

doi:10.11937/bfyy.20203297

不同植物生长调节剂对穿心莲形态性状及干物质积累的影响

陈东亮, 简少芬, 韦坤华, 缪剑华, 钟楚

(广西壮族自治区药用植物园 广西药用资源保护与遗传改良重点实验室, 广西南宁 530023)

摘要:以广西地方品种穿心莲为试材,采用温室盆栽法,选用萘乙酸(NAA)、6-苄基腺嘌呤(6-BA)、赤霉素(GA_3)、2,4-表油菜素内酯(eBR)和矮壮素(CCC)5种生产上常用的植物生长调节剂,研究了不同类型、不同浓度的植物生长调节剂对穿心莲形态性状及干物质积累的影响,以期为提高穿心莲中药材产量提供参考依据。结果表明:200、400 $mg \cdot L^{-1}$ 及600 $mg \cdot L^{-1}$ GA_3 处理均可使穿心莲株高显著增加($P < 0.05$),叶片明显变大,其中以喷施400 $mg \cdot L^{-1}$ GA_3 株高增加极显著($P < 0.01$),且喷施400 $mg \cdot L^{-1}$ GA_3 单株生物量显著增加20.97%($P < 0.05$),但在增加单株生物量的同时叶茎比却减小了。CCC各处理穿心莲单株生物量虽有不同程度的减小,但50 $mg \cdot L^{-1}$ CCC可显著增加叶茎比($P < 0.05$)。6-BA和NAA各处理浓度对穿心莲叶干质量、叶茎比及单株生物量均有不同程度的抑制作用。综上所述,喷施400 $mg \cdot L^{-1}$ GA_3 可使单株生物量显著增加,而6-BA和NAA不宜在穿心莲生产上使用。

关键词:穿心莲;植物生长调节剂;干物质积累

中图分类号:S 567.21⁺9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2021)12-0111-06

穿心莲(*Andrographis paniculata* (Burm. f.) Nees)属爵床科一年生草本植物,又名榄核莲、一见喜等。全草可入药,具有清热解毒、凉血、消肿等功能。用于治疗感冒发热、咽喉肿痛、口舌生疮、顿咳劳嗽、泄泻痢疾、热淋涩痛、痈肿疮疡、蛇虫咬伤等,主要药用成分为穿心莲内酯^[1]。穿心莲全球地理分布广泛,从印度、斯里兰卡、东南

亚、中国、美洲和西印度群岛到印度洋的圣诞岛均有分布^[2-4]。我国于20世纪50年代开始从东南亚引种进行人工栽培。作为药用植物进行人工栽培时,其产量和药用物质含量倍受研究者关注。植物生长调节剂(PGRs)可通过影响植物体内的核酸、蛋白质和酶,对植物生长发育、代谢及衰老等多种生理过程进行调控,提高植物的产量和质量^[5]。早在20世纪80年代就有不少学者使用不同植物生长调节剂处理提高人参^[6]、地黄^[7]、贝母^[8]等的产量,近年来植物生长调节剂在中药材生产上也逐渐受到重视。西洋参通过施用多效唑、氯化胆碱和复合细胞分裂素,可显著增加其产量^[9]。毛脉酸模和当归施用矮壮素、萘乙酸和乙烯利等植物生长调节剂后,其产量也会显著增加^[10-11]。大田条件下,施用萘乙酸、多效唑、烯效唑和2,4-D均可大幅度提高盾叶薯蓣的产量^[12]。侯凯等^[13]研究表明,30 $mg \cdot L^{-1}$ 的赤霉素处理可

第一作者简介:陈东亮(1989-),男,硕士,助理研究员,现主要从事药用植物种质资源及育种等研究工作。E-mail: 535270356@qq.com.

责任作者:钟楚(1984-),男,博士,助理研究员,现主要从事药用植物次生代谢调控等研究工作。E-mail: 1309449936@qq.com.

基金项目:国家中药材产业技术体系资助项目(CARS-21);广西创新驱动科技发展资助项目(桂科AA18242040)。

收稿日期:2020-08-04

使川白芷产量提高 30.6%;一年生的毛脉酸模植株通过喷施矮壮素和萘乙酸,其根中的大黄酚苷、大黄酚、大黄素、酸模素、大黄素甲醚的产量和生物量有显著性影响^[14]。油菜素内酯处理青蒿 4 d 后,青蒿素含量比对照增加 1 倍多^[15]。中药材栽培与一般的农作物要求有所不同,田间管理措施要特别注意对中药材有效性和安全性的影响^[16]。大部分药农对植物生长调节剂缺乏科学系统的学习,使用时存在不分特定种类、随意增大药量等盲目滥用现象^[17]。关于植物生长调节剂在中药材穿心莲生产应用的报道甚少。为了科学指导植物生长调节剂在中药材穿心莲生产上的应用,该研究选用萘乙酸(1-Naphthaleneacetic acid, NAA)、6-苄基腺嘌呤(6-Benzylaminopurine, 6-BA)、赤霉素(gibberellin A₃, GA₃)、2,4-表油菜素内酯(epibrassinolide, eBR)和氯化氯胆碱(chlormequat chloride, CCC)5 种生产上常用的植物生长调节剂,在穿心莲苗期进行叶面喷施处理,研究不同植物生长调节剂对穿心莲形态及干物质积累的影响,以期进行穿心莲药用成分积累研究奠定基础,为提高穿心莲中药材产量提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料:供试穿心莲为广西地方品种。采用穴盘育苗,选用泥炭土:普通耕层土:珍珠岩体积比 1:1:1 混合作为育苗基质,于 5 月上旬播种,在室内育苗至 3 对真叶时移栽于塑料花盆中,盆的上口直径 25 cm,底直径 17 cm,深 15 cm。以泥炭土:普通耕层土体积比 1:1 混合作为栽培基质,选取长势一致的植株定植于盆中,每盆 1 株,对所有供试穿心莲幼苗正常浇水。

供试试剂:选用萘乙酸(NAA)、6-苄基腺嘌呤(6-BA)、赤霉素(GA₃)、2,4-表油菜素内酯(eBR)和氯化氯胆碱又名矮壮素(chlormequat chloride, CCC)5 种生产上常用的植物生长调节剂。萘乙酸(NAA)、6-苄基腺嘌呤(6-BA)、氯化氯胆碱(CCC)、赤霉素(GA₃)均购于上海麦克林生化科技有限公司,2,4-表油菜素内酯(eBR)购于上海源叶生物科技有限公司。

1.2 试验方法

试验在广西壮族自治区药用植物园科研基地

(东经 108°375',北纬 22°853')进行。采用 5 种植物生长调节剂,每种设 3 个浓度梯度(表 1)。待盆栽苗长至 7 对真叶时,按表 1 浓度均匀喷施,每株施药量约 10 mL,隔 3 d 喷施 1 次,共喷施 2 次。以等量清水喷施为对照 CK(0)。每处理 4 个重复,每个重复 1 株。

表 1 不同植物生长调节剂浓度

Table 1 Concentration of different plant growth regulators

植物生长调节剂 Plant growth regulators	浓度 Concentration/(mg · L ⁻¹)		
NAA	150	300	450
6-BA	100	200	300
GA ₃	200	400	600
eBR	0.03	0.06	0.09
CCC	20	50	100

注:表内浓度均为有效成分含量。

Note: The concentrations in the table are the contents of active ingredients.

1.3 项目测定

于第 2 次喷施后第 20 天进行指标测定,拍照。测定株高、节间距、单株生物量、茎、叶干质量等指标。株高采用直尺测量子叶节到植株顶端的高度(cm);节间距采用直尺测量主茎上相邻 2 个节点的长度(cm);单株生物量将植株地上部分置于 60 °C 恒温烘箱充分烘干后,采用万分之一分析天平测得的干质量(g);茎、叶干质量将单株茎叶分离,分别置于 60 °C 恒温烘箱充分烘干后,采用万分之一分析天平测得各自的干质量(g)。

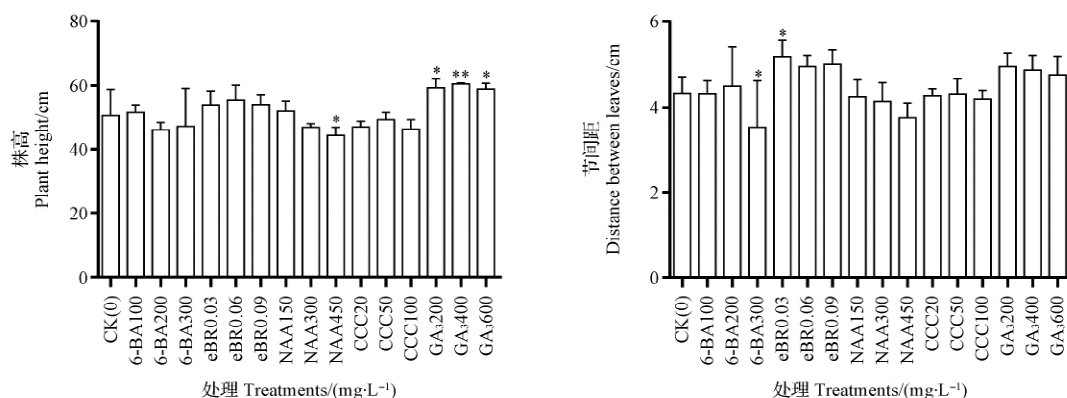
1.4 数据分析

采用 SPSS 20.0 统计分析软件对调查结果进行 Duncan 差异显著性方差分析,评价供试植物生长调节剂各处理对穿心莲形态性状及干物质积累的影响。

2 结果与分析

2.1 不同植物生长调节剂对穿心莲生长形态的影响

喷施不同的植物生长调节剂对穿心莲生长有着不同的影响。从图 1 可以看出,与对照(CK)相比,200、400 mg · L⁻¹ 及 600 mg · L⁻¹ GA₃ 处理均可使株高显著增加($P < 0.05$),其中以喷施



注: * 表示与对照组比较差异显著 ($P < 0.05$), ** 表示与对照组比较差异极显著 ($P < 0.01$)。下同。

Note: * shows significant difference compared with the control group ($P < 0.05$), ** shows extremely significant difference compared with the control group ($P < 0.01$). The same below.

图 1 不同植物生长调节剂对穿心莲农艺性状的影响

Fig. 1 Effects of different plant growth regulators on the agronomic traits of *Andrographis paniculata*

400 mg · L⁻¹ GA₃ 效果极显著 ($P < 0.01$), 株高比对照增加了 19.65%。此外, 与对照相比, 喷施 200、400 mg · L⁻¹ 及 600 mg · L⁻¹ GA₃, 各叶位叶片明显变大 (图 2)。0.03 mg · L⁻¹ eBR 可以使节间距显著增加 ($P < 0.05$), 而喷施 300 mg · L⁻¹ 6-BA 可使节间距显著缩短 ($P < 0.05$)。而其它处理对穿心莲形态指标均无显著影响。

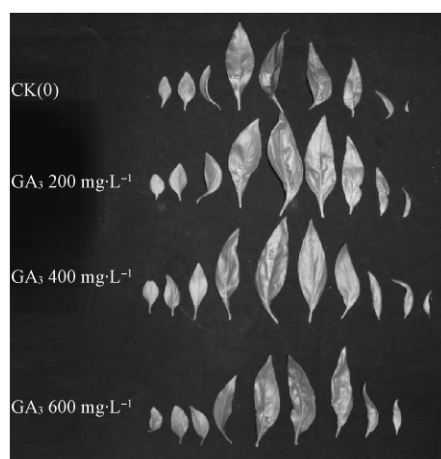


图 2 不同浓度赤霉素对穿心莲叶片大小的影响

Fig. 2 Effects of different concentrations of gibberellin on the leaf size of *Andrographis paniculata*

2.2 不同植物生长调节剂对穿心莲干物质积累的影响

喷施不同的植物生长调节剂对穿心莲干物质积累有着不同的影响。由图 3 可知, 与对照相比, 喷施 400 mg · L⁻¹ GA₃, 单株生物量显著增加 20.97% ($P < 0.05$), 而 200 mg · L⁻¹ 和 600 mg · L⁻¹ GA₃ 单 X 株生物量均有所增加, 但不显著。喷施 50 mg · L⁻¹ CCC, 叶茎比显著增加 11.83% ($P < 0.05$), 而 20 mg · L⁻¹ 和 100 mg · L⁻¹ CCC 处理叶茎比均有增加, 但不显著。而喷施 100 mg · L⁻¹ CCC、300 mg · L⁻¹ NAA 及 450 mg · L⁻¹ NAA 可使单株生物量极显著减小 ($P < 0.01$), 20 mg · L⁻¹ CCC、200 mg · L⁻¹ 6-BA 及 300 mg · L⁻¹ 6-BA 可显著减小单株生物量 ($P < 0.05$)。喷施 150、300、450 mg · L⁻¹、400、600 mg · L⁻¹ GA₃ 及 300 mg · L⁻¹ 6-BA 叶茎比极显著减小 ($P < 0.01$), 200 mg · L⁻¹ GA₃、0.03、0.06 mg · L⁻¹ eBR 及 100 mg · L⁻¹ 6-BA 叶茎比显著减小 ($P < 0.05$)。喷施 200 mg · L⁻¹ 6-BA、150、300、450 mg · L⁻¹ NAA 及 300 mg · L⁻¹ 6-BA 均使叶片干质量极显著减小 ($P < 0.01$)。喷施 200 mg · L⁻¹ 6-BA、20、50 mg · L⁻¹ 及 100 mg · L⁻¹ CCC, 茎干质量显著减小 ($P < 0.05$), 喷施 400 mg · L⁻¹ GA₃ 可使茎干质量显著升高 ($P < 0.05$)。

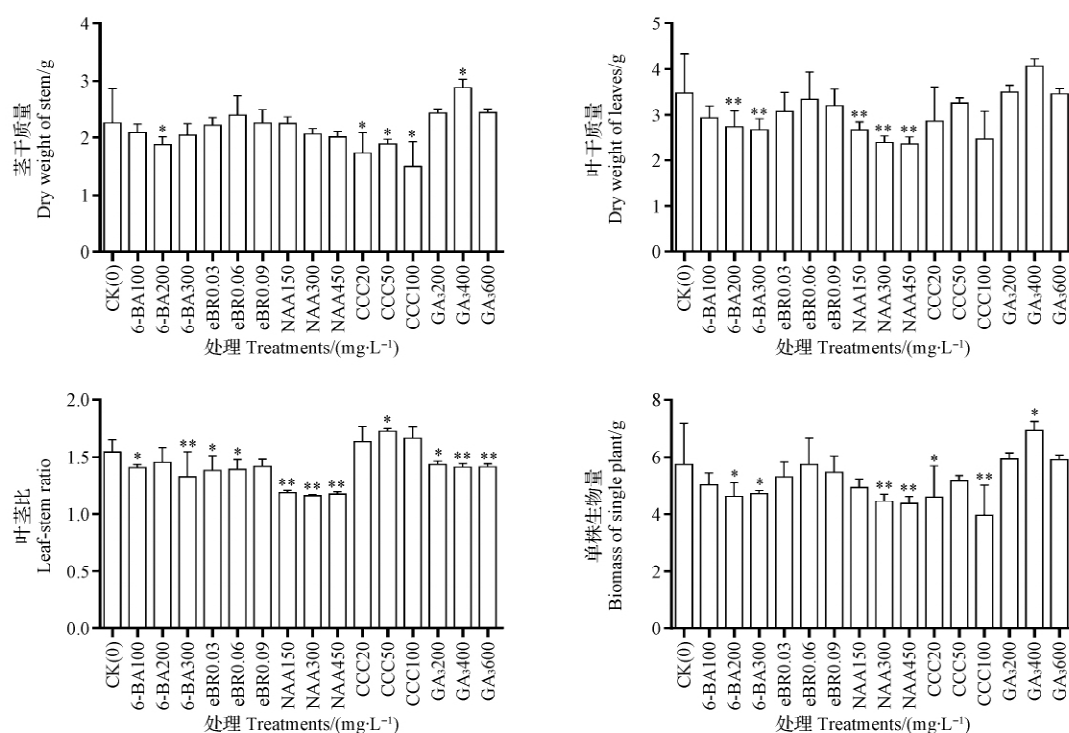


图3 不同植物生长调节剂对穿心莲生物量的影响

Fig. 3 Effects of different plant growth regulators on the biomass of *Andrographis paniculata*

3 讨论与结论

与传统农业技术相比,植物生长调节剂作用面广、应用领域多,在低浓度下就能调节植物生长发育,增加作物产量。植物生长调节剂对植物生长发育的调控作用,因其种类、浓度、植物种类不同而异。6-BA、eBR 和 NAA 虽属于植物生长促进剂^[18],但在该研究中对穿心莲生长均无促进作用,这可能是因为植物不同而作用有所差异。

有研究表明,穿心莲主要药用活性成分穿心莲内酯、新穿心莲内酯及脱水穿心莲内酯在叶片中的含量均占整株的 75% 以上^[19]。在整个植株中,成熟穿心莲药材的叶与茎的质量比约为 3:7,即非叶部位的相对比例越高,药材成分的含量越低,药材质量越差^[20]。该研究通过穿心莲盆栽试验,旨在探究生产上常用的植物生产调节剂对穿心莲形态及干物质积累的影响。结果表明,200、400 mg · L⁻¹ 及 600 mg · L⁻¹ GA₃ 处理均可使穿心莲株高显著增加 ($P < 0.05$),叶片明显变大,其中以喷施 400 mg · L⁻¹ GA₃ 株高极显著增加

($P < 0.01$),且喷施 400 mg · L⁻¹ GA₃ 可显著增加穿心莲单株生物量 ($P < 0.05$),但在增加单株生物量的同时叶茎比却减小了。CCC 各处理穿心莲单株生物量虽有不同程度的减小,但 50 mg · L⁻¹ CCC 可显著增加叶茎比 ($P < 0.05$),可见 50 mg · L⁻¹ CCC 处理可提高穿心莲药材质量。6-BA 和 NAA 各处理浓度对穿心莲叶干质量、叶茎比及单株生物量均有不同程度的抑制作用,不宜在穿心莲大田生产上使用。评价药材质量优劣的主要指标包括产量、药用活性成分含量及其在药材不同部位的含量比例等因素。喷施 50 mg · L⁻¹ CCC 和 400 mg · L⁻¹ GA₃ 是否能增加穿心莲药用活性成分含量还需进一步研究。

我国的中药材 GAP 标准中严格禁止使用植物生长调节剂,但植物生长调节剂对中药材生长的调控作用不可忽视。适当使用植物生长调节剂,可以减少人力物力,增加药材产量,提高药材活性成分含量。但是应用调节剂对于药用植物品质的影响应引起高度的重视。由于大多数药用植物下游产品的药材具有成分复杂性、功效多样性,

而有效成分尚未很好阐明,因此应该大胆研究,谨慎、科学地将植物生长调节剂应用于中药材种植中。

参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中国药典(一部)[M]. 北京:中国医药科技出版社,2015.
- [2] RAINA A P, DUTTA M, VEENA G, et al. *Andrographis paniculata* (Burm. f.) Wall. ex Nees (Kalmegh), a traditional hepatoprotective drug from India[J]. Genetic Resources Crop Evolution, 2013, 60: 1181-1189.
- [3] KUMAR A, DORA J, SINGH A, et al. A review on King of Bitter (Kalmegh)[J]. IJRPC, 2012, 2(1): 116-124.
- [4] LATTO S K, DHAR R S, KHAN S, et al. Comparative analysis of genetic diversity using molecular and morphometric markers in *Andrographis paniculata* (Burm. f.) Nees[J]. Genet Resour Crop Evol, 2008, 55: 33-43.
- [5] 张锋,潘康标,田子华. 植物生长调节剂研究进展及应用对策[J]. 现代农业科技, 2012(1): 193-195.
- [6] 刘惠卿,刘铁城,胡炳义,等. ABT生根粉浸种对人参生长的影响[J]. 中药材, 1990, 13(8): 8.
- [7] 徐光. ABT生根粉在地黄栽培中的应用[J]. 中药材, 1991, 14(5): 8-9.
- [8] 徐昭玺,李志亮,刘玉琇,等. 植物生长调节剂对浙贝母的增产作用[J]. 中药通报, 1988, 13(12): 15-16.
- [9] 孟繁莹,王铁生,王化民,等. MET等植物生长调节剂在西洋参上的应用效应[J]. 特产研究, 1994(2): 7-8, 11.
- [10] 门敬菊,王振月,王宗权. 植物生长调节剂对毛脉酸模根中白藜芦醇及白藜芦醇苷的影响[J]. 中医药学报, 2011, 39(5): 60-62.
- [11] 刘效瑞,刘荣清,伍克俊,等. 植物生长调节剂在当归上的应用效果[J]. 甘肃农业科技, 1994(5): 13-14.
- [12] 王建安,吴霞,徐增莱,等. 植物生长调节剂对盾叶薯蓣产量及薯蓣皂苷元含量的影响[J]. 中国现代应用药学, 2009, 26(12): 996-999.
- [13] 侯凯,陈郡雯,翟娟园,等. 植物生长调节剂对川白芷生长发育及其产量品质的影响[J]. 中国中药杂志, 2013, 38(13): 2082-2085.
- [14] 康毅华,门敬菊,王宗权,等. 植物生长调节剂对毛脉酸模根中萜醌类成分及生物量的影响[J]. 中医药学报, 2010, 38(3): 71-74.
- [15] 池剑亭,申亚琳,舒位恒,等. 油菜素内酯促进药用植物青蒿中青蒿素的生物合成[J]. 中国科学院大学学报, 2015, 32(4): 476-481.
- [16] 魏赫,王莹,金红宇,等. 植物生长调节剂研究进展及其在中药种植中使用和检测[J]. 中国药学杂志, 2016, 51(2): 81-85.
- [17] 翟宇瑶,郭宝林,黄文华. “壮根灵”类药剂检测及植物生长延缓剂在根及根茎类地道药材栽培中使用情况调查[J]. 中国中药杂志, 2015, 40(3): 414-420.
- [18] 张丽霞,牟燕,杨美华,等. 植物生长调节剂在中药材中的应用及安全性评价研究进展[J]. 中国中药杂志, 2020, 45(8): 1824-1832.
- [19] 刘晟楠,魏惠珍,殷文静,等. 不同产地不同部位3种穿心莲内酯成分研究[J]. 时珍国医国药, 2016, 27(6): 1483-1484.
- [20] 祝晨薇,莫建霞. 规范化种植穿心莲药材 HPLC 指纹图谱研究[J]. 中国药学杂志, 2004, 40(10): 737-739.

Effects of Different Plant Growth Regulators on Morphological Characters and Dry Matter Accumulation of *Andrographis paniculata*

CHEN Dongliang, JIAN Shaofen, WEI Kunhua, MIAO Jianhua, ZHONG Chu

(Guangxi Key Laboratory of Medicinal Resources Protection and Genetic Improvement, Guangxi Botanical Garden of Medicinal Plants, Nanning, Guangxi 530023)

Abstract: The Guangxi local variety *Andrographis paniculata* was used as test material, and the greenhouse potting method was adopted, five commonly used plant growth regulators in production were selected to research the effects of different plant growth regulators on morphological characters and dry matter accumulation of *Andrographis paniculata*, including NAA, 6-BA, eBR, CCC and GA₃, in order to provide reference for increasing the yield of Chinese medicinal materials. The results showed that the treatments of 200 mg · L⁻¹, 400 mg · L⁻¹ and 600 mg · L⁻¹ GA₃ could significantly increase the plant height of *Andrographis paniculata* ($P < 0.05$), and the leaves were obviously enlarged. Among them, spraying 400 mg · L⁻¹ GA₃ increased the plant height extremely significantly

doi:10.11937/bfyy.20203851

硅藻土对不同品种枸杞生长安全性评价

王芳¹, 陈佳斌¹, 刘秉阳¹, 牛浩¹, 祁小军², 张蓉¹

(1. 宁夏农林科学院 植物保护研究所, 宁夏 银川 750002; 2. 吴忠市红寺堡区农业农村局, 宁夏 吴忠 751999)

摘要:以硅藻土为试材,依据农药对作物安全性评价准则,采用叶面喷雾法在田间进行小区试验,观察硅藻土 25、50、100 倍液对不同品种枸杞生长安全性的影响。以期为硅藻土在枸杞生产中的应用提供参考依据。结果表明:硅藻土稀释 50 倍以上在不同品种枸杞上使用为宜,均不会对枸杞叶片、花蕾、枝条生长产生任何不良影响。

关键词:硅藻土;枸杞;生长安全性评价

中图分类号:S 482.91 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2021)12-0116-05

硅藻土(diatomaceous earths, DE)是一种以二氧化硅为主要成分的沉积岩,主要由单细胞水生植物硅藻的遗骸组成^[1]。硅藻土在农业中主要用作农药载体、杀虫剂、农药和化肥的抗结块剂、土壤改良剂等^[2-5]。硅藻土作为优良储粮天然杀虫剂

的应用历史最为悠久,其作用机理是吸附靶标昆虫表皮中的脂类,使虫体表皮失去保护功能,失水而死;或硅藻土颗粒与昆虫表皮摩擦而损坏虫体表皮,进而使其失去保水功能,最后失水而死^[6-7]。研究证明,硅藻土不仅对储粮害虫赤拟谷盗、书虱、谷蠹、米象、锯谷盗等均有明显的毒杀作用,而且对木虱、蚜虫、蓟马、红蜘蛛、甲虫等亦有很好的控制作用^[8-10]。最新研究表明,硅藻土对抗性和传毒害棉蚜作用效果也非常显著^[11]。该研究通过硅藻土对不同品种枸杞叶片、花蕾、枝条生长影响及药害观察,评价硅藻土对不同品种枸杞生长安全性,以期为硅藻土在枸杞生产中的应用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

“宁杞 1 号”和“宁杞 5 号”试验地位于宁夏

第一作者简介:王芳(1980-),女,硕士,副研究员,现主要从事农药安全使用技术等研究工作。E-mail: wangfang-wf80@163.com.

责任作者:张蓉(1966-),女,博士,研究员,现主要从事农业昆虫生态与害虫综合防治等研究工作。E-mail: yczhrnx@163.com.

基金项目:宁夏回族自治区重点研发计划一般资助项目(2019BBF03001);宁夏“十三五”重大科技资助项目(2018BBF02021);宁夏回族自治区农业科技自主创新资金“十四五”农业高质量发展和生态保护科技创新示范资助项目(NGSB-2021-10-04)。

收稿日期:2020-09-08

($P < 0.01$), and spraying $400 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{GA}_3$, the biomass of single plant significantly increased by 20.97% ($P < 0.05$), but the leaf-to-stem ratio decreased while increasing the biomass per plant. Although the biomass of single plant of *Andrographis paniculata* in each CCC treatments decreased in different degrees, $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{CCC}$ could significantly increase the leaf-to-stem ratio ($P < 0.05$). Each treatment concentration of 6-BA and NAA inhibited dry matter accumulation on *Andrographis paniculata*. In summary, spraying $400 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{GA}_3$ can significantly increase the biomass of single plant, but 6-BA and NAA are not suitable for the production of *Andrographis paniculata*.

Keywords: *Andrographis paniculata*; plant growth regulator; dry matter accumulation