



刘华,李明,田永强,等.基于“3414”试验的黄芩氮磷钾肥推荐施肥量研究[J].黑龙江农业科学,2021(11):26-30,31.

基于“3414”试验的黄芩氮磷钾肥推荐施肥量研究

刘 华¹,李 明¹,田永强²,马 斌¹

(1.宁夏农林科学院 荒漠化治理研究所,宁夏 银川 750002;2.隆德县葆易圣药业有限公司,宁夏 隆德 756300)

摘要:为提高宁夏六盘山区黄芩生产质量,以两年生黄芩为研究对象,采用“3414”完全试验方案,即氮、磷、钾 3 个因素,4 个水平,14 个处理的大田试验,探讨氮磷钾不同施肥量对黄芩产量的影响,采用频率分析法计算黄芩施肥的推荐施肥量。结果表明:氮、磷、钾单因素对黄芩产量的影响顺序为钾肥>氮肥>磷肥。经频率分析,黄芩施肥优化施肥量产量为 7 141.66 kg·hm⁻²,氮肥(N)推荐施肥量为 96.90~141.99 kg·hm⁻²,磷肥(P₂O₅)推荐施肥量为 72.73~101.72 kg·hm⁻²,钾肥(K₂O)推荐施肥量为 104.48~151.07 kg·hm⁻²,施肥配比为 1:0.72~0.75:1.06~1.08。该推荐施肥量比较符合生产实际,肥料配比较为合理,符合黄芩对养分的需求规律。

关键词:“3414”试验方案;黄芩;频率分析法

黄芩为唇形科植物黄芩(*Scutellaria baccalis* Georgi)的干燥根,味苦、性寒,归肺、胆、脾、大肠、小肠经,具有清热燥湿、泻火解毒、止血、安胎的功效^[1]。黄芩属于大宗常用中药材之一^[2],主要含有黄酮类、苯丙素类、甾类以及挥发油等多种成分^[3],具有抗炎、抗肿瘤、抗菌、降血压等多种现代药理活性^[4],在医药、化妆品、食品等行业得到广泛的应用,临床中的疗效得到认可,黄芩为君药复方制剂已达 477 种^[5]。黄芩主要分布于黄河流域和东北地区的辽宁、吉林、黑龙江、河北省的东部和北部、山西、内蒙古的东部、山东省的半岛地区、河南、陕西、甘肃、宁夏、四川、贵州、云南等地^[6]。目前栽培黄芩产量较大的区域集中在山西和陕西两省^[7],山西产量最大、河北承德质量最好^[8],山西黄芩的年产量占全国 40%~50%^[9]。随着栽培黄芩栽培面积的增大,施肥不当的问题不仅影响了黄芩的产量和品质,也限制了药材栽种的经济效益^[10],因此,开展黄芩的测土配方试验,探讨氮磷钾肥对黄芩的肥料效应,提出适宜黄芩种植的推荐施肥量,对促进宁夏六盘山区黄芩的生态种植具有重要意义。

肥料是药用植物优质、高产的物质条件之一,高效施肥技术是确保中药材产品真实、安全、有效和质量稳定的重要技术保障^[11],科学合理地施肥

是保证黄芩药材产量与质量的关键措施之一^[12]。当前,开展氮磷钾配施对黄芩影响的研究主要采用的是氮磷钾三因素二次饱和 D-最优回归设计,研究内容主要集中在对黄芩生长、光合特性、有效成分、产量、营养特效的影响^[13-18],并计算推荐施肥量^[13,15,17],采用“3414”完全试验开展黄芩推荐施肥量研究鲜见报道。“3414”试验是目前应用较为广泛的肥料效应田间试验方案,吸收了回归最优设计处理少、效率高的优点,具有较直观的可比性,便于实施与示范推广^[19]。因此,本研究主要运用“3414”完全实施方案,进行氮、磷、钾中任意一元、二元及三元二次效应方程拟合,计算出适宜的施肥量,为宁夏六盘山区黄芩的合理施肥提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于宁夏隆德县沙塘镇,海拔 1 920 m。属中温带半湿润向半干旱过渡带。冬季长而寒冷,夏季短而温度低,昼夜温差大。太阳总辐射 5 001.26 MJ·m⁻²,年均日照时数 2 032.2 h,年平均温 5.1℃,极端高温 31.4℃,极端低温-25.7℃,≥10℃积温 1 926.3℃,无霜期 133 d,年平均降水量 553.3 mm,蒸发量 1 339.2 mm,年平均相对湿度 66%,年平均风速 2.2 m·s⁻¹。试验地土壤 pH8.08,有机质 16.6 g·kg⁻¹,速效氮 78 mg·kg⁻¹,速效磷 19.8 mg·kg⁻¹,速效钾 250 mg·kg⁻¹。

1.2 材料

供试黄芩种苗由隆德县葆易圣药业有限公司

收稿日期:2021-07-07

基金项目:宁夏重点研发计划一般项目(2019BBF03006);宁夏农业科技自主创新资金(NGSB2021-16);现代农业产业技术体系建设专项资金(CARS-21)。

第一作者:刘华(1978—),男,硕士,副研究员,从事中药材栽培相关研究。E-mail:nxhmsliu@163.com。

提供。试验用肥料主要为尿素(总含氮量 $\geq 46\%$,宁夏和宁化学有限公司),粒状过磷酸钙(有效 $P_2O_5 \geq 12\%$,安宁昆铁磷化工厂),硫酸钾($K_2O \geq 52\%$,北京金鸿昊生物科技有限公司)。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 采用“3414”完全试验方案,

氮、磷、钾 3 个因素、4 个水平、14 个处理,每小区面积 33 m²,3 次重复,共 42 个小区,随机区组排列,每小区间修筑隔离田埂。黄芩为 2017 年 4 月 28 日移栽,株距 10 cm,行距 20 cm。氮、磷、钾肥均按照试验设计作为基肥一次性施入。其他按常规栽培技术进行。

表 1 试验施肥方案

编号	处理	N 编码值	P 编码值	K 编码值	N 施肥量/ (kg·hm ⁻²)	P ₂ O ₅ 施肥量/ (kg·hm ⁻²)	K ₂ O 施肥量/ (kg·hm ⁻²)
1	N ₀ P ₀ K ₀	0	0	0	0	0	0
2	N ₀ P ₂ K ₂	0	2	2	0	100.5	150
3	N ₁ P ₂ K ₂	1	2	2	75	100.5	150
4	N ₂ P ₀ K ₂	2	0	2	150	0	150
5	N ₂ P ₁ K ₂	2	1	2	150	49.5	150
6	N ₂ P ₂ K ₂	2	2	2	150	100.5	150
7	N ₂ P ₃ K ₂	2	3	2	150	150.0	150
8	N ₂ P ₂ K ₀	2	2	0	150	100.5	0
9	N ₂ P ₂ K ₁	2	2	1	150	100.5	75
10	N ₂ P ₂ K ₃	2	2	3	150	100.5	225
11	N ₃ P ₂ K ₂	3	2	2	225	100.5	150
12	N ₁ P ₁ K ₂	1	1	2	75	49.5	150
13	N ₁ P ₂ K ₁	1	2	1	75	100.5	75
14	N ₂ P ₁ K ₁	2	1	1	150	49.5	75

1.3.2 数据分析 在 11 月 3 日每小区挖 6 m²测定产量,3 次重复。采用 Excel 2016 软件对产量和施肥量进行一元、二元和三元二次肥料效应函数的拟合,并分析是否符合典型肥效模型。如果属于非典型肥效模型,用频率分析法计算经济最佳施肥量和最高产量施肥量。使用 DPS 14.0 对各指标进行统计分析。

频率分析的计算公式为^[20]:

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=u}^p u_j n_{ij} \quad (i = 1, 2, 3) \tag{1}$$

式中: n_{ij} 表示变量值 X_{ij} 即(u_j)出现的次数, n_j 表示变量 X_i 总出现的次数。

$$S_{\bar{x}_i} = \frac{1}{\sqrt{n_j - 1}} \cdot \sqrt{\sum_{j=0}^p (u_j - \bar{x}_i)^2 \cdot n_{ij}} \tag{2}$$

95%置信区间:

$$(\bar{x}_i - S_{\bar{x}_i} t_{0.05(n_j - 1)}) \sim (\bar{x}_i + S_{\bar{x}_i} t_{0.05(n_j - 1)}) \tag{3}$$

均数标准差:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n_j}} \tag{4}$$

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对黄芩产量的影响

从图 1 可以看出,各处理的产量均高于不施肥处理 N₀P₀K₀,其中,产量最高的是 N₃P₂K₂ 处理,产量为 8 098.50 kg·hm⁻²,较 N₀P₀K₀ 增产 1 623.03 kg·hm⁻²,产量增幅为 25.06%;除对照之外产量最低的是 N₀P₂K₂ 处理,产量为 6 492.10 kg·hm⁻²,较 N₀P₀K₀ 增产 16.63 kg·hm⁻²,产量增幅为 0.26%。统计分析结果表明各处理差异不显著($P > 0.05$)。

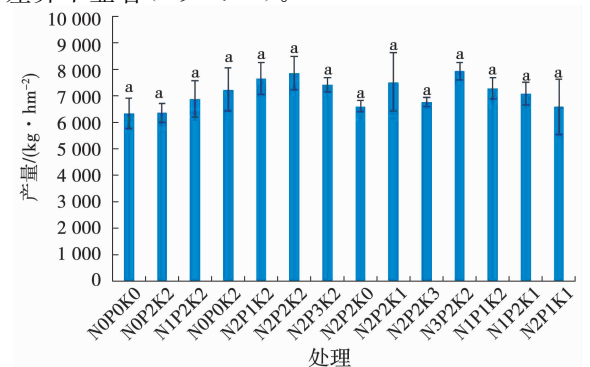


图 1 不同处理对黄芩产量的影响
注:不同小写字母代表差异显著($P < 0.05$)。

2.2 肥料效应函数分析

2.2.1 三元二次肥料效应函数分析 通过自变量 x 与 y (产量) 的回归分析, 计算出肥料效应函数为:

$$y=6436.79-16.21x_1+8.79x_2+23.72x_3-0.01x_1^2-0.03x_2^2-0.07x_3^2+0.15x_1x_2+0.07x_1x_3-0.17x_2x_3$$

经回归分析与检验: 复相关系数 R 为 0.966 2, $P=0.046\ 7<0.05$, 通过了 F 检验, 达到显著水平, 说明自变量 x 与 y (产量) 之间具有较高相关性, 黄芩产量与 N、P、K 肥之间存在显著回归关系, 但方程中一次项系数不都为正值, 不是典型三元二次肥料效应函数, 不适合用边际求导法计算推荐施肥量, 推荐施肥量的计算应采用频率分析法。

方程的一次项绝对值分别为 16.21、8.79 和 23.72, 说明氮、磷、钾单因素对黄芩产量的影响顺序为钾肥>氮肥>磷肥, 钾肥对黄芩的产量影响最大, 磷肥最小。

2.2.2 单因素肥料效应函数的分析 单因素肥料效应函数的计算, 通过与 N、P、K 肥相关处理的肥料用量与产量进行回归分析计算。以氮肥效应函数的计算为例, 通过 2、3、6、11 处理的施肥量 N 计算出 N^2 , 在 Excel 菜单中选择数据—数据分析—回归, 在“Y 值输入区域”选择产量相关数据, 在“X 值输入区域”选择 N 计算出 N^2 相应数据, 计算出复相关系数与 F 值、 P 值, 得出 N 肥的效应方程。以同样方法通过 4、5、6、7 处理计算 P 肥的效应方程, 以 6、8、9、10 处理计算出 K 肥的效

应方程, 详见表 2。结果表明, N 肥的肥料效应函数复相关系数 R^2 为 0.974 4, $P=0.224\ 9>0.05$, 方程回归效果不显著; P 肥的肥料效应函数复相关系数 R^2 为 0.977 2, $P=0.212\ 2>0.05$, 方程回归效果不显著; K 肥的肥料效应函数复相关系数 R^2 为 0.983 1, $P=0.183\ 3>0.05$, 方程回归效果不显著。

表 2 单因素肥料效应函数分析

因素	肥料效应函数	R^2	P	显著性检验
N 肥	$y=6424.04+12.36x-0.02x^2$	0.9744	0.2249	>0.05
P 肥	$y=7369.61+14.56x-0.097x^2$	0.9772	0.2122	>0.05
K 肥	$y=6698.90+21.58x-0.09x^2$	0.9831	0.1833	>0.05

2.2.3 两因素肥料效应函数的分析 两因素交互效应函数的计算, 通过与 NP、NK、PK 肥相关处理的肥料用量与产量进行回归分析进行计算。通过 2、3、4、5、6、7、11、12 处理的肥料用量 x 与 y (产量) 的回归分析, 得到 NP 肥的交互效应方程; 通过 2、3、6、8、9、10、11、13 处理的肥料用量 x 与 y (产量) 的回归分析, 得到 NK 肥的交互效应方程; 通过 4、5、6、7、8、9、10、14 处理的肥料用量 x 与 y (产量) 的回归分析, 得到 PK 肥的交互效应方程, 详见表 3。结果表明, NP 肥的肥料效应函数复相关系数 R^2 为 0.975 9, $P=0.115\ 0>0.05$, 方程回归效果不显著; NK 肥的肥料效应函数复相关系数 R^2 为 0.991 6, $P=0.041\ 4<0.05$, 方程回归效果显著; PK 肥的肥料效应函数复相关系数 R^2 为 0.989 3, $P=0.052\ 6>0.05$, 方程回归效果不显著。

表 3 两因素肥料效应函数分析

因素	肥料效应函数	R^2	P	显著性检验
NP	$y=6963.08+6.21x_1+1.15x_2-0.02x_1^2-0.07x_2^2+0.006x_1x_2$	0.9759	0.1150	>0.05
NK	$y=7866.04-10.32x_1+4.10x_3+0.02x_1^2-0.09x_3^2+0.11x_1x_3$	0.9916	0.0414	<0.05
PK	$y=2215.96+52.12x_2+48.04x_3-0.07x_2^2-0.09x_3^2-0.26x_2x_3$	0.9893	0.0526	>0.05

2.3 产量频率分析

根据上述分析, 单因素肥料效应函数中 N、P、K 肥回归效果都不显著, 两因素交互的肥料效应函数中只有 NK 肥回归效果显著, 三元二次肥料效应函数不是典型三元二次肥料效应函数, 因此, 本研究不适合用边际求导法计算最高产量施肥量和最佳施肥量。对于不符合典型三元二次肥料效应函数拟合的结果, 可以采用产量频率分析

法来确定适宜的推荐施肥量^[21]。

2.3.1 设定统计区间(产量范围) 根据田间试验结果(表 4), 设定产量范围, 本试验小区实际平均产量最大为 26.7 kg·33 m⁻², 最小为 21.4 kg·33 m⁻², 设定产量范围(统计区间)为 21.4< y <26.7 kg·33 m⁻²。根据黄芩的田间产量统计表进行频率分析的计算。

表 4 黄芩田间产量统计

编号	处理	肥料用量/(kg·hm ⁻²)			小区产量/(kg·33 m ²)				折合产量/ (kg·hm ⁻²)
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	I	Ⅱ	Ⅲ	平均	
1	N ₀ P ₀ K ₀	0	0	0	20.9	18.3	24.9	21.4	6475.5
2	N ₀ P ₂ K ₂	0	100.5	150	19.1	22.6	22.6	21.4	6492.1
3	N ₁ P ₂ K ₂	75	100.5	150	27.1	23.4	19.1	23.2	7031.3
4	N ₂ P ₀ K ₂	150	0	150	29.6	20.5	23.0	24.4	7392.6
5	N ₂ P ₁ K ₂	150	49.5	150	29.6	24.7	22.9	25.8	7809.5
6	N ₂ P ₂ K ₂	150	100.5	150	25.1	23.7	30.6	26.5	8020.7
7	N ₂ P ₃ K ₂	150	150.0	150	23.3	26.3	25.3	25.0	7570.5
8	N ₂ P ₂ K ₀	150	100.5	0	21.3	23.7	21.7	22.2	6742.3
9	N ₂ P ₂ K ₁	150	100.5	75	26.2	31.2	18.5	25.3	7676.1
10	N ₂ P ₂ K ₃	150	100.5	225	22.4	23.9	22.1	22.8	6909.0
11	N ₃ P ₂ K ₂	225	100.5	150	28.9	25.5	25.7	26.7	8098.5
12	N ₁ P ₁ K ₂	75	49.5	150	26.5	22.1	25.1	24.5	7442.6
13	N ₁ P ₂ K ₁	75	100.5	75	21.8	23.3	26.6	23.9	7237.0
14	N ₂ P ₁ K ₁	150	49.5	75	22.8	15.8	27.9	22.2	6725.6

2.3.2 产量频率分析 分别统计氮、磷、钾各因素水平的小区产量落入设定产量范围内出现的频率,按照公式(1)~(4)计算氮、磷、钾平均数,标准差,均数标准差及 95%置信区间推荐施肥量,得到黄芩的产量频率分析,详见表 5。经计算,氮肥产量在 0~3 水平落入设定区间的次数分别为 3,7,15 和 2 次,磷肥产量在 0~3 水平落入设定区间的次数分别为 2,6,16 和 3 次,钾肥产量

在 0~3 水平落入设定区间的次数分别为 3,5,16 和 3 次;氮磷钾肥的施肥均值分别为 119.4,87.2 和 127.8。氮肥(N)推荐施肥量为 96.90~141.99 kg·hm⁻²,磷肥(P₂O₅)推荐施肥量为 72.73~101.72 kg·hm⁻²,钾肥(K₂O)推荐施肥量为 104.48~151.07 kg·hm⁻²,施肥配比为 1:0.72~0.75:1.06~1.08。

表 5 黄芩产量频率分析

项目	N 肥			P 肥			K 肥		
	施肥量/(kg·hm ⁻²)	次数	频率	施肥量(kg·hm ⁻²)	次数	频率	施肥量(kg·hm ⁻²)	次数	频率
0	0	3	11.11	0	2	7.41	0	3	11.11
1	75	7	25.93	49.5	6	22.22	75	5	18.52
2	150	15	55.56	100.5	16	59.26	150	16	59.26
3	225	2	7.41	150	3	11.11	225	3	11.11
合计	-	27	100	-	27	100	-	27	100
<i>x_i</i> (均值)	119.4444	-	-	87.2222	-	-	127.7778	-	-
标准差(s)	59.7806	-	-	38.4293	-	-	61.7584	-	-
均数标准差	11.5048	-	-	7.3957	-	-	11.8854	-	-
95%置信区间	96.90~141.99	-	-	72.73~101.72	-	-	104.48~151.07	-	-

2.3.3 计算优化施肥量产量 将频率分析得到的氮磷钾肥料施用量平均数 119.444 4,87.222 2 和 127.777 8 kg·hm⁻²带入到三元二次肥料效应函数中,计算出优化施肥量产量为 7 141.66 kg·hm⁻²。

3 讨论与结论

在本试验条件下,单因素肥料效应函数分析结果表明,N、P、K 肥效应方程的 *P* 值均大于 0.05,方程回归均不显著;两因素交互效应的肥料效应函

数分析结果表明,只有 NK 肥的 P 值小于 0.05,方程回归显著;三元二次肥料效应分析表明,方程中一次项系数不都为正值,不是典型三元二次肥料效应函数,不适合用边际求导法计算推荐施肥量,因此,本研究采用频率分析法计算推荐施肥量及目标产量。经频率分析,黄芩施肥优化施肥产量为 $7\,141.66\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,氮肥推荐施肥量为 $96.90\sim 141.99\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,磷肥推荐施肥量为 $72.73\sim 101.72\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,钾肥推荐施肥量为 $104.48\sim 151.07\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,施肥配比为 $1:0.72\sim 0.75:1.06\sim 1.08$ 。

曹鲜艳等^[18]研究表明,氮、磷、钾对黄芩产量的影响顺序为磷肥>氮肥>钾肥,磷肥的影响最大,钾肥最小;翟彩霞等^[22]研究表明,氮、磷、钾对黄芩产量的影响顺序为氮肥>磷肥>钾肥;这些结论都与本试验得出的结论完全不同,本研究中三元二次肥料效应函数的一次项绝对值分别为 16.21,8.79 和 23.72,说明氮、磷、钾单因素对黄芩产量的影响顺序为钾肥>氮肥>磷肥,钾肥对黄芩的产量影响最大,磷肥最小,这可能与试验方案、试验环境、土壤肥力等不同有关。陈香艳等^[12]研究表明,黄芩整个生育期对氮、磷、钾的需求量顺序为钾最大,氮次之,磷最小,本研究得出的结论更符合黄芩对氮磷钾肥的吸收特性。

科学施肥是中药材种植优质高产高效的重要保障,能节省中药材生产投入,实现优质高产和高效^[23],目前大部分中药材的施肥研究集中于有机肥、无机肥对药用植物生长和产量的影响,配方施肥、水肥一体化及药用植物专用肥方面研究较少^[24]。本研究以两年生黄芩为研究对象,采用“3414”完全试验方案计算出的推荐施肥量,比较符合生产实际,肥料的配比较为合理,符合黄芩对养分的需求规律,该结果对宁夏六盘山区黄芩的种植中实现养分平衡供应,提高黄芩产量,改善黄芩品质,减少土壤污染等方面具有重要意义。

参考文献:

[1] 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,2015.

[2] 刘金花,杨桂玲,刘谦,等. 黄芩种子萌发期间的代谢变化[J]. 园艺与种苗,2020,40(11):1-4,29.

[3] 姚雪,程云霞,陈龙,等. 黄芩化学成分的研究[J]. 中成药,2020,42(11):2935-2940.

[4] 姚雪,吴国真,赵宏伟,等. 黄芩中化学成分及药理作用研究进展[J]. 辽宁中医杂志,2020,47(7):215-220.

[5] 王慧,周红潮,张旭,等. 黄芩苷药理作用研究进展[J]. 时珍国医国药,2019,30(4):955-958.

[6] 段金殿,陈士林. 中药资源化学[M]. 北京:中国中医药出版社,2013.

[7] 王文涛,陈瑞,曹瑶,等. 中药黄芩资源研究进展[J]. 陕西农业科学,2019,65(4):87-91.

[8] 谢景,王文全,侯俊玲,等. 黄芩本草溯源及其采收加工研究概况[J]. 中医药信息,2014,31(4):10-13.

[9] 王睿,王克功. 山西黄芩田杂草组成及群落特征[J]. 山西农业科学,2021,49(1):87-92.

[10] 曹鲜艳,王渭玲,徐福利,等. 黄芩干物质累积和氮磷钾吸收、分配规律研究[J]. 植物科学学报,2012,30(1):79-84.

[11] 张晓虎. 秦岭“五大商药”施肥技术研究综述[J]. 陕西农业科学,2010,56(4):94-97.

[12] 陈香艳,丁文静,张谦,等. 黄芩不同时期对氮磷钾的需求特性研究[J]. 农业科技通讯,2017(5):131-134.

[13] 曹鲜艳. 氮磷钾营养水平对黄芩生长和次生代谢产物影响的研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2012.

[14] 何军,李小燕,张晓虎. N、P、K 配方施肥对 1 年生黄芩生长的影响[J]. 安徽农业科学,2012,40(2):758-760.

[15] 张燕. 黄芩营养特性及施肥效应的研究[D]. 北京:北京林业大学,2004.

[16] 张晓虎,谢志兰. 陕西商州香菊药源基地不同氮磷钾配比对黄芩生长及产量影响的试验研究[J]. 陕西农业科学,2013,59(6):59-65.

[17] 曹鲜艳,徐福利,王渭玲,等. 黄芩产量和黄芩苷含量对氮磷钾肥料的响应[J]. 应用生态学报,2012,23(8):2171-2177.

[18] 曹鲜艳,徐福利,王渭玲,等. 氮磷钾对黄芩生长与有效成分累积的影响[J]. 中国土壤与肥料,2012(2):56-61.

[19] 刘璋,刘龙龙,马名川,等. 基于肥效试验晋北干旱区苦荞麦施肥指标体系构建[J]. 山西农业科学,2020,48(12):1958-1963.

[20] 李洪文,叶和生,李保华,等. 田间肥效试验数据的频率分析和施肥决策[J]. 中国农学通报,2014,30(27):132-138.

[21] 张汉卿,卢明,邓燕,等. 香水菠萝氮磷钾施肥效应和适宜施用量研究[J/OL]. 热带作物学报:1-11[2021-01-28]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1019.S.20201223.1806.004.html>.

[22] 翟彩霞,温春秀,刘灵娣,等. 氮、磷、钾肥对黄芩产量、养分吸收及黄芩苷含量的影响[J]. 华北农学报,2013,28(S1):326-331.

[23] 张亚琴,邓秋林,文秋姝,等. 浅谈科学施肥在中药材生态种植中的作用与措施[J]. 中国中药杂志,2020,45(20):4846-4852.

[24] 丁丹丹,李西文,陈士林,等. 优质中药材栽培合理施肥探讨[J]. 世界科学技术-中医药现代化,2018,20(7):1114-1122.



顾广军,胡颖慧,杨悦,等.苹果酵素对苹果苗木理化性状及土壤养分的影响[J].黑龙江农业科学,2021(11):31-34.

苹果酵素对苹果苗木理化性状及土壤养分的影响

顾广军,胡颖慧,杨悦,孟祥海,卜海东,于文全
(黑龙江省农业科学院牡丹江分院,黑龙江牡丹江 157000)

摘要:为提升苹果苗木质量,推动寒地苹果产业发展升级,以龙丰、金红苹果苗为试验材料,通过对其进行浓度为400倍原液的苹果酵素叶面喷施和灌根处理,研究其对苗木质量、叶片生理生化及土壤养分的影响。结果表明:酵素处理的龙丰、金红在苗木质量、叶片理化性上表现优于对照,可溶性总糖含量显著高于对照,金红的叶绿素含量与其对照差异显著;土壤养分影响中有机质、pH、全氮、全磷、全钾和碱解氮含量较各自对照均有提高,其中碱解氮极显著高于对照。有效磷、速效钾含量较各自对照有所降低。综上所述,苹果酵素对苹果苗木理化性状及土壤中的有机质、pH、全氮、全磷、全钾和碱解氮含量提高有促进作用。

关键词:苹果;酵素;苗木;土壤;理化性状

苗木作为果业生产栽培的基础,直接关系着树体立地栽培后的生长结果能力。与苗木培育及栽培有关的苗木遗传、生理生态等研究受到国内

外研究者的高度重视,苗木质量的评价体系愈加精细^[1-3]。目前果园正处于栽培模式变革^[4]、老果园更新换代时期,对苹果苗木的质量也提出了更高的要求。然而,寒地苹果苗木质量水平普遍较低,成龄树统一性差,管理不便,严重制约着我国苹果产业的更新换代及产业的升级发展。因此,加强苹果苗木栽培过程管理培育壮苗提高苗木质量,推动和保障寒地苹果产业发展和升级具有重要意义。在苹果园土壤改良过程中,果树本身、有

收稿日期:2021-07-05

基金项目:黑龙江省农业科学院院级项目(2020FJZX039);黑龙江省农业科学院“农业科技创新跨越工程”专项(HNK2019CX11);黑龙江省现代农业产业技术果树协同创新推广体系项目(HLJGUTX-2020)。

第一作者:顾广军(1980—),男,硕士,副研究员,从事苹果、梨的栽培与育种研究。E-mail:ggj-163@163.com。

Study on the Recommended Amount of Nitrogen, Phosphorus and Potassium Fertilizer for *Scutellaria baicalensis* Based on “3414” Experiment

LIU Hua¹, LI Ming¹, TIAN Yong-qiang², MA Bin¹

(1. Institute of Desertification Control, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, China; 2. Longde Baoyisheng Pharmaceutical Limited Company, Longde 753600, China)

Abstract: In order to improve the production quality of *Scutellaria baicalensis* Georgi in Liupan Mountain Area of Ningxia, taking two-year-old *Scutellaria baicalensis* Georgi as the research object, the “3414” complete test scheme, namely the field test of three factors, four levels and 14 treatments of nitrogen, phosphorus and potassium, was used to explore the effects of different fertilization rates of nitrogen, phosphorus and potassium on the yield of *Scutellaria baicalensis* Georgi, and the frequency analysis method was used to calculate the recommended fertilization rate of fertilization. The results showed that the order of the effects of nitrogen, phosphorus and potassium on the yield of *Scutellaria baicalensis* Georgi was potassium fertilizer > nitrogen fertilizer > phosphorus fertilizer. Through frequency analysis, the yield of *Scutellaria baicalensis* Georgi under optimized fertilization was 7 141.66 kg·hm⁻², the recommended fertilization of nitrogen fertilizer was 96.90-141.99 kg·hm⁻², the recommended fertilization of phosphorus fertilizer was 72.73-101.72 kg·hm⁻², the recommended fertilization of potassium fertilizer was 104.48-151.07 kg·hm⁻², and the fertilization ratio was 1:0.72-0.75:1.06-1.08. The recommended amount of fertilizer is more in line with the actual production, and the fertilizer allocation is more reasonable, which is in line with the nutrient demand law of *Scutellaria baicalensis*.

Keywords: “3414” experiment scheme; *Scutellaria baicalensis*; frequency analysis