

广西团体标准《钩藤生态种植技术规程》 (征求意见稿) 编制说明

一、工作简况

为规范和统一钩藤生态种植技术、初加工和产品质量，规范市场，促进其在广西产区的推广应用，结合广西壮族自治区钩藤的生态种植生产、初加工及产品质量不规范的现实情况，有必要制定钩藤生态技术规程团体标准。

本文件根据《广西中药材协会关于印发〈广西中药材产业团体标准制修订立项指南〉的通知》（[2023]009号）要求，经研究，申请制定团体标准《钩藤生态种植技术规程》。由广西中药材产业协会提出，广西壮族自治区市场监督管理局归口，由广西壮族自治区药用植物园、广西三江滚迪中药材发展有限公司、三江归述金钩藤种植专业合作社、三江侗族自治县黄金钩藤种植示范基地联合起草。

本文件成果研究承蒙“广西特色药材种植关键技术研究与推广”课题（合同编号：桂科攻 ）及广西创新驱动项目“肉桂等广西特色药材生产关键技术及系列产品研究与开发”（合同编号： ）经费资助。

二、编制标准意义

钩藤是我国传统、著名中药材，《中华人民共和国药典》（一部，2020年版）收载，基原为茜草科植物钩藤（*Uncaria rhynchophylla*）、大叶钩藤、毛钩藤、华钩藤或无柄果钩藤。其中，钩藤质量高、应用广范。药用部位为带钩茎枝，其味甘，性凉，具有息风定惊、清热平肝、活血通经的功效，常用于头晕目眩、惊痫抽搐、肢体麻木、肝风内动、感冒夹惊、高热惊厥、头痛眩晕、小儿惊啼等症，钩藤属植物主要含吲哚生物碱、三萜、木脂素、黄酮等成分。其特征成分吲哚生物碱结构多样、活性广泛，是钩藤的主要活性成分。现代药理研究表明钩藤具有降血压、抗惊厥、镇静、抗抑郁、抗焦虑、神经元保护等多种生物活性。具有很高的药用价值。是女珍颗粒、正天丸、天麻钩藤颗粒、天智颗粒等许多有名成方制剂的主要原料药。还有被开发用于园艺观赏植物，市场的应用及开发前景广阔。

钩藤，原名“钓藤”，始载于《名医别录》，列为下品，性微寒味甘，归肝、心包经，具清热平肝、熄风定惊功效。钩藤药用历史悠久，古代本草对其药用部

位和方法多有记载。《本草纲目》载：“古方多用皮，后世多用钩，取其力锐尔”；《本草汇言》载：“钩藤，久煎无力，俟他药煎熟十余沸，投入即起，颇得力也，去梗纯用嫩钩，功力十倍”。因此，钩藤宜少煎，单用钩可增强钩藤药力。钩藤属植物的野生资源主要分布在广西、广东、贵州、福建、江西等地，临床上钩藤被常用来作为降压、止痉的主要原料。

随着钩藤药材开发力度的加强，加之野生资源分布较窄及其较长的生长年限，药材野生资源已经接近枯竭，科学合理地推广钩藤种植已迫在眉睫。早期，钩藤种源稀缺、种子发芽低、不稳定问题是钩藤人工种植的瓶颈。近年来，随着钩藤种苗繁育技术的成功突破并日臻成熟，钩藤在广西柳州的三江、融安、融水，桂林的龙胜、资源，河池的环江、南丹等县市大面积种植，贵州的剑河、黎平、三江等，湖南的通道、步城、靖州等地也兴起了种植钩藤的热潮。目前，广西、贵州、湖南成为了我国钩藤人工种植的主要基地。但是，在人工种植的过程中，一些关键的技术，如肥料的科学使用、病虫害的生物防治等，药农尚未掌握，仍然沿用以化肥和农药为主体，品种单一、密集型种植的大田作物模式，虽然在一定程度上提高了药材的产量，但药材质量却大大下降，而且对环境的不良影响也不容小视。同时，钩藤只利用带钩茎枝作药材，产量低，收入较少。

生态种植是保证中药材安全、有效的栽培新模式。基于“中药材生产应首先重视品质，在保证质量的前提下，提高药材产量和总体效益”的理念，起草小组以钩藤的生态、生长特性为基础，以环境友好为基准，以优化和改善种植环境为根本，系统开展了钩藤生态种植技术研究，包括了栽培品种、有机菌肥的使用技术、生态间（套）种技术、病虫害的生态防控、采收及初加工等，并最终形成了一套田间操作规范，以利于示范推广，保障钩藤药材的质量和品质，推动钩藤药材产业的可持续发展。

鉴于目前市面上和生产中，钩藤的基原物较多，质量参差不齐和栽培管理水平不一的问题。导致钩藤药材质量不稳定，直接影响钩藤及其制剂的治疗效果。为保证原料药的质量，促进科研成果和技术的推广应用，分品种制定钩藤生态种植技术规程势在必行。经查阅《中华人民共和国国家标准批准发布公告》与《中华人民共和国地方标准备案公告》，目前钩藤只有本项目组起草并获颁布实施的“钩藤种苗质量要求”、“中药材钩藤扦插苗生产技术规程（DB45/T1732-2018）”广西地方标准，和“三江钩藤种植技术规程（T/GSAS340-2022）”团体标准。而在生态种植技术方面既无国家标准、行业标准，又无团体标准，致使该技术的推

广应用受到严重制约。因此，本标准的制定，既填补了国内钩藤生态种植技术规程的空白，又规范了钩藤生产过程，从而从源头上保证了药材的质量，具有一定的先进性和实用性。

三、标准编制及研究起草过程

（一）标准前期工作

1、2007年开始，标准编制小组在广西壮族自治区科技厅下达的科技攻关课题“钩藤优良品种选育及野生抚育研究”（合同编号：桂科攻0718002-3-6）及2021广西重大专项课题“肉桂等广西特色药材高质量生产关键技术及系列产品开发研究（2021AA14005）”的经费支持下，开展钩藤生态种植技术规程的研究，经过多年的研究，掌握了钩藤野生资源分布状况、种质资源鉴定及评价、品种选育、种苗繁育、种子质量、种苗规格、生态种植技术、病虫害生态防控、采收及初加工等技术，目前已起草并获发布广西地方标准“钩藤种苗质量要求（DB45/T 709-2017）”、“中药材钩藤扦插苗生产技术规程（DB45/T1732-2018）”和“三江钩藤种植技术规程（T/GSAS340-2022）”。同时，获得科研成果2项，撰写相关研究论文11篇。

2、广西中药材产业协会关于2023年第一批团体标准制定项目计划的通知，成立了以广西壮族自治区药用植物园为牵头，联合广西三江滚迪中药材发展有限公司、三江归述金钩藤种植专业合作社、三江侗族自治县金钩藤种植示范基地的团体标准编制小组，部署了工作方案和小组成员调研、编制工作时间安排表。在编制过程中，我们在广泛调查和试验研究的同时还咨询了相关权威专家，力争编制工作过程科学、严谨，方法、技术路线正确。

（二）标准研究过程

1、标准编制项目下达后，按照广西自治区市场监督管理局和广西中药材产业协会关于编制标准工作的要求，编制小组于项目实施期间，多次进行钩藤种苗繁育、种植、施肥、病虫害防治、采收和初加工等试验，筛选出各个技术环节的最佳方案和条件，确保数据及方法的科学性。同时，小组成员在编制过程多渠道去咨询内行专家，确保标准制定的科学性及实用性。

2、编制小组对取得的数据进行全面整理，根据试验结果，初步制定了钩藤生态技术规程，并就制定的生态种植技术规程到生产企业和广大种植户及市场进行了充分的征求意见和调研，并在编制过程中咨询了栽培方面的权威专家，对收

到的反馈意见进行分析、采纳、修改，形成了本标准的征求意见稿。

四、标准编写原则及确定标准内容的论据

（一）标准编写原则

- 1、遵循《中华人民共和国标准化法》等法规和标准。
- 2、本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。
- 3、本文件的制定力求准确、系统，内容与当前钩藤药材生产实际和市场销售状况紧密结合，重视可操作性。

（二）标准编写依据

- 1、钩藤生态技术规程依据中国国家标准《标准化工作导则—第1部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1-2020）规则起草。
- 2、钩藤生态技术规程的编写以室内和室外实验研究的数据为依据，同时兼顾了生产企业和市场流通现状。
- 3、钩藤生态技术规程适用于广西境内钩藤种植生产。

五、标准主要内容

（一）范围

本文件主要由生态种植的术语和定义、产地环境、生态种植技术、病虫害生态防控、采收与初加工、档案管理组成，适用于广西区境内钩藤的种植生产。

（二）规范性引用文件

GB 3095 环境空气质量标准

GB 5084 农田灌溉水质标准

GB/T 8321 农药合理使用准则（所有部分）

GB 15618 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）

NY/T 394 绿色食品 肥料使用准则

WM/T 2 -2004 药用植物及制剂外经贸绿色行业标准

DB45/T 709-2017 钩藤种苗质量要求

国家药品监督管理局令（2002）第32号 中药材生产质量管理规范（试行）

（三）主要技术内容及其说明

1、钩藤种子繁育技术研究

摘要：以钩藤种子为材料，探讨播种时间、温度、光照、赤霉酸对种子萌发的影响，结果：（1）钩藤种子的萌发受温度影响较大，18-25℃温暖的温度较为合适。（2）光照对钩藤种子萌发有一定的影响，在 1500-2000LX 条件下萌发的种子快、发芽率较高。在短时间内的较强的光照不敏感，但其在萌发过程中需要的时间较长；（3）用不同浓度的赤霉素浸种对种子萌发有促进作用。随着赤霉酸浓度的增大，钩藤种子发芽率呈先升后降的趋势，以 150mg/kg 的最高，发芽率高达 95%；其次为 200mg/kg 的。发芽率为 92%；高浓度的处理加快种子发芽时间（4）在生产上，于 11 月下旬至 2 月下旬进行播种为好。

1 材料与方法

1.1 材料

供试品种是在 2022 年 10 月下旬~11 月上旬，分别采集于广西三江县及贵州剑河县的钩藤种子。采集黄褐色、果荚即将开裂的成熟蒴果，晒干，取出种子，除去杂质，于 4℃密封保存。经广西壮族自治区药用植物园黄宝优教授鉴定均为钩藤（*Uncaria rhynchophylla*）种子。

1.2 方法

1.2.1 不同播种时间对种子萌发的影响

设播种时间为 10 月 23 日、12 月 3 日、1 月 13 日、3 月 5 日、4 月 10 日共五个时段（相差 40 天），以细沙床上垫滤纸为发芽床，在 25℃环境下培养，种子数量为 30 粒/处理，三次重复。

1.2.2 不同萌发温度对种子萌发的影响

发芽温度分别为 15、20、25、30、35、40℃、18-25℃、26-33℃，恒温进行发芽测定，培养时间 45 d。在开始发芽后 10d 计算发芽势（下同）。

1.2.3 不同光照条件对种子萌发影响

光照处理为在每天光照强度 2000Lx 和 1500LX，12 h 的条件下发芽；黑暗处理为将置床后的发芽盒用 3 层黑布包裹，放入小木盒中进行发芽试验。培养温度 30℃±3℃。

1.2.4 赤霉酸处理对种子萌发的影响

用浓度梯度分别为 50mg/kg、100mg/kg、150mg/kg、200mg/kg、250mg/kg 共 4 个浓度的赤霉酸浸种 6h，18-25℃变温的条件下进行发芽测定，培养时间 45 d。在开始发芽后 10d 计算发芽势（下同）。

2 结果与分析

2.1 不同播种期对钩藤发芽的影响

试验结果：从发芽率来看 10 月下旬-4 月上旬播种发芽率都能达到 80%以上，但 12 月 2 日-2 月 6 日播种的发芽时间较长，发芽分散；3 月 2 日和 4 月 4 日发芽率较高，发芽集中。钩藤种子的播种期宜在 12 月上旬至 2 月下旬进行，播种苗床土团要细，保持苗床湿润。这样处理能使钩藤种子发芽率高、且发芽集中（表 1）。

表 1 不同的播种期对钩藤种子发芽的影响

播种期（日/月）	23/10	3/12	13/1	5/3	10/4
发芽起始时间	25/11	27/12	1/2	26/3	2/5
发芽数（粒）	24	27	28	28	25
发芽率（%）	80.0	90.0	93.3	93.3	83.3

2.2 不同温度对钩藤种子萌发的影响

通过不同温度对钩藤种子萌发的影响试验，得出钩藤种子萌芽最适发芽条件，28-25℃ 可以达到极高的发芽率，且发芽势也是最高，发芽率高达 95%，在 20-30℃ 变温也可达到较高的发芽率，但发芽时间较长（表 2）。

表 2 不同发芽温度对钩藤种子发芽的影响

发芽温度（℃）	26-33	18-25	15	20	25	30	35	40
发芽势（%）	52	58	9	28	45	52	55	10
发芽率（%）	88	95	18	68	84	89	92	10
发芽经历时间（d）	30	20	45	30	30	20	20	40

2.3 不同光照对钩藤种子萌发的影响

三个处理的结果较一致（表 3），说明钩藤种子萌发在 0-2000LX 范围内对光反应不敏感。黑暗（0LX）萌发后，幼苗钩化、纤弱，生长较慢；而在 1500-2000LX 条件下萌发的种子叶绿素形成较快，生长良好。

表 3 不同光照强度对钩藤种子发芽的影响

光照强度（LX）	0	1500	2000	备注
发芽势（%）	51	54	53	10d
发芽率（%）	87	91	89	

2.4 不同浓度的赤霉素对钩藤种子萌发的影响

试验表明，随着赤霉素浓度的增大，钩藤种子发芽率呈先升后降的趋势，以 150mg/kg 的最高，发芽率高达 95%；其次为 200mg/kg 的。发芽率为 92%；高浓度的处理加快种子发芽时间（表 4）。

表 4 不同赤霉素浓度对钩藤种子发芽的影响

赤霉素浓度 mg/kg	50	100	150	200	250
-------------	----	-----	-----	-----	-----

发芽势 (%)	28	45	58	55	52
发芽率 (%)	68	84	95	92	89
发芽经历时间 (d)	30	24	20	20	16

3. 结论

(1) 钩藤种子的萌发受温度影响较大, 18-25℃温暖的温度较为合适。(2) 光照对种子萌发有一定的影响, 在 1500-2000LX 条件下萌发的种子快、发芽率较高。在短时间内的较强的光照不敏感, 光照不敏感, 但其在萌发过程中需要的时间较长, (3) 用不同浓度的赤霉素浸种对种子萌发有促进作用, 随着赤霉酸浓度的增大, 钩藤种子发芽率呈先升后降的趋势, 以 150mg/kg 的最高, 发芽率高达 95%; 其次为 200mg/kg 的。发芽率为 92%; 高浓度的处理加快种子发芽时间。(4) 在生产上, 于 11 月下至 2 月下旬进行播种为好。

2、钩藤两段培育壮苗技术规程

钩藤种子极小, 出苗初期苗木也小, 肉眼较难于辨别, 通过放大镜观察有两片细小的心形叶, 光亮, 主叶脉周围淡红色。在露天或大田育苗时, 容易被杂草覆盖而死亡。同时钩藤幼苗根系少, 移栽成活率较低。因此, 进行两段育苗。通过研究, 形成钩藤两段培育壮苗技术规程:

1 苗圃地的准备

1.1 苗圃地选择

选择土壤疏松, 质地以砂壤土为宜, 坡度平缓, 风小、灌溉排水容易, 空气湿度大, 交通方便的地块。也可用交通方便、易于排水的稻田和熟地作为苗圃地。

1.2 整地

新建的圃地, 全砍灌木、全面炼山, 深挖翻土、拣净石块、草根、精耕细作, 利用稻田或熟地育苗的, 在秋冬前排水, 做到“三犁三耙”, 施足有机质基肥。

1.3 土壤消毒

育苗须消毒。采用有机消毒法, 用油茶饼碾碎和草木灰的按 1:2 的比例配制消毒粉, 在耕作松土时每 667m²均匀撒入 20 kg。

1.4 做床

起畦面宽 1.0~1.2m、高 0.2~0.3m、步道宽 0.2~0.3m, 畦面平整, 打细, 中央稍高。

1.5 开排水沟

采用三级沟法, 即苗圃四周开主排水沟, 即一级排水沟; 其次是次排水沟, 即二级排水

沟，沟底比主排水沟高 3-5cm，每 667m² 至少开 4 条；苗床间步道为三级排水沟，比二级排水沟高 3-5cm。

2. 种子采收

种子采收在 10 月下旬—11 月中旬，当蒴果成熟时未裂开时，选择生长健壮的母树、在无风的晴天进行采种，置阴凉处风干，然后用通透性良好的口袋装好备用。

3 第一段育苗

3.1 播种

播种前，将蒴果曝晒 2 天，再把蒴果搓烂，使种子脱出，再用细筛将种子筛出，用经高温消毒好的纱布将种子包好，放入 40℃ 的 150mg/kg 的赤霉素水溶液中浸泡 6h，让种子充分吸收水分后取出，与草木灰拌匀，再用高温消过毒的河砂拌匀。

3.2 播种方法和数量

将处理好的种子均匀的撒在畦面上，然后用竹扫帚轻扫，使细小的种子落入土壤缝隙中，每 667m² 播种量 3kg。

3.3 播种时间

播种时间于 11 月下旬至来年 3 月。盖天膜保温。清明过后播种不利于苗木的出土，温度过高会使苗床病害概率增加，而且时逢雨季，苗床土壤易板结，影响出苗。

3.4 遮阳

播种后应及时搭建遮阳网进行遮阳，遮阳网选择 60%遮阳率的网。

3.5 出苗期管理

播后 30 天，遇到干旱天气时，在傍晚浇水，以喷雾的方式喷洒补水。及时清除杂草，同时每 667m² 施 150g 百菌清 800 倍液进行消毒灭菌。当芽苗长出 4 片营养叶，移栽进行第二段育苗。

4 第二段育苗

4.1 育苗盘种植管理

4.1.1 穴盘准备

可选择育苗盘为 50~100 穴每盘的塑料盘，每穴直径 3cm。也可选择上直径及高均为 9cm 的营养杯。

4.1.2 营养土的配制

营养土的配制以黄心土、细河砂、圈肥、草木灰按 5:2:2:1 的比例进行配制，用百菌清进行消毒。然后将配制消毒好的营养土装盘备用。

4.1.3 芽苗起苗装盘

起苗前先进行喷雾浇水，提高苗圃湿度。然后用竹片装芽苗连带土壤移到盘穴里，每穴2株，然后在盘穴上撒一层锯木屑。然后将苗盘平放于遮阳网下。

4.1.4 盘苗期管理

4.1.5 盘苗期肥水管理和防病

塑料盘穴内营养土与地表土壤多少有些隔开，营养土干燥造成苗木长势不良是盘苗期的主要问题，应多喷雾浇水。还应注意防病，还要随时观察是否染病，如出现叶片出现锈斑，及时用百菌清喷雾防治。

4.1.6 盘苗期练苗

当苗木长到10cm时，即可炼苗。炼苗的方法是在掀开遮阳网，让其在自然光下生长7天。

4.1.7 盘苗假植

将盘穴里的2株苗木连用穴里土球一起挤出，假植已整理好的苗床上，定植为2株一穴，穴距20cm。定植完毕后洒一层锯木屑，然后浇足定根水。及时防控病害、排水、除草。当苗高30cm时，选在阴天揭开遮阳网，让其在自然条件下生长。

4.2 肥料的应用

4.2.1 根部肥料

底肥为腐熟的人粪尿及沼气液、复合肥，追肥可用尿素、苗木出圃前1~2个月可用草木灰。

4.2.3 叶面追肥每667 m²使用300 g磷酸二氢钾兑水100 kg喷施。

5 常见的病虫害

5.1 根腐病

根腐病的病原是腐皮镰孢菌[Fusarium solani (Mart.) App. et Wr]，属于半知菌的一种真菌。其主要为害根部，多发生在6—8月的雨季，初期症状是植株地上部的茎叶表现似缺水状失绿，生长不良。防治方法：要注意排水，防止苗床积水。用百菌清防治，每周一次。严重染病的植株要将其挖出烧掉，并用石灰对土壤进行消毒。

5.2 卷叶蛾

5—6月雨季易发生，幼虫在芽梢上卷缀嫩叶藏在其中，咀嚼叶肉，留下一层表皮，形成透明枯斑，后随虫龄增大，食叶量大增，卷叶包多达10片叶。防治方法：喷洒50%敌敌畏乳油900~1000倍液进行毒杀。

5.3 蚜虫

4 月幼苗长出嫩叶时发生，7 月、8 月为害植株顶部嫩茎叶。每 667 m² 可用 10 kg 40% 乐果 1 500 倍液防治。

6. 出圃

当主基径大于 1. 0cm 时出圃。出圃时，留主茎长 20–25cm，其余剪除。及时定植于大田。

3、种植密度对钩藤产量的影响

1. 材料与方法

1.1 材料

供试品种为从三江钩藤实生两段培育大苗，于广西药用植物园钩藤试验种植基地进行。

1.2 方法

试验采用单因素对比法，设计种植密度（株行距）1m×1m(处理 1)、1m×2m（处理 2）、1.5m×2m（处理 3）、2m×2m（处理 4），面积为 20M²/小区（即长×宽：8×2.5M），小区与小区间隔 0.3M 宽作通道。随机区组排列，三次重复。其它管理措施相同。

1.3 测定项目

于当年 12 月选择 6 株进行生长期的植株性状：株高、一级分枝（新茎）、二级分枝、节间长（二级分枝上的节间）、叶片长和叶片宽、茎基粗（新茎）和产量测定。

2 结果分析

不同的种植密度对钩藤的平均株高影响差异显著，种植密度小株高越大，密度大主蔓较短，呈负向增长趋势，。而分枝数和茎基粗则表现为种植密度大，一级、二级分枝少，种植密度大，一级、二级分枝多，呈正向增长趋势，差异达显著水平。种植密度对节间长、叶长和叶宽有一定的影响，但差异不显著。

不同的种植密度对钩藤产量影响也明显，产量由大至小排序为：处理 3>处理>2 处理 1>处理 4, 处理 3（株行距：1.5m×2m）能促进钩藤的生长，种植当年获得较高的产量，折合亩产 53.6kg/667m²(表 1)

表 1 不同种植密度对钩藤农艺性状及产量影响

处 理	株高 (cm)	一级枝 (条)	二级枝 (条)	节间长 (cm)	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	新茎基粗 (mm)	小区产量 (g/20m ²)
1	248.78aA	2.13bA	13.38bA	7.53aA	18.42aA	11.67aA	3.67bA	1375.5bAB
2	164.38bcB	2.84abA	6.16abA	7.28 aA	20.56aA	12.21aA	15.17abA	1451.0abA
3	202.33bAB	2.70abA	7.29abA	6.68 aA	21.24aA	12.52aA	14.75abA	1608.6aA

4	133.46cB	3.21aA	19.78aA	6.75 aA	22.64aA	12.76aA	16.06aA	107.6cB
---	----------	--------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

注：本表应用单因素方差分析的 Duncan 多重比较法分析，表中：a 为显著水平，A 为极显著水平。

3. 结论

适合种植密度能促进钩藤主蔓、分枝数的增长，促进产量的提高；在试验中，种植的株行距：1.5m×2m 钩藤最佳的种植密度。

4、不同生境下种植钩藤土壤养分与酶活性的研究

摘要：通过采集不同生态环境下种植钩藤的土壤样品，分析了土壤养分与酶活性的差异，结果表明：不同生态环境下种植钩藤的土壤 pH 在 4.85~5.38 之间，呈强酸性；钩藤土壤氮磷钾含量为：套种茶坡地>单种平地>荒地；土壤脲酶活性：套种茶坡地>单种平地~荒地；土壤磷酸酶活性：荒地~套种茶坡地≥单作平地；土壤过氧化氢酶活性：单种平地~套种茶坡地~荒地。种植钩藤的土壤 pH 值与速效磷、有机质与全氮、全氮与碱解氮、速效钾之间存在极显著正相关性，土壤 pH 值与磷酸酶活性、过氧化氢酶活性呈极显著正相关性，土壤有机质、全氮、碱解氮与脲酶活性之间呈极显著正相关关系。结果为掌握广西钩藤种植模式下土壤状况提供了基础数据。

钩藤的产质又与土壤条件息息相关，土壤中的营养元素直接影响着植物的生长。药材质量也因自然生长环境不同而存在差异。针对中药材土壤养分的研究较多，而影响中药材品质的土壤酶有脲酶、磷酸酶、过氧化氢酶、蔗糖酶等，酶的活性随着种植年限的增加呈现不同的变化趋势，这些酶活性的变化直接影响土壤养分的转化及中药材对养分的有效吸收，进而影响植株生长和有效化学物质的形成”。而钩藤土壤，尤其是不同生态环境下的钩藤土壤养分状况和主要酶活性的研究鲜见报道。为此，拟以广西钩藤种植的 3 种主要生境(套种茶坡地、单种平地和荒地)的 3 种土壤为研究对象，测定种植钩藤的土壤养分与土壤酶活性，了解当前钩藤种植模式下土壤状况，为掌握广西钩藤种植模式下土壤状况提供基础数据。

1. 材料与方法

1. 1 土壤样品采集与制备

203 年 3 月，采用在套种茶坡地、单种平地和荒地 3 种生态环境下生长良好的钩藤树下进行土壤样品采集，深度为 0~20 cm，将每个样区 8 株树下土壤样品进行混合后，按四分法分取制成 1kg 左右的混合样，合计采集土样 34 个，其中套种茶坡地 6 个，单种平地 10 个，荒地 18 个。将混合样分别装入干净的布袋带回实验室，经过风干、去杂、研磨制备为过 1mm 和 0.25 mm 筛的样品，待用。

1.2 测定方法

土壤 pH 值采用电位法测定，土壤有机质含量采用油浴加热重铬酸钾氧化容量法测定，碱解氮用碱解扩散法；土壤速效钾含量采用乙酸铵浸提-火焰光度计法测定，土壤有效磷含量采用碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法测定。土壤脲酶活性测定采用靛酚蓝比色法。土壤磷酸酶活性测定采用磷酸苯二钠比色法，以每克土壤酚毫克数表示磷酸酶活性；土壤过氧化氢酶活性测定采用高锰酸钾滴定法。

1.3 数据整理 采用 Excel2007 及 SPSS19.0 等数据统计分析软件进行处理。

2 结果与分析

2.1 不同生态环境下土壤养分含量特征

由表 2 可知，3 种植钩藤的生态环境下土壤 pH 值在 4.85~5.38 之间，强酸性，且无明显差异，即：单作平地一套种茶坡地一荒地；3 种类型土壤有机质、全氮及速效钾均是套种茶坡地与单作平地和荒地存在显著差异，即：套种茶坡地>单作平地一荒地；而土壤碱解氮呈现显著差异，即：套种茶坡地>荒地>单作平地，这跟土壤表层覆盖枯枝落叶、微生物量、水分、温度等因素有关；土壤有效磷含量也呈现显著差异性，表现为：单作平地>荒地>套种茶坡地，这可能与农民施肥情况、植物根系对养分利用程度以及土壤微生物量有关。除此之外，不同单作平地利用类型的土壤养分变异状况能够较好地反映出农田生态环境对不同土壤养分含量变化的影响。3 种生态环境下土壤速效钾的变异系数较大，均超过了 50%；荒地的土壤有效磷的变异系数最高，达到 103.48%，以上结果反映出人类的耕作管理和施肥对土壤养分状况的影响。

表 1 同生态环境下钩藤土壤养分状况

生境	pH	有机质	全氮	碱解氮	有效磷	速效钾
		g/kg	g/kg	mg/kg	Mg/kg	Mg/kg
茶+钩藤	5.86a	45.40a	2.01a	160.33a	1.55c	174.63a
钩藤+杂草	5.65a	22.98b	1.29b	132.05b	6.49b	74.41b
钩藤	6.18a	23.01b	1.35b	128.80c	11.15a	84.70b

2.2 不同生态环境下钩藤土壤肥力等级评价

土壤中的有机质是判断土壤肥力高低的一个重要指标，主要来源于作物、动物及微生物的遗体及其部分分解产物。由表 2 可知，3 种生态环境下的有机质含量虽然均呈现 I 级水平，但均值表现为：套种茶坡地>单作平地>荒地，表明套种茶坡地的有机质含量在 3 种生态环境下最高；而土壤中的 N、P、K 质量分数是植物生长必要的也是最重要的元素，是评价土壤质

量的 3 大重要指标。由表 2 和表 3 可知，全氮含量直接表现出不同的评价结果即：套种茶坡地>单作平地>荒地；3 种生态环境下的土壤碱解氮含量均在Ⅲ级，均值表现出套种茶坡地>荒地>单作平地；有效磷含量呈现单作平地>荒地>套种茶坡地的趋势，评价结果分别为Ⅰ级、Ⅱ级和Ⅲ级；而速效钾则显示为套种茶坡地>单作平地>荒地的趋势，评价结果分别为Ⅰ级、Ⅱ级和Ⅲ级。总体看来，土壤肥力呈现套种茶坡地>单作平地>荒地的趋势。套种茶坡地呈现较高的肥力的原因可能因为枯枝败叶的自然分解积累了较多养分，而造成单作平地肥力较高的原因可能来自于人类的施肥作用。

表 2 同生态环境下钩藤土壤肥力等级评价结果

生境	有机质	全氮	碱解氮	有效磷	速效钾
	g/kg	g/kg	mg/kg	Mg/kg	Mg/kg
茶+钩藤	I	I	III	III	I
钩藤+杂草	I	II	III	II	II
钩藤	I	III	III	I	III

2. 3 不同生态环境下土壤酶活性的变化

土壤酶是表征土壤物质能量代谢旺盛程度及评价土壤肥力高低、生态环境质量优劣的重要生物指标之一，并与矿质营养元素循环、有机物质矿化分解、能量转移、环境质量等息息相关。土壤脲酶是存在于土壤中能催化尿素分解、具有氨化作用的高度专一性的一类好气性水解酶，其活性能够在一定程度上反映土壤的供氮能力。过氧化物酶以过氧化氢为电子受体催化底物氧化的酶，过氧化氢酶活性在一定程度上反映有机质转化速度和土壤腐殖质化强度大小。磷酸酶是一种酶促有机磷化合物的水解酶，其活性高低直接影响着土壤中有机磷的分解转化及其生物有效性。从图 1 可以看出，不同生态环境钩藤土壤酶活性存在差异。土壤酶主要来自微生物，土壤动物和钩藤根系。土壤酶活性高低顺序为：(1) 土壤脲酶活性：套种茶坡地>单作平地—荒地；(2) 土壤磷酸酶活性：荒地—套种茶坡地≥单作平地；(3) 土壤过氧化氢酶活性：单作平地—套种茶坡地—荒地。

表 3 不同生态环境下土壤酶活性的变化

生境	脲酶活性	磷酸酶活性	过氧化氢酶活性
	/NH ₃ -N	/酚 mg/g. d	0. 1N KMnO ₄
	mg/g. d		mg/l, 20min
茶+钩藤	0. 86a	5. 40ab	3. 31a

钩藤+杂草	0.55b	7.98a	3.74a
钩藤	0.63b	4.31b	2.85a

2.3 土壤养分含量与土壤酶活性的相关性分析

从表4可以看出,3种生态环境下钩藤土壤养分、土壤酶活性之间存在一定的相关性。(1)土壤pH值与有效磷存在极显著正相关性,说明提高土壤的pH值可以显著促进土壤中全磷转变为有效磷。有机质与全氮,全氮与碱解氮、速效钾之间存在极显著正相关性,说明增施有机肥能显著的提高钩藤土壤中的养分含量;(2)土壤pH值与磷酸酶活性、过氧化氢酶活性呈极显著正相关性,表明在供试条件下,土壤pH值升高可以促进磷酸酶活性、过氧化氢酶活性随之升高;土壤有机质、全氮、碱解氮与脲酶活性之间呈极显著正相关关系。

表4 钩藤土壤养分、土壤酶活性之间的相关性

	pH	有机质 g/kg	全氮 g/kg	碱解氮 mg/kg	有效磷 Mg/kg	速效钾 Mg/kg	脲酶活性 /NH ₃ -N mg/g·d	磷酸酶活 性 / 酚 mg/g·d	过氧化氢酶活性 0.1N KMnO ₄ mg/l, 20min
pH	1								
有机质	0.18	1							
全氮	0.50**	0.58**	1						
碱解氮	0.31	0.63**	0.68**	1					
有效磷	0.65**	0.13	0.32	-0.09	1				
速效钾	0.51*	0.47	0.67**	0.49	0.07	1			
脲酶	0.42	0.72**	0.68**	0.74**	0.11	0.54**	1		
磷酸酶	0.49*	0.05	-0.13	-0.18	-0.05	-0.12	-0.32	1	
过氧化氢酶	0.68**	0.33	0.37	0.2	0.65	0.24	0.52**	-0.26	1

3 结论

广西钩藤产地不同生态环境的土壤养分含量具有一定的差异。总体上来看,供试区域的土壤性状均适合于钩藤生长,有利于养分的吸收及根系的伸展。pH值的变化是单作平地一套种茶坡地一荒地,均在酸性范围内,无明显差异;而土壤有机质、全氮及速效钾均是套种茶坡地与单作平地和荒地存在显著差异,表现为套种茶坡地>单作平地一荒地;土壤碱解氮呈现显著差异,即:套种茶坡地>荒地>单作平地;土壤有效磷含量也呈现显著差异性,表现

为：单作平地>荒地>套种茶坡地。可见，不同生态环境钩藤土壤的养分含量存在差异。综合评价贵州钩藤产地不同生态环境土壤肥力等级高低为单作平地>套种茶坡地>荒地。贵州钩藤产地不同生态环境的土壤酶活性也具有明显的差异。脲酶活性套种茶坡地>单作平地>荒地；而磷酸酶活性表现为荒地>套种茶坡地>单作平地；过氧化氢酶活性高低则为单作平地>套种茶坡地>荒地。不同生态环境下钩藤土壤养分含量与土壤酶活性之间存在着一定相关性。土壤 pH 值与有效磷存在极显著正相关性，有机质与全氮，全氮与碱解氮、速效钾之间存在极显著正相关性；土壤 pH 值与磷酸酶活性、过氧化氢酶活性呈极显著正相关性；土壤有机质、全氮、碱解氮与脲酶活性之间呈极显著正相关关系。

5、不同生物有机肥对钩藤产量、品质及土壤生物性状的影响

目的：针对广西钩藤人工栽培产量低、品质不稳定的问题，从改善钩藤产地土壤入手，筛选适宜的有效的生物菌剂，改善土壤生态、活化地力，减少无机化肥的用量，提高钩藤产量及品质。结果表明：施用生物菌剂对钩藤的产量、品质和土壤微生物含量都有不同程度地提高和改良作用，其中 GT-IV 号生物菌剂对钩藤农艺性状、产量以及土壤养分的提高效果最好；GT-III 号生物菌剂对钩藤品质以及土壤生物性状的改良效果最好。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验用的 4 种生物菌剂 GT-I、GT-II、GT-III、GT-IV 分别由 GT- I 和 GT-II 是市售产品，产地分别由北京生物制品有限公司和广东生物有限公司生产；GT-III、GT-IV 是自主研发的产品，GT-III 主要功能菌群为荧光假单胞菌和枯草芽孢杆菌复配，含量≥0.2 亿·g⁻¹。GT-IV 主要功能菌为寡雄腐霉和蜡状芽孢杆菌复合配制的，含量≥0.5 亿·g⁻¹。

1.2 试验地点

于广西三江侗族自治县钩藤种植示范基地进行，基地土壤类型为黄壤，中等肥力，土壤基本情况见表 1。

表 1 试验基地土壤肥力情况

样地	全氮	碱解氮	有效磷	有效钾	pH 值	有机质
	/g. kg ⁻¹	/mg. kg ⁻¹	/ mg. kg ⁻¹	/ mg. kg ⁻¹		/ g. kg ⁻¹
试验地	2. 57	145. 24	23. 97	27. 89	4. 71	27. 7

1.3 试验设计

试验设 6 个处理，处理 T1 为 GT-I 号 2250 kg. hm⁻²、T2 为 GT-II 号 2250kg. hm⁻²、GT-III

号 2250 kg. hm⁻²、GT-IV 号 2250 kg. hm⁻²，以施氮磷钾无机肥 750 kg. hm⁻²为对照（CK），处理 6（CK2）为不施肥空白处理。生物菌剂作基肥一次性施入，无机复合肥于 3 月下旬、4 月下旬和 5 月下旬份 3 次施入。小区面积 16m²，3 次重复，每个小区种植 29 株。

1.4 试验管理

试验于 3 月 5 日移栽种植，4~5 月每个月开展一次人工除草，当年 7 月 10 日采收。

1.5 性状测定

6 月 30 日进行株高、茎粗、一级分枝等农艺性状测定并取其土壤进行微生物含量检测；采收时测定产量和钩藤总碱含量。

1.7 微生物指标测定

采用平板梯度稀释培养法，细菌培养采用牛肉膏蛋白胨琼脂培养基，放线菌培养采用高氏 1 号培养基，真菌培养采用马丁孟加拉红培养基。计数皿接种后，倒置于 30℃下恒温培养。培养时间：细菌 2d，真菌 4d，放线菌 6d。菌落计数皿中的细菌、放线菌菌落（CFU）以 20~300 个，真菌菌落（CFU）以 10~100 个为有效计数。

1.8 土壤养分测定

全氮采用重铬酸钾-硫酸消化法，碱解氮采用碱解扩散法，有效磷采用碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法，速效钾采用乙酸铵浸提-火焰光度法，pH 值采用电位法，有机质采用油浴加热重铬酸钾氧化-容量法。

1.9 样品采集及数据 数据采用 Excel2007 和 SPSS19.0 进行处理分析。

2 结果与分析

2.1 不同生物菌剂对钩藤农艺性状和钩茎产量的影响

表 2 表明，不同的生物菌剂处理对钩藤的株高、一级分枝数和茎基粗影响均表现差异显著，4 个处理均高于对照，以 T4 最高。各处理间差异也显著。对叶长和叶宽有一定的影响，但差异不显著。不同的产量对钩藤钩茎产量影响明显，产量由大至小排序为：T4>T3>T2>T1>CK, T4 能促进钩藤的生长，获得较高的产量，折合亩产 219.27kg/667m²（表 4）。在对各处理的钩藤总碱含量检测中，T4 的钩藤总碱含量显著高于其他处理，大至小排序为：T4>T1>T3>T2>CK。可见，施用 GT-IV 号生物肥效果最好，茎粗增长 39.9%，一级分枝增加 36.8%。

表 2 不同生物菌剂对钩藤农艺性状和叶片产量

处 理	株高 (cm)	一级枝 (条)	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	茎基粗 (mm)	小区钩茎量 Kg/16m ²	折合产量 Kg/667m ²	钩藤总碱量 mg/kg
--------	------------	------------	------------	------------	-------------	------------------------------	------------------------------	----------------

T1	154.46c	4.84a	22.64a	12.76a	18.56a	2.33 c	90.51 c	9.10
T2	155.38c	3.08c	20.56a	12.21a	17.07b	2.38 c	91.6 c	9.06
T3	172.33b	3.64c	21.24a	12.52a	16.75b	2.62 b	106.44 b	9.23
T4	183.78a	6.64a	18.42a	11.67a	19.67a	2.73 a	104.27 a	9.86
CK	136.46d	4.69b	22.64a	12.76a	14.06c	1.99 d	81.14 d	8.04

2.3 不同生物菌剂对钩藤品质的影响

从表 2 还可以看出, 施用生物菌剂均可以改善钩藤品质, 与对照相比, 不同生物菌剂处理下的钩藤总碱增加量在 12.68%~22.63% 之间, 其中, 施用 GT-IV 号生物肥对钩藤药用成分含量总量增加最明显, 较对照提高 22.63%, GT-III 号次之, 钩藤总碱提高幅度达 14.80%, GT-I 号和 GT-II 号分别提高 13.18% 和 12.68%。各处理钩藤总碱的含量变化趋势不一致, 以施用 GT-IV 号生物肥效果最好。

2.4 不同生物菌剂对钩藤种植地土壤的改良作用

2.4.1 不同生物菌剂对钩藤种植地土壤微生物群落结构的影响

从表 3 可以看出, 施用化肥和施生物菌剂对土壤微生物群落结构影响差异显著, 不同生物菌剂间差异也明显。施用无机化肥后细菌含量降低, 真菌和放线菌含量降低; 而施生物菌剂能提高细菌和放线菌的含量水平, 降低真菌含量。

表 3 各个菌剂处理对钩藤地块土壤微生物含量的影响

处理	细菌 ($\times 10^6$)	真菌 ($\times 10^4$)	放线菌 ($\times 10^6$)
CK1	5.10	5.17	1.33
T1	6.13	4.71	2.57
T2	6.30	4.30	1.80
T3	5.97	3.33	2.60
T4	6.47	4.53	2.30

各生物菌剂处理之间对土壤细菌数量的影响, 从真菌的多少来看, 施用 GT-III 号生物肥效果最好, 降低的幅度最大; 而对放线菌的含量影响来看, 各个生物菌剂处理之间差异明显, 施用 GT-IV 号生物菌剂提高放线菌含量最大; 施用 GT-I 号生物菌剂和 GT-IV 号生物菌剂对放线菌的含量影响也高于对照。

2.4.2 不同生物菌剂对钩藤种植地土壤肥力的影响

从表 4 可以看出, 施入生物菌剂和无机肥均可以在一定程度上增加土壤中的全氮含量, 施生物菌剂处理比单施化肥 (CK) 效果更好, 各种生物菌剂处理之间对土壤全氮含量的影响

效果不一，分别比单施化肥（CK）的处理提高 40.68%~89.83%，其中 GT-II 号生物肥最好，其次为 GT-IV 号生物肥，两者效果相当，无明显差异；GT-III 号生物肥效果最差。与不施肥的处理相比，施用肥料可以显著提高土壤中的碱解氮、有效磷、速效钾和有机质的含量。配施生物肥的处理比单施化肥提高的更明显，其中施用 GT-IV 号生物肥对各有效养分和机质的增加效果最好，与单施化肥相比，碱解氮、有效磷、速效钾、有机质分别提高 23.1%、136.37%、80.46%、23.4%；其次是 GT-I 号生物肥和 GT-III 号生物肥。各处理对土壤 pH 值的影响无显著差异。

表 4 生物菌剂对钩藤种植地土壤肥力的影响

处理	全氮 /g. kg ⁻¹	碱解氮 /mg. kg ⁻¹	有效磷 / mg. kg ⁻¹	有效钾 / mg. kg ⁻¹	pH	有机质 / g. kg ⁻¹
CK	3.50	145.17	25.60	23.85	4.48	25.9236
T1	5.63	162.71	47.57	40.23	4.86	30.8296
T2	6.70	155.30	51.33	39.04	4.96	27.1251
T3	4.97	167.33	57.70	41.34	4.95	28.1807
T4	6.67	179.53	60.30	43.37	5.15	32.0616

3. 结论

施生物菌剂对钩藤的产量、品质和土壤生物性状都有不同程度地提高和改良作用，其中 GT-IV 号生物菌剂对钩藤农艺性状、产量以及土壤养分的提高效果最好；GT-III 号生物肥对钩藤品质以及土壤生物性状的改良效果最好。

6、含氨基酸有机硒对钩藤生长和品质及硒素吸收的影响

摘要 以钩藤为材料，探讨含氨基酸有机硒对其生长和品质及硒素吸收的影响。**方法：**设置 8 个施肥水平，按有机硒纯量计算，分别为：（1）S₁0 mg/hm²（空白）、（2）S₂0.9g/hm²、（3）S₃ 1.8g/hm²、（4）S₄2.7g/hm²，（5）S₅3.6g/hm²，（6）S₆4.5g/hm²、（7）S₇5.4g/hm²，（8）S₈6.3g/hm²。用水稀释后，以叶面喷洒方式施用。考察其带钩茎、小枝茎、叶片的产量、总硒、有机硒、钩藤碱、异钩藤碱和浸出物的含量变化。**结果表明**（1）含氨基酸有机硒能促进钩藤的生长，带钩茎、小枝茎、叶片的产量分别提高 15.8%、17.9%、23.6%。（2）能显著提高带钩茎、小枝茎和叶片中有机硒的含量，有机硒转化率分别为 93.3%、92.6%、90.4%。（3）能促进带钩茎、小枝茎和叶片中的浸出物的积累，在一定用量范围内，能促进带钩茎、小枝茎和叶片中的钩藤碱、异钩藤碱含量，以 5.4g/hm² 处理较好。**结论**施用含氨基酸有机硒能促进钩藤植株

生长,提高带钩茎、小枝茎和叶片的有机硒和浸出物的含量,在一定用量范围内,能促进钩藤生物碱的积累。用量以 $4.5\text{g}/\text{hm}^2\sim 5.4\text{g}/\text{hm}^2$ 为宜。

1 材料与方法

1.1 试验条件 试验于广西融安县钩藤试验基地进行,位置:北纬 $24^{\circ}46'\sim 25^{\circ}34'$,东经 $109^{\circ}13'\sim 109^{\circ}47'$;属中亚热带季风气候,气候温暖,雨水充沛,年平均气温 19°C ,一年中,春季平均气温在 $10\sim 20^{\circ}\text{C}$,夏季平均气温在 22°C 以上,秋季平均气温在 $10\sim 22^{\circ}\text{C}$;冬季平均气温在 10°C 以下。年均降雨量 1942.5mm ,无霜期大于 295 天。冬短夏长,雨热同季。

试验地土壤含有机质 $10.4\text{g}/\text{kg}$ 、全氮 $1.42\text{g}/\text{kg}$ 、全磷 $0.685/\text{kg}$ 、全钾 $4.30\text{g}/\text{kg}$ 、碱解氮 $104.6\text{mg}/\text{kg}$ 、速效磷 $22.5\text{mg}/\text{kg}$ 、速效钾 $76.1\text{mg}/\text{kg}$,pH 为 6.1,硒含量 $0.09\text{mg}/\text{kg}$ 。

1.2 材料 供试品种为钩藤二年生植株;所用的含氨基酸有机硒为广西汇生生物科技有限公司生产,其中,含硒 $1500\text{mg}/\text{kg}$ 、氨基酸为 $5\text{mg}/\text{kg}$ 。

1.3 方法

1.2.1 试验设计 设置 8 个施硒用量水平,按纯硒量计算,处理分别为:(1) $S_1 0\text{mg}/\text{hm}^2$ (空白处理,对照)、(2) $S_2 0.9\text{g}/\text{hm}^2$ 、(3) $S_3 1.8\text{g}/\text{hm}^2$ 、(4) $S_4 2.7\text{g}/\text{hm}^2$ 、(5) $S_5 3.6\text{g}/\text{hm}^2$ 、(6) $S_6 4.5\text{g}/\text{hm}^2$ 、(7) $S_7 5.4\text{g}/\text{hm}^2$ 、(8) $S_8 6.3\text{g}/\text{hm}^2$,分 3 次使用,每隔 15 天一次。使用时,分别稀释成浓度为 0 、 $0.5\text{mg}/\text{kg}$ 、 $1.0\text{mg}/\text{kg}$ 、 $1.5\text{mg}/\text{kg}$ 、 $2.0\text{mg}/\text{kg}$ 、 $2.5\text{mg}/\text{kg}$ 、 $3.0\text{mg}/\text{kg}$ 、 $3.5\text{mg}/\text{kg}$ 的水溶液,每小区每次喷洒溶液量为 1.2kg 。于 3 月中旬开始进行。小区面积 20m^2 ,3 次重复,随机排列。

1.2.2 性状测定 在最后一次喷施后 20 天,按小区进行采收,阴干。测定钩茎、小枝茎、叶片的产量,及其总硒、有机硒、浸出物、钩藤碱、异钩藤碱的含量。

1.2.2 测定项目与方法

总硒的测定 参照 GB5009.93-2007 食品安全国家标准 食品中硒的测定 第一法 氢化物原子荧光光谱法。

有机硒测定 采用差减法进行。具体步骤为:准确称取过筛的钩藤样品 1g ,置于 50ml 离心管中,加入 30ml 纯水,超声振荡 30min ,于 $5000\text{r}/\text{min}$ 离心 10min ,倒出上清液,残渣再重复提取一次。上清液收集后,倒入分液漏斗中,加入 5ml 环己烷萃取,收集水相于烧杯中,电热板上加热蒸发掉大部分水分后,加入 10ml 的硝酸-高氯酸混合酸($10:1, \text{V}/\text{V}$),在电热板上加热消解至无色透明并有大量白烟冒出时取下,冷却后加 2ml 盐酸,再置于电热板上加热沸腾几分钟后取下,冷却后用去离子水转移定容至 50ml 容量瓶,原子荧光光谱仪测定溶液中无机硒含量。利用已测得的总硒含量减去无机硒含量,即得钩藤样品有机硒含量^[14]。

有机硒含量= 总硒含量-无机硒含量

有机硒转化率 = (有机硒含量/总硒含量) ×100%

钩藤碱测定 采用高效液相色谱法测定^[15]。色谱条件：色谱柱：BEH C₁₈ 柱(100 mm×2.1 mm，1.7μm)；流动相:5mmol.L-1 醋酸铵缓冲液（0.01%氨水调 pH=9）(A)-甲醇（B）-乙腈（C），梯度洗脱，流速：0.44ml.min⁻¹，柱温 30℃，检测波长：245 nm，进样量 1μL。

浸出物测定 参照《中华人民共和国药典》2015 年版，一部，醇溶性浸出物测定法（通则 2201）项下的热浸法进行。

1.2.4 数据处理

用 Excel 2007 和 SPSS 19.0 统计软件进行数据统计处理和分析, 多重比较采用 Duncan 法。

2 结果与分析

2.1 含氨基酸有机硒对钩藤产量的影响

试验结果表明，含氨基酸有机硒有促进钩藤的生长的作用。小枝茎和叶片的产量随着施肥水平的增加而增加，处理间差异达到显著水平，与对照（空白处理）相比，小枝茎、叶片的产量分别提高 17.9%、23.6%。带钩茎产量的变化与小枝、叶片的不同，其随着施肥水平的增加表现为先升后降的趋势，以 S₇ 处理最高，比对照提高 15.8%，但与 S₆ 和 S₈ 处理差异不显著。说明在一定施肥水平范围内，可促进钩藤生物量的提高，过量则不利于带钩藤茎的生长（表 1）。

表 1 含氨基酸有机硒对钩藤产量的影响

处理 (代号)	带钩茎 //g /小区	比较 //%	小枝茎 //g /小区	比较 //%	叶片产量 //g /小区	比较 //%
S1	1096.3 f	-	921.5 g	-	1229.4 h	-
S2	1138.6 e	3.9	945.2 f	2.6	1294.2 g	5.3
S3	1150.6 d	5.0	985.2 e	6.9	1326.6 f	7.9
S4	1160.7 c	5.9	1004.8 d	8.3	1337.4 e	8.8
S5	1206.4 b	10.0	1039.4 c	12.8	1353.6 d	10.1
S6	1263.7 a	15.3	1062.5 b	15.3	1452.6 c	18.2
S7	1269.8 a	15.8	1084.0 a	17.6	1504.8 b	22.4
S8	1266.2 a	15.5	1086.3 a	17.9	1519.2 a	23.6

注：同列中不同的小写字母表示在 5%的水平下差异显著。

2.2 含氨基酸有机硒对钩藤硒吸收转化的影响

从表 2 测定结果可以看出，钩藤植株中的带钩茎、小枝茎和叶片的总硒含量均有随着施肥水平的增加而增加，且都显著高于对照；有机硒含量的变化与总硒含量变化曲线相似，在不同部位含量不一样，带钩茎有机硒含量最高能达到 1.08mg/kg、小枝茎的为 0.609mg/kg，

叶片的也达到 1.061mg/kg，产品均符合广西地方标准《富硒农产品硒含量分类要求》^[16]中 草药类富硒标准为 0.15-2.0mg/kg 的要求。有机硒转化率因部位和施硒水平的不同而异，在 相同部位中，有机硒转化率有随着施肥水平的增加而增加的趋势，带钩茎、小枝茎和叶片最 高的转化率分别为 93.1%、92.1%、90.5%，均显著高于空白处理，而处理 S7 和 S8 间差异不 显著；在同一水平下，有机硒转化率的大小排序为带钩茎>小枝茎>叶片。综合以上指标和 成本投入，含氨基酸有机硒在钩藤上施用水平在 5.4g/hm²（S₇）为好。

表 2 施用含氨基酸有机硒后钩藤植株中有机硒的含量测定结果

处理 代号	带钩茎			小枝茎			叶片		
	总硒 mg/kg	有机硒 mg/kg	转化率 %	总硒 mg/kg	有机硒 mg/kg	转化率 %	总硒 mg/kg	有机硒 mg/kg	转化率 %
S1	0.048 g	0.040 g	83.3	0.046 g	0.036 g	78.3	0.049 g	0.040 g	81.6
S2	0.123 f	0.108 f	87.8	0.083 f	0.068 f	81.9	0.121 f	0.103 f	85.1
S3	0.160 e	0.138 e	86.3	0.120 e	0.098 e	81.7	0.144 e	0.123 e	85.4
S4	0.371 d	0.326 d	87.9	0.331 d	0.276 d	83.4	0.211 d	0.181 d	85.8
S5	0.447 c	0.397 c	88.8	0.407 c	0.347 c	85.3	0.504 c	0.446 c	88.5
S6	0.840 b	0.750 b	89.3	0.580 b	0.510 b	87.9	0.701 b	0.624 b	89.0
S7	1.070 a	0.987 a	92.2	0.660 a	0.608 a	92.1	1.063 a	0.962 a	90.5
S8	1.160 a	1.080 a	93.1	0.662 a	0.609 a	92.0	1.173 a	1.061 a	90.5

注：同列中不同的小写字母表示在 5%的水平下差异显著。

2.3 含氨基酸有机硒对钩藤活性成分含量的影响

经检测得知（表 3），用含氨基酸有机硒处理钩藤植株后，带钩茎、小枝茎和叶片中的 浸出物均随着施肥水平的增加而增加。而钩藤碱、异钩藤碱的含量变化则随着施肥水平的增 加而呈现先升后降低的趋势，但均显著高于对照；不同部位的钩藤碱、异钩藤碱的含量所呈 现的峰值不一样，带钩茎、小枝茎的峰值以 S₆处理最高，而叶片中的则在 S₇。虽然含量的 最高峰值不一样，但从纵向对比可看出，各部位在 S₈处理时的含量均较低。在说明施用量 过大不利于钩藤生物碱的积累。

表 3 不同施肥水平对钩藤活性成分含量的影响

处理 代号	带钩茎			小枝茎			叶片		
	浸出物 %	钩藤碱 μg/g	异钩藤碱 μg/g	浸出物 %	钩藤碱 μg/g	异钩藤碱 μg/g	浸出物 %	钩藤碱 μg/g	异钩藤碱 μg/g
S1	9.6 d	22.78 f	5.82 f	8.7 f	19.84 f	4.31 f	10.6 e	8.98 g	2.11 h
S2	9.8 d	22.79 e	5.84 e	8.4 e	19.96 e	4.42 e	10.9 d	8.99 f	2.24 g
S3	10.1 c	23.13 d	6.03 d	8.9 d	20.68 d	4.68 d	11.7 c	9.16 e	2.25 f
S4	10.3 c	23.48 c	6.14 c	9.3 c	21.06 c	4.97 c	11.8 c	9.86 d	2.57 e
S5	11.2 b	23.55 b	6.18 b	9.6 b	21.48 b	5.35 b	12.2 b	10.26 c	2.97 d
S6	11.5 b	23.63 a	6.23 a	9.7 b	22.06 a	5.41 a	12.3 b	10.98 b	3.34 c
S7	11.8 a	23.62 a	6.21 a	9.9 b	21.88 a	5.39 a	13.6 a	11.76 a	3.72 a

S8	12.0 a	23.61 a	6.19 b	10.4 a	21.79 a	5.36 b	13.8 a	11.69 a	3.56 b
----	--------	---------	--------	--------	---------	--------	--------	---------	--------

注：同列中不同的小写字母表示在 5%的水平下差异显著。

3 讨论

3.1 外源硒分有无机硒（如硒矿粉、亚硒酸钠）和有机硒两类，不同的外源硒对植株生长有不同的影响。外源硒矿粉对玉米生物量与籽粒产量无显著影响^[17]；应用硒矿粉、亚硒酸钠和富硒复混肥对鱼腥草的增产不明显，且表现有一定的负效^[18]。本试验的含氨基酸有机硒对钩藤的生长有明显的促进作用，能使带钩茎、小枝茎及叶片产量分别提高 15.8%、17.9%、23.6%。结果与猕猴桃^[19]、茶叶^[20]等的研究结论基本一致。硒在植物的体内不仅能够提高植物的免疫能力和抗逆性，还能促进植物的生长和发育^[21]，可以推测施用有机硒更容易被植株利用，提高叶片光合作用；增加了光合产物积累^[22,23]；促进了植株生长发育。

3.2 有机硒的含量及其转化率

植物可将外源的无机硒或有机硒吸收、富集，通过与体内的蛋白、多糖等物质有机结合，形成内在的硒蛋白、硒多糖等形态的有机硒。在生产中，植株体内的有机硒的含量高低，与植物品种、给硒的种类有直接关系。刘庆等^[17]用硒矿粉对玉米土壤撒施获得有机硒含量 0.195mg/kg 的玉米；廖青等^[24]用有机硒液肥对甘薯试验，获得含硒为 0.0137 mg/kg 的薯块；李玉梅等^[25]用 120g/hm² 的有机硒喷施水稻，获得含有机硒为 0.74mg/kg 的大米。本试验中，用含氨基酸有机硒喷施钩藤植株，能显著提高钩藤中有机硒的含量，带钩茎、小枝茎和叶片的有机硒有含量分别达到 1.080mg/kg、0.69mg/kg、1.061mg/kg。产品均符合《富硒农产品硒含量分类要求》^[16]之中药材的要求。

植物内的有机硒容易被人体吸收利用，而无机态硒很难被人体利用，摄入过量还会抑制生物体内氧化代谢的正常运行^[26]。因此，植物体内的有机硒的转化率是富硒植物使用的重要安全指标，也是富硒产品的研究重点。邢颖等^[27]用有机硒肥在马铃薯上应用研究，有机硒的转化率为 81.98%，章发盛^[28]对茶叶人工增硒后分析得知，茶叶中平均有机硒占总硒比值：81.6%，本试验用含氨基酸有机硒应用于钩藤上，有机硒的转化率达到 90.5%以上。在植物体内有机硒含量占总硒的比例越高，食用更安全。

3.3 对作物品质的影响

有研究表明，喷施有机硒肥有利于提高苹果果实的可溶性固形物、总糖、蔗糖和糖酸比^[29]，对马铃薯粗蛋白、淀粉的积累也有促进作用^[27]。这些均为植物的初生代谢营养物质，而对植物次生代谢物的影响报导较少。本试验，用含氨基酸有机硒不但能提高钩藤浸出物，还促进活性成分钩藤碱、异钩藤碱含量的增加，结果与李春霞等研究相似^[30]。这对以活性成

分为质量指标的药材的生产，具有很大的应用前景。

目前，在农作物富硒的生产上，大多施用无机硒、化学合成的硒化物以及硒矿粉进行生物外源强化，这类硒有毒有害，存在很大风险，其使用量大，作物利用率低，容易造成二次污染，产品上，就算吸附或富集的总硒高于对照，而有机硒含量低，导致产品中硒含量不达标。在加强农产品安全和农业生产环境治理的大背景下，应提倡安全、高效、无污染的生物有机硒的使用。

7、套种模式对钩藤生长及根际土壤理化性质的影响

摘要：研究 5 种套种模式(分别套种黄豆、紫苏、春茶、蓝靛及覆草)下钩藤生长及根际土壤理化性质的变化。结果表明：5 种套种模式均显著改善了根际土壤理化性质，增强了钩藤生长及结钩能力。5 种套种模式的土壤容重比对照减少了 $0.07-0.21\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ，其中春茶套种的模式最小；非毛管孔隙度以黄豆套种模式最高；毛管孔隙度以紫苏套种模式最高；总孔隙度以春茶套种模式最高，且春茶、黄豆及紫苏套种模式的总孔度均超过 50%。说明春茶、黄豆、紫苏套种模式可以增加钩藤根际土壤的通透性。土壤含水率、毛管持水量、最大持水量及田间持水量都是春茶套种模式最高，覆草套种模式最差，说明春茶套种模式涵养水源功能最强。土壤 pH 变化范围在 3.47-5.02 之间；土壤有机质、全氮、全钾及速效钾含量，黄豆套种模式最大；全磷含量，覆草套种模式最高，其次是黄豆套种模式；有效磷含量，蓝靛套种模式最高，其次是黄豆套种模式。说明黄豆套种模式可以提高钩藤的根际土壤养分。相关性分析得出栽培钩藤最重要的 2 个因素是水分和土壤通气状况。综上所述，钩藤套种春茶和黄豆有利于保持和提高钩藤的生长及土壤理化性质。

由于钩藤长期粗放管理，使得土壤板结，养分大幅度递减，处于低产状态。因此，提高钩藤栽培水平是当务之急。生态栽培是一种有效的方法，套种已广泛采用，但应用于钩藤，对钩藤生长及土壤的物理、化学性状的研究，未见有报道。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2021 年 3 月开始进行套种，当时钩藤为 1 年生的苗（不含育苗时间）。套种前，土壤的质地为沙质壤土 pH 值为 5.6，土壤肥力：有机质含量 9.3g/kg ，全氮含量 0.92g/kg ，碱解氮含量 39.0mg/kg ，有效磷含量 6.30mg/kg ，有效钾含量 62.5mg/kg 。

1.2 试验设计

设 6 个生态套种处理，分别套种黄豆、紫苏、春茶、蓝靛；第 5 处理覆草；第 6 处理为

对照(CK)。共 18 个小区，随机区组排列。每个小区 12 株，面积 36m²，周围均设保护行。在种植钩藤后套种，套种作物的密度按常规种植密度；杂草覆盖厚度 10cm；第 6 处理作空白 CK。2022 年和 2023 年在同一小区上，重复进行，每年 5 月对试验地中钩藤垦复施肥，每株施 0.5–0.8kg 的复合肥(N: P₂O₅: K₂O = 15: 15: 15)。

1.3 土样的采集

于 2023 年的 4 月 10、7 月 6 日、10 月 3 日和 12 月 10 日分别取样。取样法为“s”形混合法，在每个小区内设 5 个样点，每个采样点距离植株 30cm，除去表面的土层和枯枝败叶，在 0–20 cm 土层内挖取钩藤的主根，沿着主根找到根系末梢的须根，抖落须根上大块土壤(不含根系)作为非根际土壤，附着在根系表面的细粒土壤 (<4 mm)作为根际土壤。将 5 个样点的土样混合，放置实验室阴凉通风处进行自然风干，1 周后过 0.15mm 的筛，进行土壤有机质、全氮、全磷、全钾含量和碳氮比的测定，过 2.0mm 筛进行土壤 pH 值、水解性氮、有效磷、速效钾含量的测定。

1.4 土壤测定指标与方法

用容积为 200cm³ 的环刀在钩藤根系周围取土，带回实验室测定森林土壤水分、容重、最大持水量、田间持水量、毛管持水量、非毛管孔隙、毛管孔隙、总孔隙度和土壤通气度等。pH 值采用电位法测定；有机质含量采用重铬酸钾氧化-外加热法测定；全氮含量采用半微量凯氏法测定；水解氮含量用碱解-扩散法测定；全磷含量采用氢氧化钠碱熔-钼锑抗比色法测定有效磷含量采用盐酸和硫酸溶液浸提法测定。全钾含量采用氢氧化钠熔融-原子吸收分光光度法测定；速效钾含量采用 1mol/L 乙酸铵浸提-原子吸收分光光度法测定。

1.5 植物测定指标与方法

2023 年 11 月中旬选择每个壤样地点的 5 株钩藤植株为样树，测定当年每株有效枝（二级分枝）测定数量，整株的生物量鲜重和干重，取株平均值，计算折干率。干燥后，分离出的有效枝条和叶片，称重；在剪出长 2.0cm 带钩的茎（简称钩茎，下同），称重，测定钩茎得率。钩茎得率 = 钩茎重 / 有效枝干重。叶片得率 = 叶片重 / 生物总量

1.6 数据处理

采用 EXCEL 2007 软件对数据进行处理。用 SPSS19.0 统计软件进行方差分析、多重比较 (LSD 法, P= 0.05) 和相关分析。

2 结果与分析

2.1 不同套种模式对钩藤生长及产量的影响

由表 2 可见，不同套种模式对钩藤有效枝数量、单株生物总量（鲜重）及钩茎得率有显

著影响，但对叶片得率的影响不明显。5 种套种模式中，钩藤平均有效分枝及生物总量都比 CK 高，平均有效分枝按大小排列为：紫苏>春茶>黄豆>蓝靛>覆草，比 CK 分别提高了 39.8%、22.4%、15.3%、2.0%，其中，紫苏和春茶的平均有效分枝数为 13.7 条，覆草的为 10.0 条。单株生物总量（鲜重）按大小排列为：紫苏>黄豆>春茶>蓝靛>覆草，比 CK 分别提高 173.9%、104.8%、82.1%、46.3%、19.0%，其中紫苏套种模式中钩藤单株生物总量（鲜重）为 9.928kg，覆草的为 4.313kg。叶片得率在各个套种模式中变化不大，黄豆、紫苏和春茶都是为 4.0%，覆草与 CK 相同为 3.8%，而蓝靛比 CK 低，为 3.7%。钩茎得率按大小排列为：黄豆>蓝靛>春茶>覆草>紫苏，分别比 CK 提高 17.4%、12.3%、7.7%、6.9%，其中黄豆的钩茎得率为 45.9%，而紫苏为 41.8%。不同套种模式对钩藤影响最大的是单株生物总量，其次是有效二级枝条，最后是钩茎得率，套种促进了钩藤的营养生长。

表 1 不同套种模式对钩藤生长及产量构成性状的影响

套种模式	有效枝条数	单株生物量	叶片得率	钩茎率
	对/单枝	（鲜重）/kg	/%	/%
黄豆	12.6c	7.47b	4.38a	45.01a
紫苏	13.7b	9.96a	4.3a	41.58a
三江春茶	13.7c	6.60b	4.3a	42.78a
蓝靛	11.3b	5.31c	3.7a	43.39b
盖草	10.9b	4.38d	3.8b	42.04b
CK	9.8a	3.62e	3.8c	39.65c

表中数据为平均数；同列数据后不同的小写字母表示不同套种模式间差异达 0.05 显著水平

2.2 不同套种模式钩藤根际土壤的物理性质

由表 2 可见，不同套种模式土壤容重差异显著，且显著低于 CK。相比 cK，各个套种模式土壤容重分别减少了 0.07-0.21g·cm⁻³，其中春茶最小，覆草较大。不同套种模式土壤的非毛管孔隙度、毛管孔隙度、总孔隙度和土壤通气度均存在显著差异，且显著高于 CK。其中，不同套种模式土壤非毛管孔隙度变化范围在 7.90%-13.09%之间，其大小排列为：黄豆>覆草>春茶>蓝靛>紫苏，分别是 CK 的 4.28、3.44、3.03、2.64、2.58 倍。不同套种模式土壤毛管孔隙度变化范围为 38.40%-43.65%，其大小排列为：紫苏>春茶>蓝靛>黄豆>覆草，相对于 CK 提高了 37.4%、35.4%、28.2%、22.4%、20.8%。不同套种模式土壤总孔隙度的大小排列为春茶>黄豆>紫苏>覆草>蓝靛>CK，其中，春茶、黄豆、紫苏的总孔

隙度均超过 50%，土壤通气性良好，CK 仅为 34.85%。土壤持水状况分析结果见表 3。不同套种模式的土壤含水量存在明显差异。CK 的自然含水率仅有 21.08%，其它套种模式的自然含水率范围在 24.49%–31.02%之间，平均 27.50%，远远高于 CK，其大小排列为：春茶>紫苏>蓝靛>黄豆>覆草。不同套种模式的土壤毛管持水量排列为：春茶>紫苏>黄豆>蓝靛>覆草，比 CK 增加了 41.4%、35.7%、24.3%、23.4%、13.7%。不同套种模式的土壤最大持水量排列为：春茶>黄豆>紫苏>蓝靛>覆草，比 CK 增加了 49.4%、44.6%、38.9%、28.5%、25.9%。不同套种模式的土壤田间持水量排列为：春茶>紫苏>黄豆>蓝靛>覆草，比 CK 分别增加了 50.9%、44.3%、28.7%、28.6%、15.5%。可见，春茶更能稳定保持土壤中的有效水，覆草效果较差。

表 2 不同套种模式钩藤根际土壤的物理性质

套种模式	土壤容重	非毛管孔隙度	毛管孔隙度	总孔隙度	土壤通气度	含水率/%	毛管持水量/%	田间持水量/%	最大持水量/%
	g/cm ³	/%	/%	/%	/%				
黄豆	1.16c	13.07a	38.91a	52.04a	49.09a	25.13b	32.89b	26.71b	44.31a
紫苏	1.25b	7.96b	43.63a	51.54a	47.89a	30.22a	35.90a	29.91a	42.58a
三江春茶	1.10c	9.20b	43.02a	52.35a	48.78a	31.03a	37.46a	31.37a	45.78a
蓝靛	1.22b	8.01b	40.72a	48.88b	45.45a	26.62b	32.63b	26.77b	39.39b
盖草	1.29b	10.58a	38.45b	48.94b	45.71a	24.49c	30.06b	24.02c	38.64b
CK	1.36a	3.06c	31.78c	34.86c	31.46b	21.08d	26.48c	20.73d	30.65c

表中数据为平均数；同列数据后不同的小写字母表示不同套种模式间差异达 0.05 显著水平

2.3 不同套种模式钩藤根际土壤的化学性质

不同套种模式土壤的 pH 值均小于 7，变化范围在 3.47–5.02 之间(表 3)，土壤呈现酸性化，这可能是由于南方土壤本身偏酸性的缘故。CK 的 pH 值最小，平均仅为 3.47，紫苏和黄豆的 pH 值为 5.00 左右，值最大，相比其它处理，改善土壤的酸碱度效果较好。不同套种模式的根际土壤有机质含量大小排列为：黄豆>紫苏>春茶>蓝靛>覆草，分别是 CK 的 2.43、2.28、2.21、1.85、1.75 倍。不同套种模式的根际土壤全氮含量变幅在 1.01–1.30 g.kg 之间，其大小排列为：黄豆>春茶>紫苏>蓝靛>覆草，分别是 cK 的 4.48、4.45、3.52、3.48 倍。不同套种模式根际土壤的水解氮含量变化情况为：春茶>紫苏>黄豆>蓝靛>覆草。不同套种模式根际土壤全磷含量在 0.15–0.21 g.kg 之间，其大小排序为：覆草>黄豆>紫苏>

春茶>蓝靛，分别是 CK 的 7.00、6.33、6.00、5.00 倍。不同套种模式根际土壤有效磷含量变化情况为：蓝靛>黄豆>覆草>春茶>紫苏，变化范围在 4.47~6.69mg. kg 之间，分别是 CK 的 4.61、4.13、3.92、3.28、3.08 倍。不同套种模式根际土壤全钾含量变化为：黄豆>覆草>紫苏>蓝靛>春茶，依次是 CK 的 3.97、3.42、3.24、3.16、3.00 倍，变幅在 47.93~63.50g. kg 之间。不同套种模式根际土壤速效钾含量最大的是黄豆(181.53 m g. kg)，最低的是覆草(134.12mg. kg)，前者是后者的 1.35 倍，5 种套种模式根际土壤速效钾含量大小排列为：黄豆>紫苏>春茶>蓝靛>覆草，分别是 CK 的 4.19、3.86、3.83、3.54、3.09 倍。

表 3 不同套种模式钩藤根际土壤的化学性质

套种模式	pH	有机质	全氮	碱解氮	全磷	有效磷	全钾	速效钾
		g/kg	g/kg	Mg/kg	g/kg	Mg/kg	g/kg	Mg/kg
黄豆	5.06a	34.17a	1.31a	94.24b	0.19a	5.97b	63.59a	181.51a
紫苏	5.05a	32.16a	1.23b	119.34b	0.19a	4.47c	51.80c	167.31b
三江春茶	4.60a	31.10a	1.22b	126.95a	0.18b	4.73c	47.96c	165.97b
蓝定	4.62b	25.91a	1.02b	94.28b	0.15b	6.66a	50.63c	153.47c
盖草	4.69b	25.68a	1.05b	84.44c	0.21a	5.63b	54.76b	134.12d
CK	3.41c	14.06b	0.28c	30.96d	0.06c	1.40d	16.08d	43.33e

表中数据为平均数；同列数据后不同的小写字母表示不同套种模式间差异达 0.05 显著水平

2.4 相关性分析

2.4.1 不同套种模式土壤物理和化学性质之间的相关性 不同套种模式钩藤土壤物理性质和化学性质之间存在一定的相关性(表 4)。土壤容重与有机质、全氮、全磷和速效钾含量呈极显著负相关 ($P<0.01$)；非毛管孔隙度与 pH 值、全氮含量、有效磷含量和全钾含量呈极显著正相关 ($P<0.01$)，与全钾含量的相关系数最高为 0.89；毛管孔隙度、毛管持水量与有机质、全氮、全磷含量呈显著正相关 ($P<0.05$)，与速效钾含量呈极显著正相关 ($P<0.01$)；总孔隙度、土壤通气度、最大持水量与各养分指标大部分呈显著或极显著正相关；含水率除了与速效钾含量呈显著相关外 ($P<0.05$)，与其它各养分指标之间关系不显著；田间持水量对有机质、全氮含量呈显著正相关 ($P<0.05$)，与速效钾含量呈极显著正相关 ($P<0.01$)。结果表明，土壤养分的供应不需要高的含水率，不同套种模式后钩藤的土壤较耐干旱。不同套种模式的土壤容重越小，其通气透水能力和持水能力越强，有机质含量越高，氮、磷、钾供应充足，土壤肥力就越高，更适合植物生长。

表 4 土壤理化性质之间相关性分析

	土壤容重	非毛管孔隙度	毛管孔隙度	总孔隙度	土壤通气度	含水率	毛管持水量	田间持水量	最大持水量
pH	-0.56	0.87**	0.51	0.84**	0.86**	0.27	0.39	0.41	0.67*
有机质	-0.85**	0.76*	0.73*	0.94**	0.94**	0.57	0.70*	0.71*	0.90**
全氮	-0.80**	0.80**	0.72*	0.95**	0.96**	0.53	0.66*	0.67*	0.87**
碱解氮	-0.62	0.61	0.62	0.78	0.79	0.46	0.53	0.57	0.68*
全磷	-0.79**	0.68*	0.65*	0.84**	0.85**	0.53	0.66*	0.62	0.84**
有效磷	-0.61	0.76*	0.38	0.69*	0.71*	0.20	0.38	0.33	0.65*
全钾	-0.53	0.89**	0.49	0.84**	0.86**	0.24	0.35	0.37	0.65*
速效钾	-0.86**	0.62	0.87**	0.97**	0.96**	0.73**	0.82**	0.83**	0.92**

2.5 土壤物理化学性质与钩藤生长的相关性 从表 5 可见，单株生物总量与毛管持水量、田间持水量、有机质含量及水解性氮含量成显著正相关($P < 0.05$)，说明钩藤的生物量主要受水分和可溶性氮 2 个因素影响。钩茎得率与非毛管孔隙度、pH 值、有机质含量、有效磷含量、全钾含量和速效钾含量成显著正相关($P < 0.05$)，其中最大的相关性是与非毛管孔隙度，达到 0.87，但土壤的含水率与其相关性最小，仅为 0.25。说明钩藤的钩茎得率受根际土壤养分、pH 值及通气状况的影响，且土壤通气状况影响最大。叶片得率与土壤的各个物理化学性质都无显著相关，说明叶片得率与土壤条件无关。平均有效分枝数与土壤容重成显著负相关($P < 0.05$)，与毛管孔隙度、最大持水量、有机质含量、全氮含量及速效钾含量成显著正相关($P < 0.05$)，与含水率、毛管持水量、田间持水量及水解性氮含量成极显著正相关($P < 0.01$)，其中最大的相关性是田间持水量，达到 0.96。说明钩藤的营养生长受水分、氮、钾等因素影响，其中主要受水分影响最大。

表 6 土壤的物理化学性质与钩藤生长的相关性

指标	有效枝条数 对/单枝	单株生物量 (鲜重)/kg	叶片得率 /%	钩茎率 /%
pH	0.61	0.68	0.50	0.80*
有机质	0.79*	0.80*	0.66	0.78*
全氮	0.77	0.75	0.60	0.71**
碱解氮	0.88**	0.77*	0.58	0.51
全磷	0.57	0.56	0.44	0.65

有效磷	0.29	0.33	0.04	0.85*
全钾	0.47	0.54	0.37	0.86*
速效钾	0.78*	0.73	0.57	0.76*
土壤容重	-0.86	-0.68	-0.71	-0.65
非毛管孔隙度	0.31	0.35	0.41	0.87*
毛管孔隙度	0.85*	0.74	0.41	0.46
总孔隙度	0.71	0.65	0.57	0.73
土壤通气度	0.68	0.64	0.51	0.75
含水率	0.93	0.73	0.50	0.22
毛管持水量	0.96	0.77*	0.66	0.44
田间持水量	0.95**.	0.77*	0.64	0.30
最大持水量	0.83	0.70	0.69	0.69

3 结论

不同套种模式钩藤土壤理化性质存在显著差异。根际土壤的酸碱度、有机质含量、氮含量、磷含量、钾含量也存在差异，CK 样地的养分含量最低，可见，钩藤套种植物有利于土壤改良。

土壤容重能敏感地反映土壤的松紧程度，在一定程度上可反映土壤水、肥、气、热的调节能力，是表征土壤质量的一个重要参数。绿肥种植增加地表植被凋落物累积，使得土壤中有机物累积不同，土壤容重变小。可见，对钩藤种植绿肥，能有效降低土壤容重，使土壤变得疏松，增加土壤的孔隙度和通气透水性，改善土壤物理结构。春茶相比其它绿肥其根系木质化程度更大，更有穿透力发达，与土壤容重在春茶套种模式中值最小和总孔隙度值最大的结果相符合。土壤孔隙组成是土壤养分运输、水分供应、微生物活动和植物根系生长等的通道和贮存库，在一定程度上反映土壤通气透水性和根系穿插的难易程度，是评价土壤结构特征的重要指标。一般认为，土壤总孔隙度在 50%左右，林木生长良好，土壤的通气透水性和持水性能比较协调。春茶、黄豆、紫苏的总孔隙度均超过 50%，因此套种春茶、黄豆、紫苏有可能缓解钩藤地块土壤板结。

水分是土壤的重要组成部分，它影响土壤中气体交换、微生物活动及物质转化过程，通常用毛管持水量和最大持水量的比值来反映土壤水分的供应状况，土壤持水性能影响土壤的抗水蚀能力，是评价土壤通透性和肥力的重要指标。地表植被类型不同，土壤表层枯落

物和植物根系生长发育不同，使土壤蓄水能力存在差异。土壤含水率、毛管持水量、土壤最大持水量及田间持水量这4个土壤水文指标的分析中，都得出5种套种模式中，春茶持水、保水能力最强。这与春茶具有很强的抗旱能力相符合。说明套种春茶某种程度上可以涵养油茶林的水源。土壤有机质是土壤肥力的重要物质基础，土壤中许多营养元素来自它的矿化，它有助于土壤团粒结构的形成，增强土壤的保水保肥能力，对土壤有效养分转化具有重要作用，是衡量土壤肥力高低的重要指标之一。氮素大小主要取决于土壤有机质的积累和分解。土壤有机质和全氮是在黄豆的套种模式中含量最大。土壤有效氮在土壤中含量很少，主要以无机氮和部分易分解的有机氮的形式存在，能够直接被植物吸收利用的，常作为评价土壤氮素供应状况和释放速度的重要指标。春茶对土壤水解氮的提高作用明显。这可能是因为春茶种植促进油茶根系分泌物的累积，使油茶根际土壤的微生物活动更活跃，有机态氮向无机态氮的转化速度加快。土壤全磷主要来自源之一是动植物残体的矿化。覆草模式提供土壤最多的全磷，这是因为枯草从措施一开始就给油茶林提供全磷，而其它的套种模式要等植物生长后枯萎才能供给。黄豆套种模式对土壤全钾和有效钾的增殖效应最好。以上可以得出，5种套种模式中，黄豆最能提高油茶林的土壤养分。有可能黄豆凋落物量大，且凋落物含N量高，C/N低，在土壤中容易腐烂分解。因此，黄豆与其它套种模式相比，更有可能改良油茶林的土壤养分。

从钩藤与土壤理化性状相关分析得出，钩藤的产量主要受水分和可溶性氮2个因素影响；钩藤的钩茎得率受根际土壤养分、pH值及通气状况的影响，且土壤通气状况影响最大；钩藤的营养生长受水分、氮、钾等因素影响，其中主要受水分影响最大。分析以上得出油茶的生长主要受水分、养分及土壤的通气状况三大因素影响。从土壤理化性状的相关分析又可得，钩藤养分的供应与土壤水分关系不大，但与土壤通气状况有很大的关系。从中可以得出栽培钩藤最重要的2个因素是水分和土壤通气状况。

综上所述，钩藤套种春茶和黄豆可以一定程度的改善林地的理化性质及提高钩藤产量。

8、生物有机肥与氮磷钾配施对钩藤的产量和质量的影响

三江县地产钩藤为试验材料，按照“3414”试验设计，观察基于有机肥和无机肥素缺素时对钩藤生长的影响，以制定相应的全面的施肥方案，促进钩藤产量和质量的提高。结果表明：在有机肥120kg的基础上，配合N:P₂₀₅:K₂₀=16:10:12的比例施肥方案能促进钩藤的生长，并能增加钩藤的产量，提高钩藤的经济效益。

1. 材料与方法

1.1 材料

试验地点在广西三江金钩藤种植示范基地进行，试验地处东经 109°48′，北纬 25°21′，属中亚热带、南岭湿润气候区；全年平均气温为 19℃，年平均雨量在 1493mm。地块土壤性状为：pH5.3、有机质 37.4g/kg、全氮(N)2.15 g/kg、全钾(K)1.30%、全磷(P)0.069%、水解氮(N)117mg/kg、速效磷(P)4.22mg/kg、速效钾(K)102mg/kg。试验材料为三江地产三年生钩藤宿根植株。

供试肥料纯量计算：尿素以含 N 量 46%计，过磷酸钙以含 P_2O_5 12%计，硫酸钾以含 K_2O 50%计。生物菌肥自主研制（N：P：K=10:6:8）

1.2 方法

试验采用“3414”缺素试验和田间对比试验设计，取氮、磷、钾 3 个因素 3414 试验的 4 个水平的 0、2 水平。氮的 0、2 水平为：0kg/667m²、16kg/667m²；磷的 0、2 水平为：0、10kg/667m²；钾的 0、2 水平为：0、12kg/667m²；再设传统施肥区、配方施肥区、有机肥 2 区、空白区 4 个处理，不设重复（表 1）。施肥方法 2 月 20 日将生物菌肥一次性作基肥施入，氮磷钾无机肥按基肥 10%、4 月 10 日第一施肥 10%、6 月 6 日第二 40%、8 月第三次 40% 施入。种植规格（株*行距）1.5*2.0m，小区面积 27m²。四周设保护行。

表 1 试验施肥水平和使用量

处理号	代码		水平	养分量			kg/667m ²
	N	P	K	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	生物菌肥
T1	0	0	0	0	0	0	
T2	0	2	2	0	10	12	
T3	2	0	2	16	0	12	
T4	2	2	2	16	10	12	
T5	2	2	0	16	10	0	
T6							120
T7	2	2	2	16	10	12	120
T8				5	5	5	120
T9				0	0	0	120
T10				0	0	0	0

1.3 数据处理 采用 Excel2007 及 SPSS19.0 等数据统计分析软件进行处理。

2 结果与分析

2.1 钩藤农艺性状的比较

从表 2 看出，株高生长量最高的是处理 6>处理 8>处理 1>有机肥区 1>传统施肥区>空白区>配方施肥区>处理 4>有机肥区 2>处理 2，其中处理 6 比传统施肥区株高高 987.12%，处理 8 比传统施肥区高 132.48%，处理 1 比传统施肥区高 49.45%，说明处理 6，处理 8、处

理 1 施肥方案有利于钩藤株高生长。从茎粗生长量来看处理 8>处理 1>处理 6>处理 4>处理 2, 有机肥区 1>有机肥 2=空白区>传统施肥区, 处理 8 比传统施肥区高 173.33%, 处理 1 比传统施。肥区高 166.67%, 处理 6 比传统施肥区高 126.67%。从分枝数来看处理 8>配方施肥区>处理 6>空白区>传统施肥>机肥肥区 1>处理 1>处理 4>有机肥区 2>处理 2, 处理 8 比传统施肥区高 61.29%, 处理 6 比传统施肥区高 52.15%。综合以上农艺性状, 处理 8 和处理 6 都对钩藤的生长有促进作用。

表 2 钩藤农艺性状及产量的影响

处理号	株高	茎基粗	有效分枝总数	总生物量	叶重	钩茎产量
T1	72.28	0.80	13.4	33.3	23.9	9.4
T2	3.31	0.40	2.2	0	0	0
T3	26.56	0.45	8.1	23.3	18.4	4.6
T4	360.00	0.68	28.3	99.0	76.7	22.9
T5	119.56	0.82	30.0	116.5	92.1	24.4
T6	10.22	0.40	2.3	9.4	7.7	1.7
T7	31.56	0.21	16.3	65.9	51.0	14.9
T8	27.78	0.30	18.6	83.2	62.4	20.8
T9	33.78	0.26	14.3	49.4	39.0	10.4
T10	28.67	0.26	21.0	74.9	59.1	15.8

2. 2 钩藤产量分析

钩藤产量分析得出(表 3), 所有处理中以 8 处理的产量最高 24.4kg / 667m², 其处理间产量处理 8>处理 6>配方施肥区>空白区>传统施肥区>有机肥区 1>处理 1>处理 4>处理 2, 通过方差分析($F=6.532$ $F_{0.01}=5.64$), 各个处理之间差异极显著。因为株高、茎粗、分枝数是产量构成的 3 要素, 通过表 3 和表 4 得出, 处理 8 比传统施肥区高 40.02%, 处理 6 比传统施肥区高 18.99%。

3 结论

3.1 钩藤植株的生长与有机肥和氮磷钾都有关系, 在有机肥与氮磷钾配施的情况下, 植株生长较为旺盛。在缺素情况下, 植株生长均受到抑制。在缺氮条件下, 对植株生长的影响最大。

3.2 钩藤经济效益与施肥方式有直接关系。合理施肥能增加钩藤的生物产量, 进而提高其经济效益。

9、产虫茶昆虫弓须亥夜蛾的生物学特性及其趋光性的研究

摘要: 目的 了解产虫茶昆虫弓须亥夜蛾 (*Hydrillodes repugnalis*) 生物学特性及趋光性, 为人工繁殖和增加幼虫密度, 提高虫茶产量提供参数。**方法** 引诱野生成虫关闭养殖, 获得虫

源, 定期观察成虫、幼虫、蛹的发育历程和生活习性; 利用光行为学方法, 研究 9 种单色光波和 2 种变频光波对成虫的趋光行为的影响。**结果** (1) 在广西产区, 弓须亥夜蛾一年有 3 代, 以大龄幼虫在食料上越冬。次年 3 月中旬化蛹, 4 月下旬开始羽化, 羽化后 2-3d 即性成熟交配, 5-7d 后产卵。各世代生长历程不同, 平均第一代 65d、第二代为 74d, 第三代较长, 从 9 月下旬至次年 4 月下旬, 历程约 205d。各世代均以幼虫生长期最长, 成虫期最短。世代重叠, 各代虫态不整齐。(2) 成虫于白天潜伏在浅层食料间隙或阴暗处, 夜晚 8-9 时活动, 交尾于夜晚进行; 喜欢吸食一定浓度的蜂蜜水溶液; 有趋光性。卵多产于 5-10cm 食料层的叶表面上, 散生。幼虫畏强光, 有假死性, 以钩藤叶、南酸枣叶、化香树叶等为食料, 在 20-28℃、空气相对湿度 80%-90% 的环境下活动较为活跃。(3) 在 340~420nm 波谱范围内, 成虫的趋光率较高, 均在 54.3% 以上; 雌成虫对波长 360nm、390nm 及变频 350~369nm 的趋光性较强, 趋光率分别 73.3%、72.5% 和 78.6%; 雄成虫对 360nm、420 和 350~369nm 变频趋光性较强, 趋光率分别 74.5%、71.3% 和 76.6%; 性别对趋光率有一定的影响。弓须亥夜蛾成虫具有较强的趋光性, 集中在波长 350nm~369nm 范围内。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 试验条件 试验于 2017 年 3 月至 2018 年 6 月, 在广西融安县进行。地理位置: 北纬 24°46'~25°34', 东经 109°13'~109°47'; 属中亚热带季风气候, 气候温暖, 雨水充沛, 年平均气温 19℃, 一年中, 春季平均气温在 10~20℃, 夏季平均气温在 22℃ 以上, 秋季平均气温在 10~22℃; 冬季平均气温在 10℃ 以下。年均降雨量 1942.5mm, 无霜期大于 295 天。冬短夏长, 雨热同季。海拔 400m-700m。

1.1.2 供试的弓须亥夜蛾成虫采集于广西融安县板榄镇林区的野生昆虫。诱虫灯为河南佳多集团生产。

1.2 方法

1.2.1 发育历程和生活习性 在林间建立避雨网房, 内设小网箱若干, 利用钩藤叶、南酸枣叶等食料发酵, 发出特有的香气, 诱集成虫前来交尾, 然后, 将网箱关闭饲养。每天给成虫的饲喂 10% 的蜂蜜水。记录饲养环境的温度、相对湿度变化, 及产卵期、卵孵化期、幼虫期、蛹期和成虫期的历程及其生长习性。

1.2.2 成虫的趋光反应

1.2.2.1 光波波长设计 设置 9 种光波处理, 波长分别为单色光 310 nm、340 nm、360 nm、390 nm、420 nm、450 nm 和变频波长 313nm~355nm 峰值 332nm、350nm~369nm 峰

值 360nm、376nm~413nm 峰值 401nm。用不同的波长的光通过趋光行为装置，照射于挡光板上，观察成虫对光的趋光率。

1.2.2.2 趋光行为装置 根据弓须亥夜蛾的行为特性，自行制作趋光行为反应装置。取直径为 160mm 塑料管制长 25cm-30cm，用锯子开口，用中间有通道的孔挡板分隔成趋光反应室、栖息活动室和避光反应室三部分，每部分侧面均设有瞭望窗。在栖息活动室中还设有可开关的出入口和横向的小开口，将挡光板插入，挡住由挡板通道射入的光束。光源、光路及光刺激的设置参考范凡^[15]方法。单色光的光源为 150W 高压汞灯，光经石英隔热玻璃滤去红外，再由干涉滤光片获得 6 种不同波长的单色光，经过中性滤光片和楔形滤光片及石英聚光镜使固定光强度的平行光通过趋光行为反应装置的入光口，投射到栖息活动室的挡板上。对于变频光波的处理是选用 3 盏规定波长的频振式诱虫灯作光源，通过趋光行为反应装置的入光口，投射到栖息活动室的挡板上。

选取 2 日龄雌、雄成虫 30 头，在光刺激前，将成虫置于暗室 30min,再将这放入趋光行为装置的栖息活动室内。每种光照射时间为 10 min，重复 4 次。供试成虫不重复利用。分别统计趋光室的试虫数，计算趋光率。

$$\text{趋光率} = \text{趋光反应室虫数} / \text{总虫数} \times 100\%$$

1.3 数据处理

用 SPSS.19.0 和 Excel2007 进行数据统计处理和分析，多重比较采用 Duncan 法。

2 结果与分析

2.1 生活史

2.1.1 生长世代 在广西虫茶产区，弓须亥夜蛾的生长世代为一年 3 代，以 5-7 龄的大龄幼虫在堆积的食料上越冬。次年 3 月中旬开始化蛹，在 4 月下旬开始羽化，此时日平均气温已在 18℃-23℃之间，羽化后 2-3d 即性成熟并交尾，5-7d 后产卵。不同的世代生长历程不一样，第 1 代约 65d、第 2 代为 74d，第 3 代较长，从 10 月上旬至次年 4 月下旬，历程约 205d。各世代均以幼虫生长期最长，成虫期最短。世代重叠，各代虫态不整齐（表 1）。

表 1 弓须亥夜蛾的各世代生长历程

世代	起止时间	卵期 /d	幼虫期 /d	蛹期 /d	产卵前期 /d	整代历期/d
1 代	4 月下旬至 7 月上旬	9	42	7	6	65
2 代	6 月下旬至 10 月下旬	8	53	6	5	74
3 代	10 月上旬至次年 4 月下旬	8	160	29	8	205

2.1.2 成虫的寿命 不同世代的雌蛾寿命不同，1 代和 2 代雌蛾的寿命为 6~7 d，第 3 世代

的约为 9d; 雄蛾寿命也随着世代的不同而异, 第 1 代和第 2 代平均寿命为 4~6d, 第 3 代约 7 d。雌成虫在产卵后 1-2d 即死亡, 雄成虫在交尾后第 2 d 死亡。

2.1.3 幼虫生长历程 以虫体颜色、头部颜色及纹理、体长、体重等特征划分, 幼虫共分 7 龄。不同世代的幼虫虫龄历程不尽相同, 第 1 代的历程较短, 为 42d,第 2 代的为 53d, 第 3 代(即越冬代)最长, 约为 160d; 在同一个世代中, 均表现为 1-3 龄历程较短, 4-7 龄历程较长, 尤其是第 3 代。在第 3 代中, 5 龄至 7 龄经历的时间最长, 占总历程的 83.7%, 幼虫处于越冬状态, 此时正值 11 月中旬至次年的 2 月间, 气温较低, 不宜对物料翻动(表 2)。

表 2 各世代幼虫期虫龄历程

世代	1 龄 /d	2 龄 /d	3 龄 /d	4 龄 /d	5 龄 /d	6 龄 /d	7 龄 /d	合计 /d
1 代	5	5	6	6	8	8	4	42
2 代	5	5	6	8	9	10	10	53
3 代	4	6	7	9	14	64	56	160

2.2 生活习性

成虫于白天潜伏于食料间隙或其他避光处, 夜间 8-9 时活动最为旺盛, 交尾于此时段进行; 雌雄蛾均有趋光性, 对钩藤叶、南酸枣叶、青钱柳叶和化香树叶堆置发酵所散发出来的气味有较强的趋味性, 喜爱吸食一定浓度的蜂蜜水溶液。产卵多散生在 2-8cm 食料层的叶表面上。幼虫畏强光, 有假死性, 可取食钩藤叶、南酸枣叶、青钱柳叶和化香树叶, 在 20-28℃、空气相对湿度 80%-90% 的环境下, 活动较为活跃。幼虫期较长, 根据虫体颜色、头部颜色及纹理、体长、体重等特征划分可分为 7 级虫龄, 1-3 龄历程较短, 食量不大, 4 龄-7 龄历程较长, 食量大。大多数时间, 幼虫均在食料下 5-10cm 处取食, 当喷水加湿时, 于傍晚有较多幼虫往表层食料进行取食。幼虫对一定浓度的淘米水或蜜糖水有趋食性。

2.3 光谱波长对雌雄成虫的趋光特性的影响

通过测试得知, 弓须亥夜蛾的雌成虫对光的吸引力在 340-420nm 光波波长范围内较大, 各处理的趋光率均在 54.4%以上, 其中, 以变频 350~369nm 的趋光率最高, 显著高于其他处理, 其次为 360nm 和 390nm 处理的, 波长 360nm、390nm 及变频 350~369nm 的趋光率分别 73.3%、72.2%和 78.9%。雄成虫对 360nm、420 和变频 350~369nm 趋光性也较强, 也以 350~369nm 处理最优, 显著高于其他处理。360nm、420 和变频 350~369nm 的趋光率分别为 74.4%、71.1%和 76.7%。在波长 340-420nm 范围内, 相同波长的情况下, 不管是单色光还是变频光谱, 雌、雄成虫的趋光率虽存在一定的差异, 但差异不显著, 说明雌、雄成虫对光的趋向是基本同步的; 而在波长 310nm 和 450nm 时, 雄成虫的趋光率虽是

较低,但要比同条件下雌成虫的要高一些,反映出雄成虫的趋光的波长范围要比雌成虫的大。综上所述,弓须亥夜蛾雌、雄成虫在波长 340-420nm 范围内具有较强的趋光性,以变频 350nm~369nm,峰值 360nm 的趋光率最高。

表 3 光谱波长对雌雄虫的趋光率情况

序号	光谱波长范围 /nm	成虫基数 /只	雌虫趋光率 /%	雄虫趋光率 /%
1	310	30	12.2 f	31.1 e
2	340	30	54.4 d	56.7 d
3	360	30	73.3 b	74.4 b
4	390	30	72.2 b	68.9 c
5	420	30	57.8 d	71.1 b
6	450	30	10.0 g	25.6 f
7	313.09-355.75	30	63.3 c	57.8 d
8	350.67-369.08	30	78.9 a	76.7 a
9	376.08-413.48	30	65.6 c	68.9 c

注：同列中不同的小写字母表示在 5%的水平下差异显著。

3 小结

通过观察得知,弓须亥夜蛾是一种食料选择性的有益昆虫。在广西产区,一年有 3 代,以 5 龄至 7 龄的大龄幼虫在食料上越冬。各世代生长历期不同,以第一代最短、第三代最长,世代重叠。每个世代均以幼虫生长期最长,成虫期最短。弓须亥夜蛾成虫有趋光性,对特定的食料发出的气味有较强趋性,可吸食一定浓度的蜂蜜水溶液延长生命;幼虫畏惧强光,有假死性,喜欢取食钩藤叶、南酸枣叶、青钱柳叶和化香树叶,在 20-28℃、空气相对湿度 80%-90% 的环境下,活动较为活跃,在 4-7 龄食量较大。

昆虫的趋光程度与光谱波长有密切相关,陈娟等^[16]用 10 种变频灯对思茅松毛虫(*Dendrolimus kikuchii* Matsumura)吸引效果研究表明,在波长 408.87nm~433.49nm,峰值为 422.55nm 时,趋光吸引效果最好。杨洪璋^[17]利用 20 种不同波长的荧光灯光源(313~744 nm)对棉铃虫进行趋光行为学研究发现,棉铃虫对于峰值波长为 365 nm 的光源趋性最为敏感。本试验表明,弓须亥夜蛾成虫在波长 340-420nm 范围内具有较强的趋光性,以变频 350nm~369nm,峰值 360nm 的趋光率最高。人们利用弓须亥夜蛾幼虫生产虫茶,供保健饮用,了解其生活史及生活习性,掌握其最有效的趋光波长,为虫茶生产之环境营造,成虫诱集、数量控制和产量提高提供参数;也为今后的人工繁育、条件调控和规模化生产奠定基础。

10、钩藤种植病虫害生态防治调控

10.1 防治原则：以防为主，治疗为辅。重点采用农业防治、物理防治、生物防治为主，慎用化学防治。

10.2 病虫害生态调控

钩藤主要病害为根腐病、菌核病；主要害虫为蚜虫和螟虫。发生规律及生态调控技术见表1。所用的生物农药应符合 GB 8321 《农药合理使用准则》（使用全部）的要求。

病/虫害名称	为害特征	发生规律	防治技术
根腐病	为害根部。早期症状主要表现在叶片变黄，失水状，须根变褐，后期整个根部腐烂，整株枯死。	主要在雨季6-9月份发生。	1. 保持排水通畅。 2. 土传病害，在畦沟内增植大蒜，可减轻病害的发生。 3. 在发病初期用80%乙蒜素乳油800~1000倍液进行灌根。 4. 及时拔除重病株并撒入生石灰消毒。 5. 遇到病害在田间大流行，疫情严峻，可酌情使用恶霉灵、根腐宁进行有效防控。
菌核病	为害地上部分，使叶、茎变褐，枯萎，可见白色绢丝状菌丝及黑色鼠粪状菌核，通常在较短的时间内整株枯萎。	全年均有发生，集中在6-9月。密集、不透风、雨后，流行。	1. 保持排水通畅。 2. 土传病害，在畦沟内增植大蒜，可减轻病害的发生。 3. 5~6月扶枝蔓上架并修剪过密的枝条，使植株保持通风、透光。 4. 及时拔除重病株并撒入生石灰消毒。 5. 遇到病害在田间大流行，疫情严峻，可酌情使用恶霉灵、菌核净进行有效防控。
螟虫	蛀食主干，造成大量落花落荚，种子产量降低。	4-10月为田间为害期，5月下旬-6月中旬为害高峰期。	1. 悬挂黑光灯诱集成虫。 2. 发生初期，喷施生防菌剂B. t乳剂250~300倍液，或喷施10%多杀霉素可湿性粉剂1500~2000倍液进行防治。 3. 畦沟内增植大蒜条带或保留畦沟内的杂草条带，能减少虫害的发生。
蚜虫	在叶片背面刺吸为害，造成叶片正面出现花白色斑点，严重是叶片褪绿，植株衰弱。	干旱利于害虫的发生，早春及秋冬季多发。	1. 在早春及秋季，适当灌水，营造较湿润的田间小气候。 2. 畦沟内的杂草条带内可人为播种藿香蓟，利于红蜘蛛天敌-捕食螨的繁殖，从而提高自然控制率。 3. 在发生初期，喷施0.3%的印楝素乳油800~1000倍液进行防治。

11、钩藤地上各部位生物碱积累及最佳采收期的研究

摘要：目的 研究钩藤地上各部位总生物碱含量变化规律，阐明总生物碱积累及源库关系，确认钩藤药材最佳采收部位及采收期，改变仅以带钩枝条为药材的传统方式，从而避免钩藤

药材资源的浪费，同时为钩藤总生物碱研究提供基础资料。方法 运用酸性染料比色法测定钩藤主茎、侧枝、叶及钩茎总生物碱含量，从而阐明总生物碱的积累规律。结果 钩藤地上部营养器官中总生物碱积累的最大值分布在 6-9 月及 11 月，钩茎中总生物碱积累最大值为 6.599 mg/g、主茎为 7.726 mg/g、侧枝为 6.880 mg/g、叶为 6.890 mg/g，且钩茎中总生物碱含量在钩藤营养生长期表现为升高趋势，在生殖生长期则呈降低趋势，而全年积累均值由大到小表现为主茎、钩茎、侧枝、叶；综合各营养器官基本生理功能与其总生物碱积累规律，从而推测叶为生物碱合成源，主茎及侧枝作为运输通道，钩茎为库；三江基地不同生长年限钩藤中总生物碱积累由大到小表现为 3 年生、5 年生、6 年生、4 年生，融安基地为 4 年生、5 年生、6 年生、3 年生，而 3-12 月地上部营养器官中总生物碱积累总量较高的是：7 月 8.911 mg/g、11 月 8.750 mg/g、6 月 8.237 mg/g。【结论】钩藤地上部营养器官均可作为药材采收，其采收期应在 6 月、7 月及 11 月。

1 材料与方法

1.1 试剂与材料 试验材料钩藤[*Uncaria rhynchophylla* (Miq.) Miq. ex Havil.]来源于广西三江縣和融安縣钩藤生态种植基地的 3~6 年生植株（种子实生苗，含种苗培育期），于 3 至 12 月份中每月 16 日取样，随机选择长势一致、无病虫害的、不同生长年限的植株各 5 株，取其地上部分，分离其主茎、侧枝、叶及钩茎，将同一生长年限的钩藤按不同营养器官分类。钩茎中总生物碱含量由 5 月开始测定。钩藤碱对照品质量分数 $\geq 98\%$ 。

1.2 总生物碱测定方法

取钩藤植株中的主茎、侧枝、叶及钩茎（试验设 3 个重复，总生物碱含量取平均值），50℃烘干，磨粉，过 40 目筛；总生物碱测定方法，钩藤碱为对照品，用甲醇制成 43.2 $\mu\text{g/mL}$ 的标准品溶液，其在 43.2~259.2 μg 范围内呈线性关系，回归方程为： $C=0.0431A+0.0199$ ， $R^2=0.998$ ；计算样品中钩藤总生物碱含量（以钩藤碱计）。利用 SPSS19.0 及 Origin 9.0 对试验数据进行统计和绘图。

2 结果与分析

2.1 钩藤主茎中总生物碱含量变化

三江縣、融安縣生态种植基地不同生长年限钩藤主茎中总生物碱含量均表现为双峰变化：钩藤植株营养生长过程（3-6 月），各营养器官中总生物碱缓慢积累且分别在 6 月、7 月得到一次峰值；花期时（7-8 月），总生物碱积累开始下降；9 月花期结束，植株重新开始营养生长，此时总生物碱快速积累，且得到第二次峰值；当植株开始挂果后（10-11 月），总生物碱积累快速下降；植株完成生殖生长（12 月），同时冬季营养生长缓慢，总生物碱含

量变化不一。钩藤主茎中总生物碱积累峰值出现在 7-11 月，三江县基地全年积累总量由大到小依次为 3 年生>5 年生>4 年生>6 年生，融安县基地由大到小依次为 4 年生>6 年生>5 年生>3 年生（表 1）。

表 1 钩藤各部位中总生物碱含量的影响

生 长 年 龄	采 收 月 份	主 茎		侧 枝		叶 片		钩 茎	
		三 江	融 安	三 江	融 安	三 江	融 安	三 江	融 安
3 年 生	3 月	1.002	1.316	1.843	1.601	-0.090	1.263	/	/
	4 月	1.350	1.374	1.809	2.365	1.210	2.302	/	/
	5 月	2.336	2.230	2.061	2.718	1.635	2.505	2.206	2.442
	6 月	3.496	2.249	2.602	3.665	2.863	3.052	2.815	2.587
	7 月	2.626	2.849	3.158	2.616	3.917	3.293	3.612	4.313
	8 月	3.206	2.878	2.080	1.800	1.911	0.896	2.394	1.026
	9 月	4.381	1.481	4.366	1.669	1.113	1.732	2.235	0.876
	10 月	2.626	1.945	2.239	2.331	1.186	1.365	2.737	0.640
	11 月	1.945	2.210	2.360	2.515	2.834	1.601	1.476	0.814
	12 月	3.061	1.601	2.602	1.722	2.099	1.060	3.032	0.611
4 年 生	3 月	1.210	1.442	0.465	1.582	0.548	1.094	/	/
	4 月	2.056	1.920	1.418	1.534	1.118	1.529	/	/
	5 月	3.404	2.665	1.930	2.616	1.210	2.404	2.036	1.771
	6 月	2.955	3.013	2.940	2.621	3.540	2.341	2.012	2.525
	7 月	2.389	3.361	2.921	3.583	2.404	2.878	3.303	1.722
	8 月	2.080	2.317	2.254	0.296	1.490	0.611	1.369	0.915
	9 月	2.616	7.726	2.244	6.880	0.765	6.890	1.418	6.599
	10 月	3.719	2.515	0.654	2.225	0.103	1.500	2.070	1.060
	11 月	1.582	2.525	2.273	2.795	1.974	1.674	1.949	1.829
	12 月	1.418	1.824	2.196	2.442	1.369	0.915	1.210	1.481
5	3 月	1.568	1.113	0.146	1.094	0.001	1.606	/	/
	4 月	1.983	2.143	1.075	2.056	0.746	1.824	/	/
	5 月	2.099	2.409	2.206	1.606	1.012	1.026	3.936	1.398

年 生	6 月	3.018	2.781	2.810	1.983	2.921	2.317	3.158	2.220
	7 月	3.409	3.554	2.612	2.467	2.317	2.128	3.965	2.283
	8 月	4.076	1.394	3.274	1.698	1.553	1.278	5.710	0.084
	9 月	4.429	1.867	2.558	1.935	1.355	2.283	3.105	1.336
	10 月	2.027	1.645	1.336	1.945	0.973	1.253	1.249	1.949
	11 月	1.809	5.889	4.855	4.535	2.936	5.502	1.829	6.198
	12 月	0.146	2.795	2.012	3.124	2.056	3.612	1.568	3.583
6 年 生	3 月	0.166	1.365	-0.076	1.476	1.597	1.437	/	/
	4 月	1.568	2.027	1.258	1.461	1.954	1.485	/	/
	5 月	2.616	3.100	1.621	2.090	1.360	2.085	1.800	1.553
	6 月	2.554	3.593	2.041	2.065	2.268	2.206	2.467	3.124
	7 月	3.651	3.506	3.433	2.505	2.704	3.008	4.154	2.950
	8 月	2.220	5.710	2.423	3.612	1.104	2.090	3.119	0.780
	9 月	1.191	1.360	1.655	1.800	1.079	1.505	0.818	1.655
	10 月	1.514	1.809	1.785	2.312	1.084	1.669	1.713	2.249
	11 月	2.728	2.781	2.225	3.090	5.091	2.273	1.655	1.495
	12 月	2.206	1.606	0.166	2.220	4.076	1.094	1.355	1.026

“/”表示无测定值；负值表示总生物碱含量不在定量限范围内。

2.2 钩藤侧枝中总生物碱含量变化

三江县、融安县生态种植基地不同生长年限钩藤侧枝中总生物碱含量均表现为双峰变化：从3月开始，侧枝中总生物碱缓慢积累，在7月时得到第一次峰值；8-9月进入花期后含量快速下降，10月又快速积累且得到第二次峰值；11月植株为果期，总生物碱积累迅速下降，但12月侧枝中总生物碱含量变化不一。钩藤侧枝中总生物碱积累峰值出现在6-11月，三江县基地全年积累总量由大到小依次为3年生>5年生>4年生>6年生，融安县基地由大到小依次为4年生>3年生>6年生>5年生（表1）。

2.3 钩藤叶中总生物碱含量变化

三江县、融安县生态种植基地不同生长年限钩藤叶中总生物碱含量表现为双峰、三峰变化：从3月开始，叶中总生物碱缓慢积累，在7月时均得到第一次峰值；8-10月进入花、果期后含量快速下降，但9月时融安县基地钩藤叶中总生物碱快速积累得到第二次峰值；11

月营养生长又开始,叶中总生物碱快速积累,此时三江县基地钩藤叶中总生物碱积累得到第二次峰值,融安县基地则为第三次峰值;12月叶中总生物碱积累均下降。钩藤叶中总生物碱积累峰值出现在6月、7月、9月及11月,三江县基地全年积累总量由大到小依次为6年生>3年生>5年生>4年生,融安县基地由大到小依次为5年生>4年生>3年生>6年生(表1)

2.4 钩藤钩中总生物碱含量变化

三江县、融安县种植基地不同生长年限钩藤钩中总生物碱含量均表现为双峰变化:从5月开始,钩中总生物碱缓慢积累,在7月时得到第一次峰值;8-9月进入花期后含量快速下降,10-11月营养生长又开始,钩中总生物碱快速积累得到第二次峰值,12月钩中总生物碱积累下降。钩藤钩中总生物碱积累峰值出现在7月、8月、9月及11月,三江县基地全年积累总量由大到小依次为5年生>3年生>6年生>4年生,融安县基地由大到小依次为5年生>4年生>6年生>3年生(表1)

3 结论

钩藤地上部营养器官均有生物碱积累,且总生物碱积累峰值出现在6-9月及11月,而3-12月地上部营养器官中总生物碱积累总量较高依次是:7月 8.911 mg/g、11月 8.750 mg/g、6月 8.237 mg/g,正处于钩藤花期的前两个月、果期的后一个月,因此,钩藤地上部营养器官均可作为药材采收,其采收期应在6月、7月及11月。植物生长有营养及生殖生长,且本试验发现钩藤总生物碱积累随植株生长期变化而呈现一定规律;5-7月正值花期,10-11月是果期,但生长环境差异,致使时间略有不同。钩藤钩中总生物碱含量随植株营养生长而积累到峰值,在植株生殖生长时又快速下降,但主茎和侧枝中总生物碱运输量变化,导致其总生物碱积累变化不同于钩;且3-12月钩藤地上部营养器官总生物碱平均值由高到低为茎、钩茎、枝、叶,综上推测主茎和侧枝为运输通道、叶为源、钩为库。由于不同生长年限钩藤根系吸收营养能力的差异,其总生物碱积累由高到低表现为5年生>4年生>6年生>3年生,由此建议钩藤药材种植以4年生、5年生为主。

本试验未检测钩藤花、果中总生物碱积累规律,也是不足之处。经调查,广西钩藤药材采收一般在11-12月。本试验探明广西三江县及融安县基地不同生长年限钩藤地上部营养器官总生物碱积累规律,提出钩藤药材采收期可在6月、7月及11月采收,且应将主茎、侧枝及叶一同收集,以免浪费钩藤药材资源。

六、与现行法律、法规及标准关系

本文件（征求意见稿）制定是依据《中华人民共和国标准化法》等国家相关的法规和强制性标准的基础上结合地方实际情况制定出来的，因此与现行法律、法规及强制性标准无冲突。

七、实施标准的要求和措施建议

文件必须是在遵循法律法规及国家相关标准的前提下，综合种苗生产企业的实际要求制定，标准必须具有法律依据及可操作性。

将《钩藤生态种植技术规程》作推荐性标准试行1-2年后，对不完善的加以完善和修正，为进一步规范市场，建议该标准进一步申报行业或国家标准。