

doi: 10.11838/sfsc.20180318

不同生物有机肥对钩藤产量、品质及土壤生物性状的影响

柳玲玲^{1,2,3}, 王文华^{1,3}, 杨再刚⁴, 张邦喜^{1,3}, 范成五^{1,3}, 苟久兰^{1,3*}

(1. 贵州省农业科学院土壤肥料研究所, 贵州 贵阳 550006; 2. 贵州大学, 贵州 贵阳 550025;
3. 贵州省农业资源与环境工程技术研究中心, 贵州 贵阳 550006;
4. 剑河县钩藤研究所, 贵州 剑河 556499)

摘要: 针对贵州“剑河钩藤”野生资源减少, 人工栽培产量低、品质差的问题, 从改善钩藤产地土壤入手, 筛选适宜的生物有机肥, 培肥地力, 进而提高钩藤产量及品质。结果表明: 配施生物肥对钩藤的产量、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 gz-IV 号生物肥对钩藤农艺性状、产量以及土壤养分的提高效果最好; gz-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。

关键词: 钩藤; 有机培肥; 土壤肥力; 微生物区系

中图分类号: S714.6; S154.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-6257 (2018) 03-0116-06

“剑河钩藤” (*Uncaria rhynchophylla*) 属茜草科常绿木质藤本植物, 是贵州地道传统出口药材, 2011 年国家质检总局批准“剑河钩藤”为地理标志保护产品^[1]。钩藤具有清热平肝、熄风止痉的功效, 在心脑血管疾病方面疗效显著, 被历代医家推为中药上品^[2]。目前该作物的种植面积逐步扩大, 贵州省作为“剑河钩藤”的主产地, 面临诸多障碍, 由于耕种方式和化肥种类单一、施用习惯差, 导致土壤肥力恶化及土壤生物退化严重, 已造成野生资源越来越少, 不能满足市场供应, 而人工种植地土壤的供肥保肥能力差, 加上种植技术不成熟等障碍, 造成“剑河钩藤”生长差、产量低、品质差的现状^[3-5]。2000~2015 年的钩藤研究进展文献计量分析结果显示, 目前国内学者对钩藤的研究主要集中在临床、化学成分、药理作用等方面, 该领域的文献占总文献的 76.99%, 而钩藤栽培技术方面的研究文献仅占 2.24%^[6]。尤其是钩藤底肥施用技术的研究仍处于起步阶段^[7-9], 钩藤养分需求方面的专利目前还未见有授权^[10]。因此, 本文针对不同生物有机肥对“剑河钩藤”种植基地土壤的培肥

及改良作用, 筛选适宜“剑河钩藤”生长的生物有机肥, 在钩藤栽培过程中配施生物肥达到减肥增效的目的, 并为贵州道地钩藤高产优质栽培提供施肥技术支撑。除此之外, 钩藤种植产业的健康高效发展可以提高当地的经济水平, 保护生态环境, 实现生态与经济双赢^[11]。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验用的 4 种生物有机肥 gz-I、gz-II、gz-III、gz-IV 分别由北京、广东 (提供两种生物肥) 和湖南的公司生产, 氮、磷、钾总养分含量分别为 61.9、91.4、180.7、97.1 g·kg⁻¹, 有机质含量分别为 526、222、434、588 g·kg⁻¹, 主要功能菌群均为芽孢杆菌, 含量 ≥ 0.2 亿·g⁻¹。钩藤专用肥为贵州省农业科学院土壤肥料研究所自行研制。

1.2 试验地点

于剑河县柳川镇百花药业钩藤种植基地开展试验, 基地土壤类型为黄壤, 中等肥力, 土壤基本情况见表 1。

1.3 试验设计

试验设 6 个处理, 处理 1 (CK1) 为单施钩藤专用肥 750 kg·hm⁻², 处理 2~5 依次为生物有机肥 I 号 2 250 kg·hm⁻²、生物有机肥 II 号 2 250 kg·hm⁻²、生物有机肥 III 号 1 125 kg·hm⁻²、生物有机肥 IV 号 2 250 kg·hm⁻² 配施钩藤专用肥 600 kg·hm⁻², 处理 6 (CK2) 为不施肥空白处理,

收稿日期: 2017-06-29; 最后修订日期: 2017-08-02

基金项目: 黔东南州 (剑河县) 中药材产业科技合作计划项目: 剑中药科合专项 [2013] 4 号; 院地合作项目: 院地农科合字 [2015] 10 号。

作者简介: 柳玲玲 (1984-), 女, 山东东阿人, 副研究员, 在读博士, 从事微生物肥料研究。E-mail: yangliu8284@163.com。

通讯作者: 苟久兰, E-mail: 150046390@qq.com。

表 1 钩藤种植基地土壤基本情况

样品	全氮 ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	碱解氮 ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	有效磷 ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	速效钾 ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	pH 值	有机质 ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)
2 年生钩藤 (初始)	2.57	145.24	23.97	27.89	4.71	27.70

每个处理设 3 次重复, 每个重复设 10 株, 建立 180 株的 2 年生钩藤试验株。钩藤每公顷种植密度为 2 250 株。

1.4 试验方法

1.4.1 施肥时间及方法

钩藤发芽期开始施肥, 单株环施, 一次性施肥, 不追肥。

1.4.2 钩藤碱与异钩藤碱的测定^[12]

1.4.2.1 对照品溶液的制备 钩藤碱, 批号: 20130426, 含量为 99.39%, 异钩藤碱批号: 20130928, 含量为 98.20% (均购买于北京)。精密称取对照品钩藤碱、异钩藤碱, 甲醇稀释得钩藤碱和异钩藤碱混合对照品溶液。

1.4.2.2 供试品溶液的制备 钩藤样品经常压干燥后, 磨碎过筛, 取钩藤细粉 0.5 g, 精密称定, 置于圆底烧瓶中, 精密加纯甲醇 25 mL, 称重, 回流提取 30 min, 放冷, 用纯甲醇补足失重, 摇匀, 过滤, 取续滤液, 0.45 μm 微孔滤膜过滤, 即得。

1.4.2.3 色谱条件 welch 色谱柱 ultimate XB-C18 (4.6 mm $\times$ 250 mm, 5 μm); 流动相: 甲醇与 0.04% 三乙胺水溶液 (醋酸调至 pH=7.5), 等度洗脱, 洗脱比例分别为 60:40; 检测波长: 245 nm; 流速: 1.0 mL $\cdot$ min⁻¹; 柱温: 30 $^{\circ}\text{C}$, 进样量均为 10 μL 。

1.4.3 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 $^{\circ}\text{C}$ 下恒温培养。培养时间: 细菌 2 d, 真菌 4 d, 放线菌 6 d。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。

1.4.4 土壤养分测定^[13]

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。

1.5 试验管理

钩藤种植密度 2 250 株 $\cdot$ hm⁻², 试验于 2015 年 4 月 15、16 日施肥, 5 ~ 8 月每个月开展一次人工除草, 当年 11 月 5 日采收。全年不得喷施任何农药。

1.6 样品采集及数据处理

施肥前及 2015 年 9 月 21 日分别测分节数、株高、茎粗; 每个小区单产单收; 随机取样测钩藤碱和异钩藤碱的含量; 施肥前后取土样测定土壤养分及主要微生物类群。数据采用 Excel 2007 和 SPSS 11.0 进行处理分析。

2 结果与分析

2.1 不同生物有机肥对 2 年生钩藤农艺性状的影响

表 2 表明, 钩藤在 2015 年 4 月 17 日初始农艺性状无明显差异。经过 5 个月的生长, 在 9 月 21 日调查时, 各处理节数无明显差异; 茎粗、主枝高分别表现出不同效果, 与不施肥的 CK2 相比, 不管是施用化肥还是化肥与生物肥配施均对主枝高和茎粗有较好的促生作用; 从结果看, 化肥与生物肥配施对茎粗和主枝高的促生作用比单施化肥的 (CK1) 效果要明显, 其中施用 gz-IV 号生物肥效果最好, 茎粗增长 3.34 倍, 主枝高度增加 1.98 倍。

表 2 不同处理对 2 年生钩藤农艺性状的影响

处理	节数			茎粗 (mm)			主枝高 (cm)		
	试验前	试验后	增长倍数	试验前	试验后	增长倍数	试验前	试验后	增长倍数
CK1	2.00	12.67	5.33	4.30	12.59	1.93	60.03	129.33	1.15
gz-I	2.00	13.67	5.83	3.82	12.02	2.15	77.50	170.00	1.19
gz-II	2.00	13.33	5.67	4.30	14.41	2.35	63.00	170.67	1.71
gz-III	2.00	15.00	6.50	3.50	15.21	3.34	72.50	168.00	1.32
gz-IV	2.00	12.33	5.17	2.87	12.45	3.34	45.00	134.00	1.98
CK2	2.00	13.00	5.50	4.46	10.37	1.33	72.50	121.00	0.67

2.2 不同生物有机肥对2年生钩藤生物产量的影响

从表3可以看出,施用生物肥的处理与单施化肥处理的带钩枝条的单株产量在 $\alpha=0.05$ 水平上差异显著,增产率4.69%~21.87%,其中施用gz-IV号生物肥增产效果最好,较单施化肥

(CK1)增产21.87%;gz-I号和gz-III号生物肥次之。叶子的产量和带钩枝条的产量表现出相同的趋势,其中gz-IV号增产效果最好,单株叶子产量为3.37 kg,其次是gz-III号。总体来看,gz-IV号生物肥对2年生钩藤具有良好的增产效果。

表3 各处理单株生物产量

处理	带钩枝条		叶子	
	生物产量 (kg·株 ⁻¹)	增产率 (%)	生物产量 (kg·株 ⁻¹)	增产率 (%)
CK1	1.71 ± 0.05c	—	2.84 ± 0.03a	—
gz-I	2.01 ± 0.10ab	17.97	3.23 ± 0.08a	13.73
gz-II	1.79 ± 0.20bc	4.69	3.04 ± 0.27a	7.04
gz-III	2.03 ± 0.06ab	18.75	3.34 ± 0.50a	17.61
gz-IV	2.08 ± 0.08a	21.87	3.37 ± 0.20a	18.66
CK2	1.24 ± 0.25d	-27.34	2.02 ± 0.28b	-28.87

注:表中的数据为平均值±标准差;同列不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。下同。

2.3 不同生物有机肥对2年生钩藤品质的影响

图1表明,增施不同生物有机肥均可以改善钩藤品质,在总含量上,与对照相比,不同生物有机肥处理下的钩藤总药用成分增加量在14.65%~28.3%之间,其中施用gz-II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28.3%,gz-I号和gz-IV号效果次之,药用成分分别提高17.17%和16.04%,gz-III号提高14.65%。各处理钩藤碱和异钩藤碱的含量变化趋势不一致,施用gz-III号和gz-IV号生物肥异钩藤碱含量比对照处理增加,但不施肥(CK2)异钩藤碱含量并不是最低的,施用gz-I号和gz-II号生物肥异钩藤碱含量比不施肥(CK2)还要低,且方差分析结果表明,各个处理异钩藤碱含量差异不显著,说明施肥和施用什么样的肥料对异钩藤碱含量的影响

还需要进一步的试验验证;而施用生物肥对钩藤碱的含量确实有提高作用,其中gz-III号生物肥效果最好。

2.4 不同生物有机肥对2年生钩藤种植基地土壤的改良作用

2.4.1 不同生物有机肥对2年生钩藤种植基地土壤微生物群落结构的影响

从表4可以看出,施用化肥和配施生物肥对土壤微生物群落结构影响差异显著,不同生物肥间差异不明显。与不施肥处理相比,施用化肥后细菌含量降低,真菌和放线菌含量增加;而配施生物肥能提高细菌的含量水平,降低真菌含量,对放线菌含量的影响效果高低不一。各生物肥对土壤细菌数量的影响效果无差异,对真菌的影响效果来看,施用gz-III号生物肥效果最好,而对放线菌的含量影响来看,各个生物肥之间差异显著,施用gz-III号生物肥降低放线菌含量最多,施用gz-I号生物肥和gz-IV号生物肥对放线菌的含量影响与对照相比无显著差异。

2.4.2 不同生物有机肥对2年生钩藤种植基地土壤肥力的影响

从表5可以看出,施肥可以显著增加土壤中的全氮含量,并且配施生物肥比单施化肥效果更好,各种生物肥对土壤全氮含量的影响效果不一,分别比单施化肥的处理提高40.68%~89.83%,其中gz-II号生物肥最好,其次为gz-IV号生物肥,两者

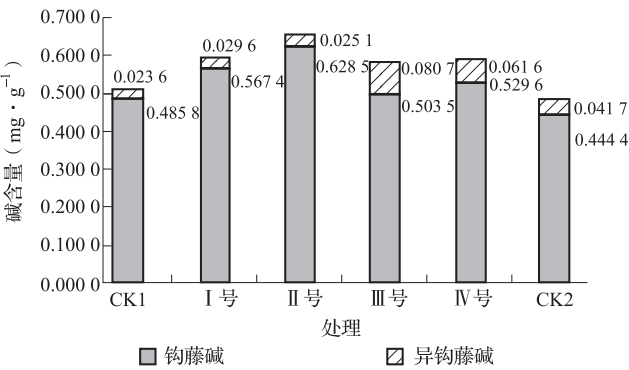


图1 不同生物有机肥对2年生钩藤品质的影响

表 4 不同生物有机肥对钩藤土壤微生物的影响

(CFU · g⁻¹)

处理	细菌 (×10 ⁶)	真菌 (×10 ⁴)	放线菌 (×10 ⁶)
CK1	5.10 ± 0.56b	5.17 ± 0.32a	2.60 ± 0.30a
gz-I	6.13 ± 0.35a	4.47 ± 0.25b	2.57 ± 0.21a
gz-II	6.30 ± 0.36a	4.30 ± 0.26b	1.33 ± 0.31d
gz-III	5.97 ± 0.21a	3.33 ± 0.42c	1.70 ± 0.30cd
gz-IV	6.47 ± 0.25a	4.53 ± 0.25b	2.30 ± 0.20ab
CK2	5.70 ± 0.44ab	3.73 ± 0.15c	1.87 ± 0.15bc

效果相当,无明显差异;gz-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gz-IV号生物肥对各有效养分和有

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gz-I号生物肥和gz-III号生物肥。各处理对土壤pH值的影响无显著差异。

表 5 不同生物有机肥对钩藤土壤肥力的影响

处理	全氮 (g · kg ⁻¹)	碱解氮 (mg · kg ⁻¹)	有效磷 (mg · kg ⁻¹)	速效钾 (mg · kg ⁻¹)	pH 值	有机质 (g · kg ⁻¹)
CK1	3.54 ± 0.32d	145.78 ± 12.84b	25.43 ± 4.10d	23.90 ± 1.41b	4.48 ± 0.36a	25.93 ± 2.49c
gz-I	5.67 ± 0.31b	162.65 ± 15.96ab	47.69 ± 4.17c	40.04 ± 4.05a	4.86 ± 0.32a	30.86 ± 1.25ab
gz-II	6.72 ± 0.26a	155.10 ± 12.83b	51.49 ± 3.84bc	39.48 ± 2.50a	4.91 ± 0.21a	27.12 ± 3.10bc
gz-III	4.98 ± 0.37c	157.41 ± 12.81ab	57.48 ± 4.93ab	41.63 ± 2.35a	4.93 ± 0.27a	28.11 ± 3.07abc
gz-IV	6.69 ± 0.31a	179.46 ± 19.99a	60.11 ± 5.07a	43.13 ± 3.49a	5.15 ± 0.28a	32.00 ± 3.74a
CK2	1.26 ± 0.21e	106.69 ± 5.13c	13.07 ± 2.39e	15.04 ± 4.34c	4.70 ± 0.45a	20.09 ± 2.16d

3 讨论与结论

3.1 生物有机肥对药材提质增产效果

生物有机肥是有机物料和微生物的有机结合体,是以有生命的微生物活动来改善土壤生态环境从而产生特定肥效的新型产品,已成为重要的土壤特效肥源。研究表明,施用生物有机肥对冬枣、砂仁、生姜、人参、白术、巴戟天等药材均有显著的提质增产效果^[14-19]。本研究中几种生物有机肥对钩藤的产量和品质均有提高作用,这与前人的研究结果一致。但本试验中同一种有机肥在产量和品质方面的影响作用并不一定表现出相关性,如:在产量方面表现最好的是IV号生物肥,而对品质影响效果最好的是III号生物肥。说明每种生物肥含有的有益微生物菌群不同对土壤微生态环境的影响作用也不一样,对提高作物产量和品质的作用机制不同^[20],因此对生物有机肥的筛选施用很重要。

3.2 生物有机肥对土壤微生物区系的影响作用

微生物是土壤中最具生命活性的部分,在物质

和能量传递、养分循环利用以及土壤自我修复过程中起着重要的作用^[21],有研究表明,微生物群落结构可以作为评价土壤肥力的重要活性因子,同时土壤中的有益微生物可以对土传病害有很好的拮抗抑制作用^[22]。药材连作障碍是影响药材产量和品质的重要问题,而连作障碍的重要表现是土壤微生物群落结构失调,土传病害严重,合理施用生物有机肥是一种有效且环保的防治连作障碍的措施^[23]。从调整土壤微生物群落结构,改善土壤生物环境的角度出发,通过施入有益微生物,来改善土壤环境,促进养分的释放是培肥地力的途径之一^[24]。本试验证明,配施生物有机肥,土壤中真菌数量减少,土壤向高肥力“细菌型”转变,其中以gz-III号生物肥的效果最好。

3.3 生物有机肥对土壤养分积累及土壤改良的作用

生物有机肥作为营养丰富,富含有益微生物的新型肥料,不仅能够提供养分,而且对于土壤理化性状和土壤结构都能起到有益影响,国内学者对相

关研究均有报道,有结果表明,通过施用生物有机肥可显著促进甘蔗生长和糖分积累,对土壤理化性状有显著的改善作用^[25]。李刚等研究表明,用EM处理老参地,对老参地土壤的养分转化有较显著的效应,能显著提高土壤中的有效氮、磷、钾的含量^[26]。也有报道表明,生物有机肥对土壤重金属含量的降低有作用,减少对作物的危害,对维持土壤中有益微生物菌群起到重要作用^[27],具有环境友好的特性。李志友研究表明,生物有机肥可有效促进蓝莓根区土壤养分的吸收和营养代谢协调均衡,确保蓝莓的高产优质^[28]。胡诚等研究表明,长期施用生物有机肥土壤有机质、速效养分都明显增加,土壤微生物量碳增加,土壤肥力提高^[29]。田小明等研究表明,随着生物有机肥施用量的增加,土壤有机质和碳库管理指数均显著增加^[30]。试验中配施生物肥处理的土壤肥力均有不同程度的提高,进一步证明了配施生物肥比单施化肥对土壤培肥有更好的效果。其中,IV号生物肥对各有效养分和有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%,土壤培肥效果最好。

试验选用的4种生物肥对钩藤均有促生效果,但对土壤、作物产量和品质的影响并不一定表现出正相关性,综合土壤培肥效果和作物的提质增产,其中IV号和III号生物肥的效果最好,可以根据实际情况选择这两种生物肥配施。另外,由于钩藤产地不同土壤中元素含量的差异大^[31],同时气候、地势原因造成元素流失程度不同以及与人活动关系密切,生物有机肥的配施应科学诊断,因地制宜,合理施肥^[32]。

参考文献:

- [1] 肖智,周江菊,雷启义,等. 贵州省农特产品地理标志保护的现状及对策[J]. 现代农业科技, 2013, (23): 314.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(I部)[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2010.
- [3] 李金玲,赵致,龙安林,等. 贵州野生钩藤生长环境调查研究[J]. 中国野生植物资源, 2013, 23(4): 58-60.
- [4] 高晓宇,王科,何腾兵,等. 剑河县钩藤产业发展现状及对策[J]. 浙江农业科学, 2016, 57(8): 1240-1242.
- [5] 王太荣. 贵州剑河人工培植钩藤技术探讨[J]. 现代园艺, 2009, (2): 56.
- [6] 吴遵秋. 钩藤研究进展的文献计量分析[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(1): 168-170.
- [7] 兰才武,郑建立,杨光明,等. 钩藤底肥施用水平的研究[C]. //全国第9届天然药物资源学术研讨会论文集. 广州: 中国自然资源学会, 2012.
- [8] 杨俊春,欧阳健,杨昌军,等. 荒坡钩藤缺素效应探讨[J]. 耕作与栽培, 2013, (2): 13-19.
- [9] 霍可以,杨俊春,吴安相. 钩藤施用氮磷钾的肥效试验[J]. 农技服务, 2013, 30(7): 696-699.
- [10] 高晓宇,丁茹,易平,等. 中国钩藤相关发明专利的信息分析[J]. 世界科学技术—中医药现代化★专利信息资源研究, 2017, 19(1): 178-183.
- [11] 胡勇,霍可以,向华. 基于SWOT分析的中药材产业化发展的对策思考—以贵州省剑河县钩藤产业发展为例[J]. 中国中药杂志, 2013, 38(17): 2894-2897.
- [12] 杨秀娟,洪燕龙,吴飞,等. HPLC测定钩藤中钩藤碱和异钩藤碱的方法学探讨[J]. 中国中药杂志, 2013, 38(5): 720-724.
- [13] 鲍士旦. 土壤农化分析(第3版)[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.
- [14] 刘方春,邢尚军,马海林,等. 生物肥对冬枣生物学特性及产量和品质的影响[J]. 水土保持学报, 2010, 24(6): 222-226.
- [15] 刘军民,张丹雁,潘超美,等. 生物肥料对阳春砂产量和质量的影响[J]. 广西中医药大学学报, 2005, 22(1): 4-6.
- [16] 孔祥波,徐坤,尚庆文,等. 生物有机肥对生姜生长及产量、品质的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2007, (2): 64-67.
- [17] 张鹏,刘春明,常际良,等. 润堡生物有机肥在人参上应用试验报告[J]. 人参研究, 2010, (1): 43.
- [18] 潘秋祥,潘显能,袁伯新,等. “连作”生物有机肥在白术重茬中的应用效果[J]. 河北农业科学, 2008, 12(5): 57-59.
- [19] 丁平,潘超美,徐鸿华. 不同生物有机肥料对巴戟天主要有效成分的影响[J]. 现代中药研究与实践, 2003, 17(4): 21-22.
- [20] 李梦梅. 生物有机肥对提高蔬菜产量品质的作用机理研究[D]. 南宁: 广西大学, 2005.
- [21] Kennedy A C, Stubbs T L. Soil microbial communities as indicators of soil health[J]. Annals of Arid Zone, 2006, 45(3/4): 287-308.
- [22] Omirou M, Rousidou C, Bekris F, et al. The impact of biofumigation and chemical fumigation methods on the structure and function of the soil microbial community[J]. Microbial Ecology, 2011, 61(1): 201-213.
- [23] 封万里,孙跃春,孙丙富. 生物有机肥对药材连作病害的防治作用[J]. 中国林副特产, 2011, 113(4): 88-90.
- [24] 薛超,黄启为,凌宁,等. 连作土壤微生物区系分析、调控及高通量研究方法[J]. 土壤学报, 2011, 48(3): 612-618.
- [25] 翁锦周,何炎森. 生物有机肥对甘蔗产量及土壤的影响[J]. 亚热带农业研究, 2005, 1(3): 13-15.
- [26] 李刚,赵义涛,姜晓莉,等. EM处理老参地对土壤养分转

- 化影响的研究 [J]. 特产研究, 2001, (2): 8-9.
- [27] 张连忠, 路克国, 王宏伟, 等. 重金属和生物有机肥对苹果根区土壤微生物的影响 [J]. 水土保持学报, 2005, 19 (2): 92-95.
- [28] 李志友. 生物有机肥对蓝莓根区土壤养分及微生物学特性的影响 [J]. 水土保持研究, 2017, 24 (2): 36-42.
- [29] 胡诚, 曹志平, 罗艳蕊, 等. 长期施用生物有机肥对土壤肥力及微生物生物量碳的影响 [J]. 中国生态农业学报, 2007, 12 (3): 15-21.
- [30] 田小明, 李俊华, 危常州, 等. 不同生物有机肥用量对土壤活性有机质和酶活性的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2012, (1): 26-32.
- [31] 赵欢, 何腾兵, 林昌虎, 等. 贵州不同生境下种植钩藤土壤养分与酶活性研究 [J]. 山地农业生物学报, 2014, 33 (2): 23-26.
- [32] 曾宪平, 林绍霞, 何腾兵. 贵州钩藤产地土壤养分含量特征 [J]. 2014, (6): 89-92.

Effects of different biological organic fertilizer on yield and quality of *Uncaria rhynchophylla* and the soil biological properties

LIU Ling-ling^{1,2,3}, WANG Wen-hua^{1,3}, YANG Zai-gang⁴, ZHANG Bang-xi^{1,3}, FAN Cheng-wu^{1,3}, GOU Jiu-lan^{1,3*}
(1. Institute of Soil and Fertilizer, Guizhou Academy of Agricultural Sciences Guiyang, Guiyang Guizhou 550006; 2. Guizhou University Guiyang, Guiyang Guizhou 550025; 3. Guizhou Province Engineering Research Center for Agricultural Resources and Environment, Guiyang Guizhou 550006; 4. Jianhe Institute of Uncaria, Jianhe Guizhou 556499)

Abstract: In view of the problem of guizhou “*Uncaria rhynchophylla*” wild resources reducing, and the low yield and the poor quality, it was studied by screening biological organic fertilizer and improving the soil fertility of *Uncaria rhynchophylla* regions to improve the yield and quality. The results showed that the yield and quality of *Uncaria rhynchophylla* were improved, and the soil fertility was enriched by organic fertilizer. The gz-IV organic fertilizer was the best on improving agronomic traits, yield of *Uncaria rhynchophylla* and enriching the soil fertility. However, the gz-III organic fertilizer was the best on improving the quality of *Uncaria rhynchophylla* and soil micro-ecological structure.

Key words: *Uncaria rhynchophylla*; enriching the soil fertility by organic; soil fertility; microflora