

不同林龄油茶生理特性及其根区土壤性质研究

杨亚琴

(黔东南民族职业技术学院,贵州 凯里 556000)

摘要: 探讨贵州不同林龄(1、6、10、30 a)油茶生理特性及其根区土壤性质,为贵州省油茶的合理栽培管理提供科学依据。结果表明,随着油茶林龄的增加,油茶叶片可溶性蛋白、可溶性糖、叶绿素 a 和 b 含量及光合氮利用效率、光合磷利用效率均呈先增加后降低趋势,具体表现为 10 a>6 a>30 a>1 a;油茶根区土壤含水率、容重、电导率呈先增加后降低趋势,以林龄为 10 a 时最大,pH 值呈先降低后增加趋势,以林龄为 10 a 时最小,总孔隙度无明显变化;油茶根区土壤养分含量和土壤酶活性先增加后降低,总体以林龄为 10 a 时最大;油茶粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、粗灰分和无氮浸出物含量均呈先增加后降低的趋势,以林龄为 10 a 时最大,具体表现为 10 a>6 a>30 a>1 a。

关键词: 林龄;油茶;生理特性;土壤性质

中图分类号: S794.4; S714.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2015)07-0061-06

Research on Physiological Properties and Root-zone Soil Properties of *Camellia oleifera* at Different Plantation Ages

YANG Yaqing

(Qiandongnan National Polytechnic, Kaili 556000, China)

Abstract: In order to provide a theoretical basis for *Camellia oleifera* cultivation and management, the physiological properties and root-zone soil properties of *Camellia oleifera* were studied at different plantation ages in Guizhou province. The results showed that with the increase of growth years of *Camellia oleifera*, the contents of soluble protein, soluble sugar, chlorophyll a and b, photosynthetic nitrogen using efficiency and photosynthetic phosphorus using efficiency of *Camellia oleifera* increased first and then decreased, the order was 10 a>6 a>30 a>1 a; the root-zone soil moisture, unit weight and conductivity first increased and then decreased with the largest values at 10 a, while the pH value first decreased and then increased with the lowest values at 10 a, and the soil total porosity had no obvious change trend; the soil nutrients and enzyme activities first increased and then decreased with the largest values at 10 a; the contents of crude protein, crude fat, crude fiber, crude ash and nitrogen-free-extract of *Camellia oleifera* first increased and then decreased, the order was 10 a>6 a>30 a>1 a.

Key words: plantation ages; *Camellia oleifera*; physiological properties; soil properties

油茶(*Camellia oleifera*)又名茶子树,属山茶科山茶属常绿小乔木或灌木,是我国南方特有的木本食用油料树种^[1-3],在我国已有 2 000 多年的栽培和利用历史^[4-5],与油棕、油橄榄和椰子并称世界四大木本油料树种^[1-2,6],油茶籽油脂比例较高且具有较

高的综合利用价值,是国际粮农组织重点推荐的健康型食用油之一,被誉为“东方橄榄油”。目前,对油茶的研究主要集中在良种选育、丰产栽培等方面^[2-5],而对其生理特性、土壤养分含量及土壤酶活性的综合研究较少。鉴于此,探讨了不同林龄油茶

收稿日期:2014-12-08
基金项目:国家科技支撑计划项目(2009BADB1B0802)
作者简介:杨亚琴(1973-),女,贵州石阡人,副教授,硕士,主要从事园林植物栽培与养护研究。
E-mail: yangyaqing1973@163.com

生理特性、土壤酶活性与土壤养分含量的动态变化规律,为分析和探索油茶的合理栽培管理提供了科学依据。

1 材料和方法

1.1 试验样地及材料

试验地位于贵州省玉屏县油茶示范林(108°52'~109°9'E,27°7'~27°19'N),试验区面积约1万km²,为1~70年生优良无性系油茶纯林,株行距为2.0m×2.5m,密度分布均匀,林间主要有铁线蕨、冬茅草、槲木、马尾松等杂草。该区平均海拔600~1200m,属于亚热带季风湿润气候区,四季分明,热量丰富,气温高,年均气温15.5℃,极端最高气温41.3℃,极端最低气温-6.3℃,有效积温5900~6200℃;雨热同期,降水充沛,年均降雨量1800~2000mm,主要集中在7—10月,年蒸发量1800mm以上;日照丰富,全年日照时数1900h以上,无霜期285d,土壤大部分是酸性红壤,立地条件良好,适合油茶生长。

选取4个样地,分别为1年生抚育油茶林、6年生抚育油茶林、10年生抚育油茶林(进行周期性施肥、除草、灌溉等抚育措施)、30年生油茶林(前期抚育和后期未抚育),30年生油茶林由于缺乏长期管护,目前林分生长状况一般。不同林龄样地分别选取3个20m×20m样方,共12个样方。

1.2 测定项目及方法

1.2.1 油茶生理特性及品质 在每个样方随机采取足够多油茶上、中、下部的叶片混合,洗净后于65℃烘箱烘干,粉碎后过1.5mm筛,然后以80%丙酮溶液浸提测定叶绿素a、b含量;采用考马斯亮蓝G250染色法测定可溶性蛋白含量;采用蒽酮比色法测定可溶性糖含量;采用凯氏定氮法测定叶片全氮含量;采用钒钼黄吸光度法测定叶片全磷含量,并按照以下公式^[7]计算光合氮(磷)利用效率:

光合氮(磷)利用效率=净光合速率/单位叶面积氮(磷)含量

参照文献^[8]测定油茶粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、粗灰分、无氮浸出物含量。

1.2.2 土壤理化性质及酶活性 采用四分法取油茶根区0~20cm土壤混合样品,在油茶根区附近挖取剖面土测定容重,带回实验室计算总孔隙度^[9],每个样方重复3次,每次取样分为2份,所取的土壤样品中一份用塑封袋盛装,自然风干(20d),去除有

机碎片后研磨过0.5mm筛,用于土壤理化性质及养分含量测定;另一份迅速于4℃保温箱保存用于测定土壤微生物量碳、氮、磷含量和土壤酶活性。

土壤理化性质及养分含量:土壤含水率采用烘干法(105℃)测定,pH值采用电极电位法测定(土水比1:2.5);电导率采用多功能测定仪测定;有机质含量采用重铬酸钾氧化—外加热法测定;全磷含量采用NaOH碱溶—钼锑抗比色法测定;有效磷含量采用NaHCO₃浸提—钼锑抗比色法测定;全氮含量采用半微量凯氏定氮法测定;碱解氮含量采用NaOH-H₃BO₃法测定;全钾和速效钾含量采用火焰光度计法测定^[9]。

土壤微生物量碳、氮、磷含量:土壤微生物量碳、氮、磷含量采用氯仿熏蒸-K₂SO₄浸提法测定^[10]。

土壤酶活性:土壤酶活性采用分光光度计法测定。其中,纤维素酶一个单位的酶活性定义为1g土样30min内分解产生1mg葡萄糖所需的酶量,转化酶一个单位的酶活性定义为1g土样24h内分解产生1mg葡萄糖所需的酶量,硝酸还原酶一个单位的酶活性定义为1g土样1min内分解产生1μgNO₂⁻所需的酶量,脲酶一个单位的酶活性定义为1g土样24h内分解产生1mg氨基氮所需的酶量,酸性磷酸酶一个单位的酶活性定义为1g土样24h内分解产生1mgP₂O₅所需的酶量^[11]。

1.3 数据处理

采用Excel 2003和SAS 8.2软件进行数据统计,单因素方差分析(One-way ANOVA)检验差异显著性,Origin 7.5作图。

2 结果与分析

2.1 不同林龄油茶叶片生理特性

由表1可知,随油茶林龄的增加,油茶叶片可溶性蛋白、可溶性糖、叶绿素a、叶绿素b含量及光合氮利用效率、光合磷利用效率均呈先增加后降低的趋势,且均在林龄为10a时最大,具体表现为10a>6a>30a>1a。与1年生油茶相比,6、10、30年生油茶叶片可溶性蛋白含量分别增加了19.20%、32.95%、4.51%,可溶性糖含量分别增加了137.50%、175.00%、37.50%,叶绿素a含量分别增加了86.62%、120.38%、9.55%,叶绿素b含量分别增加了178.85%、263.46%、28.85%,光合氮利用效率分别增加了75.90%、92.57%、5.02%,光合磷利用效率分别增加了35.74%、56.60%、9.36%。

表 1 不同林龄油茶叶片生理特性

林龄/a	可溶性蛋白/ ($\mu\text{g/g}$)	可溶性糖/ %	叶绿素 a/ (mg/g)	叶绿素 b/ (mg/g)	光合氮利用效率/ [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{g})$]	光合磷利用效率/ [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{g})$]
1	95.3 \pm 7.2c	0.08 \pm 0.01b	1.57 \pm 0.45c	0.52 \pm 0.09b	4.98 \pm 1.23b	2.35 \pm 1.01b
6	113.6 \pm 5.2b	0.19 \pm 0.03ab	2.93 \pm 0.23b	1.45 \pm 0.14a	8.76 \pm 0.96a	3.19 \pm 0.85ab
10	126.7 \pm 11.8a	0.22 \pm 0.07a	3.46 \pm 0.19a	1.89 \pm 0.06a	9.59 \pm 1.53a	3.68 \pm 0.43a
30	99.6 \pm 8.1c	0.11 \pm 0.04b	1.72 \pm 0.27c	0.67 \pm 0.09b	5.23 \pm 0.74b	2.57 \pm 0.81b

2.2 不同林龄油茶根区土壤性质

2.2.1 不同林龄油茶根区土壤理化性质 由图 1 可知,随油茶林龄的增加,油茶根区土壤含水率、容重和电导率呈先增加后降低的趋势,以林龄为 10 a 时最大,与 1 年生油茶相比,6、10、30 年生油茶土壤含水率分别增加了 13.25%、70.21%、20.08%,容重分别增加了 14.92%、27.72%、5.28%,电导率分别增加了 16.91%、40.89%、25.09%;土壤 pH 值呈先降低后增加的趋势,以林龄为 10 a 时最小,与 1 年

生油茶相比,6、10、30 年生油茶土壤 pH 值分别降低了 7.90%、15.09%、1.55%;土壤总孔隙度没有明显变化。其中,各林龄油茶根区土壤 pH 值、容重和总孔隙度之间的差异均未达到显著水平;10 年生油茶根区土壤含水率显著高于 1、6、30 年生,1、6、30 年生油茶根区土壤含水率之间的差异均未达到显著水平;6、30 年生油茶根区土壤电导率之间没有显著差异,但均显著高于 1 年生,显著低于 30 年生。

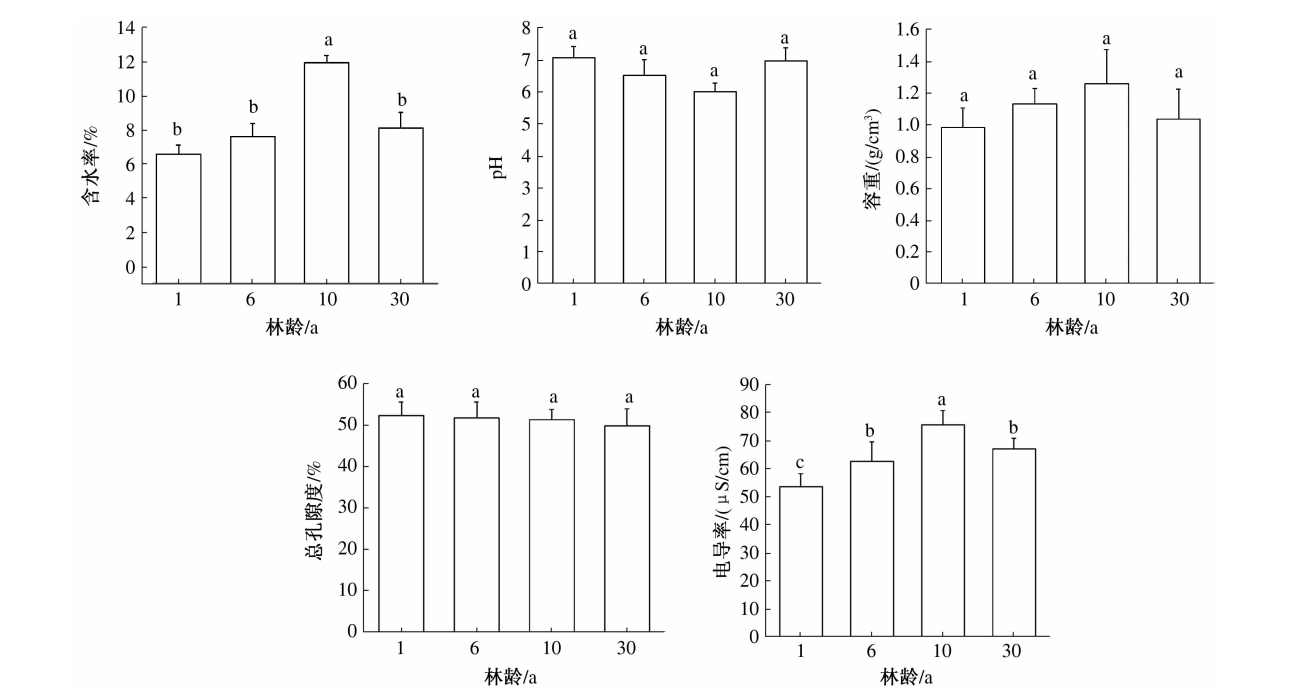


图 1 不同林龄油茶根区土壤理化性质

2.2.2 不同林龄油茶根区土壤养分含量 由图 2 可知,油茶根区土壤养分含量均随着林龄的增加呈先增加后降低的趋势,在林龄为 10 a 时,达到最大,有机质含量表现为 10 a > 6 a > 1 a > 30 a, 其他养分含量均表现为 10 a > 6 a > 30 a > 1 a, 与 1 年生油茶相比,6、10、30 年生油茶根区土壤有机质含量分别增加了 14.41%、24.58%、-22.88%,全氮含量分别增加了 36.37%、49.62%、17.16%,全磷含量分别增加了 7.73%、10.19%、3.51%,全钾含量分别增加了 45.24%、68.13%、28.02%,碱解氮含量分别增加了 16.54%、39.96%、8.55%,有效磷含量分

别增加了 25.59%、72.07%、3.98%,速效钾含量分别增加了 34.15%、51.69%、3.69%,微生物量碳含量分别增加了 20.87%、27.13%、3.53%,微生物量氮含量分别增加了 46.15%、76.92%、11.54%,微生物量磷含量分别增加了 131.18%、156.18%、13.20%。其中,各林龄油茶根区土壤有机质、全钾含量之间的差异均达到显著水平;全钾含量之间的差异均达到显著水平;6、10 年生油茶土壤碱解氮、有效磷、速效钾含量及微生物量碳、氮、磷含量之间的差异均达到显著水平,且二者均显著高于 1、30 年生油茶,而 1、30 年生油茶土壤上述指标含量之间的

差异均未达到显著水平;10 年生油茶土壤全氮含量与 1、30 年生油茶土壤全氮含量差异显著,与 6 年生

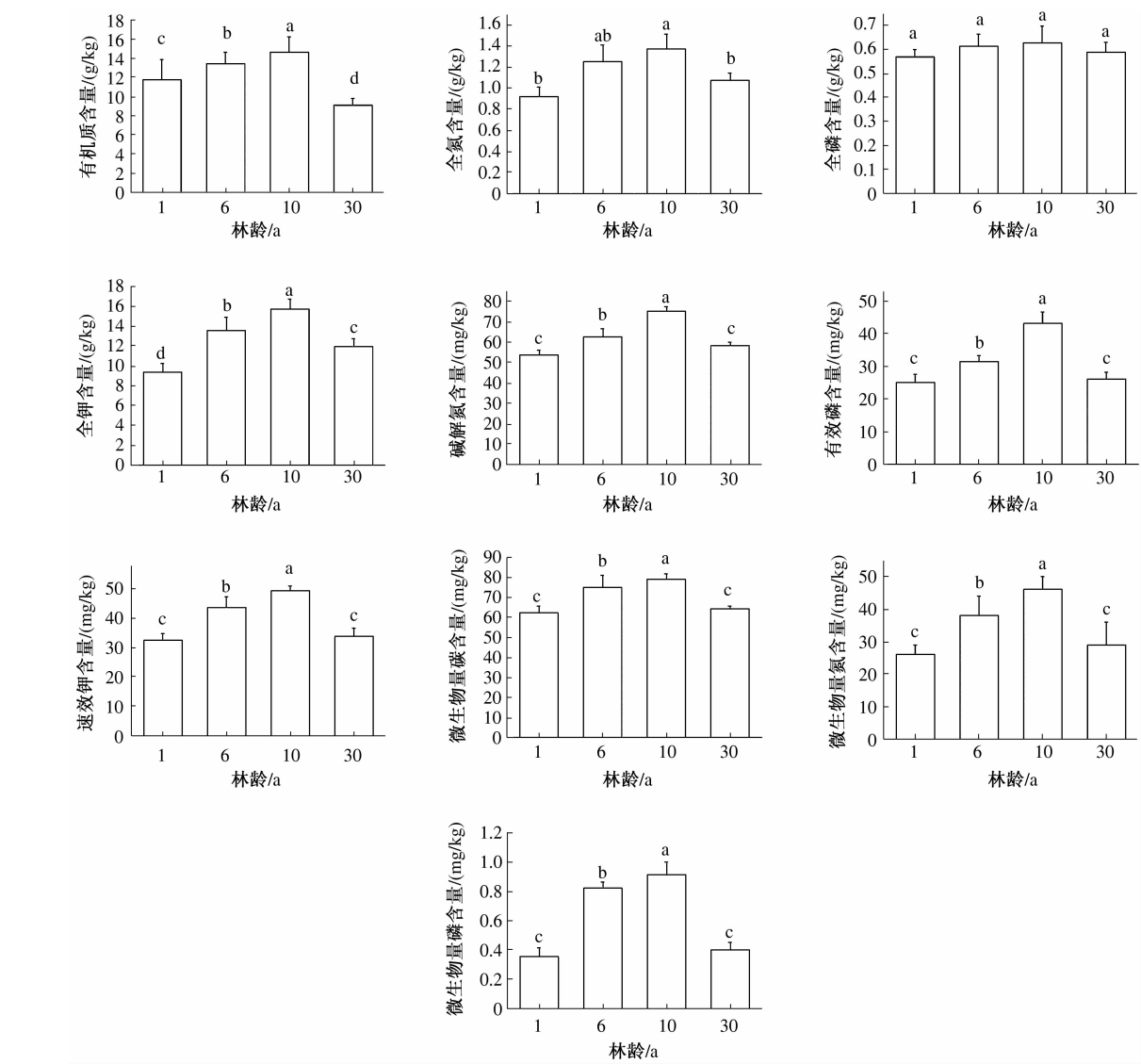


图 2 不同林龄油茶根区土壤养分含量

2.2.3 不同林龄油茶根区土壤酶活性 由表 2 可知,随着油茶林龄的增加,油茶根区土壤酶活性呈先增加后降低的趋势,除蔗糖酶外,在林龄为 10 a 时达到最大,超过 10 a 后,土壤酶活性急剧降低,具体表现为 10 a>6 a>30 a>1 a。与 1 年生油茶相比,6、10、30 年生油茶根区土壤纤维素酶活性分别增加了 86.86%、129.20%、30.66%,硝酸还原酶活性分别增加了 49.24%、93.94%、46.97%,脲酶活性分

别增加了 100.39%、129.18%、60.70%,酸性磷酸酶活性分别增加了 142.31%、235.90%、26.28%,转化酶活性分别增加了 157.58%、189.70%、43.03%,蔗糖酶活性分别增加了 134.29%、126.67%、66.67%,过氧化氢酶活性分别增加了 8.41%、39.25%、4.21%,其中过氧化氢酶活性在各林龄间差异不显著。

表 2 不同林龄油茶根区土壤酶活性

林龄/a	纤维素酶/ [mg/(g·min)]	硝酸还原酶/ [mg/(g·min)]	脲酶/ [mg/(g·d)]	酸性磷酸酶/ [mg/(g·d)]	转化酶/ [mg/(g·d)]	蔗糖酶/ [mg/(g·d)]	过氧化氢酶/ [mg/(g·d)]
1	1.37±0.09c	1.32±0.08c	2.57±0.06c	1.56±0.54c	1.65±0.56c	1.05±0.46b	2.14±0.15a
6	2.56±0.12b	1.97±0.06b	5.15±0.34a	3.78±0.69b	4.25±0.35a	2.46±0.57a	2.32±0.24a
10	3.14±0.19a	2.56±0.24a	5.89±0.79a	5.24±1.04a	4.78±0.98a	2.38±0.19a	2.98±0.98a
30	1.79±0.07c	1.94±0.19b	4.13±1.23b	1.97±0.78c	2.36±0.77b	1.75±0.97b	2.23±0.87a

2.3 不同林龄油茶品质状况

由表 3 可知,油茶品质随着油茶林龄的增加呈先增加后降低的趋势,在林龄为 10 a 时达到最大,超过 10 a 后,油茶品质急剧降低,具体表现为10 a > 6 a > 30 a > 1 a。与 1 年生油茶相比,6、10、30 年生油茶粗蛋白含量分别增加了 8.86%、21.03%、

4.37%,粗脂肪含量分别增加了 27.78%、40.40%、1.52%,粗纤维含量分别增加了 8.47%、11.89%、4.97%,粗灰分含量分别增加了 22.56%、31.74%、15.11%,无氮浸出物含量分别增加了 3.53%、5.23%、1.51%,其中无氮浸出物含量在各林龄间差异均未达到显著水平。

表 3 不同林龄油茶品质状况

林龄/a	粗蛋白/%	粗脂肪/%	粗纤维/%	粗灰分/%	无氮浸出物/%
1	7.56 ± 1.89c	1.98 ± 0.52c	25.16 ± 5.12c	5.23 ± 0.95c	52.36 ± 8.10a
6	8.23 ± 2.37b	2.53 ± 0.75b	27.29 ± 4.57ab	6.41 ± 1.23ab	54.21 ± 7.64a
10	9.15 ± 3.56a	2.78 ± 0.98a	28.15 ± 3.51a	6.89 ± 2.45a	55.10 ± 3.59a
30	7.89 ± 2.14c	2.01 ± 0.43c	26.41 ± 2.50b	6.02 ± 1.92b	53.15 ± 6.76a

3 结论与讨论

本研究发现,随着油茶林龄的增加,油茶叶片可溶性蛋白、可溶性糖、叶绿素含量及光合氮、磷利用效率均呈先增加后降低的趋势,以林龄为 10 a 时最大。叶绿素是衡量光合作用特性的重要指标,在光合作用过程中起着接受和转换能量的作用,其含量的增加有助于光合作用的进行^[12-14]。本研究中发现随着油茶林龄的增加,油茶叶绿素含量增加可能是一种保护性反应,增加捕光色素复合体中天线色素的比例,促进对光能的吸收与转化,为光合补偿生长提供物质和能量基础,也增强对弱光的利用率,而林龄过长(30 a)导致油茶叶片老化、叶绿素含量急剧降低,引起光合作用,光合氮、磷利用效率等下降^[12-14]。

本研究发现,随油茶林龄的增加,油茶根区土壤含水率、容重、电导率呈先增加后降低趋势,以 10 年生达到最大,而 pH 值呈先降低后增加趋势,主要是由于 10 年生油茶根系的大量扩散和繁殖造成了土壤可溶性离子数目较多,导致土壤电导率增加和根区土壤 pH 值降低酸化,油茶通过降低土壤 pH 值增加土壤养分含量以及有效养分的吸收和利用,同时,土壤中的部分盐分聚积,引起了电导率的增加。

土壤养分不仅能反映土壤“营养库”中养分的贮量水平,而且在一定程度上能影响有效养分的供应能力^[15-16];土壤酶是土壤养分循环的重要酶,其活性能够反映土壤养分累积、分解转化规律和土壤中各种生化过程的强度及其方向^[17-19]。本研究表明,随油茶林龄的增加,油茶根区土壤养分含量和土壤酶活性先增加后降低,总体在林龄为 10 a 时,达到最大,表明油茶在一定生长期对土壤养分含量和土壤酶活性具有累积作用和改良作用。这主要是由于油茶根区土壤 pH 值的降低促进了土壤养分含

量的吸收和利用,在生长繁殖过程中,势必会加大对土壤养分和有效养分的吸收利用,土壤系统营养物质的循环和腐殖质的形成等作用加强,从而促进土壤有效养分含量的增加和土壤酶活性的增强,但林龄过长(30 a)可能会降低根区土壤酶活性和超出油茶吸收养分的阈值进而导致其生长受阻。

油茶叶片营养物质含量是衡量其品质优劣的重要指标^[20-22]。本研究发现,随油茶林龄的增加,油茶的品质先增加后降低,在林龄为 10 a 时达到最大,这可能是因为林龄过长可能会导致油茶自身碳、氮代谢的失衡,从而影响其品质。

参考文献:

[1] Lee C P, Yen G C. Antioxidant activity and bioactive compounds of tea seed (*Camellia oleifera* Abel.) oil [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2006, 54(3): 779-784.

[2] Ma J, Ye H, Rui Y, et al. Fatty acid composition of *Camellia oleifera* oil [J]. Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, 2011, 6(1): 9-12.

[3] Chen Y F, Yang C H, Chang M S, et al. Foam properties and detergent abilities of the saponins from *Camellia oleifera* [J]. International Journal of Molecular Sciences, 2010, 11(11): 4417-4425.

[4] 陈永忠, 杨小胡, 彭邵锋, 等. 我国油茶良种选育研究现状及发展策略 [J]. 林业科技开发, 2005, 19(4): 1-4.

[5] 刘跃进, 欧日明, 陈永忠. 我国油茶产业发展现状与对策 [J]. 林业科技开发, 2007, 21(4): 1-4.

[6] Xiao Z, Zhang Z, Wang Y. Impacts of scatter-hoarding rodents on restoration of oil tea *Camellia oleifera* in a fragmented forest [J]. Forest Ecology and Management, 2004, 196(2/3): 405-412.

[7] Poorter H, Evans J R. Photosynthetic nitrogen-use efficiency of species that differ inherently in specific leaf area

[J]. *Oecologia*,1998,116(1/2):26-37.

[8] 学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2006.

[9] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000.

[10] Brookes P C, Landman A, Pruden G, *et al.* Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: A rapid direct extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil[J]. *Soil Biology and Biochemistry*,1985, 17(6):837-842.

[11] 周礼恺,张志明. 土壤酶活性的测定方法[J]. *土壤通报*,1980,5(1):37-38.

[12] Shao Q, Wang H, Guo H, *et al.* Effects of shade treatments on photosynthetic characteristics, chloroplast ultrastructure, and physiology of *Anoectochilus roxburghii* [J]. *PLoS One*,2014,9(2):e85996.

[13] Hallik L, Niinemets U, Kull O. Photosynthetic acclimation to light in woody and herbaceous species: A comparison of leaf structure, pigment content and chlorophyll fluorescence characteristics measured in the field [J]. *Plant Biology Stuttgart, Germany*, 2012, 14(1): 88-99.

[14] Houborg R, Cescatti A, Migliavacca M, *et al.* Satellite retrievals of leaf chlorophyll and photosynthetic capacity for improved modeling of GPP[J]. *Agricultural and Forest Meteorology*,2013,177:10-23.

[15] Beaton J D, Nelson W L. Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management[M]. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Prentice Hall,2005.

[16] Marschner H. Marschner's mineral nutrition of higher plants[M]. Pittsburgh:Academic Press,2012.

[17] Bandick A K, Dick R P. Field management effects on soil enzyme activities[J]. *Soil Biology and Biochemistry*,1999,31(11):1471-1479.

[18] Bailey V L, Fansler S J, Smith J L, *et al.* Reconciling apparent variability in effects of biochar amendment on soil enzyme activities by assay optimization [J]. *Soil Biology and Biochemistry*,2011,43(2):296-301.

[19] Bowles T M, Acosta-Martinez V, Calderon F, *et al.* Soil enzyme activities, microbial communities, and carbon and nitrogen availability in organic agroecosystems across an intensively-managed agricultural landscape [J]. *Soil Biology & Biochemistry*,2014,68:252-262.

[20] Kobe R K, Lepczyk C A, Iyer M. Resorption efficiency decreases with increasing green leaf nutrients in a global data set[J]. *Ecology*,2005,86(10):2780-2792.

[21] Holdo R M. Woody plant damage by African elephants in relation to leaf nutrients in western Zimbabwe[J]. *Journal of Tropical Ecology*,2003,19(2):189-196.

[22] Ojeniyi S O, Adejobi K B. Effect of ash and goat dung manure on leaf nutrients composition, growth and yield of amaranthus [J]. *Nigeria Agricultural Journal*,2002, 33(1):46-49.