广宁红花油茶广寄生开花结实特性与防控药剂

郭业先[2]， 练 涛[1]， 田龙艳[1]， 柳 军[2]， 邱华龙[1]，
秦长生[1]， 赵丹阳[1]， 徐金柱[1*]

（1. 广东省林业科学研究院，广东省森林培育与利用重点实验室，广州 510520；
2. 广东省国有樟木头林场，东莞 523003）

摘要 广宁红花油茶作为重要的油茶作物，在种植过程中受到广寄生的严重危害。为阻断广寄生的传播和蔓延，为广寄生的防控提供技术支撑，对广寄生开花结实特性与防控药剂开展了研究。对广东省樟木头林场广寄生开花结实动态的定点监测结果表明：广寄生的花期为7月－12月，果实成熟期为9月－翌年2月，花果期长达7个月以上。通过喷淋法研究4种植物生长调节剂对广寄生及寄主广宁红花油茶生长的影响，以筛选防控广寄生的化学制剂。结果表明：选用的30%胺鲜·乙烯利水剂、5%萘乙酸水剂、50%丁酰肼可溶性粉剂及0.1%S-诱抗素水剂4种植物生长调节剂对广宁红花油茶上的广寄生均有一定的防控作用，其中30%胺鲜·乙烯利水剂的防控效果显著优于其他药剂，1∶400的处理防效最优，且未对红花油茶产生明显药害。

关键词 广宁红花油茶； 广寄生； 开花结实动态； 化学防控

中图分类号： S453 **文献标识码：** A **DOI：** 10.16688/j.zwbh.2021108

Flowering and fruiting characteristics of *Taxillus chinensis* and its chemical control on *Camellia semiserrata*

GUO Yexian[2]， LIAN Tao[1]， TIAN Longyan[1]， LIU Jun[2]， QIU Hualong[1]，
QIN Changsheng[1]， ZHAO Danyang[1]， XU Jinzhu[1*]

（1. *Guangdong Provincial Key Laboratory of Silviculture*，*Protection and Utilization*，*Guangdong Academy of Forestry*，*Guangzhou* 510520，*China*；2. *Zhangmutou State-Owned Forest Farm*，*Dongguan* 523003，*China*）

Abstract *Taxillus chinensis* is a perennial parasitic seed plant which seriously harms *Camellia semiserrata* in Zhangmutou Forest Farm，Guangdong province. In order to completely prevent and control *T. chinensis*，the flowering and fruiting characteristics and control pesticides were investigated in this essay. The results showed that the flowering phase of *T. chinensis* was from July to December，and the fruit mature period was from September to February of the following year. The flowering and fruiting period was more than seven months. Four plant hormones，diethyl aminoethyl hexanoate·ethephon 30% AS，1-naphthylacetic acid 5% AS，daminozide 50% SP abscisic acid 0.1% AS were used to control *T. chinensis* on *C. semiserrata*. The results showed that all the four plant hormones exhibited significant control effect on *T. chinensis*，and diethyl aminoethyl hexanoate·ethephon 30% AS was the best choice. Diethyl aminoethyl hexanoate·ethephon 30% AS diluted 400-fold was a suitable dosage to accelerate the flower-drop and fruit-drop of *T. chinensis* and harmless to the growth of *C. semiserrata*.

Key words *Camellia semiserrata*； *Taxillus chinensis*； floral and seed dynamic； chemical control

广宁红山茶 *Camellia semiserrata* 属山茶科 Theaceae 山茶属常绿乔木，又名广宁红花油茶、南山茶。广宁红山茶在我国长江以南各省均有栽培，集中分布在华南丘陵区中部，为我国华南区域优良的木本食用油料和园林绿化树种[1]。广东省樟木头林场广宁红花油茶林为广东省乃至全国现存面积最大、历史最悠久的广宁红花油茶人工林[2]。目前该区域内广宁红花油茶林被广寄生 *Taxillus chinensis*

收稿日期： 2021－02－24 **修订日期：** 2021－05－21
基金项目： 广东省林业科技创新项目(2019KJCX025)
* 通信作者 E-mail：282272693@qq.com

严重危害,受害植株生长势较弱,部分枝条枯死,严重影响景观和结实,林场内油茶鲜籽产量在未受害年份可达 13 万 kg,受广寄生危害后年产量仅 1 万余 kg。

广寄生为桑寄生科 Loranthaceae 钝果寄生属 *Taxillus* 的小灌木,又称桑寄生、梧州寄生茶[3]。主要分布于热带和亚热带地区,温带分布较少,在我国主要分布于广西、广东、海南及福建南部等地[4-5]。广寄生为半寄生,对寄主不具专性选择。广西境内已报道的广寄生的寄主植物就有 36 个科 150 多种[6]。仅广州市道路、庭院周围发现受广寄生侵害的园林植物就有 30 多种[7-8]。

广寄生作为一种半寄生植物,通过吸根与寄主木质部相连,韧皮部则不与寄主相连,所以光合作用合成的营养物质仅用于自身生长,生长所需的水分和无机盐等营养物质则是通过质外体或胞间连丝从寄主获取[9-10]。代谢组学研究表明:寄主被广寄生侵害后,叶片中的叶绿素及可溶性糖含量下降,光合作用受阻,寄主的正常生长受到抑制,导致生长缓慢甚至死亡。广寄生也会导致种植园内经济作物的大量减产。陈守常在油茶广寄生的防除研究中指出,广寄生对经济树种油茶的危害很大,特别是对生长不旺和老龄的植株,当油茶树上有 2 株以上广寄生,油茶则不结实或结实很少;若寄生 2～3 年,油茶树逐渐枝枯叶黄、甚至死亡[11]。

有关寄生植物的防治研究已有不少,一些防治方案也取得了显著的效果。例如,在橡胶树主枝的分叉部位打洞注射草甘膦,对广寄生的防治效果可达 87.5%,广寄生复生率小于 5%[12]。夏博等发现 40%的乙烯利水剂的 1∶400 稀释液对云杉矮槲寄生 *Arceuthobium sichuanense* 花芽的防除效果可达 100%,且未对云杉植株产生药害[13];周在豹等研究发现,在云杉矮槲寄生芽上喷施乙草胺乳油防效也很显著,施药 14 d 后,寄生芽防除率可达到 100%[14]。在华南地区,广寄生已经是造成油茶低产的重要原因之一,主要通过整枝修剪方式将寄生清除,即可取得一定的经济效益[15]。

由于广宁红花油茶树体高大,且多栽植在山地,人工清除广寄生难度极大。此外场区内广寄生寄主繁多,存在很大的扩散风险,严重威胁着周边多种寄主植物的健康。本文通过对樟木头林场内广寄生的生物学特性调查,确定最佳施药时期及其最佳植物生长激素类药剂的种类和施药浓度,以促进广寄生的花芽死亡和果实凋落,抑制广寄生种子的产生,彻底阻断其传播和蔓延,为广寄生的防控提供技术支撑。

1　材料与方法

1.1　试验地概况

广东省樟木头林场青山工区地处南亚热带南部,占地面积 6 447.96 hm^2,森林覆盖率达到 92.86%,位于东莞市境内,地理坐标介于 113°53′E～114°10′E,22°48′N～22°58′N 之间,属南亚热带季风气候,年均气温 21.8℃,年降雨量 1 790 mm,年均相对湿度 79%。林场所处区域的地带性植被属亚热带常绿阔叶林区系南亚热带常绿季雨林,动植物资源相当丰富。

广东省樟木头林场广宁红花油茶林主要分布于林场青山工区国家级生态公益林内,面积约 533 hm^2,为广东省乃至全国现存面积最大的广宁红花油茶人工林。

1.2　试验方法

1.2.1　广寄生寄生率和寄生强度调查

在广宁红花油茶林中做 8 m×8 m 的样方 20 个,通过人工攀爬上树的方式详细调查统计样方内每株油茶树上的广寄生数量。计算方法如下:寄生率 =(样方内被寄生树木总数/样方内树木总数)×100%;寄生强度=寄生植物数量/寄主数量。

1.2.2　开花结实特性观察

在试验地选择红花油茶上的广寄生为研究对象,标记特定花序开始开花的时间,在自然条件下连续数个月定点观察并记录花朵开放的进程、花朵脱落,直至果实成熟。观测与统计开花动态及花朵基本数量性状。

1.2.3　药剂筛选

供试药剂:30%胺鲜·乙烯利水剂(AS)、5%萘乙酸水剂(AS)、50%丁酰肼可溶性粉剂(SP)、0.1% S-诱抗素水剂(AS),均为四川润尔科技有限公司产品。将供试药剂分别用无菌水稀释为1∶50和 1∶100 的水剂,备用。

喷施方法:在广寄生寄生率≥90%的油茶林中,选取广寄生冠幅≥1 m 的油茶树进行防控药效测试。分别测试供试药剂的两个浓度(1∶50 和 1∶100),每处理 3 个重复,每重复 5 株树,清水为对

照。每株树上随机选取 3 枝侧梢标记，并且连续观察 30 d。统计分析广寄生落花率、落果率、落叶率和侧梢枯死率与红花油茶落叶率、芽枯死率和侧梢枯死率。

1.2.4 胺鲜·乙烯利浓度筛选

将 30% 胺鲜·乙烯利 AS 配制成 1∶50、1∶100、1∶200、1∶300、1∶400 共 5 个浓度备用。在广寄生寄生率≥90%的油茶林中，选取广寄生冠幅≥1 m 的油茶树，喷洒上述药剂，每个处理 3 个重复，每个重复喷洒 5 株树，以清水为对照。每株树上随机选取 3 个侧梢挂牌做好标记固定观察，连续观察 30 d。统计广寄生落花率、落果率、落叶率和小枝枯死率与红花油茶的落叶率、小枝枯死率和芽枯死率。

1.3 数据处理

采用 SPSS 20.0 统计软件进行数据处理分析，OriginPro 7.5 绘制图表。

2 结果与分析

2.1 广寄生在红花油茶上的寄生率和寄生强度

广东省樟木头林场红花油茶已严重受到广寄生的危害，其寄生率和寄生强度分别为 94.53% 和 3.76。广寄生在油茶林冠层上方大量寄生，严重影响油茶的采光；同时林冠下层有大量当年和 2～3 年生的广寄生，严重影响广宁红花油茶的生长和结实，一些植株整株枯死。

2.2 广寄生花、果实基本数量性状及开花动态

广寄生花为伞形花序，2～3 个生于枝上或叶腋处，每个具花 2～6 朵，通常 2 朵。花冠花蕾管状，长 2.2～2.9 cm，稍弯，顶部卵球形，裂片 4。果实为浆果，椭圆形，果皮表面有瘤状突起，成熟时呈浅黄色，长 7.4～8.9 mm，径 5.16～6.35 mm。果实由种子、果肉和果皮组成。

广寄生花和果实密集着生于枝条，结实量大。2019 年在试验地内，最早于 6 月 6 日在广寄生老枝和当年生枝条基部第一次观察到花芽。随后 4 个月新枝迅速生长、形成分枝，同时叶腋处长出花芽。花芽形成高峰期主要集中在 7 月—10 月，当年 11 月上旬以后基本不再形成新的花芽。花芽发育至花朵绽放需历时一个多月，同一花序上的花朵绽放时间相差不大，花枝上的花朵离地向上依次开放，花蕾绽放 2～3 d 后脱落，幼果发育成熟需 2 个多月。果实成熟期 10 月至翌年 2 月，成熟果实易脱落或被鸟类取食。

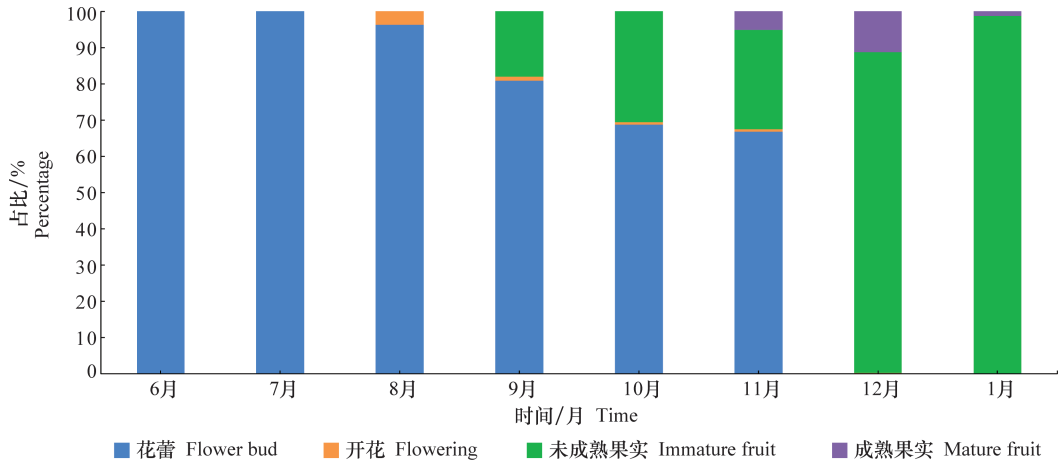


图 1 广寄生开花结实动态

Fig. 1 The floral and seed dynamic of *Taxillus chinensis*

2.3 4 种药剂对广寄生及红花油茶的影响

2.3.1 4 种供试药剂对广寄生的影响

4 种植物生长调节剂对广寄生生长及开花结实的影响如表 1 所示，喷施 30%胺鲜·乙烯利 AS 1∶100 稀释液 30 d 后，广寄生落花率、落果率和落叶率达 100%，侧梢枯死率为 96.49%；其他 3 种药剂 1∶100 的稀释液处理后广寄生的落花率、落果率显著高于对照（50%丁酰肼 SP 处理落花率与对照无显著差异），但为负值，即施药后一定程度上抑制了广寄生的花蕾和果实的形成，但未能促进其脱落；落叶率和侧梢枯死率显著高于对照，均为正值但低于 40%，即促进了叶片脱落和侧梢死亡。喷施 30%胺鲜·乙烯利 AS 1∶50 稀释液 30 d 后，广寄生落花、落果率以及落叶率均可达 100%，侧

梢枯死率为 98.96%。喷施其他 3 种药剂 1∶50 的稀释液后促进广寄生的落花,抑制广寄生的果实、叶片和侧梢的正常生长,但并未促进果实、叶片和侧梢的脱落与死亡,3 种药剂 1∶50 的稀释液处理后,广寄生花的脱落率显著高于对照组,均为正值但小于 5%;果实脱落率显著高于对照组,均为负值;落叶率和侧梢枯死率显著高于对照组,均为正值。

2.3.2　4 种药剂对红花油茶的影响

4 种植物激素调节剂的 1∶50 和 1∶100 稀释液对广宁红花油茶新梢生长、叶片和芽等器官的影响也存在显著差异。喷施 30%胺鲜·乙烯利 AS 1∶100 和 1∶50 的稀释液 30 d 后,油茶落叶率分别高达 80.20%和 97.20%(表 1),显著高于其他处理组和对照组。4 种药剂的 2 种不同浓度稀释液对广宁红花油茶的芽和侧梢均有显著的抑制作用,但组间未见显著差异。

综合几种药剂对广寄生的防控效果和对广宁红花油茶生长的影响,30%胺鲜·乙烯利 AS 具有较好的防治效果,但高浓度的 30%胺鲜·乙烯利 AS 对寄主也产生了落叶、抑芽生长等不良影响,因此,需要进一步开展最佳防治浓度筛选。

表 1　4 种供试药剂 2 种浓度喷洒 30 d 后对广寄生和广宁红花油茶各器官的影响[1)]

Table 1　The effects of four different hormones (with 1∶100 and 1∶50 ratio) on *Taxillus chinensis* and *Camellia semiserrata* 30 days after spraying

药剂 Pesticide	稀释倍数 Dilution ratio	广宁红花油茶 *Camellia semiserrata*		
		芽枯死率/% Shoot death rate	落叶率/% Leaf abscission rate	侧梢枯死率/% Twig death rate
对照　Control group		(−30.20±3.08)b	(−0.22±1.51)c	(−48.61±5.38)b
5%萘乙酸 AS　1-naphthylacetic acid 5% AS	1∶100	(19.89±6.59)a	(1.53±1.24)c	(0.63±0.93)a
	1∶50	(22.17±7.56)a	(3.27±2.71)c	(15.38±8.74)a
0.1%S-诱抗素 AS　abscisic acid 0.1% AS	1∶100	(12.82±1.90)a	(1.20±0.94)c	(−12.62±1.87)ab
	1∶50	(16.48±5.63)a	(6.60±3.07)c	(−8.89±1.52)ab
50%丁酰肼 SP　daminozide 50% SP	1∶100	(−3.33±1.52)a	(1.00±0.72)c	(0.00±0.00)a
	1∶50	(13.72±1.94)a	(2.60±1.40)c	(4.44±4.44)a
30%胺鲜·乙烯利 AS diethyl aminoethyl hexanoate· ethephon 30% AS	1∶100	(13.89±4.16)a	(80.20±5.61)b	(11.17±6.85)a
	1∶50	(16.22±4.99)a	(97.20±1.00)a	(22.15±2.04)a

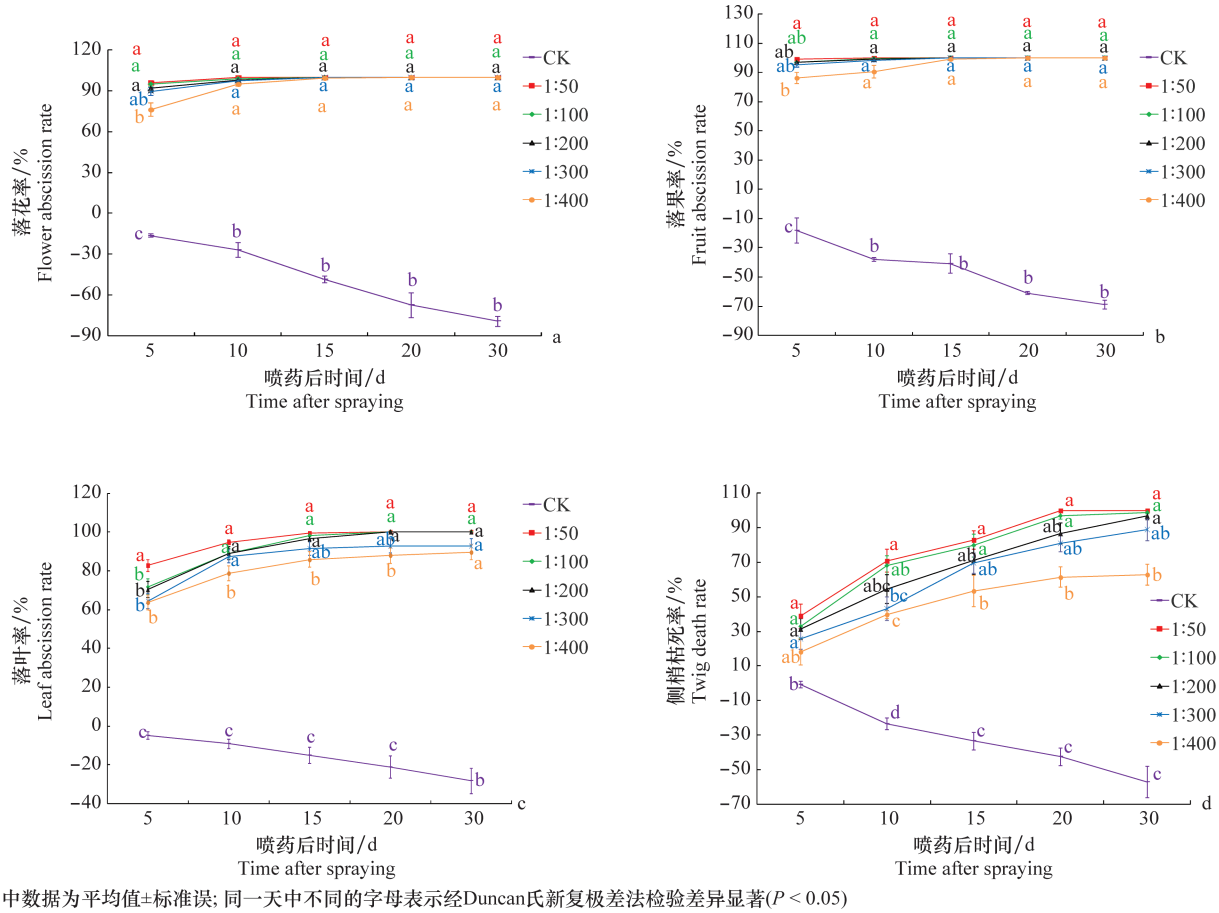
药剂 Pesticide	广寄生 *Taxillus chinensis*			
	落花率/% Flower abscission rate	落果率/% Fruit abscission rate	落叶率/% Leaf abscission rate	侧梢枯死率/% Twig death rate
对照　Control group	(−79.58±6.85)d	(−188.31±4.79)c	(−11.56±3.58)d	(−42.85±5.93)d
5%萘乙酸 AS　1-naphthylacetic acid 5% AS	(−39.64±2.84)c	(−77.14±3.39)b	(23.13±4.93)b	(31.90±3.58)b
	(1.90±0.23)b	(−47.26±2.72)b	(29.93±4.80)b	(38.48±9.38)b
0.1%S-诱抗素 AS　abscisic acid 0.1% AS	(−0.29±0.50)b	(−64.77±2.95)b	(20.27±6.00)b	(10.58±5.28)c
	(3.25±1.88)b	(−2.79±1.74)b	(23.20±4.51)b	(25.37±7.92)bc
50%丁酰肼 SP　daminozide 50% SP	(−72.50±9.46)d	(−44.14±3.45)b	(3.20±1.84)c	(14.59±5.52)c
	(1.34±0.23)b	(−22.22±3.00)b	(18.27±4.94)b	(23.99±6.93)bc
30%胺鲜·乙烯利 AS diethyl aminoethyl hexanoate· ethephon 30% AS	(100.00±0.00)a	(100.00±0.00)a	(100.00±0.00)a	(96.49±2.75)a
	(100.00±0.00)a	(100.00±0.00)a	(100.00±0.00)a	(98.96±1.04)a

1) 表中数据为平均值±标准误;同一列中不同的字母表示经 Duncan 氏新复极差法检验差异显著($P < 0.05$)。
Values in table are mean ± SE, and those within the same column followed by different letters are significantly different by Duncan's new multiple range test ($P<0.05$).

2.3.3　30%胺鲜·乙烯利 AS 最佳喷施浓度的确定

30%胺鲜·乙烯利 AS 的浓度显著影响对广寄生花蕾、果实和叶片的防效,与对照组相比,喷施 1∶50、1∶100、1∶200 和 1∶300 的 30%胺鲜·乙烯利 AS 15 d 后,落花率达到 100%,1∶400 的稀释液在第 20 天达到 100%,且均显著高于对照组,喷药后第 30 天,处理组落花率均达到 100%(图 2a)。1∶50 的稀释液处理后第 5 天,落果率为 100%;1∶100、1∶200 和 1∶300 的稀释液处理后,在第 15 天落果率达到 100%;1∶400 的稀释液处理后,在第

20 天达到 100%(图 2b)。喷施 1∶50、1∶100、1∶200 的 30%胺鲜·乙烯利 AS 稀释液 30 d 后,广寄生的落叶率均为 100%;1∶300 的稀释液处理后,落叶率为 92.88%;1∶400 的稀释液处理后,落叶率为 89.56%,所有处理组均显著高于对照组(图 2c)。喷施1∶50、1∶100、1∶200、1∶300 和 1∶400 的稀释液 30 d 后,侧梢枯死率分别达到 100%、98.96%、97.01%、88.78%和 62.73%,随着时间的推移各处理侧梢枯死率逐渐增加,显著高于对照(图 2d)。由上可见,30%胺鲜·乙烯利 AS 稀释倍数越小,其防控效果越好,花朵、果实、叶片等器官全部脱落所需时间越短,试验中 5 个稀释浓度的 30%胺鲜·乙烯利 AS 药效在施药 15 d 后基本达到峰值。



图中数据为平均值±标准误;同一天中不同的字母表示经Duncan氏新复极差法检验差异显著($P < 0.05$)

Values in chart are mean ± SE, and those within the same day followed by different letters are significantly different by Duncan's new multiple range test ($P < 0.05$)

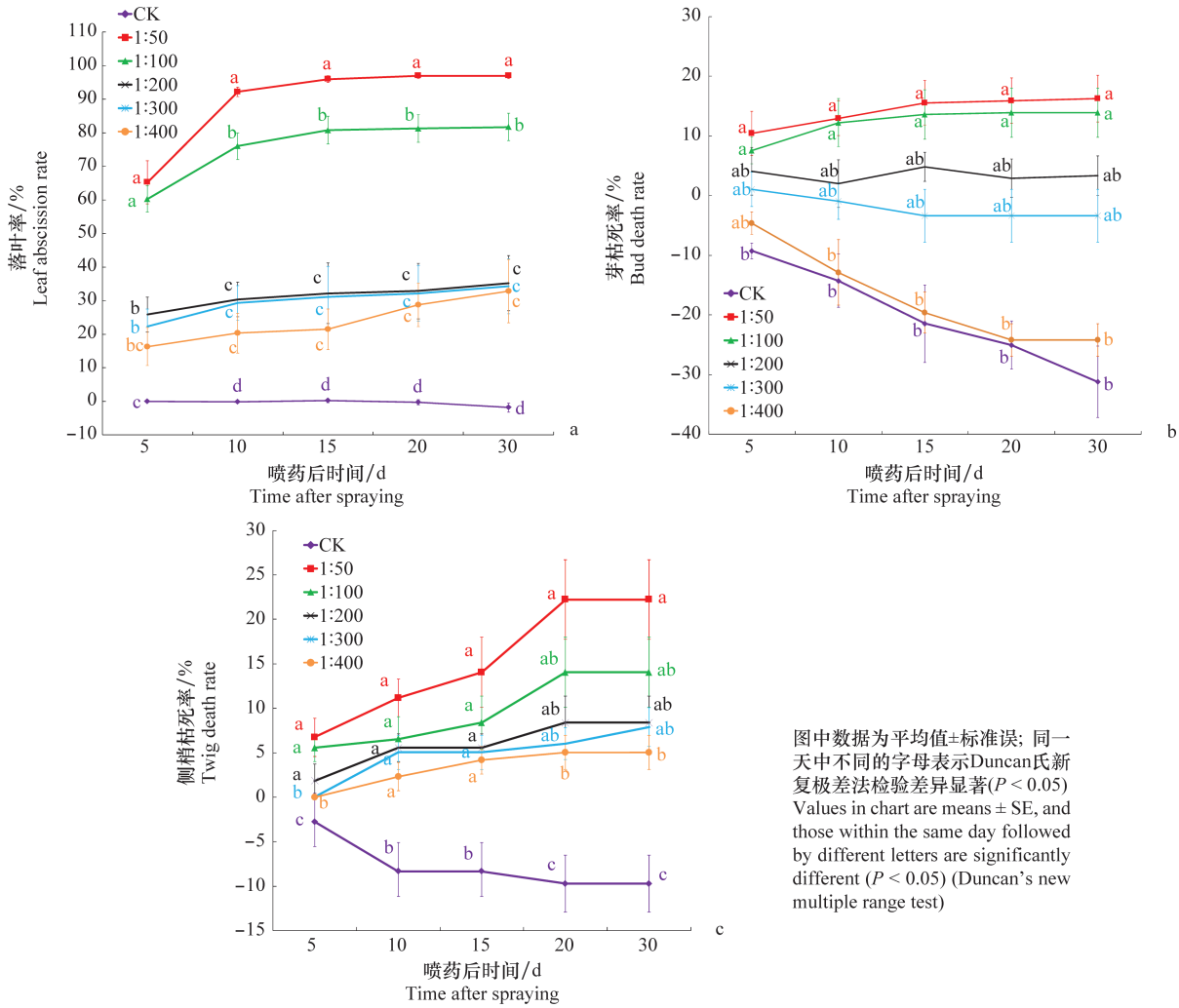
图 2 不同浓度 30%胺鲜·乙烯利 AS 对广寄生的防治效果

Fig. 2 Control efficacy of diethyl aminoethyl hexanoate· ethephon 30% AS at four different ratios on *Taxillus chinensis*

2.3.4 30%胺鲜·乙烯利 AS 对广宁红花油茶的安全性

不同浓度的 30%胺鲜·乙烯利 AS 对广宁红花油茶的安全性测试结果表明,喷药 30 d 后,1∶50、1∶100、1∶200、1∶300、1∶400 处理组的油茶落叶率分别为 96.99%、81.73%、35.15%、34.26%和 32.84%,均显著高于对照组(图 3a);油茶芽的枯死率分别为 16.28%、13.89%、3.34%、−3.35%和−24.17%,其中,1∶400 的稀释液与对照组(−31.22%)差异不显著(图 3b);油茶小枝枯死率分别为 22.22%、14.04%、8.38%、7.87%、5.03%,与对照组(−9.72%)差异显著(图 3c)。

上述数据可以看出,1∶50 和 1∶100 30%胺鲜·乙烯利 AS 稀释液会严重影响红花油茶的生长,1∶200 和 1∶300 的影响相对较小,1∶400 对油茶的影响较弱。



图中数据为平均值±标准误; 同一天中不同的字母表示Duncan氏新复极差法检验差异显著($P < 0.05$)
Values in chart are means ± SE, and those within the same day followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$) (Duncan's new multiple range test)

图 3　不同浓度 30%胺鲜·乙烯利 AS 对广宁红花油茶的影响

Fig. 3　Effects of diethyl aminoethyl hexanoate·ethephon 30% AS at four different ratios on *Camellia semiserrata*

3　结论与讨论

药剂筛选结果显示 30%胺鲜·乙烯利 AS、5%萘乙酸 AS、50%丁酰肼 SP、0.1%S-诱抗素 AS 4 种药剂均能有效抑制广寄生生长,但在促落花落果方面,30%胺鲜·乙烯利 AS 效果最佳。通过筛选 30%胺鲜·乙烯利 AS 最佳喷施浓度,综合生态和经济等因素,最终确定 1∶400 倍的 30%胺鲜·乙烯利 AS 稀释液防效最佳,可快速促进广寄生的落花落果,且对油茶的危害较小。

广寄生果实成熟期为当年 10 月至翌年 2 月;广宁红花油茶花期从当年 12 月至翌年 2 月,盛花期在 1 月,油茶果采收一般在 10 月。结合广寄生开花结实动态以及广宁红花油茶果采收时间,施药安排在油茶果采收之后、广寄生果实未大量成熟之前,尽量减少药剂对油茶果的影响,同时达到对广寄生较好的防控效果。

广寄生主要依靠鸟类和啮齿动物取食种子进行传播扩散[16-18],其寄主广泛,极易造成不同树种间交叉传播。本研究结果表明,30%胺鲜·乙烯利 AS 1∶400 稀释液可有效控制广寄生的花、芽和果的生长,可有效阻断广寄生的传播蔓延。但不能达到根除广寄生。因此,生产上应结合人工清除与化学防控措施最终达到综合防控的目的,提高场区红花油产量,同时保护周边生态环境安全。

参考文献

[1]　庄端林. 中国油茶[M]. 北京: 中国林业出版社, 2008,19:71-72.

(下转 262 页)

rus newly reported to be associated with cotton leaf curl disease in China [J]. Plant Pathology,2010,59(4): 794 - 795.

[19] 汤亚飞,何自福,杜振国,等. 木尔坦棉花曲叶病毒及其伴随的β卫星分子复合侵染引起广东棉花曲叶病[J]. 中国农业科学,2015,48(16): 3166 - 3175.

[20] 董迪,何自福,柴兆祥. 广东黄秋葵黄脉曲叶病样中检测到烟粉虱传双生病毒[J]. 植物保护,2010,36(1): 65 - 68.

[21] 汤亚飞,何自福,杜振国,等. 侵染垂花悬铃花的木尔坦棉花曲叶病毒分子特征研究[J]. 植物病理学报,2013, 43(2): 120 - 127.

[22] 章松柏,夏宣喜,张洁,等. 福州市发生由木尔坦棉花曲叶病毒引起的朱槿曲叶病[J]. 植物保护,2013,39(2): 196 - 200.

[23] 汤亚飞,何自福,杜振国,等. 海南红麻曲叶病的病原检测与鉴定[J]. 植物病理学报,2015,45(6): 561 - 568.

[24] YETURUA S,JENTZSCHAB P V,CIOBOTĂ V,et al. Handheld Raman spectroscopy for the early detection of plant diseases: Abutilon mosaic virus infecting *Abutilon* sp. [J]. Analytical Methods,2016,8(17): 3450 - 3457.

[25] 秦丽,王佳,邴孝利,等. 利用*mtCOI* PCR-RFLP技术鉴定中国境内九个烟粉虱隐种[J]. 昆虫学报,2013,56(2): 186 - 194.

[26] 刘国霞,高长生,付海滨,等. 烟粉虱Q与B隐种*mtCOI*基因的遗传变异及其对利用CAPS标记进行隐种鉴别的影响[J]. 昆虫学报,2014,57(10): 1238 - 1244.

[27] SHATTERS J,ROBERT G,POWELL C A,et al. Improved DNA barcoding method for *Bemisia tabaci* and related Aleyrodidae: Development of universal and *Bemisia tabaci* biotype-specific mitochondrial cytochrome c oxidase I polymerase chain reaction primers [J]. Journal of Economic Entomology,2009,102(2): 750 - 758.

[28] 林林,蔡健和,罗恩波,等. 南宁市朱槿曲叶病毒病病原分子鉴定和寄主范围研究[J]. 植物保护,2011,37(4): 44 - 47.

[29] PAN Lilong, CUI Xiyun, CHEN Qunfang, et al. Cotton leaf curl disease: which whitefly is the vector? [J]. Phytopathology, 2018, 108(10): 1172 - 1183.

[30] RODRGUEZ-PARDINA P E,HANADA K,LAGUNA I G,et al. Molecular characterisation and relative incidence of bean- and soybean-infecting begomoviruses in northwestern Argentina [J]. Annals of Applied Biology,2011, 158(1): 69 - 78.

[31] SOUZA T A,MACEDO M A,ALBUQUERQUE L C,et al. Host range and natural infection of tomato chlorosis virus in weeds collected in Central Brazil [J]. Tropical Plant Pathology,2020,45(1): 84 - 90.

(责任编辑: 田 喆)

(上接247页)

[2] 郭业先,柳军, 杨绍伟, 等. 广宁红花油茶林土壤理化性质、植物养分初步研究[J]. 林业与环境科学,2020,36(6):52 - 57.

[3] 中国科学院植物志委员会. 中国植物志:第二十四卷[M]. 北京: 科学出版社, 1988.

[4] 李开祥, 梁晓静, 覃平, 等. 桑寄生研究进展[J]. 广西林业科学,2011,40(4):311 - 314.

[5] 傅立国, 陈潭清, 郎楷永,等. 中国高等植物第七卷[M]. 青岛: 青岛出版社,2001.

[6] 朱开昕, 卢栋, 裴河欢, 等. 桑寄生在广西的分布及其寄主状况调查[J]. 广西中医药, 2010, 33(2): 59 - 61.

[7] 王文通,周厚高. 广州城区行道树受桑寄生侵害的调查研究[J]. 中国园林,2003(12): 68 - 70.

[8] 罗莹,徐锡流. 广州几种寄生植物的危害情况及其防治[J]. 广东园林,2000(4):18 - 20.

[9] COCOLETZI E, ANGELES G, CECCANTINI G, et al. Bidirectional anatomical effects in a mistletoe-host relationship: *Psittacanthus schiedeanus* Mistletoe and its hosts *Liquidambar styraciflua* and *Quercus germana* [J]. American Journal of Botany,2016,103(6):986 - 997.

[10] SCALON M C,WRIGHT I J. Leaf trait adaptations of xylem-tapping mistletoes and their hosts in sites of contrasting aridity [J]. Plant & Soil,2016,415(1/2):1 - 14.

[11] 陈守常. 油茶桑寄生的防除[J]. 林业实用技术,1966(8):11.

[12] 彭华达. 树叉打孔注射农达防治橡胶树桑寄生研究[J]. 热带农业工程, 2010,34(5):40 - 42.

[13] 夏博,田呈明, 骆有庆,等. 云杉矮槲寄生开花特性及化学防控[J]. 林业科学,2010,46(4):98 - 102.

[14] 周在豹,许志春, 田呈明,等. 除草剂防治云杉矮槲寄生效果初报[J]. 植物保护,2014,40(4):198 - 200.

[15] 梁国校, 王芳, 梁乃鹏,等. 广西油茶桑寄生发病情况调查及清除成效分析[J]. 广西林业科学,2017,46(1):107 - 110.

[16] REID N. Dispersal of misteltoes by honeyeaters and flowerpeckers: components of seed dispersal quality [J]. Ecology, 1989, 70(1): 137 - 145.

[17] LUO Yahuang, SUI Yi, GAN Jianmin, et al. Host compatibility interacts with seed dispersal to determine small-scale distribution of a mistletoe in Xishuangbanna, Southwest China [J]. Journal of Plant Ecology,2015,9(1):77 - 86.

[18] AMICO G C, SASAL Y, VIDAL-RUSSELL R, et al. Consequences of disperser behaviour for seedling establishment of a mistletoe species [J]. Austral Ecology,2017,42(8):900 - 907.

(责任编辑: 田 喆)