

文章编号:1001—7380(2024)02—0001—06

# 套种地苎对油茶根系元素含量和土壤理化性质的影响

张忻亮

(福建省沙县区林木种苗站,福建 沙县 365500)

**摘要:**为研究套种地苎对油茶和土壤造成的影响,选取10年生油茶作为试验材料,在其林间种植地苎,以油茶的地下部分干鲜质量,油茶根部碳、氮、磷元素含量,土壤的pH、导电率、毛管孔隙度、容重、含水率和土壤的碳、氮、铁、铝、钾等13种元素含量作为测定指标,测定种植和未种植地苎的油茶林各指标,结果显示(1)套种的油茶根部磷元素含量极显著高于未套种( $P=0.0012$ );(2)套种的土壤含水率显著高于未套种( $P=0.03$ );(3)套种的土壤铜元素含量显著高于未套种( $P=0.0169$ ),有效磷元素含量极显著高于未套种( $P=0.0053$ );(4)套种地苎的油茶体内磷元素含量与土壤pH呈极显著负相关;土壤含水率与土壤毛管孔隙度呈显著正相关,与土壤氮元素含量呈显著负相关;土壤铜元素含量与土壤钾、铁、磷、有效磷元素含量和土壤毛管孔隙度呈显著正相关,与土壤锌元素含量呈显著负相关;土壤有效磷含量与土壤铜、钾和铁元素含量呈显著正相关。该研究表明,油茶林套种地苎会对油茶根部磷元素含量、土壤含水率、有效磷和铜元素含量产生显著或极显著影响,但这些指标对油茶生长产生的影响还有待进一步研究。

**关键词:**油茶;地苎;作物栽培;套种;土壤理化性质

**中图分类号:**S153.6<sup>+</sup>1;S567.1<sup>+</sup>9;S793.9;S794.4 **文献标志码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1001-7380.2024.02.001

## Effects of *Melastoma dodecandrum* intercropping on *Camellia oleifera* root element content and physiochemical properties of soil

Zhang Xinliang

(Shaxian District Forest Seedling Station, Shaxian 365500, China)

**Abstract:**In order to study the effect of intercropping *Melastoma dodecandrum* on *Camellia oleifera* and soil, 10-year-old *C. oleifera* plantation was selected as the test material, and 13 elements such as the dry and wet weight of the underground part, the content of carbon, nitrogen and phosphorus in the roots, and the pH, conductivity, capillary porosity, bulk density, mass moisture content of the soil and the contents of carbon, nitrogen, iron, aluminum, potassium, etc. in the soil were determined. The determination results of each index of *C. oleifera* forest with and without *M. dodecandrum* showed that (1) The phosphorus content in the roots of the former was significantly higher than that of the latter ( $P=0.0012$ ). (2) The soil moisture content of the former was significantly higher than that of the latter ( $P=0.03$ ). (3) The soil copper content of the former was significantly higher than that of the latter ( $P=0.0169$ ), and the available phosphorus content was significantly higher than that of the latter ( $P=0.0053$ ). (4) Correlation analysis showed that the phosphorus content in *C. oleifera* intercropped with *M. dodecandrum* was significantly negatively correlated with soil pH. And there was a significant positive correlation between soil mass water content and soil capillary porosity, and a significant negative correlation with soil nitrogen content. For the soil intercropped, copper content was significantly positively correlated with soil potassium, iron, phosphorus, available phosphorus content and soil capillary porosity, and significantly negatively correlated with soil zinc content. Soil available phosphorus content was significantly positively correlated with soil copper, potassium and iron content. This study shows that after interplanting *M. dodecandrum* in *C. oleifera* forest, a significant or extremely significant

收稿日期:2024-02-18;修回日期:2024-02-26

基金项目:三明市林业科技项目“油茶林套种地苎效果分析”(2021-N-02)

作者简介:张忻亮(1972-),男,福建沙县人,高级工程师,大学本科毕业。主要从事林业相关研究。E-mail: 3143651076@qq.com

cant impact occurs on the content of phosphorus, soil mass moisture content, available phosphorus and copper in *C. oleifera*, but the impact of these indicators on the growth of *C. oleifera* remains to be further studied.

**Key words:** *Camellia oleifera*; *Melastoma dodecandrum*; Crop cultivation; Intercropping; Soil physical and chemical properties

油茶(*Camellia oleifera*),属茶科常绿小乔木,因其种子可榨油供食用而得名,又称茶子树、茶油树;作为中国优势木本油料植物,纳入与大豆、油菜、花生齐名的大宗油料范畴,与油橄榄、油棕、椰子并称为世界四大木本油料植物,具有适应能力强、耐干旱、耐贫瘠等优点<sup>[1-2]</sup>。油茶属喜阳喜酸类型的树种,其根系笔直,极为发达,酸性红壤最适合油茶的生长,在立地条件优越的地区,茶树的寿命可超百年,其收获周期也远超 50 a<sup>[3]</sup>。随着种植面积的扩大,种植前期投入的管护成本高,经济效益低,影响油茶种植积极性。因此,开展油茶林地套种复合经营,是增加林农前期经济收益的有效手段,也是当前油茶种植大户普遍采用的种植方式<sup>[4]</sup>,但油茶幼林期林地间隙大,套种后频繁或不合理的抚育措施可能加重水土流失,降低生态效益<sup>[5]</sup>。大量研究表明,油茶可与多种作物进行套种。套种茶树能促进油茶生长,提高油茶单株产量<sup>[5]</sup>;魔芋与油茶套种能产生较大的经济、社会效益<sup>[6]</sup>;通过套种山稻可以改良油茶林土壤结构,抑制林中空地杂草和灌木的生长,改善油茶生长环境,加快油茶生长,提高油茶综合效益<sup>[7]</sup>;鼠茅草的种植能增加油茶根际土真菌微生物多样性、改善真菌群落的功能、促进油茶的生长发育,且在 10—15 年生时油茶效益最高<sup>[8]</sup>。合理地套种作物会对油茶幼林根区土壤的微生物种类和含量造成影响,进而提升土壤中各种化学物质的分布,促进油茶幼林对微生物分解物质和化学元素的吸收,进而提高自身生长速度<sup>[9-10]</sup>。

关于中药材与油茶套种的研究颇多,土茯苓、羊肚菌、巴戟天、郁金、毛冬青等与油茶套种在培养中草药的同时能够促进油茶生长或者改变油茶林土壤养分状况以及土壤酶活性等,通过合理利用土地,提升了经济效益<sup>[4, 11-16]</sup>。地蕊(*Melastoma dodecandrum*)为野牡丹科野牡丹属匍匐小灌木,别名为地稔、铺地锦、山地蕊,是我国南方多个少数民族应用历史悠久的常用药材,喜温暖湿润气候,常见生长于酸性土壤上,土壤腐殖质含量高、有散生光照的林下或林缘生长旺盛<sup>[17-18]</sup>。为了探究油茶套种地蕊是否会对油茶根系元素和土壤理化特征产生

影响,从而影响油茶的生物量和产量、土壤的肥力等,开展了本次研究。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地设在三明市沙县区夏茂镇儒元村杨梅后油茶林,儒元村位于北纬 26°33′55.62″,东经 117°39′3.52″。夏茂镇属中亚热带季风性气候,雨量充沛,气候温润,四季分明,平均气温为 19.2℃,年平均雨量 1 700 mm,境内日最大降水量为 217.3 mm<sup>[19]</sup>。

### 1.2 试验设计

试验地油茶林于 2013 年营造,株行距 2.5 m×3.0 m。2022 年 3 月,设置油茶纯林、油茶套种地蕊种植模式 2 个,各选取小区 3 个,每个小区包含 2 油茶行,每行不少于 40 株。纯林模式下,2 行油茶间不种任何农作物;油茶套种模式为在油茶行距间套种地蕊,地蕊和油茶间的行距约为 1.0 m,地蕊株距约为 45 cm。地蕊均定植于 2022 年 3 月。2022 年 3 月,施肥 1 次;油茶纯林为根部穴施 3.17 kg/株,油茶套种地蕊为油茶根部穴施 1.50 kg/株、地蕊施基肥 0.10 kg/株;均使用复合微生物肥料(N + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + K<sub>2</sub>O ≥ 24%,有效活菌数 ≥ 0.2 亿/g,有机质 ≥ 20%);定植后,除草、浇水等管护措施均按相同标准进行<sup>[14]</sup>。

### 1.3 待测样品采集

2023 年 8 月,在 6 个小区采集油茶和土壤样品。每个种植模式的每个小区随机挖出油茶 15 株,每个种植模式 3 个小区共需取 45 株。用马克笔标记油茶地上部分和地下部分的分界处,去除其地上部分后,用封口膜包裹住地下部分的切口,置于密封袋中带回实验室;用流水清洗其根部后,用吸水纸吸干其表面的水,备用。

土壤样品采集:在样地按“S”形,避开施肥点,确定采样点,在采样点 30 cm 深处土壤剖面取 50 g 土样。每个处理的土壤混合后带回实验室,各平均分为 3 份,待测<sup>[20]</sup>。

### 1.4 油茶地下部分质量测定

将油茶地下部分样品保鲜膜去除后,称其鲜质

量;随后将其置于70 ℃烘箱中处理 16—18 h,取出称其干质量。

### 1.5 油茶根系内元素含量测定

根部全 C 含量采用重铬酸钾-外加热法测定,根部全 N、全 P 含量<sup>[20]</sup>采用浓 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 消煮法测定。

### 1.6 土壤物理性质测定

土壤 pH 值用电位法测定,土壤电导率采用电极法测定,土壤含水率采用烘干法测定<sup>[5]</sup>。土壤含水量 =  $(m_2 - m_1) / m_2 \times 100\%$  (式中  $m_1$  为烘干土质量,  $m_2$  为鲜土质量),土壤容重 =  $(m_2 \times 100) / [V \times (100 + W)]$  (式中  $m_2$  为鲜土质量,  $V$  为环刀容积,  $W$  为土壤含水量)<sup>[4]</sup>。采用环刀法测定土壤毛管孔隙度<sup>[21]</sup>。

### 1.7 土壤元素含量测定

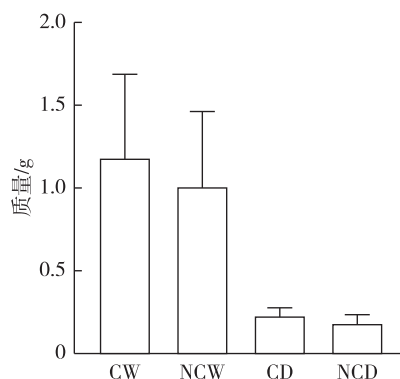
土壤全 C 含量<sup>[22]</sup>采用重铬酸钾-外加热法测定,土壤全 N、全 P 含量<sup>[23]</sup>采用浓 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 消煮法测定,土壤总铝含量用火焰原子吸收分光光度法测定,土壤铁含量采用三酸消煮法测定,全钾含量用 NaOH 熔融-火焰光度法测定<sup>[5]</sup>;采用电感耦合等离子体质谱法测定农业土壤样品中的有效磷、锰含量<sup>[24-25]</sup>,采用火焰原子吸收分光光度法测定锌和铜含量<sup>[26-27]</sup>,采用 ICP-AES 法测定土壤中镁和钠<sup>[28]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 油茶地下部分质量测定

对有无套种地苎的油茶林中的油茶地下部分鲜质量和干质量进行测量,发现种植地苎的油茶地

下部分干质量和鲜质量的平均值均大于未套种,但 2 者的干质量和鲜质量均未呈现出显著性差异(见图 1)。也就是说,种植地苎对油茶地下生物量的影响不大,那是否会影响其地上生物量还有待进一步探究,该试验中未考虑这一指标。

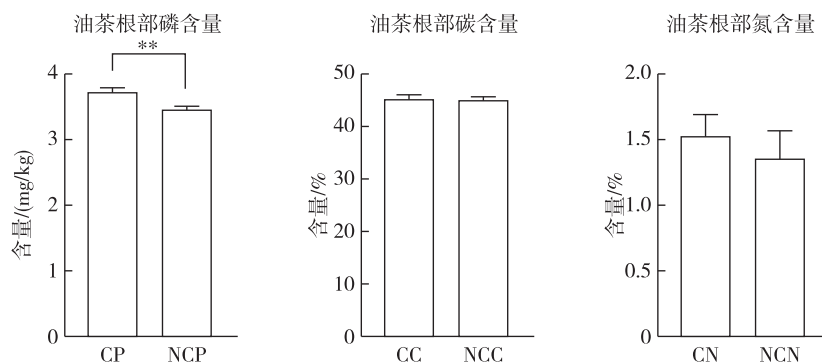


CW, CD 分别代表种植地苎的油茶地下部分的鲜质量和干质量; NCW, NCD 分别代表未种植地苎的油茶地下部分的鲜质量和干质量

图 1 油茶地下部分表型

### 2.2 油茶根部元素含量测定

油茶根部磷、碳、氮 3 种元素的测定结果(见图 2)显示,种植地苎的油茶根部磷元素含量极显著高于未种植地苎的油茶根部,  $P = 0.001\ 2$ ;前者的碳、氮元素含量均较后者高,但不存在显著差异。碳、氮元素是形成根部有机物的主要元素,这与 2 者之间的干、鲜质量不存在显著差异;磷元素与植物生长之间的联系后续会进行讨论。



CP, NCP, CC, NCC, CN, NCN 分别代表种植地苎的油茶根部磷元素、未种植地苎的油茶根部磷元素、种植地苎的油茶根部碳元素、未种植地苎的油茶根部碳元素、种植地苎的油茶根部氮元素、未种植地苎的油茶根部氮元素

图 2 油茶根部磷、碳、氮含量

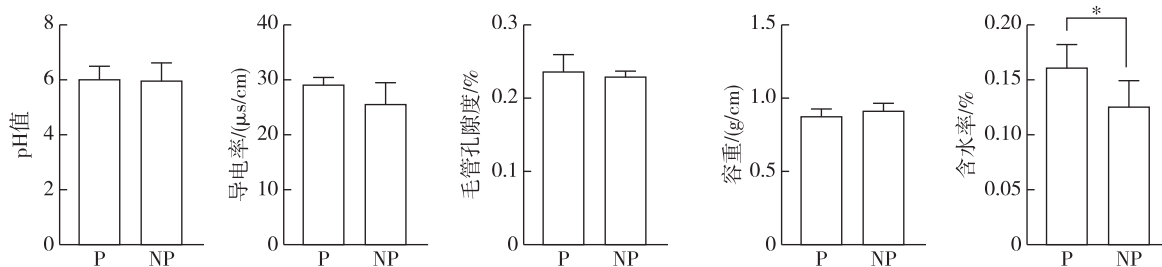
### 2.3 土壤物理性质测定

对种植地苎与未种植地苎小区的土壤进行 pH、

电导率、毛管孔隙度、容重和含水率的测定结果(见图 3)显示,前者与后者的 pH 和容重平均值不存在

显著性差异;前者与后者的导电率和毛管孔隙度平均值不存在显著性差异;但前者的含水率显著高于后者, $P=0.03$ 。这表明幼林油茶套种地苎可在夏秋

季降水量不足时对油茶林地表层发挥明显的保墒防旱效果。



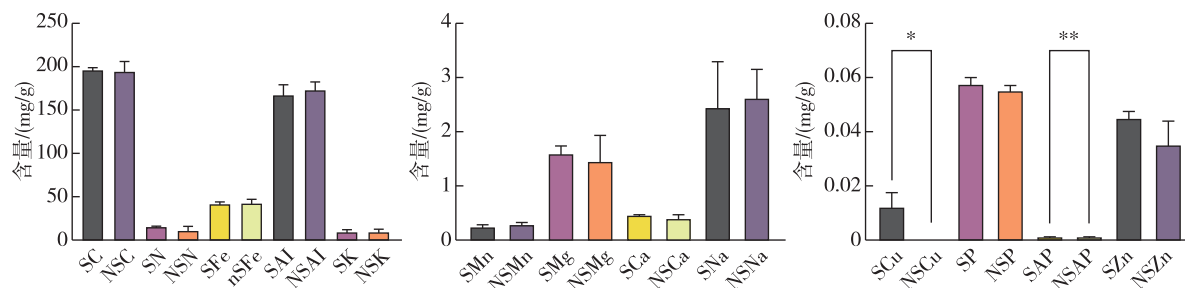
P, NP 分别代表种植地苎和未种植地苎的地块

图 3 土壤物理性质测定

## 2.4 土壤元素含量测定

对种植地苎与未种植地苎小区土壤中的碳、氮、铁、铝、钾、锰、镁、钙、钠、铜、磷、有效磷和锌元素含量的测定结果(见图 4)显示,前者的铜元素含

量显著高于后者, $P=0.0169$ ,有效磷元素含量极显著高于后者, $P=0.0053$ ;而其他已测元素含量不存在显著性差异,但除了钠元素以外,其他元素含量均是种植地苎的土壤较高于未种植地苎的土壤。



SC, SN, SFe, Sal, SK, SMn, SMg, SCa, SNa, SCu, SP, SAP, SZn 分别代表种植地苎土壤的碳、氮、铁、铝、钾、锰、镁、钙、钠、铜、磷、有效磷和锌元素; NSC, NSN, NSFe, NSAl, NSK, NSMn, NSMg, NSCa, NSNa, NSCu, NSP, NSAP, NSZn 分别代表未种植地苎土壤的碳、氮、铁、铝、钾、锰、镁、钙、钠、铜、磷、有效磷和锌元素

图 4 土壤元素含量测定

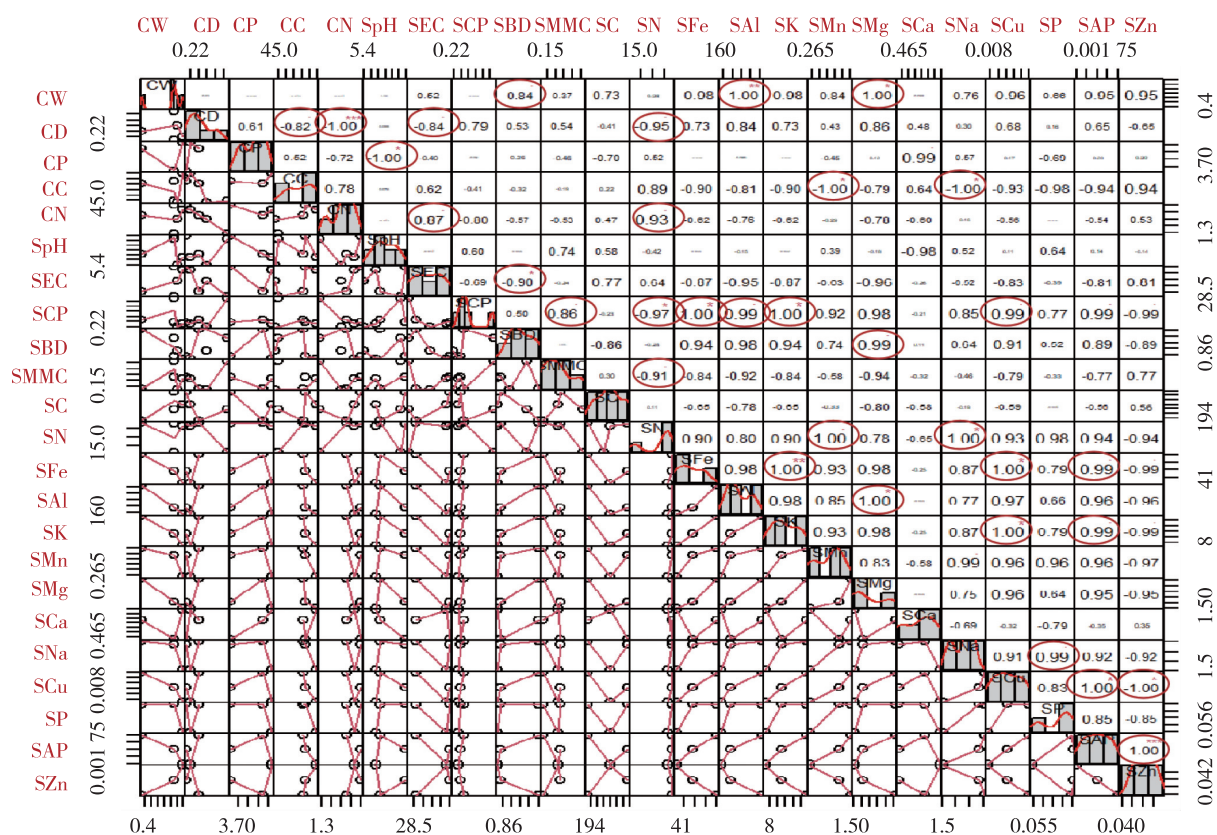
## 2.5 套种地苎油茶林各指标间相关性分析

利用 Rstudio, R4.3.1 的 Hmisc, PerformanceAnalytics 程序包进行种植地苎的油茶林中各指标间的相关性分析,结果见图 5。在对种植地苎与未种植地苎的油茶林地下部分以及对土壤理化性质的测定中,可知仅有油茶根部磷元素含量、土壤含水率、土壤铜元素和有效磷元素存在显著或极显著差异。相关性分析结果显示:套种地苎的油茶体内磷元素含量与土壤 pH 呈极显著负相关;土壤含水率与土壤毛管孔隙度呈显著正相关,与土壤氮元素含量呈显著负相关;土壤铜元素含量与土壤钾、铁、磷、有效磷元素含量和土壤毛管孔隙度呈显著正相关,与土壤锌元素含量呈显著负相关;土壤有效磷含量与土壤钾和铁元素含量呈显著正相关。

## 3 讨论

种植地苎的油茶根部磷元素含量极显著高于未种植地苎的油茶( $P=0.0012$ );前者土壤中有效磷元素含量极显著高于后者( $P=0.0053$ )。套种地苎可以极显著提高油茶根部磷元素的含量和土壤中有有效磷的含量,可能是土壤中微生物的丰度和数量发生改变,使其对土壤物质的利用能力发生改变,从而改变了土壤中的元素含量。Wee 等研究表明,地苎对铜绿假单胞菌和金黄色葡萄球菌的生长具有抑制作用<sup>[29]</sup>。苟鹏飞等也提到,外来入侵物种会通过根分泌物、土壤养分的分配和利用以及生物互作对土壤中微生物群落结构与数量产生影响,一些入侵植物能够促进溶磷菌和固氮菌等共生菌





CW,CD,CP,CC,CN 分别代表种植地苳的油茶地下部分湿质量、干质量、磷元素、碳元素、氮元素;SpH,SEC,SCP,SBD,SMMC,SC,SN,SFe,SAl,SK,SMn,SMg,SCa,SNa,SCu,SP,SAP,SZn 分别代表土壤 pH、导电率、毛管孔隙度、容重、质量含水率、碳元素、氮元素、铁元素、铝元素、钾元素、元素、镁元素、钙元素、钠元素、铜元素、磷元素、有效磷、锌元素

图5 各指标间相关性分析

的生长<sup>[30]</sup>,那么地苳是否会对其他土壤中的微生物进行抑制或吸引从而改变土壤元素含量还有待深入研究。磷元素含量的增加,可以提高植物的代谢活力和地上生物量,使其处于良好的发育状态;同时,可以提高植物的抗寒性和在干旱条件下植物的根系活性吸收面积<sup>[31-32]</sup>。土壤中有有效磷存在形式主要有土壤溶液中的磷酸根离子、包含在有机物中并较易分解的磷、磷酸盐固相矿物中能随土壤性质影响而溶解的磷酸根离子和交换吸附态磷酸根离子,能够营造出酸性环境,适宜油茶和地苳的生长。

农林套种的土壤含水量受多重因素影响,如降雨、株行距、种类和物候期吸水性,通常情况下,套种可以增加土壤含水量和水分利用率<sup>[4]</sup>。本研究中,种植地苳的土壤含水率显著高于未种植地苳的土壤含水率, $P=0.03$ ,与油茶林套种郁金的研究相一致<sup>[13]</sup>。另外,套种地苳后,叶面积指数增加,也能够减少土壤中的水分蒸发。土壤含水率的增加能够在夏秋季降水量不足时对油茶林地表层发挥明

显的保墒防旱效果,增加油茶的抗旱性。

种植地苳的土壤铜元素含量显著高于未种植地苳的土壤铜元素含量, $P=0.0169$ ,但并未达到重金属污染的阈值。相关性分析显示,土壤铜元素含量与土壤钾、铁、磷、有效磷元素含量和土壤毛管孔隙度呈显著正相关,与土壤锌元素含量呈显著负相关。这些元素的改变是否是由同一类微生物变化所引起的,值得探讨。铜元素对植物的生长和发育有着重要的作用,可以促进植物体内果糖和葡萄糖的合成,从而加速植物的果实成熟过程,提高果实的品质和产量。依艳丽等的研究表明,除残渣铜外,低质量浓度全量铜( $<80\text{ mg/kg}$ )显著增加茄子产量,高质量浓度铜( $>200\text{ mg/kg}$ )则造成减产<sup>[33]</sup>,当然,油茶和茄子不属于同一类型作物,油茶中是否会出现这样的情况还有待探究。本试验未对油茶根部中铜元素含量进行测定,也未统计种植地苳与未种植地苳的油茶果实成熟时间以及产量和品质,后续可探究土壤中铜元素含量与油茶果实成熟

的关系,从而提高油茶籽的产量和品质。

需要指出的是,本试验仅研究了套种地苳会对油茶和土壤造成什么影响,并未深入探索这些指标改变会对油茶和地苳产生什么实质性的影响,也未明确是否导致油茶和地苳的地上生物量的变化,后续将有针对性地进行深入研究。

#### 参考文献:

- [1] 王志贤,赵洲桥,孙 乐,等.不同干燥方式对油茶籽油品质的影响[J].粮食与食品工业, 2024, 31(1): 1-5.
- [2] 刘德穗,谢晴宜,张军锋,等.油茶内生真菌分离及次生代谢物生物活性分析[J/OL].分子植物育种: 1-16 [2024-02-29]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.S.20240226.1706.010.html>.
- [3] 肖 文,向 毅.油茶的栽培与管理分析研究[J].实用技术, 2024(1): 87-89.
- [4] 康红霞,潘高安,刘 银,等.油茶林套种天门冬对林地土壤的影响[J].湖北农业科学, 2023, 62(9): 93-96.
- [5] 丁天福.套种茶树对油茶林地土壤理化性质的影响[J].福建林业, 2023(6): 46-48.
- [6] 陈 伟,李春霖,李双龙,等.油茶林下种植魔芋技术及效益分析[J].中南农业科技, 2023, 44(8): 87-89.
- [7] 吴灵芝,傅志真,李大标.油茶套种水稻关键技术[J].林业科技通讯, 2022(9): 69-70.
- [8] 王晓艳.鼠茅草套种对不同林龄油茶根际土真菌群落的影响[J].福建农业科技, 2022, 53(3): 32-39.
- [9] 赖哲颖,赵希键,王 波,等.不同林下套种模式对油茶幼林根区土壤化学特性及微生物的影响[J].种子科技, 2021, 39(23): 34-35.
- [10] 谢向誉,魏本柱,康金林,等.油茶幼林套种西瓜对油茶生长·经济效益·土壤理化性质的影响[J].安徽农业科学, 2021, 49(21): 133-136, 159.
- [11] 曾淑燕,邓春亮,张冬生,等.油茶林下套种不同中药材的综合效益评价[J].福建林业科技, 2023, 50(1): 44-52.
- [12] 王小丽,宋文俊,罗勇兵,等.油茶林下套种羊肚菌生产关键环节研究与效益分析[J].绿色科技, 2023, 25(3): 73-77.
- [13] 冯唐华,贺义昌,周文才,等.套种中草药对油茶幼林生长的影响及效益分析[J].南方林业科学, 2022, 50(4): 34-38.
- [14] 康红霞,韦献习,黄建国.油茶套种土茯苓对土壤酶活性和养分含量的影响[J].广西林业科学, 2022, 51(3): 348-352.
- [15] 曾淑燕,陈新强,范剑明,等.油茶林下套种巴戟天试验[J].湖南林业科技, 2021, 48(4): 53-55, 63.
- [16] 曾淑燕,张冬生,肖腊兴,等.油茶林下套种岗梅、毛冬青及巴戟天的效果研究[J].湖南林业科技, 2020, 47(2): 72-75.
- [17] 黄日斌,陈春云,叶茂金,等.地苳栽培技术研究进展[J].大众科技, 2021, 23(261): 95-98.
- [18] 王金凤,张评洪,王雨彤,等.民族药地苳研究进展[J].中草药, 2018, 49(5): 1211-1219.
- [19] 黄序和,李立国.中华人民共和国政区大典·福建省卷[M].北京:中国出版集团, 2016: 676-678.
- [20] 吕 琪,陈昱宇,吴方圆,等.不同油茶品系叶片-土壤 C、N 和 P 含量及其化学计量特征[J].广西林业科技, 2023, 52(6): 682-686.
- [21] 高 媛,李 刚,袁 斌,等.祁连山不同地区典型灌丛土壤物理性状特征研究[J].现代园艺, 2023(16): 7-8, 14.
- [22] 黄 翔,杜 雷,洪 娟,等.重铬酸钾外加热法和 ASI 法测土壤有机质相关性研究[J].湖北农业科学, 2020, 59(15): 122-125.
- [23] 刘繁红,袁 军,吴方圆,等.不同提取方法测定的油茶林地 6 种重金属有效性的比较研究[J].江西农业大学学报, 2017, 39(3): 525-534.
- [24] 刘美芳,赖红兰,刘 祥.电感耦合等离子体质谱法测定农业土壤样品中的有效磷[J].质量技术, 2023, (12): 61-62.
- [25] 陈 波,马 玲,王金云.电感耦合等离子体原子发射光谱法同时测定复垦土壤中有效铜、锌、铁、锰、硫的含量[J].理化检验-化学分册, 2022, 58(2): 166-172.
- [26] 王明胜,沈冬君,王玺梁.火焰法测定土壤中的锌前处理方法研究[J].现代林业科技, 2023, 2019(10): 140, 142.
- [27] 李俊阳,陈泽智,黄名湖,等.不同消解方法对土壤中铜锌测定的影响[J].云南化工, 2019, 46(12): 8-9, 12.
- [28] 周建英,涂明泉,熊玉祥,等.ICP-AES 法同时测定土壤中交换性钙、镁、钾和钠[J].资源环境与工程, 2007, 21(4): 486-488.
- [29] WEE H P, NUR S R, LAY K Y, et al. Transcriptomic and metabolomic characterization of antibacterial activity of *Melastoma dodecandrum*[J]. Frontiers in Plant Science, 2023, 14: 1205725.
- [30] 苟鹏飞,王永亮,杜银龙,等.外来入侵植物影响土壤微生物作用机理研究进展[J].现代农业科技, 2024(6): 63-64, 72.
- [31] 何利元,胡中民,郭 群,等.氮磷添加对内蒙古温带草地地上生物量的影响[J].应用生态学报, 2015, 26(8): 2291-2297.
- [32] 王晨骄.氮、磷营养对植物修复土壤重金属污染的效应及经济效益分析[D].昆明:云南师范大学, 2021: 11.
- [33] 依艳丽,刘珊珊,张大庚,等.棕壤中铜对茄子产量及果实中铜积累量的影响[J].北方园艺, 2010(5): 47-49.