

中南林业科技大学学报

Journal of Central South University of Forestry & Technology

ISSN 1673-923X，CN 43-1470/S

《中南林业科技大学学报》2026年第5期

Doi:10.14067/j.cnki.1673-923X.2026.05.002

论文标题： 药用植物浸提液对油茶种子萌发及幼苗生长的影响

作　　者： 黄 勇，何苑皞，巴久阿作，等

收稿日期： 2025-05-11

引文格式： 黄勇,何苑皞,巴久阿作,等.药用植物浸提液对油茶种子萌发及幼苗生长的影响[J].中南林业科技大学学报,2026,46(5):12-21.

HUANG Y, HE Y H, BAJIUAZUO, et al. Effects of medicinal plant extract on seed germination and seedling growth of *Camellia oleifera*[J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology,2026,46(5):12-21.

相关论文推荐

Recommended articles

3种中药材植株浸提液对油茶幼苗生长和光合特征的影响

The impact of extracts from three medicinal plant species on the growth and photosynthetic characteristics of *Camellia oleifera* Abel seedlings

核桃叶浸提液对4种作物种子萌发及幼苗生长的化感效应

Allelopathic effects of *Juglans regia* leaf extract on seed germination and seedling growth of four crops

激素浸种对黄连木早期生长及幼苗抗旱性的影响

Effects of hormone seed soaking on the early growth of *Pistacia chinensis* and the drought resistance of its seedlings

激素浸种对云南松种子发芽期的胚轴和根长的影响

Effects of seeds pre-soaked in hormone solution on hypocotyl and taproot elongation of *Pinus yunnanensis* in seed germination period

不同药剂浸泡处理对山桃稠李种子发芽的影响

Effects of different agent treatments on germination of *Prunus maackii* seeds

Doi:10.14067/j.cnki.1673-923x.2026.05.002 http: //qks.csuft.edu.cn

药用植物浸提液对油茶种子萌发及幼苗生长的影响

黄 勇[1]，何苑皞[2]，巴久阿作[2]，陈晓琳[3]，萨日娜[3]，曾广宇[4]，农东红[1]

（1. 广西国有高峰林场，广西 南宁 537599；2. 中南林业科技大学 a. 南方人工林病虫害防治国家林业和草原局重点实验室；b. 森林有害生物防控湖南省重点实验室；c. 经济林培育与保护教育部重点实验室，湖南 长沙 410004；3. 鄂尔多斯市林业和草原事业发展中心，内蒙古 鄂尔多斯 017010；4. 广西壮族自治区林业科学研究院，广西 南宁 530002）

摘 要：【目的】为明确最佳间作药用植物，研究 5 种药用植物浸提液对油茶种子萌发及幼苗生长的影响，以期为发展油茶林下经济奠定理论基础。【方法】以 5 种药用植物（姜黄 *Curcuma longa*、忧遁草 *Clinacanthus nutans*、莪术 *Curcuma phaeocaulis*、红豆蔻 *Fructus alpiniae* 和五指毛桃 *Ficus simplicissima*）的水浸提液为研究对象，通过测定油茶种子萌发、种苗生长、幼苗生长、生理及防御酶活性等指标，明确药用植物对油茶生长的影响。【结果】姜黄浸提液对油茶种子发芽率具有显著促进作用，茎叶浸提液作用最为明显，忧遁草浸提液对油茶种子发芽率则存在明显抑制作用。中低质量浓度的姜黄和忧遁草浸提液可有效促进油茶种苗的生长，其中 50 g/L 姜黄浸提液和 25 g/L 忧遁草浸提液对油茶种苗的根长和鲜质量促进作用明显。采用 200 g/L 姜黄、25 g/L 忧遁草的浸提液可显著提高油茶苗的株高、新梢长度和新梢粗度。200 g/L 姜黄浸提液对油茶的丙二醛含量有明显抑制作用，其含量为 12.29 μmol/g；200 g/L 姜黄浸提液处理的油茶可溶性糖含量最高，其含量为 6.81 mg/g；100 g/L 姜黄浸提液处理的油茶叶绿素含量最高，其含量为 1.898 6 mg/g。姜黄浸提液的质量浓度越高，其 POD 活性越高，SOD 活性则降低，PPO 活性呈低促高抑现象，在姜黄和忧遁草 2 种药用植物浸提液处理下，CAT 活性整体有所降低。【结论】姜黄浸提液对油茶生长具有促进作用，结合前期药用植物间作对土壤的影响，建议推广姜黄 - 油茶间作模式。

关键词：药用植物；化感作用；油茶；种子；幼苗

中图分类号：S723.1+31.1；S794.4 **文献标志码：**A **文章编号：**1673-923X(2026)05-0012-10

Effects of medicinal plant extract on seed germination and seedling growth of *Camellia oleifera*

HUANG Yong[1], HE Yuanhao[2], Bajiuazuo[2], CHEN Xiaolin[3], Sarina[3], ZENG Guangyu[4], NONG Donghong[1]

(1. Guangxi Gaofeng State-owned Forest Farm, Nanning 537599, Guangxi, China; 2.a. Key Laboratory of National Forestry and Grassland Administration for Control of Diseases and Pests of South Plantation; b. Hunan Provincial Key Laboratory for Control of Forest Diseases and Pests; c.Key Laboratory for Non-Wood Forest Cultination and Conseration of Ministry of Education, Central South University of Forestry & Technology, Changsha 410004, Hunan, China; 3. Ordos Forestry and Grassland Business Development Center, Ordos 017010, Inner Mongolia, China; 4.Guangxi Forestry Research Institute, Nanning 530002, Guangxi, China)

Abstract:【Objective】In order to clarify the best intercropping medicinal plants, this paper studied the allelopathy of medicinal plants on seed germination and seedling growth of *C.oleifera*, and studied the effects of different extracts of five medicinal plants on the growth of *C.oleifera*, in order to lay a theoretical foundation for the development of *C.oleifera* forest economy.【Method】Taking the water extract of five medicinal plants as the research objects, the effects of medicinal plants on *C.oleifera* were determined by measuring the indexes of seed germination, seedling growth, seedling growth, physiology and defense enzyme activity.【Result】*Curcuma longa* (*C. longa*) extract has a significant promoting effect on the germination rate of *C.oleifera* seeds, and the effect of stem and leaf extract is the most obvious. The extract of *Clinacanthus nutans* inhibits the germination rate of *C.oleifera* seeds. The medium and low

收稿日期（Received）：2025-05-11 **修订日期**（Revised）：2025-07-10

基金项目：广西林业科技推广示范项目（2023GXLK10）；广西特种非木材林培育与利用重点实验室项目（JB-22-03-01）。

第一作者：黄勇（876551883@qq.com），高级工程师，硕士。**通信作者：**农东红（nongdonghong@163.com），高级工程师，硕士。

引文格式：黄勇 , 何苑皞 , 巴久阿作 , 等 . 药用植物浸提液对油茶种子萌发及幼苗生长的影响 [J]. 中南林业科技大学学报 ,2026,46(5):12-21.

HUANG Y, HE Y H, BAJIUAZUO, et al. Effects of medicinal plant extract on seed germination and seedling growth of *Camellia oleifera*[J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology,2026,46(5):12-21.

concentrations of *C. longa* and recluse extract promote the growth of *C. oleifera* seedlings. Among them, 50 g/L extract and 25 g/L recluse extract significantly promote the root length and fresh weight of seedlings. The extract of 200 g/L *C. longa* and 25g/L *C.nutans* significantly increased the plant height, shoot length and shoot diameter of *C. oleifera* seedlings. The 200 g/L *C. longa* extract has a significant inhibitory effect on the malondialdehyde content of *C. oleifera*, which is 12.29 μmol/g. The soluble sugar content of *C. oleifera* is the highest when the concentration of *C. longa* extract is 200 g/L, which is 6.81 mg/g. The chlorophyll content of *C.oleifera* treated with 100 g/L *C. longa* extract is the highest, which is 1.898 6 mg/g. The higher the concentration of *C. longa* extract, the higher the POD activity and the lower the SOD activity, and the PPO activity shows a phenomenon of low promotion and high inhibition. Under the treatment of two medicinal plant extracts, the CAT activity decreased as a whole.【Conclusion】The extract of *C. longa*has a promoting effect on the growth of *C. oleifera*. Combined with the influence of the intercropping of medicinal plants on the soil in the early stage, it is suggested to promote the intercropping mode of *C. longa* -*C.oleifera.*

Keywords: medicinal plants; allelopathic effect; *C. oleifera*; seeds; seedlings

油茶 *Camellia oleifera* 是山茶科常绿灌木，广泛分布于我国中南地区，是一种具有高营养价值的重要油料物种，在保障国家粮油安全、经济建设和生态文明建设中发挥着重要作用[1]。近年来，随着市场对油茶产品需求持续攀升，各地油茶种植规模不断扩大[2]，但在油茶生产管理过程中存在诸多问题，如油茶种植周期过长、前期经济效益低等，极大地降低了农户种植的积极性。同时，还存在油茶林土壤易板结、硬化，水土流失以及林地资源浪费等问题，制约油茶产业可持续发展[3]。为了缓解经济收益的滞后性、提高油茶林的经济价值和改善油茶林立地条件，亟待研究合理的油茶林下复合经营模式。

油茶复合经营在我国历史悠久，利用林地间隙种植绿肥、药材、油料等，以中耕施肥代替抚育，抑制杂草生长，改善林间小气候，从而促进油茶幼林根系生长和树体的生长发育，达到速生、早实的目的[4]。油茶林中套种或间种最为普遍，其中间作物如花生 *Arachis hypogaea*、红薯 *Ipomoea batatas*、大豆 *Glycine max* 等1年生经济作物，羽叶决明 *Chamaecrista nictitans*、圆叶决明 *Chamaecrista rotundifolia* 、紫花苜蓿 *Medicago sativa*、黑麦草 *Lolium perenne* 等绿肥作物以及鱼腥草 *Houttuynia cordata*、金银花 *Lonicera japonica*、迷迭香 *Rosmarinus officinalis* 等林下中药材，间作后各有不同的经济效益[5]。但这些复合经营模式通常缺少相关的理论指导，而油茶与药用植物间作的相关报道更加缺乏。

近年来，随着人们对中药材的需求不断增加，野生资源日益减少，人工栽培药材的种类和面积逐年增加，但受耕地资源有限、种植条件约束等因素影响，实行连作或者复种连作的面积越来越大，药用植物连作障碍所导致的土壤结构被破坏、土壤板结、透气性差等已成为制约我国中药生产发展的重大问题[6]。合理的轮作、间作、套作能有效改善药用植物根际土壤微生态环境，降低病原微生物数量，有效解决药用植物的连作障碍问题，同时，还可对间作的林木或农作物产生化感作用，促进林木和农作物品质和数量的提升，实现双赢。间作穿心莲提高了何首乌的根际土壤脲酶和蔗糖酶活性、细菌和放线菌数量、根际细菌的多样性和潜在有益微生物的相对丰度[7]。花生与苍术间作能够有效降低酚类化感物质的积累，提高微生物数量，促进土壤的脲酶和蔗糖酶活性[8]。

因此，本研究选取5种药用植物（姜黄 *Curcuma longa*、忧遁草 *Clinacanthus nutans*、莪术 *Curcuma phaeocaulis*、红豆蔻 *Fructus alpiniae* 和五指毛桃 *Ficus simplicissima*），研究其浸提液对油茶种子萌发、种苗生长以及幼苗生长的影响，结合前期5种药用植物与油茶间作对土壤影响的研究结果，获得与油茶间作的最佳药用植物，为油茶林下合理间作药用植物提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试药用植物：姜黄、忧遁草、莪术、红豆蔻和五指毛桃，由广西林业科学研究院提供。

供试油茶：3年生湘林210油茶。

1.2 5种药用植物不同部位浸提液的制备

5种药用植物不同部位浸提液的制备方法相似，将洗净的新鲜姜黄、忧遁草、莪术、红豆蔻和五指毛桃茎叶、根系分开切段，根际土壤过1 mm筛后，分别称取40 g的药用植物茎叶碎段、根系碎段和过筛后的根际土壤置于300 mL锥形瓶中，加入200 mL纯水，在25 ℃、100 r/min条件下充分摇匀48 h。用纱布过滤残渣，然后用真空抽水泵抽滤，再用0.45 μm的滤膜过滤，得到200 g/L的浸提液母液，置于4 ℃冰箱保存。将母液用纯水稀释，以200、100、50、25 g/L这4种质量浓

度为供试液，同时以蒸馏水为对照（0 g/L），其中 200 g/L 和 100 g/L 为高质量浓度，50 g/L 为中质量浓度，25 g/L 为低质量浓度。

1.3 油茶种子处理及发芽率的测定

油茶种子浸泡 48 h 后，用 50% 的多菌灵 700 倍液浸泡 12 h，沥干水分备用。在每个培养瓶中添加 20 mL 浸提液，选择饱满、大小一致的油茶种子于一个培养瓶中，每个处理 9 个重复，以纯水（0 g/L）为对照。将各处理置于人工气候箱中培养，条件为 25 ℃、16 h/8 h（光 / 暗）。每隔 7 d 记录各处理的发芽数，以胚芽突破种皮 1 mm 为发芽标准，连续记录 60 d，计算发芽率。其计算公式为：发芽率 =(第 60 天发芽的种子数 / 每处理总种子数)×100%。

1.4 油茶种苗根长、苗高及生物量的测定

从油茶种子培养之日起第 60 天，对发芽的油茶种苗取样并进行生长指标测定。每个处理选取 4 株种苗，用游标卡尺测量苗高及根长；用万分之一天平称种苗鲜质量；将测量鲜质量后的 4 株种苗在 105 ℃下杀青 30 min，于 65 ℃下烘干至恒质量，用万分之一天平称干质量。

1.5 油茶盆栽种植及处理

选择长势一致的 3 年生油茶幼苗 36 株，移栽于塑料花盆中，栽培基质选择泥炭土、珍珠岩和蛭石（质量比为 4∶1∶1），充分混匀。缓苗 1 个月后，分别用姜黄、忧遁草 2 种植物的全株浸提液浇灌油茶幼苗，每种植物浸提液质量浓度分别为 25、50、100 和 200 g/L，以蒸馏水处理（0 g/L）作为对照，每个处理 4 个重复。每隔 5 d 浇灌浸提液 200 mL，共处理 90 d，分别于处理前和处理 90 d 测定油茶幼苗的相关指标。

1.6 油茶幼苗生长、生理及防御酶活性的测定

幼苗生长情况的测定：用直尺测量油茶株高、新梢长度，用游标卡尺测量地径、新梢粗度。增量为浸提液处理 90 d 的测定值减去处理前的测定值。

幼苗生理指标的测定：采集新鲜无病害、大小一致的油茶叶片，用锡箔纸包好后置于液氮中速冻，随后放于 −80 ℃冰箱中保存，采用丙酮乙醇浸提法测定油茶叶片叶绿素含量，采用蒽酮比色法测定可溶性总糖含量，采用硫代巴比妥酸（TBA）比色法测定丙二醛（MDA）含量。

幼苗防御酶活性的测定：采集油茶叶片，用锡箔纸包好后置于液氮中冷冻，随后放于 −80 ℃冰箱中保存，用于测定油茶叶片防御酶活性。采用氮蓝四唑（NBT）光还原法测定超氧化物歧化酶（SOD）活性，采用愈创木酚法测定过氧化物酶（POD）活性，采用高锰酸钾滴定法测定过氧化氢酶（CAT）活性，采用分光光度法测定多酚氧化酶（PPO）活性。

1.7 统计与分析

用 Excel 2010 软件处理数据，用 SPSS 20.0 软件对数据进行单因素方差分析（ANOVA）和多重比较分析，检验方法采用邓肯检验法（Duncan），用 Origin 2021 软件绘图。

2 结果与分析

2.1 药用植物浸提液对油茶种子发芽率的影响

由表 1 可知，在不同药用植物浸提液处理下，姜黄浸提液明显促进了油茶种子发芽，其中，以药用植物茎叶的浸提液对油茶种子的促进作用最为明显，药用植物浸提液质量浓度为 50、100、200 g/L 时油茶种子发芽率均达到 100%，与对照相比提升了 22%。忧遁草的浸提液对油茶种子发芽率存在较强的抑制作用，浸提液为 200 g/L 时的发芽率均为 0。一定质量浓度的红豆蔻浸提液也明显提高了油茶种子发芽率，其根际土壤、根系浸提液均在质量浓度为 50 g/L、100 g/L 时达到 100%。姜黄和红豆蔻浸提液对油茶种子萌发具有一定的促进作用，而忧遁草的浸提液则具有抑制作用。课题组前期研究了 5 种药用植物与油茶间作对土壤的影响，结果表明，姜黄和忧遁草间作提高了优势菌群的相对丰度，改善了微生物群落结构，增加了土壤养分含量，提升了土壤酶活性，对土壤具有明显的改良作用，因此，结合前期的研究结果，本研究选择姜黄和忧遁草开展后续研究 [9]。

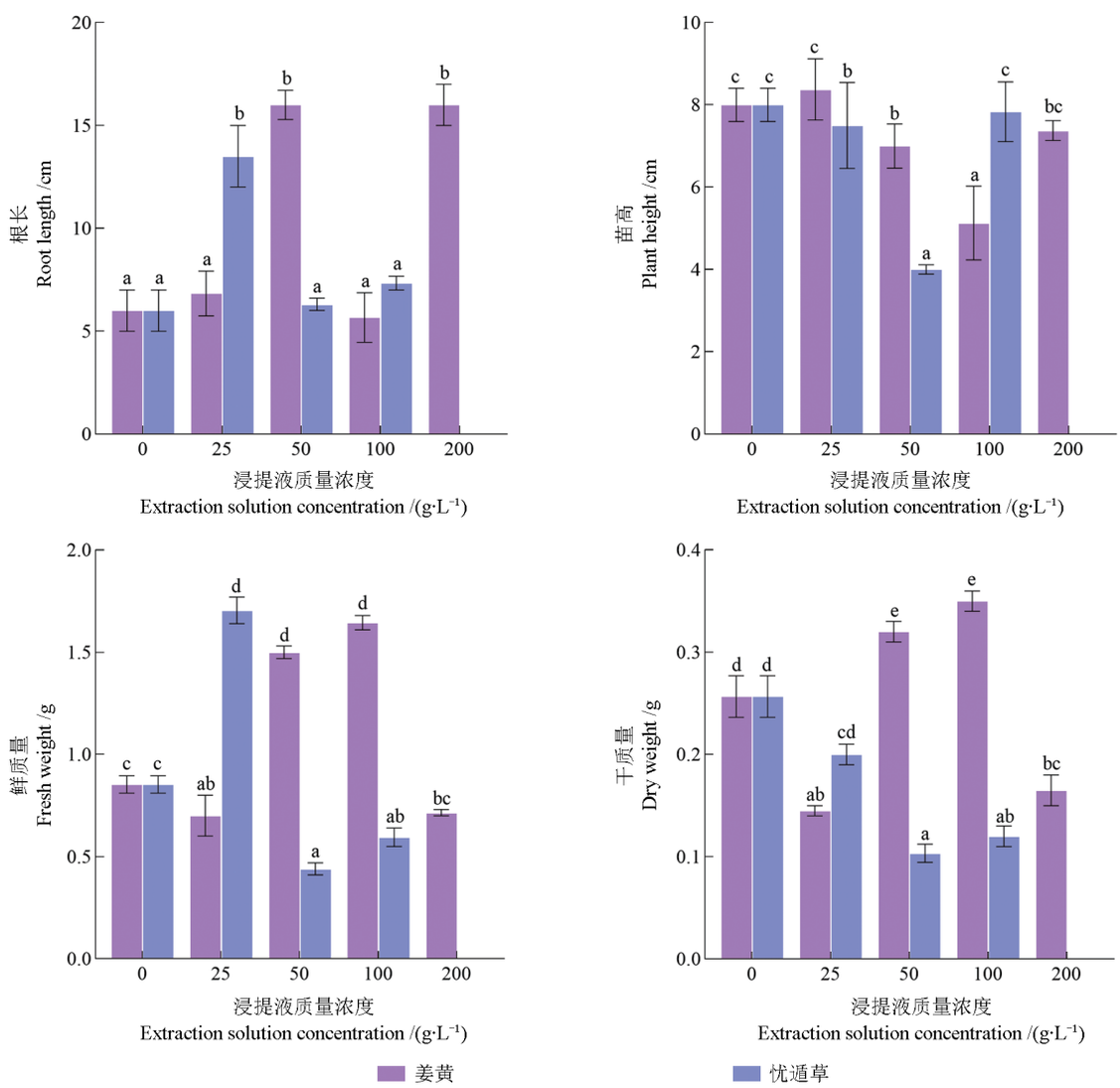
2.2 药用植物浸提液对油茶种苗生长的影响

姜黄和忧遁草浸提液对油茶种苗根长的影响明显（图 1）。姜黄浸提液质量浓度为 50 g/L 和 200 g/L 时对油茶种苗根长存在显著促进作用，分别比对照组增加了 9.33 cm 和 9.50 cm。在忧遁草浸提液作用下，浸提液质量浓度为 25 g/L 时与对照存在显著差异，比对照长 8.50 cm，其他处理组与对照无显著差异。说明低质量浓度的忧遁草浸提液可有效促进油茶种苗根长的生长。

表 1　药用植物对油茶种子发芽率的影响

Table 1　The effects of medicinal plants on the germination rate of *C. oleifera* seeds

浸提液种类 Types of extract	浸提液质量浓度 Concentration of the extract /(g·L^{-1})	油茶种子发芽率 Germination rate of *C. oleifera* seeds /%				
		莪术 *Curcuma zedoaria*	姜黄 *Curcuma longa*	红豆蔻 *Fructus galangae*	忧遁草 *Clinacanthus nutans*	五指毛桃 *Ficus simplicissima*
根际土壤 Rhizosphere soil	200	89	100	67	0	67
	100	67	78	100	33	89
	50	56	89	100	33	78
	25	56	89	67	22	89
根系 Root	200	33	67	89	0	22
	100	33	56	100	33	22
	50	56	100	100	67	33
	25	67	78	67	67	67
茎叶 Stem and leaf	200	67	100	100	0	67
	100	56	100	89	33	100
	50	56	100	67	89	89
	25	67	56	89	33	56
对照 CK	0	78	78	78	78	78



不同小写字母表示不同处理间差异显著（$P < 0.05$）。下同。

Different lowercase letters indicate significant differences among different treatments ($P < 0.05$). The same below.

图 1　姜黄和忧遁草浸提液对油茶种苗生长的影响

Fig. 1　Effects of *C. longa* and *C. nutans* extract on the growth of *C. oleifera* seedlings

姜黄和忧遁草浸提液对油茶种苗苗高有一定的抑制作用。在姜黄浸提液处理下，除质量浓度 25 g/L 促进了油茶种苗苗高外，其余质量浓度对油茶苗高均起明显抑制作用，且存在质量浓度越高其抑制作用越明显的现象。在忧遁草浸提液处理下，质量浓度为25、50 g/L时油茶苗高明显低于对照组，质量浓度为100 g/L时苗高与对照无显著差异（图1）。

在姜黄浸提液作用下，质量浓度为 50 g/L 和 100 g/L 时油茶种苗的鲜质量和干质量均显著高于对照组，而其他质量浓度的姜黄和忧遁草浸提液处理下的种子质量低于对照（图 1）。

2.3　药用植物浸提液对油茶幼苗生长、生理指标及防御酶活性的影响

2.3.1　油茶幼苗的生长指标

由图 2 可知，在姜黄浸提液作用下，油茶幼苗株高受到明显影响，在质量浓度为 50 g/L 和 200 g/L 时对油茶株高存在显著促进作用，株高增量比对照分别高了 5.5 cm 和 6.0 cm；在忧遁草浸提液处理下，低质量浓度浸提液对株高具有促进作用，质量浓度为 25 g/L 和 50 g/L 时株高比对照高了 11.5 cm 和 8.0 cm。

在姜黄浸提液处理下，质量浓度为 25 g/L 时地径增量明显高于对照组，地径增量比对照组增加了 0.71 mm，其余 3 个质量浓度的地径增量显著低于对照组。在忧遁草浸提液作用下，所有质量浓度处理的油茶地径增量显著低于对照，差距较大，其中质量浓度为 25 g/L 时的地径增量最小，仅为 0.7 mm，可见忧遁草浸提液对地径的增长具有抑制作用（图 2）。

在姜黄浸提液作用下，各质量浓度的药用植物浸提液处理下油茶幼苗新梢长度增量均显著高于

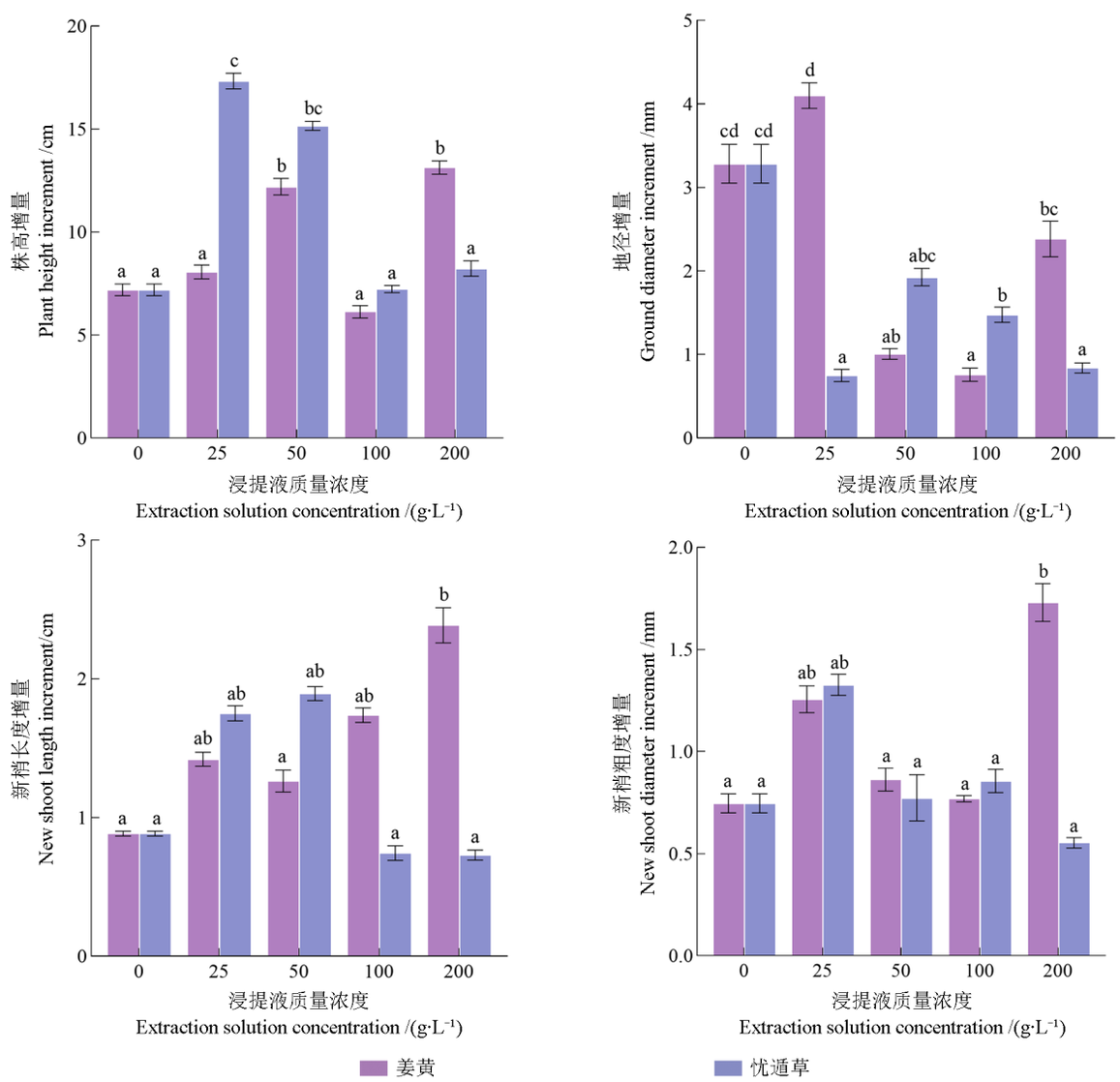


图 2　姜黄和忧遁草浸提液对油茶幼苗生长指标的影响

Fig. 2　Effect of *C. longa* and *C. nutans* extract on growth index of *C. oleifera* seedlings

对照，质量浓度为 200 g/L 时新梢长度增量最大，其新梢长度增量是对照的两倍多。在忧遁草浸提液处理下，质量浓度为 25 g/L 和 50 g/L 时新梢长度增量显著高于对照，新梢长度增量比对照分别长 0.71 cm 和 1.00 cm，质量浓度为 100 g/L 及 200 g/L 时，新梢长度增量减小，略低于对照（图 2）。

在姜黄浸提液处理下，质量浓度为 25 g/L 和 200 g/L 时，油茶幼苗新梢粗度增量高于对照，其新梢粗度分别为 1.22 mm 和 1.85 mm，比对照高了 0.42 mm 和 1.05 mm。在忧遁草浸提液作用下，油茶幼苗新梢粗度增量整体与对照相差不大，其中在质量浓度为 25 g/L 时浸提液处理下新梢粗度与对照相差 0.4 mm（图 2）。

2.3.2　油茶幼苗的生理指标

在姜黄浸提液处理中，随着浸提液质量浓度的增加，丙二醛含量逐渐降低，浸提液质量浓度为 200 g/L 时丙二醛含量最少，为 12.29 μmol/g，比对照低 15.64 μmol/g，差异显著（图 3）。在忧遁草浸提液处理下，除质量浓度 100 g/L 外，其余质量浓度的油茶幼苗丙二醛含量均低于对照，以 25 g/L 最低，为 16.82 μmol/g，与对照相差 11.11 μmol/g。可见在 2 种浸提液处理下，油茶幼苗丙二醛含量受到一定程度的抑制。

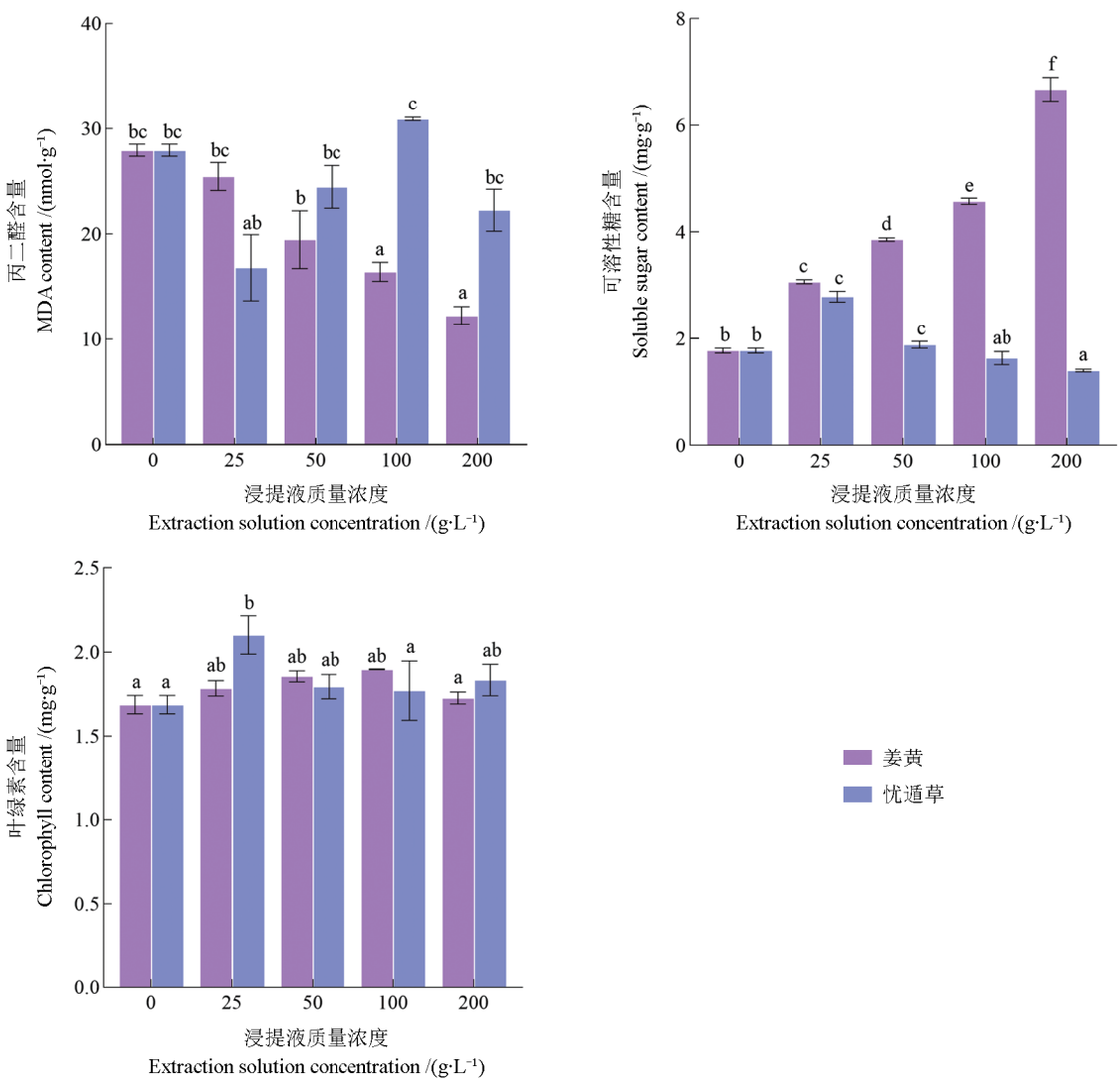


图 3　姜黄和忧遁草浸提液对油茶幼苗生理指标的影响

Fig. 3　Effect of *C. longa* and *C. nutans* extract onphysiologic index of *C. oleifera* seedlings

姜黄浸提液处理对油茶幼苗可溶性糖含量作用明显，随着浸提液质量浓度的升高，可溶性糖含量逐步升高，质量浓度为 200 g/L 时可溶性糖含量为 6.81 mg/g，对照为 1.77 mg/g，相差 5.04 mg/g，差异显著（图 3）。在忧遁草浸提液处理下，随着浸提液质量浓度的升高，可溶性糖含量降低，质量浓度为 25 g/L 时的可溶性糖含量高于对照，比对照高了 1.02 mg/g，其余 3 个质量浓度的含量均低于对照。

在姜黄浸提液处理下，油茶幼苗叶片叶绿素含量均高于对照，最高的为质量浓度 100 g/L 处理，

含量为 1.898 6 mg/g（图 3）。质量浓度 25 g/L 的忧遁草浸提液对叶绿素含量具有促进作用，含量为 2.207 4 mg/g，比对照高了 0.611 9 mg/g，其余 3 个质量浓度处理的油茶叶片叶绿素含量略高于对照。可知，2 种浸提液均对叶绿素含量有一定的促进作用。

2.3.3　油茶幼苗的防御酶活性

姜黄浸提液的质量浓度越高，其 POD 活性越高，其中质量浓度为 200 g/L 时 POD 活性为 419.05 min/g，比对照酶活高了 261.40 min/g，差异显著。在各质量浓度忧遁草浸提液作用下 POD 活性均比对照高，与对照差距最大的为质量浓度 200 g/L 处理，酶活性为 272.75 min/g（图 4）。可知，2 种药用植物浸提液都一定程度上提高了油茶过氧化物酶活性，姜黄浸提液对油茶过氧化物酶活性作用更强。

在姜黄浸提液作用下，超氧化物歧化酶（SOD）活性降低，在质量浓度为 50 g/L 时，酶活性降到最低，为 27.08 U/g，比对照低了 124.6 U/g，差异显著。在忧遁草浸提液处理下，超氧化物歧化酶活性增强，各质量浓度处理下酶活性均为对照的 2 倍以上（图 4）。可知，姜黄浸提液对超氧化物歧化酶活性具有一定的抑制作用，而忧遁草浸提液则具有明显的促进作用。

在 2 种药用植物浸提液处理下，CAT 活性整体有所降低，姜黄浸提液质量浓度为 25 g/L 时酶活性高于对照（80.23 μmol/min/g），其余质量浓度的酶活性均低于对照，质量浓度为 100 g/L 时酶活性最低，为 472.42 μmol/min/g。在忧遁草浸提液作用下，CAT 活性显著降低，在质量浓度为 200 g/L 时最低，与对照相差 719.23 μmol/min/g，忧遁草浸提液对过氧化氢酶活性产生了抑制作用（图 4）。

在姜黄浸提液作用下，多酚氧化酶（PPO）活性呈现低质量浓度促进、高质量浓度抑制的现象。质量浓度为 25 g/L 和 50 g/L 时 PPO 活性显著高于

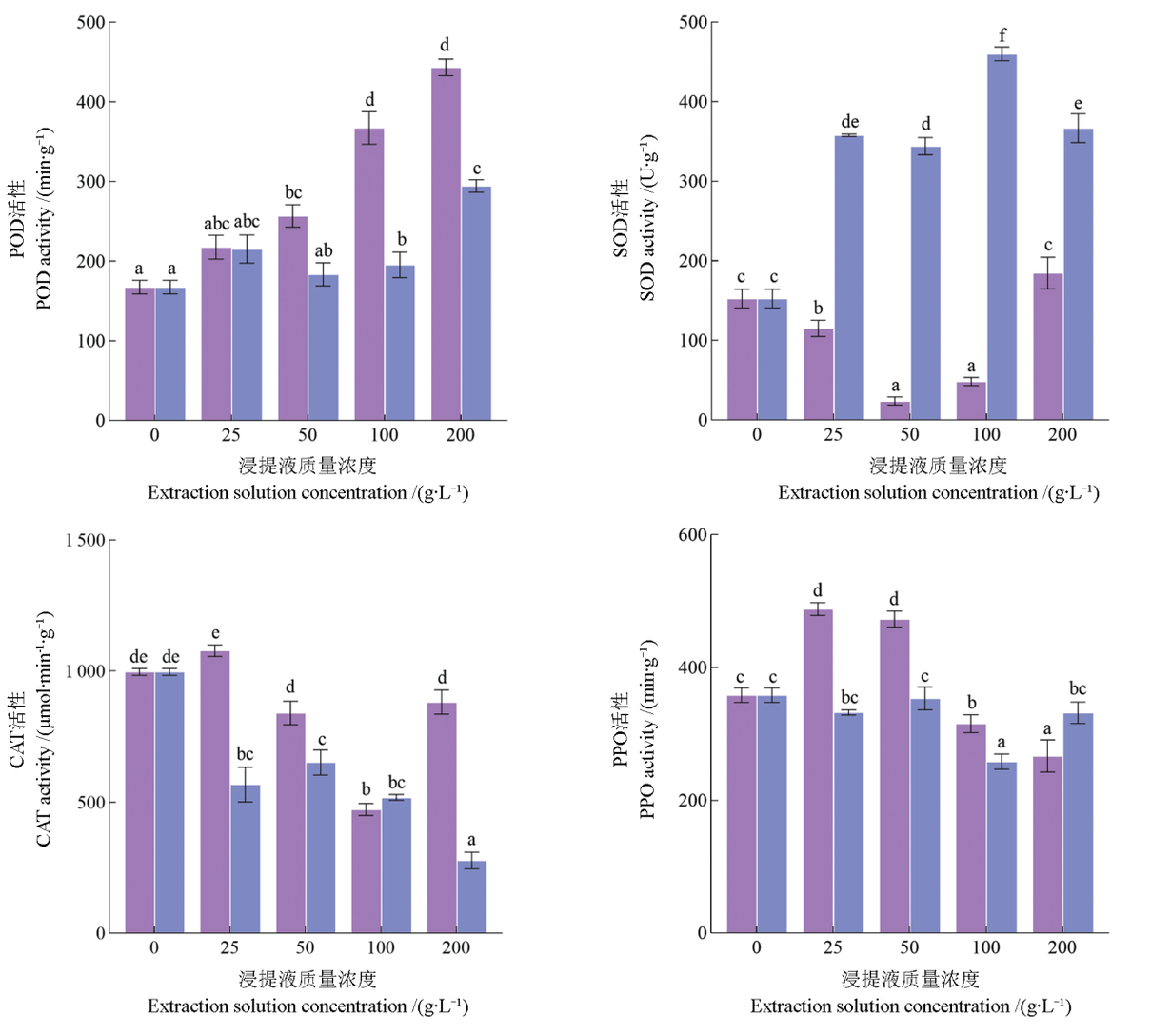


图 4　姜黄和忧遁草浸提液对油茶幼苗防御酶活性的影响

Fig. 4　Effect of *C. longa* and *C. nutans* extract on defensive enzyme activityof *C. oleifera* seedlings

对照，分别增加了 146.322 min/g 和 130.322 min/g；质量浓度为 200 g/L 时酶活性最低，为 242.697 min/g。在忧遁草浸提液作用下对油茶苗 PPO 活性的影响整体不明显，质量浓度为 100 g/L 时与对照有一定差距，比对照低了 89.14 min/g（图 4）。

3　讨　论

3.1　药用植物浸提液对油茶种子萌发及种苗生长的影响

种子萌发和种苗生长是植物生长过程中的重要阶段，可以反映化感作用强弱的重要指标，供体种的品种差异、生存环境以及化感物质的质量浓度都是影响植物化感效应的主要因素。本文中研究了 5 种药用植物不同质量浓度浸提液对油茶种子发芽率的影响，其中姜黄浸提液对油茶种子萌发有明显的促进作用，忧遁草浸提液则对油茶种子发芽率有较强抑制作用。这与刘鹏飞等 [10] 研究 3 种作物低质量浓度水浸提处理对桔梗种子的发芽率均有一定促进作用的结果保持一致，可能是姜黄浸提液所含的化感物质种类更多。本论文前期研究了 5 种药用植物与油茶间作对土壤的影响，结果表明，姜黄和忧遁草间作提高了优势菌群的相对丰度，改善了微生物群落结构，增加了土壤养分含量，提升了土壤酶活性，对土壤具有明显的改良作用。因此，结合前期的研究结果，本论文选择姜黄和忧遁草开展后续研究。同种受体植物种子对不同部位的供体植物浸提液化感作用敏感程度往往不同，本文研究结果中，姜黄茎叶的浸提液促进作用最为明显，可能因为姜黄茎叶是合成和积累生长素、赤霉素、细胞分裂素等促进生长激素的重要部位，同时也是光合作用的重要场所，在种子萌发中起着重要作用。杨振亚等 [11]、Shen 等 [12] 的研究表明，芝麻、白花金纽扣浸提液的化感作用强于其他部位浸提液。质量浓度 25 g/L 的姜黄浸提液促进了油茶种苗苗高的生长，其他质量浓度均抑制，可能是因为低质量浓度水浸提液能够为种子萌发提供一定的营养，而随着质量浓度的升高，化感作用逐渐增强并发挥作用。忧遁草浸提液对油茶种子发芽率具有化感抑制作用，这与许可成等 [13] 的研究结果一致，且随着质量浓度的升高，抑制作用加强，在质量浓度为 200 g/L 时种子萌发被完全抑制。忧遁草根际土壤浸提液种子萌发率最低，老油茶林土壤浸提液也抑制了种子萌发，研究结果一致，可能是由于土壤中化感物质成分较少。忧遁草浸提液质量浓度为 25 g/L 时对种苗根长、苗高和鲜质量均存在促进作用，高质量浓度对油茶具有抑制作用或无影响，这与加拿大一枝黄花等的研究结果一致 [14]。

3.2　药用植物浸提液对油茶生理指标的影响

株高、地径、新梢长度增量和新梢粗度增量是评价植株生长状况最直接的指标。本研究模拟化感物质最常见的淋溶作用方式，运用 2 种药用植物水浸提液浇灌 3 年生油茶幼苗后，株高、新梢长度增量和新梢粗度均有所增加，可能是因为药用植物浸提液中的植物生长激素促进了细胞的分裂与伸长，与孙颖等 [15] 的研究结果一致。其中，质量浓度为 25、50 g/L 的忧遁草浸提液对株高的促进作用最显著，随着质量浓度的进一步升高，其促进作用不明显，可能是质量浓度为 50 g/L 时达到了油茶生长的阈值。地径在 2 种浸提液作用下减小，可能是药用植物的酚类、萜类等化感物质干扰了油茶的代谢生理过程，与隗兆佳 [16] 的研究结果一致。叶绿素是植物光合作用过程中重要的参与物质，同时也参与生物合成代谢，其含量直接影响植物对光能的利用。本研究中，姜黄浸提液与忧遁草浸提液均促进了油茶苗叶片中的叶绿素合成，质量浓度 25 g/L 的忧遁草浸提液对油茶苗的促进作用更明显，可能是因为浸提液中的酚类化感物质促进了氨基乙酰丙酸（ALA）的合成，提供了叶绿素合成的前体物质。这与刺槐枯落物浸提液对其幼苗叶绿素含量具有促进作用的研究结果一致 [17]。通过测定丙二醛（MDA）含量可了解膜脂过氧化的程度，间接反映膜系统受损程度以及植物的抗逆性。在 2 种药用植物浸提液的作用下，丙二醛含量均受到了一定的抑制，与柠条枯枝、青杨枯枝浸提液对 2 年生樟子松幼苗丙二醛含量的影响一致 [18]。可溶性糖作为植物呼吸作用的主要底物，可为植物提供能量，参与渗透调节，从而维持植物的正常生理功能。姜黄浸提液作用后油茶叶片可溶性糖含量升高，与曾红等 [19] 的研究结果一致，可溶性糖含量均随浸提液质量浓度的增加而升高。忧遁草浸提液作用下可溶性糖含量呈现低促高抑现象，与杉木林土壤浸提液对水稻的影响结果一致 [20]。

3.3　药用植物浸提液对油茶防御酶活性的影响

POD、SOD、CAT 和 PPO 普遍存在于植物组织中，是植物抗氧化系统中的主要酶，通过防止膜脂过氧化来抑制高浓度氧的积累，维持植物的正常生长发育，有效延缓植物衰老。过氧化物酶是植物在逆境条件下酶促防御系统的关键酶之一，

能够清除过剩的自由基，提高植物的抗逆性 [21]。其中 SOD 作为抗氧化系统的第一道防线，催化超氧自由基歧化为 H_2O_2 和 O_2，是清除活性氧的关键酶；POD 主要催化 H_2O_2 分解为 H_2O，并参与木质素合成等生理过程。本研究中浸提液对过氧化物酶活性存在促进作用，2 种浸提液均在质量浓度为 200 g/L 时过氧化物酶活性最强，与郑曦等 [22] 所研究的无瓣海桑对乡土红树植物的化感作用表现为低促高抑现象不同，可能是 2 种药用植物中的酚类、黄酮类物质含量足够多，诱导了过氧化物酶基因的表达和酶蛋白的合成。姜黄浸提液质量浓度越高，POD 活性越高，SOD 活性降低，两者通过级联反应协同维持氧化稳态，SOD 的产物是 POD 的底物，形成“清除—转化—再清除”的代谢链，可能由于高质量浓度浸提液下植物抑制 SOD 活性并提升 POD 活性会导致拮抗，因二者功能呈上下游依赖关系，可能随着化感物质质量浓度的上升，植物体内的氧化产物过量积累，从而抑制抗氧化物酶活性 [23]。与姜黄浸提液不同，忧遁草浸提液对超氧化物歧化酶存在促进作用，2 种浸提液处理后，酚类含量升高，多酚氧化酶活性增强，与 Liu 等 [24] 的研究结果一致。

4 结 论

1）5 种药用植物浸提液中，姜黄浸提液对油茶种子发芽率具有显著促进作用，茎叶浸提液作用最为明显，忧遁草浸提液对油茶种子发芽率则存在抑制作用。

2）中低质量浓度的姜黄和忧遁草浸提液促进油茶种苗生长，其中 50 g/L 的姜黄浸提液和 25 g/L 的忧遁草浸提液对种苗的根长和鲜质量促进作用明显。质量浓度 200 g/L 姜黄、25 g/L 忧遁草浸提液显著提高了油茶苗的株高、新梢长度和新梢粗度。

3）质量浓度 200 g/L 姜黄浸提液对油茶的丙二醛含量有明显抑制作用，为 12.29 μmol/g；在质量浓度 200 g/L 姜黄浸提液处理下油茶的可溶性糖含量最高，为 6.81 mg/g；在质量浓度 100 g/L 姜黄浸提液处理下油茶叶绿素含量最高，为 1.898 6 mg/g。姜黄浸提液质量浓度越高，POD 活性越高，SOD 活性则降低，PPO 活性则呈低促高抑现象，在药用植物姜黄和忧遁草浸提液处理下，CAT 活性整体呈下降趋势。

4）结合前期药用植物间作对土壤的影响，建议推广姜黄 - 油茶间作模式。试验中所用姜黄浸提液的成分，近似于自然条件下姜黄经雨水淋溶后释放到环境中的养分或次生代谢产物。本研究仅为室内研究，在实际田间生产中，土壤微生物、温湿度等多种因素均会对姜黄释放的化感物质产生影响，这可能致使田间环境中姜黄释放的化学物质在成分和质量浓度上与试验用水浸提液存在差异。因此，在后续的研究中应进一步探讨姜黄在田间环境下对油茶种子萌发和幼苗生长的影响。

参考文献：

[1] LIU J, WU L C, CHEN D, et al. Development of a soil quality index for *Camellia oleifera* forestland yield under three different parent materials in southern China[J]. Soil and Tillage Research, 2018,176:45-50.

[2] 张平安 , 孙凡 , 姚小华 , 等 . 油茶高产无性系生长特性及稳定性分析 [J]. 西南大学学报 (自然科学版),2011,33(4):12-17.
ZHANG P A, SUN F, YAO X H, et al. Growth characteristics and stability analysis of high-yielding *Camellia oleifera* Abel. clones[J]. Journal of Southwest University (Natural Science Edition), 2011,33(4):12-17.

[3] 厉波 , 廖凤林 , 吴光荣 . 老油茶林土壤浸提液对其种子萌发及幼苗生长的化感作用 [J]. 种子 ,2020,39(11):93-95,102.
LI B, LIAO F L, WU G R. Allelopathic effects of soil extracts in old tea-oil tree forest on seed germination and seedling growth of *Camellia oleifera*[J]. Seed,2020,39(11):93-95,102.

[4] 赖青霞 , 覃亮燎 . 间作模式对油茶生长和土壤养分的影响 [J]. 现代园艺 ,2023(6):15-16,22.
LAI Q X, QIN L L. The effects of intercropping patterns on the growth and soil nutrients of *Camellia oleifera*[J]. Contemporary Horticulture,2023(6):15-16,22.

[5] 黄天忠 . 不同油茶间作模式的土壤特性和光合生理及效益比较研究 [D]. 贵阳 : 贵州大学 ,2020.
HUANG T Z. Comparative study on soil characteristics, photosynthetic physiology and benefits of different intercropping patterns *Camellia oleifera* land[D]. Guiyang: Guizhou University, 2020.

[6] MOTMAINNA M, JURAIMI A S, AHMAD-HAMDANI M S, et al. Allelopathic potential of tropical plants: a review[J]. Agronomy,2023,13(8):2063.

[7] 唐梦云 , 杨开太 , 黄春晖 , 等 . 低丘林下药材种植对土壤养分及酶活性的影响 [J]. 中南林业科技大学学报 ,2022,42(12):142-152.
TANG M Y, YANG K T, HUANG C H, et al. Preliminary study on the effects of medicinal herbs planting on soil nutrients and enzyme activities in the understory of low hills[J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology,2022,42(12):142-152.

[8] LIU C Z, CAI Q Z, LIAO P R, et al. Effects of *Fallopia multiflora* - Andrographis-*Andrographis paniculata* intercropping model on yield, quality, soil nutrition and rhizosphere microorganisms of *F. multiflora*[J]. Plant and Soil,2021,467(1):465-481.

[9] BAJIU A, GAO K, ZENG G Y, et al. Impact of intercropping five medicinal plants on soil nutrients, enzyme activity, and microbial community structure in *Camellia oleifera* plantations[J]. Microorganisms,2024,12(8):1616.

[10] 刘鹏飞 , 王晓琴 , 于娟 , 等 .3 种不同农作物水浸提液对桔梗化感作用的研究 [J]. 种子 ,2025,44(4):63-69.
LIU P F, WANG X Q, YU J, et al. Study on the allelopathic effect of three different crop water extracts on *Platycodon grandiflorum*[J]. Seed,2025,44(4):63-69.

[11] 杨振亚 , 邹景泉 , 倪惠菁 , 等 . 芝麻浸提液对毛竹种子萌发及幼苗生理特性的影响 [J]. 东北林业大学学报 ,2023,51(1):11-17.
YANG Z Y, ZOU J Q, NI H J, et al. Effects of aqueous extract from *Sesamun indicum* L. on seed germination and physiological characteristics of *Phyllostachys edulis*[J]. Journal of Northeast Forestry University,2023,51(1):11-17.

[12] SHEN S C, XU G F, YANG S S, et al. How do the extracts from the invasive plant *Acmella radicans* inhibit germination and growth of *Brassica rapa* (field mustard) and *Chrysanthemum coronarium* (garland daisy)?[J]. International Journal of Agronomy,2025,1:8270456.

[13] 许可成 , 魏小红 , 赵萌 , 等 . 麻花秦艽水浸提液对紫花苜蓿和小麦种子萌发和幼苗生长的影响 [J]. 草业科学 ,2015,32(3):413-420.
XU K C, WEI X H, ZHAO M, et al. Effects of aqueous extracts of *Gentiana stramine* on seed germination and seedling growth of *Medicago sativa* and *Triticum aestivum*[J]. Pratacultural Science, 2015,32(3):413-420.

[14] 叶小齐 , 吴明 , 邵学新 , 等 . 加拿大一枝黄花水提液对玉米幼苗生长的化感作用及其机理 [J]. 草业学报 ,2014,23(6):217-224.
YE X Q, WU M, SHAO X X, et al. Effects of water extracts from *Solidago canadensis* on the growth of maize seedlings and the underlying photosynthetic mechanisms[J]. Acta Prataculturae Sinica,2014,23(6):217-224.

[15] 孙颖 , 陈凯 , 刘小平 , 等 . 油茶林下药用黄菊种植技术与效益分析 [J]. 南方林业科学 ,2020,48(1):35-37.
SUN Y, CHEN K, LIU X P, et al. Cultivation technology and benefit analysis of planting medicinal yellow chrysanthemum under *Camellia oleifera* forest[J]. South China Forestry Science, 2020,48(1):35-37.

[16] 隗兆佳 . 核桃凋落叶浸提液对四种禾本科植物生长的影响 [D]. 雅安 : 四川农业大学 ,2014.
WEI Z J. Effects of aqueous extracts of *Juglans regia* L. leaf litter on the growth of four poaceae crops[D]. Ya'an: Sichuan Agricultural University,2014.

[17] 荆蓉 , 彭祚登 , 李云 , 等 . 刺槐林下枯落物浸提液对自身幼苗生长的化感效应 [J]. 西北林学院学报 ,2023,38(4):27-33.
JING R, PENG Z D, LI Y, et al. Allelopathic effects of the extracts from understory litter of *Robinia pseudoacacia* on the growth of *Robinia* seedlings[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2023,38(4):27-33.

[18] 王浩宇 , 刘建功 , 袁泓昌 , 等 .3 种浸提液对 2 年生樟子松幼苗生理指标的影响 [J]. 森林工程 ,2024,40(1):44-54.
WANG H Y, LIU J G, YUAN H C, et al. Effects of three extracts on physiological indexes of 2-year-old *Pinus sylvestris* var. *mongolica* seedlings[J]. Forest Engineering,2024,40(1):44-54.

[19] 曾红 , 徐永艳 , 邵琳亚 , 等 .4 种植物叶片浸提液成分分析及其对珊瑚樱种子萌发的影响 [J]. 西南林业大学学报 (自然科学),2023, 43(4):39-46.
ZENG H, XU Y Y, SHAO L Y, et al. Composition analysis of leaf extract of 4 plants and its effect on seed germination of *Solanum pseudocapsicum*[J]. Journal of Southwest Forestry University (Natural Science),2023,43(4):39-46.

[20] 朱临渊 . 杉木凋落物与杉木林土壤浸提液对魔芋的化感作用研究 [D]. 长沙 : 中南林业科技大学 ,2024.
ZHU L Y. Study on the allelopathic effects of *Cunninghamia lanceolata* litter and *Cunninghamia lanceolata* forest soil extracts on konjac[D]. Changsha: Central South University of Forestry & Technology,2024.

[21] 郑瑞 . 苜蓿、小麦自毒与他感生理作用研究 [D]. 兰州 : 甘肃农业大学 ,2018.
ZHENG R. Physiological effect of autotoxicity and allelopathy on alfalfa and wheat[D]. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2018.

[22] 郑曦 , 钱力 , 李小花 . 玉米秸秆水浸提液对 3 种小麦种子萌发和幼苗生长的影响 [J]. 江苏农业科学 ,2015,43(7):93-95.
ZHENG X, QIAN L, LI X H. Effects of corn straw aqueous extracts on seed germination and seedling growth of three wheat varieties[J]. Jiangsu Agricultural Sciences,2015,43(7):93-95.

[23] 陈新栋 , 曹文侠 , 王世林 , 等 . 东祁连山灌丛凋落叶水浸提液对垂穗披碱草种子萌发和幼苗生长的影响 [J]. 生态学报 , 2023,43(6):2524-2534.
CHEN X D, CAO W X, WANG S L, et al. Effects of leaf litter aqueous extract on seed germination and seedling growth of *Elymus nutans* in eastern Qilian mountains[J]. Acta Ecologica Sinica,2023,43(6):2524-2534.

[24] LIU Y Q, MA T R, YANG M, et al. Effect of potato extract on its phenolic metabolism, SAGs accumulation and allelopathic autotoxicity[J]. Agricultural Science & Technology,2011,12(5):647-650,658.

[本文编校：谢荣秀]