶, 等. 洞庭湖区 5 个茶叶基地土壤的养分状况与肥力质量评价 [J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2008, 34(5): 596-601.

Yan X, Zhang Y Z, Liu J, et al. Soil nutrient status and assessment for fertility quality of 5 tea bases of Dongting Lake region in Hunan province [J]. Journal of Hunan Agricultural University: Natural Sciences Edition, 2008, 34(5): 596-601. (in Chinese)

[20] 徐 泽, 阮建云, 李中林, 等. 重庆市永川茶园土壤肥力考评 [J]. 西南农业学报, 2010, 23(3): 791-795.

Xu Z, Ruan J Y, Li Z L, et al. Evaluation of tea garden soil fertility in Yongchuan Chongqing [J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2010, 23(3): 791-795. (in Chinese)

[21] 全国土壤普查办公室. 中国土壤 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.

The National Soil Survey Office. China soil [M]. Beijing: China Agricultural Press, 1998. (in Chinese)

[22] 江福英, 吴志丹, 尤志明, 等. 闽东地区茶园土壤养分肥力质量评价 [J]. 福建农业学报, 2012, 24(4): 379-384.

Jiang F Y, Wu Z D, You Z M, et al. Evaluation of soil fertility quality of tea gardens in eastern Fujian [J]. Fujian Journal of Agricultural Science, 2012, 24(4): 379-384. (in Chinese)

[23] 徐准盾, 龚淑英. 茶汤浓度对绿茶水浸出物含量及其感官审评的影响 [J]. 茶叶, 2005, 31(3): 166-169.

Xu Z D, Gong S Y. Effects of infusing time and water temperature on the water extracts and the sensory evaluation of green tea [J]. Journal of Tea, 2005, 31(3): 166-169. (in Chinese)

[24] 张 伦, 张祖陆, 王 学, 等. 日照茶叶生产基地绿茶品质评价分析 [J]. 山东国土资源, 2011, 27(12): 17-21.

Zhang L, Zhang Z L, Wang X, et al. Analysis of green tea qualities in Rizhao tea planting areas [J]. Shandong Land and Resources, 2011, 27(12): 17-21. (in Chinese)

[25] 龙振熙, 姚正兰. 茶叶生长期气象条件分析 [J]. 农技服务, 2010, 27(11): 1498-1500.

Long Z X, Yao Z L. Analysis of meteorological conditions in tea growth period [J]. Serves of Agricultural Technology, 2010, 27(11): 1498-1500. (in Chinese)

[26] Balkcom K S, Terra J A, Shaw J N, et al. Soil management system and landscape position interactions on nutrient distribution in a coastal plain field [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2005, 60(6): 431-438.

[27] Russell A E, Laird D A, Mallarino A P, et al. Nitrogen fertilization and cropping system impacts on soil quality in midwestern mollisols [J]. Soil Science Society of America Journal, 2006, 70(1): 249-256.

[28] 庄晚芳. 茶树生理 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1984.

Zhuang W F. Tea plant physiological [M]. Beijing: China Agricultural Press, 1984. (in Chinese)

[29] 吴 洵. 茶园土壤管理与施肥 [M]. 北京: 金盾出版社, 1997.

Wu X. Tea garden soil management and fertilization [M]. Beijing: Jindun Press, 1997. (in Chinese)