

河西灌区板蓝根氮磷钾养分需求规律研究

白波^{1,2}, 张立军^{1,2}, 蔡子平^{1,2}, 牛家瑜³

(1. 甘肃省农业科学院中药材研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省中药材种质改良与质量控制工程实验室, 甘肃 兰州 730070; 3. 甘肃卫生职业学院, 甘肃 兰州 730207)

摘要: 通过对不同氮磷钾施用水平下板蓝根的生长动态和产量及药用成分的测定, 得出河西灌区板蓝根的氮磷钾养分需求量, 以指导河西灌区板蓝根生产的科学施肥。以当地板蓝根主栽品种安徽亳州种为试材, 开展了板蓝根氮磷钾养分需求规律研究。结果表明, 河西灌区板蓝根生产中N的适宜用量为255~300 kg/hm², 苗期、生长旺盛期、收获期对N的需求量分别占整个生育期需氮量的9.21%、43.65%、47.14%; P₂O₅的适宜用量为150~225 kg/hm², 苗期、生长旺盛期、收获期对P₂O₅的需求量分别占整个生育期P₂O₅需量的15.80%、25.91%、58.29%; K₂O的适宜用量为150~225 kg/hm², 苗期、生长旺盛期、收获期对K₂O的需求量分别占整个生育期K₂O需量的20.83%、19.38%、59.79%。

关键词: 板蓝根; 氮磷钾; 养分需求; 施肥量; 河西灌区

中图分类号: S567.2

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2024)11-1032-05

doi: 10.3969/j.issn.2097-2172.2024.11.010

Study on the Nutrient Requirements of Nitrogen, Phosphorus, and Potassium for *Isatis indigotica* Fort. in the Hexi Irrigation District

BAI Bo^{1,2}, ZHANG Lijun^{1,2}, CAI Ziping^{1,2}, NIU Jiayu³

(1. Institute of Chinese Medicinal Materials, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Gansu Provincial Engineering Laboratory for Germplasm Improvement and Quality Control of Chinese Medicinal Materials, Lanzhou Gansu 730070, China; 3. Gansu Health Vocational College, Lanzhou Gansu 730207, China)

Abstract: This study aimed to determine the nutrient requirements for nitrogen, phosphorus, and potassium in *Isatis indigotica* under different application levels, guiding scientific fertilization for *Isatis indigotica* root production in the Hexi Irrigation District. Using the main cultivated variety Anhuibo Zhou as the test material, the nutrient demand study for *Isatis indigotica* was conducted. Results showed that the optimum nitrogen amount in *Isatis indigotica* root production in the Hexi Irrigation District was 255 to 300 kg/ha, with nitrogen demand during the seedling stage, growth peak stage, and harvest stage accounting for 9.21%, 43.65%, and 47.14% of the total nitrogen requirement, respectively. The optimum phosphorus (P₂O₅) amount was 150 to 225 kg/ha, with the demand during the seedling, growth peak, and harvest stages accounting for 15.80%, 25.91%, and 58.29% of the total P₂O₅ requirement, respectively. The optimum amount of potassium was 150 to 225 kg/ha, with demand during the seedling, growth peak, and harvest stages accounting for 20.83%, 19.38%, and 59.79% of the total K₂O requirement, respectively.

Key words: *Isatis indigotica* Fort; Nitrogen, phosphorus, potassium; Nutrient requirement; Fertilization rate; Hexi Irrigation District

板蓝根(*Isatis indigotica* Fort)是一年生或两年生草本药用植物菘蓝的干燥根, 具有清热解毒和增强免疫力的功效, 是我国传统中医药方中常用的中药材, 也是甘肃省大宗道地中药材成员^[1-2]。甘肃省民乐县作为“中国板蓝根之乡”, 以其独特的自然生态环境孕育出的板蓝根品质优良, 深受消费者

喜欢, 形成的板蓝根产业已成为当地群众收入的主要来源之一, 板蓝根种植面积常年稳定在1.0万~1.7万hm²^[3-4]。近年来, 随着板蓝根产业的逐步发展, 在各级政府的支持下, 有关板蓝根的研究工作有序开展, 尤其在板蓝根机械化栽培技术、药效成分分析、效用机理等方面取得了显著的成

收稿日期: 2024-08-01

基金项目: 中央引导地方科技发展资金项目(22ZY1QA001); 西北中药材全程机械化科研基地建设项目(2109-000000-20-01-199092); 甘肃省农业科学院科技创新项目(2019GAAS50、2020GAAS122022、GAAS-CGZH13)。

作者简介: 白波(1976—), 男, 甘肃武山人, 农艺师, 主要从事西北道地中药材品种选育与栽培技术研究工作。Email: 491523123@qq.com。

通信作者: 蔡子平(1982—), 男, 甘肃永昌人, 研究员, 主要从事西北特色药用植物驯化栽培与良种繁育工作。Email: 178227272@qq.com。

果^[1,5], 但针对河西灌区板蓝根需肥规律的研究未见相关报道。施肥是影响作物产量和品质的重要耕作措施, 大量研究表明, 科学合理的施肥是保证作物提质增效的重要手段^[6-9], 就中药材而言, 冯守疆等^[10-11]、龚成文等^[12]、齐浩等^[13]的研究表明, 氮磷钾的合理配施不仅可以提高当归、党参、黄芪、唐古特大黄的产量, 而且有效药用成分含量显著增加。目前, 关于板蓝根施肥已有报道, 秦梦等^[14]的研究表明, 施用氮肥尤其是化肥与有机肥配施有利于提高板蓝根产量; 王康才等^[5]的研究表明, 磷肥对板蓝根增产效果显著, 氮肥对板蓝根多糖含量的增加有显著影响; 王宏霞等^[1]的“3414”配方施肥试验指出, 甘肃中部干旱半干旱区土壤中钾含量是限制试验区板蓝根产量的首要因素, 3种肥料对产量的影响由大到小依次为P、K、N。由于缺乏更加系统深入的板蓝根施肥技术供种植户参考, 河西灌区板蓝根施肥主要依靠种植经验, 施肥的随意性较大, 对该区域板蓝根产业的持续健康发展造成了潜在的生态环境危害和质量隐患, 如何科学合理地施肥是板蓝根产区急需解决的生产实际问题。本研究从氮磷钾对板蓝根生长动态、产量、主要药效成分的影响入手, 研究了氮(N)、磷(P₂O₅)、钾(K₂O)对板蓝根生长动态、产量及主要药效累积的影响, 探寻板蓝根对氮磷钾的需求规律, 明确了板蓝根对氮、磷、钾的用量需求, 为河西灌区板蓝根科学施肥提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2020年4—11月在民乐县新天镇太平村进行, 该地属温带大陆性荒漠草原气候, 当地平均海拔1822 m, 无霜期140 d, 年均气温4.1℃, 年均降水量351 mm, 主要土壤类型为灰褐土, 土壤肥沃, 土层深厚, 适宜马铃薯和各种中药材的生长, 中药材主要以板蓝根为主。试验地耕层土壤含有有机质21.24 g/kg、碱解氮35.41 mg/kg、速效磷25.72 mg/kg、速效钾211.87 mg/kg, pH 8.67。前茬作物为马铃薯。

1.2 供试材料

指示板蓝根品种为当地主栽品种安徽亳州种, 由民乐县六坝中药材专业合作社提供。供试氮肥为尿素(N≥46%), 由甘肃刘家峡化工集团有限责

任公司生产; 磷肥为重过磷酸钙(P₂O₅≥46%), 由云南云天化国际化工股份有限公司生产; 钾肥为硫酸钾(K₂O≥50%), 由青海盐湖钾肥股份有限公司生产。

1.3 试验方法

试验采用随机区组设计, N、P、K因素均设5个水平, 分别为1水平、2水平、3水平(当地最佳施肥量的预测值, 分别为N 300 kg/hm²、P₂O₅ 225 kg/hm²、K₂O 225 kg/hm²)、4水平、5水平, 另设空白对照(CK), 共14个处理(表1)。试验各处理设3次重复, 小区面积24 m²(6 m×4 m), 小区间隔30 cm。播种时按行距20 cm开沟条播。氮肥基施75%、开花期追施25%, 磷肥、钾肥则一次性基施。灌水及病虫害防治等其他田间管理措施与当地管理方式一致。整个生长期灌水4次, 总灌水量为2700 m³/hm²。在该试验条件下, 对板蓝根苗期、开花期、收获期每小区随机取样10株记载板蓝根株高、根径、单株鲜重、单根鲜重等生长指标, 室内测定板蓝根植株全氮、磷、钾含量^[15], 计算养分吸收比(板蓝根各生育期养分吸收量之间的比值)和养分吸收占比, 并按小区单收计产。同时参照《中华人民共和国药典》要求对板蓝根主要药用成分醇溶性浸出物、(R, S)-告依春的含量进行了测定^[15]。

养分吸收占比=(生育期养分吸收量/各生育期养分吸收量之和)×100%。

表1 试验设计各处理的氮磷钾施用量 kg/hm²

处理	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	150	225	225
2	225	225	225
3	375	225	225
4	450	225	225
5	300	75	225
6	300	150	225
7	300	300	225
8	300	375	225
9	300	225	75
10	300	225	150
11	300	225	300
12	300	225	375
13	300	225	225
14(CK)	0	0	0

2 结果与分析

2.1 板蓝根对氮的需求规律

2.1.1 不同施氮量对板蓝根生长动态的影响 由

表2可知,施氮肥除苗期对板蓝根的株高、根径均无影响外,其余生育期均随着施氮量的增加,板蓝根的株高、根径、单株鲜重、单株根鲜重均呈上升趋势。其中,当N施用量达到255 kg/hm²后,随着N施用量的增加,在生长旺盛期和收获期对板蓝根的单株根鲜重无显著影响;当N施用量达到300 kg/hm²后,随着N施用量的增加,各生育期对板蓝根的株高、根径、单株鲜重、单株根鲜重均无显著影响。

表2 不同生长期各施氮处理的板蓝根生长动态

生长期	处理	株高 /cm	根径 /cm	单株鲜重 /g	单株根鲜重 /g
苗期	14(CK)	15.2 a	0.18 a	13.87 b	2.21 b
	1	15.6 a	0.21 a	14.55 ab	2.45 b
	2	15.1 a	0.22 a	16.51 ab	2.68 b
	13	15.3 a	0.25 a	16.45 ab	3.24 a
	3	15.5 a	0.28 a	17.01 ab	3.33 a
生长旺盛期	4	16.1 a	0.25 a	18.22 a	3.37 a
	14(CK)	32.6 d	0.32 b	25.56 d	8.25 c
	1	39.1 c	0.35 b	31.18 c	13.24 b
	2	46.7 b	0.38 b	35.37 b	15.89 ab
	13	52.4 a	0.42 a	39.24 a	16.15 a
收获期	3	53.1 a	0.44 a	41.18 a	17.26 a
	4	55.7 a	0.46 a	42.35 a	17.33 a
	14(CK)	25.3 d	0.65 d	33.18 d	18.42 c
	1	33.5 c	0.72 c	42.35 c	24.35 b
	2	38.5 b	0.89 b	47.19 b	26.31 b
	13	42.3 a	1.08 a	52.18 a	31.22 a
	3	43.2 a	1.12 a	53.22 a	32.46 a
	4	44.1 a	1.15 a	54.17 a	33.21 a

2.1.2 不同施氮量对板蓝根产量及有效药用成分含量的影响 由表3可知,施氮肥有利于提高板蓝根的产量和有效药用成分。随着N施用量的增加,板蓝根产量呈增加的趋势,当N施用量达到300 kg/hm²时,产量增加不显著。在N施用量达到225 kg/hm²后,板蓝根醇溶性浸出物含量和(R,S)-告依春含量均出现下降的现象,说明当N施用量达到一定程度后,继续增加N施用量会影响板蓝根主要药效成分的含量,从而影响板蓝根的品质。

表3 不同施氮处理的板蓝根产量及有效药用成分含量

处理	折合产量 / (kg/hm ²)	醇溶性浸出物含量 / (g/kg)	(R,S)-告依春含量 / (g/kg)
14(CK)	11 235.67 c	329 c	0.22 c
1	12 867.15 c	350 b	0.29 b
2	14 587.52 b	393 a	0.35 a
13	17 745.11 a	355 b	0.34 a
3	18 564.25 a	334 b	0.30 a
4	19 024.56 a	334 ab	0.28 b

2.1.3 板蓝根对氮的需求特性 由表4可知,随着板蓝根的生长,板蓝根干物质量和N含量均呈

逐渐增加趋势,板蓝根在苗期、生长旺盛期、收获期对N的吸收比为1.00:4.74:5.12,各生长期所吸收的N量占整个生育期所需N量的百分比分别为9.21%、43.65%、47.14%。

表4 板蓝根不同生长期对氮的吸收规律

生长期	干物质量 / (g/株)	N含量 / (g/株)	养分吸收比	养分吸收占比 /%
苗期	4.2	0.042	1.00	9.21
生长旺盛期	12.8	0.241	4.74	43.65
收获期	15.6	0.456	5.12	47.14

2.2 板蓝根对磷的需求规律

2.2.1 不同施磷量对板蓝根生长动态的影响 由表5可知,施磷肥除苗期对板蓝根株高无影响外,其余生育期均随着施磷量的增加,板蓝根的株高、根径、单株鲜重、单株根鲜重均呈上升趋势。其中,当P₂O₅施用量达到150 kg/hm²后,随着P₂O₅施用量的增加,在生长旺盛期对板蓝根的根径、单株根鲜重均无显著影响;当P₂O₅施用量达到225 kg/hm²后,随着P₂O₅施用量的增加,在收获期对板蓝根株高、根径、单株鲜重、单株根鲜重均无显著影响;当P₂O₅施用量达到300 kg/hm²后,随着P₂O₅施用量的增加,在苗期对板蓝根的根径、单株根鲜重均无显著影响。

表5 不同生长期各施磷处理的板蓝根生长动态

生长期	处理	株高 /cm	根径 /cm	单株鲜重 /g	单株根鲜重 /g	
苗期	14(CK)	15.2 a	0.18 c	13.87 b	2.21 b	
	5	15.3 a	0.22 b	14.13 ab	2.98 ab	
	6	15.2 a	0.23 b	16.38 a	3.18 ab	
	13	15.3 a	0.25 b	16.45 a	3.24 ab	
	7	15.5 a	0.29 a	17.33 a	3.79 a	
	8	16.1 a	0.31 a	18.51 a	4.17 a	
	生长旺盛期	14(CK)	32.6 d	0.32 b	25.56 d	8.25 c
		5	37.5 c	0.36 b	31.45 c	14.25 b
6		43.4 b	0.41 a	36.11 b	16.25 a	
13		52.4 a	0.42 a	39.24 a	16.15 a	
7		52.2 a	0.45 a	42.33 a	17.89 a	
8		54.1 a	0.49 a	43.12 a	18.53 a	
收获期		14(CK)	25.3 d	0.65 d	33.18 d	18.42 c
		5	32.4 c	0.75 c	43.21 c	25.13 b
	6	36.5 b	0.92 b	48.15 b	27.26 b	
	13	42.3 a	1.08 a	52.18 a	31.22 a	
	7	42.7 a	1.14 a	53.69 a	33.15 a	
	8	43.6 a	1.19 a	55.63 a	34.18 a	

2.2.2 不同施磷量对板蓝根产量及有效药用成分含量的影响 由表6可知,施肥有利于提高板蓝根的产量和有效药用成分。随着P₂O₅施用量的增加,板蓝根产量呈增加的趋势,当P₂O₅施用量达

到 300 kg/hm² 时, 产量增加不显著。在 P₂O₅ 施用量达到 225 kg/hm² 后, 板蓝根醇溶性浸出物含量呈下降趋势, 在 P₂O₅ 施用量达到 300 kg/hm² 时, (R, S)-告依春含量出现下降趋势, 但 P₂O₅ 施量在 75 ~ 375 kg/hm² 时(R, S)-告依春含量无明显变化。

表 6 不同施磷处理的板蓝根产量及有效药用成分含量

处理	折合产量 /(kg/hm ²)	醇溶性浸出物 含量 /(g/kg)	(R,S)-告依春 含量 /(g/kg)
14(CK)	11 235.67 d	329 d	0.22 b
5	14 568.12 c	362 c	0.31 a
6	16 345.45 b	389 a	0.33 a
13	17 745.11 b	393 a	0.34 a
7	19 546.72 a	392 a	0.35 a
8	19 845.21 a	387 b	0.33 a

2.2.3 板蓝根对磷的需求特性 由表 7 可知, 随着板蓝根的生长, 板蓝根的干物质质量和 P₂O₅ 含量均逐渐增加趋势, 板蓝根苗期、生长旺盛期、收获期对 P₂O₅ 的吸收比为 1 : 1.64 : 3.69, 各生长期所吸收的 P₂O₅ 量占整个生育期所需 P₂O₅ 量的百分比分别为 15.80%、25.91%、58.29%。

表 7 板蓝根不同生长期对磷的吸收规律

生长期	干物质 /(g/株)	P ₂ O ₅ 含量 /(g/株)	养分 吸收比	养分吸收 百分比 /%
苗期	4.2	0.036	1.00	15.80
生长旺盛期	12.8	0.095	1.64	25.91
收获期	15.6	0.228	3.69	58.29

2.3 板蓝根对钾的需求规律

2.3.1 不同施钾量对板蓝根生长动态的影响 由表 8 可知, 施钾肥除苗期对板蓝根株高无影响外, 其余生育期均随着施钾量的增加, 板蓝根株高、根径、单株鲜重、单株根鲜重均呈上升趋势。其中, 当 K₂O 施用量达到 150 kg/hm² 后, 随着 K₂O 施用量的增加在苗期对板蓝根单株鲜重无显著影响, 在生长旺盛期对板蓝根单株根鲜重无显著影响; 当 K₂O 施用量达到 225 kg/hm² 后, 随着 K₂O 施用量的增加在生长旺盛期和收获期对板蓝根株高、根径、单株鲜重、单株根鲜重均无显著影响; 当 K₂O 施用量达到 300 kg/hm² 后, 随着 K₂O 施用量的增加在苗期对板蓝根根径无显著影响。

2.3.2 不同施钾量对板蓝根产量及有效药用成分含量的影响 由表 9 可知, 施钾肥有利于提高板蓝根的产量和有效药用成分。随着施钾量的增加, 板蓝根产量呈增加的趋势, 当 K₂O 施用量达到 225

表 8 不同生长期各施钾处理的板蓝根生长动态

生长期	处理	株高 /cm	根径 /cm	单株 鲜重 /g	单株 根鲜重 /g
苗期	14(CK)	15.2 a	0.18 b	13.87 b	2.21 c
	9	15.3 a	0.22 ab	14.69 ab	2.46 c
	10	15.4 a	0.24 ab	16.81 a	2.81 b
	13	15.3 a	0.25 ab	16.45 a	3.24 a
	11	15.4 a	0.29 a	17.85 a	3.38 a
	12	15.6 a	0.30 a	18.54 a	3.41 a
生长旺盛期	14(CK)	32.6 d	0.32 b	25.56 c	8.25 c
	9	39.6 c	0.36 b	31.59 b	13.65 b
	10	46.5 b	0.39 b	36.15 ab	16.22 a
	13	52.4 a	0.42 a	39.24 a	16.15 a
	11	53.8 a	0.46 a	41.78 a	17.56 a
	12	56.2 a	0.48 a	42.65 a	17.88 a
收获期	14(CK)	25.3 c	0.65 d	33.18 c	18.42 b
	9	36.2 b	0.74 c	43.27 b	24.64 ab
	10	37.1 b	0.91 b	47.52 ab	26.72 ab
	13	42.3 a	1.08 a	52.18 a	31.22 a
	11	44.2 a	1.13 a	53.69 a	33.19 a
	12	45.8 a	1.17 a	54.88 a	34.11 a

表 9 不同施钾处理的板蓝根产量及有效药用成分含量

处理	折合产量 /(kg/hm ²)	醇溶性浸出物 含量 /(g/kg)	(R, S)-告依春 含量 /(g/kg)
14(CK)	11 235.67 d	329 c	0.22 c
9	12 645.27 c	343 c	0.28 b
10	15 874.21 b	379 a	0.37 a
13	17 745.11 a	393 a	0.34 a
11	18 124.15 a	402 a	0.33 a
12	18 345.28 a	388 a	0.33 a

kg/hm² 后, 产量增加不显著。在 K₂O 施用量达到 300 kg/hm² 时, 板蓝根的醇溶性浸出物含量达到最大, 为 402 g/kg; 但在 K₂O 施用量介于 150 ~ 375 kg/hm² 时, 板蓝根的醇溶性浸出物含量差异不大, 为 379 ~ 402 g/kg。K₂O 施用量为 150 kg/hm² 时, (R, S)-告依春含量达到最大, 为 0.37 g/kg; 但在 K₂O 施用量介于 150 ~ 375 kg/hm² 时, 板蓝根的(R, S)-告依春含量无明显变化, 为 0.33 ~ 0.37 g/kg。

2.3.3 板蓝根对钾的需求特性 由表 10 可知, 随着板蓝根的生长, 板蓝根干物质质量和 K₂O 含量逐渐增加, 板蓝根苗期、生长旺盛期、收获期对钾的吸收比为 1.00 : 0.93 : 2.87, 各生长期所吸收的

表 10 板蓝根不同生长期对钾的吸收规律

生长期	干物质 /(g/株)	K ₂ O 含量 /(g/株)	养分 吸收比	养分吸收占比 /%
苗期	4.2	0.069	1.00	20.83
生长旺盛期	12.8	0.133	0.93	19.38
收获期	15.6	0.331	2.87	59.79

K₂O 量占整个生育期所需 K₂O 量的百分比分别为 20.83%、19.38%、59.79%。

3 讨论与结论

施肥是培肥地力,保障土壤生产力,作物增产提效的重要措施。合理施肥不仅可以保证中药材的产量而且可以促进有效药用成分的累积,而过量施肥不仅会对自然生态环境存在威胁,而且会增加种植成本及影响药材产量和品质^[16-19]。已有研究表明,合理施肥,尤其是配比和用量科学的配方肥和专用肥是药材高产优质的重要技术手段,这与本试验结果氮磷钾的用量在一定范围内可使板蓝根产量和品质达到最优相一致^[19-20]。本研究结果显示,河西灌区板蓝根生产中 N 的适宜施用量为 255~300 kg/hm²,苗期、生长旺盛期、收获期对 N 的需求量分别占整个生育期 N 需量的 9.21%、43.65%、47.14%; P₂O₅ 的适宜施用量为 150~225 kg/hm²,苗期、生长旺盛期、收获期对 P₂O₅ 的需求量分别占整个生育期 P₂O₅ 需量的 15.80%、25.91%、58.29%; K₂O 的适宜施用量为 150~225 kg/hm²,苗期、生长旺盛期、收获期对 K₂O 的需求量分别占整个生育期 K₂O 需量的 20.83%、19.38%、59.79%,需氮量大于磷和钾,这与已有研究结果氮肥有利于提高板蓝根产量和药效成分的结果相一致^[21-23];而与王宏霞等^[1]在甘肃中部干旱半干旱区的研究结果钾对板蓝根产量的效应最大、磷次之、氮最小的结果存在差异,这应该是由于种植区域的土壤养分差异所引起的。

参考文献:

- [1] 王宏霞,蔡子平,王国祥,等.甘肃中部干旱半干旱区配方施肥对板蓝根产量的影响[J].中兽医医药杂志,2018,37(4):5-9.
- [2] 曹国璠,罗廷松.不同施肥对比对板蓝根产量的影响[J].耕作与栽培,2003(3):41-42.
- [3] 王泽义.河西绿洲冷凉灌区板蓝根对膜下滴灌水分调亏的响应[D].兰州:甘肃农业大学,2019.
- [4] 侯格平,甄东升,姜青龙,等.民乐县板蓝根高产优质栽培试验研究[J].农业科技通讯,2015(9):132-134.
- [5] 王康才,唐晓清,吴健,等.配方施肥对板蓝根产量和多糖含量的影响[J].中国中药杂志,2007,32(24):2588-2591.
- [6] 赵欣楠,龚成文,冯守疆,等.两种配方肥和长效剂用量对马铃薯产量和经济效益的影响[J].作物杂志,2011(4):67-69.
- [7] 顾春平,房运喜,赵玉荣.水稻配方肥使用效果总结[J].安徽农学通报,2012,18(6):69-70.
- [8] 王怀恩,孙允超,冯盛焯,等.不同配方肥对聊麦 19 群体动态及影响[J].山东农业科学,2011(7):94-95.
- [9] 卢钰升,李苹,黄巧义,等.瓜施用不同类型配方肥效果研究[J].广东农业科学,2011(11):82-83.
- [10] 冯守疆,龚成文,刘生战,等.当归专用肥对党参产量及品质的影响[J].甘肃农业科技,2013(12):34-35.
- [11] 冯守疆,张立志,杨博,等.含腐植酸高塔熔体黄芪专用肥施用效果研究[J].甘肃农业科技,2022(2):51-54.
- [12] 龚成文,冯守疆,赵欣楠,等.党参专用肥配方筛选及肥效试验[J].西北农业学报,2012,21(6):190-195.
- [13] 齐浩,陈垣,郭凤霞,等.唐古特大黄“3414”施肥效果及推荐施肥量研究[J].草业学报,2015,24(9):19-29.
- [14] 秦梦,谢晓亮,温春秀,等.配方施肥对板蓝根生理生化指标及生长指标的影响[J].广东农业科学,2015(7):48-54.
- [15] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:一部[M].北京:中国医药科技出版社,2020.
- [16] 陈亮之,孙建好,赵建华,等.氮肥增效剂对春小麦产量和效益的影响[J].寒旱农业科学,2023,2(6):564-566.
- [17] 孙建好,郭全恩,赵建华,等.基于甘肃省中低产田现状的改良措施及其应用效果[J].寒旱农业科学,2023,2(2):139-144.
- [18] 冯守疆,薛亮,马忠明,等.肥料长效剂 NAM 在灌区甜瓜配方施肥中应用效果的研究[J].土壤通报,2019(5):1203-1209.
- [19] 邵武平,米永伟,龚成文,等.不同配方肥对当归药材产量与质量性状的影响[J].中兽医医药杂志,2022(4):43-46.
- [20] 葛阳,康传志,万修福,等.生产中氮肥施用及其对中药材产量和质量的影响[J].中国中药杂志,2021,46(8):1883-1892.
- [21] 魏世勇.南板蓝营养特性及生育期的研究[J].湖北民族学院学报(自然科学版),2004,22(4):34-36.
- [22] 魏长征.板蓝根标准化栽培技术[J].农业科技与信息,2021(20):32-33.
- [23] 张丽.绿色南板蓝根高产栽培技术探究[J].湖北农机化,2021(14):74-75.