

N、P、K 配施效应模型及对野菊花产量和质量的影响

张建海¹, 冯彬彬^{1*}, 徐晓玉²

1. 重庆三峡医药高等专科学校, 重庆 404120

2. 西南大学, 重庆 400716

摘要: 目的 探讨 N、P、K 配施效应模型及对野菊花产量和蒙花苷量的影响。方法 以野菊为材料, 采用“3414”不完全正交设计的 N、P、K 3 因子施肥试验, 对野菊花 N、P、K 施用量进行二次回归设计, 对实验结果采用方差分析和 DPS 数据处理进行统计分析。结果 初步建立了 N、P、K 肥配施效应模型与野菊花产量和品质之间的关系, 在不同施肥措施中, N₂P₂K₂ 处理效果最佳, 不施或者少施 N、P、K 中的任何一种养分均不同程度导致减产和质量下降; 单因子效应分析表明, 随着 N、P、K 施肥量的提高, 产量和有效成分蒙花苷的量呈先升后降的趋势; 双因素交互效应分析结果表明, 以野菊花产量为考察对象, N、P、K 肥间相互作用都存在一个值域, 低于这个值域时都表现为协同促进作用, 高于这个值域时则都表现为拮抗作用; 以蒙花苷为考察对象, N、K 和 P、K 肥间相互作用存在一个值域, 蒙花苷量表现出与产量相同的趋势, N、P 肥间一直表现为协同促进作用。结论 模型优化结果表明, 野菊花适宜的 N、P、K 肥施用量分别为 131.280~187.254、113.415~170.460、118.335~220.845 kg/hm²。

关键词: 野菊花; 氮肥; 磷肥; 钾肥; 蒙花苷; 产量和质量

中图分类号: R282.21 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2013)11-1495-06

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2013.11.026

Effect of fertilization combinations of nitrogen, phosphorus, and potassium on yield and quality of flowers in *Chrysanthemum indicum*

ZHANG Jian-hai¹, FENG Bin-bin¹, XU Xiao-yu²

1. Chong Qing Three Gorges Medical College, Chongqing 404120, China

2. Southwest University, Chongqing 400716, China

Abstract: Objective To study the effect model of various fertilization combinations of nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K) and its effects on the yield of flowers in *Chrysanthemum indicum* (FCI) and linarin content. **Methods** The “3414” mis-classification orthogonal design was used in the fertilization test of three factors (N, P, and K), quadratic regression design was adopted, and analyses on variance and the DPS were carried out by using *C. indicum* as material. **Results** After statistical analysis, the optimized effect model of N, P, and K and the the relationship between the yield and quality of FCI were established. The optimum efficiency was the treatment with N₂P₂K₂ in various fertilizations. No treatment or single treatment of N, P, or K could cause the reduction of yield and quality. Single-factor analysis showed that the yield and linarin content were first increased and then decreased steadily with the increase of the N, P, and K application. The two factor interaction analysis indicated that there existed an interaction range among N, P, and K with the yield as the index. Synergistic effect was observed while the amount of N, P, and K was lower than the range while antagonistic effect was observed while higher than the range. When taking the content of linarin as the index, the reaction between N-K and P-K existed a range, and the trend of linarin showed the same trend as the yield. While N-P always kept the synergistic effect. **Conclusion** The optimal fertilization amounts in the optimized model of FCI are 131.280—187.254 kg/hm² for N, 113.415—170.460 kg/hm² for P, 118.335—220.845 kg/hm² for K, respectively.

Key words: flowers of *Chrysanthemum indicum*; nitrogen fertilizer; phosphorus fertilizer; potassium fertilizer; linarin; yield and quality

收稿日期: 2013-01-15

基金项目: 重庆市“十一五”规划项目(104290-41000307)

作者简介: 张建海, 男, 硕士, 副教授, 研究方向为药用植物栽培及有效成分分析。E-mail: zhjh200596@126.com

*通信作者 冯彬彬, 女, 副教授, 研究方向为中药资源开发利用。Tel: (023)58567075 E-mail: fengbin1024@sina.com

网络出版时间: 2013-04-22 网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/12.1108.R.20130422.0915.002.html>

野菊 *Chrysanthemum indicum* L. 为菊科植物, 是野菊花的基源植物。野菊花是常用中药, 又称疟疾草、苦蕒、山菊花等。味苦辛, 性微寒, 归肝、心经, 清热解毒, 用于疔疮痈肿, 目赤肿痛, 头痛眩晕^[1-4]。野菊的研究主要集中于野菊花有效成分的提取及利用方面, 而野菊种植及肥料配施对野菊花产量和质量的影响研究未见报道。本实验以重庆秀山隘口镇为实验基地, 采用“3414”试验设计方案研究 N、P、K 配施效应模型及对野菊花产量和质量的影响, 为规模化生产提供实验依据。

1 材料和仪器

1.1 材料和试剂

蒙花苷对照品购自中国药品生物制品检定所, 批号 111528-200303; 乙醇、甲醇等均为分析纯试剂; 乙腈、甲醇色谱纯; 实验用水为去离子水; 其他试剂均为分析纯。实验在西南大学药学院重庆秀山隘口镇坝芒村研究基地进行, 样品经西南大学植物学教研室王海洋教授鉴定为野菊 *Chrysanthemum indicum* L.

1.2 仪器

美国 Agilent 1200 (智能柱温箱; MWV 紫外检测器); KQ5200E 型超声波清洗器 (昆山市超声仪器有限公司); EL-204 电子天平 [梅特勒-托利多仪器 (上海) 有限公司]; HH.SYZ1-NI 型电热恒温水浴锅 (北京市长风仪器仪表公司); SHB-III S 循环水式多用真空泵 (郑州长城科工贸有限公司); Millipore 纯水系统。

2 方法

2.1 实验设计

实验采用“3414”完全实施方案, 即 3 个因素 (N、P、K)、4 个水平 (0 水平指不施肥, 2 水平指最佳施肥量, 1 水平等于 2 水平 \times 0.5, 3 水平等于 2 水平 \times 1.5)、14 个处理, 实验设 2 次重复。

供试的野菊为 2009 年采集, 种植于试验田旁, 2010 年 4 月 10 份株移栽于大田。移栽时除去病弱苗。株行距为 25 cm \times 25 cm。每小区面积为 2 m \times 2 m。

肥料用量按照实验设计方案进行, 不施有机肥, 尿素 50%作基肥, 50%作追肥; 钙镁磷肥全部作基肥一次性施用; 氯化钾 60%作基肥, 40%作追肥, 基肥在移栽前 5 d 施入。

每公顷纯养分为 N: 150 kg、P₂O₅: 120 kg、K₂O: 180 kg

2.2 野菊花产量的测定

在 11 月底到 12 月初采收期分别测定各小区野

菊花的鲜花产量。将鲜花及时采用微波-气流式干燥技术进行杀青, 并于 60 °C 烘箱中烘至全干, 称其干花质量。同时将各干花样品磨细, 并装袋密封, 低温保存备用。

2.3 野菊花有效成分的测定

2.3.1 蒙花苷的提取 取 5.00 g 菊花粉末, 精密称定, 置具塞三角瓶中, 加入 50 mL 80%乙醇, 并于 80 °C 下用超声波 (功率 250W, 频率 40 kHz) 处理浸提 30 min, 并补充乙醇至原质量, 将其滤过后放入冰箱, 冷藏保存待测。

2.3.2 蒙花苷的测定 用 50%甲醇溶解并配制质量浓度为 100 μ g/mL 蒙花苷储备液, 将储备液稀释至 8.0、16.0、24.0、40.0、64.0 μ g/mL 进行分析, 以对照品质量浓度为横坐标, 与其相应峰面积为纵坐标进行回归分析, 得线性方程: $Y=50\ 627\ X-19\ 811$, $r=0.999\ 4$ 。将样品按照《中国药典》2010 年版处理, 测定蒙花苷量。蒙花苷的测定参照《中国药典》2010 年版一部方法进行, 色谱柱: Platisil ODS (250 mm \times 4.6 mm, 5 μ m), 流动相为甲醇-水-冰醋酸 (26:23:1), 体积流量为 1.0 mL/min, 温度 25 °C, 检测波长为 334 nm, 进样量为 20 μ L。

2.4 方法学考察

2.4.1 重复性考察 按照“2.3.2”项下方法制备 6 份供试品溶液, 精密吸取 20 μ L 进样, 测定峰面积并计算蒙花苷的量, 蒙花苷平均质量分数为 9.048%, RSD 为 1.16%。

2.4.2 精密度考察 按照“2.3.2”项下方法制备 9 份供试品溶液, 精密吸取 20 μ L 进样, 测定峰面积并计算得其 RSD 为 1.30%。

2.4.3 稳定性考察 按照“2.3.2”项下方法制备 9 份供试品溶液, 于室温下放置, 分别于 0、2、4、8、12、24 h, 精密吸取 20 μ L 进样, 测定峰面积并计算得其 RSD 为 1.48%。

2.4.4 加样回收率试验 精密称定 9 份已测定的供试品, 每份 0.250 g, 分别添加蒙花苷对照品 0.018、0.022、0.026 g, 按照“2.3.2”项下方法平行制备 3 份供试品溶液, 取样, 注入液相色谱仪, 测定。3 批样品的平均回收率分别为 99.62%、98.39%、98.03%。RSD 分别为 2.01%、0.87%、1.59%, 说明该方法回收率良好, 准确度高, 可用于蒙花苷的测定。

2.5 统计分析

采用方差分析及 DPS 数据处理系统进行三元二次、一元二次、二元二次回归统计分析。

3 结果与分析

3.1 野菊花产量分析

从表1可见,不施肥情况下野菊花鲜质量和干质量均最低,施肥均不同程度地提高野菊花产量。其中,N、P、K最佳配比为N₂P₂K₂方式,该施肥水平下野菊花鲜质量千蕾质量为111.632g,干质量千蕾质量为18.151g。

N肥不同水平(N₁、N₂、N₃)野菊花平均鲜质量分别为106.630、106.588、105.870g,较不施N分别增产0.469%、0.432%、-0.241%;干质量分别为16.777、17.342、16.210g,较不施N肥分别增产-0.369%、2.981%、-3.743%。P肥不同水平(P₁、P₂、P₃)野菊花平均鲜质量分别为108.320、107.388、105.630g,较不施P肥分别增产8.051%、7.122%、5.376%;干质量分别为16.220、17.472、17.100g,较不施P肥分别增产-3.392%、4.061%、1.852%。K肥不同水平(K₁、K₂、K₃)野菊花平均鲜质量分别为106.190、106.800、109.710g,较不施K肥分别增产4.241%、4.839%、7.842%;干质量分别为16.903、16.992、17.930g,较不施钾分别增产13.753%、14.351%、20.664%。表明P肥是野菊花鲜质量的主要限制因子,其次是K肥,施用P肥和K肥可显著增产;K肥是野菊花干质量的主要限制因子,其次是P肥,

最小的为N肥,施用K肥和P肥可显著增产。因此,N、P、K肥供应不足均影响野菊花产量。

3.2 野菊花的质量分析

从表1可以看出,不施肥情况下野菊花中蒙花苷的最低量为0.305%。施肥均不同程度提高蒙花苷的量。不同施肥水平对蒙花苷量影响不同,其中,N、P、K最佳配比为N₂P₂K₂方式,该施肥水平下野菊花蒙花苷质量分数为0.547%,较不施肥处理蒙花苷量显著提高。

N肥不同水平(N₁、N₂、N₃)野菊花中蒙花苷平均质量分数分别为0.518%、0.509%、0.457%,较不施N肥分别增加34.452%、32.213%、18.649%;P肥不同水平(P₁、P₂、P₃)野菊花中蒙花苷平均质量分数分别为0.491%、0.507%、0.525%,较不施P肥分别增加15.282%、19.065%、23.171%;K肥不同水平(K₁、K₂、K₃)野菊花中蒙花苷平均质量分数分别为0.538%、0.501%、0.426%,较不施K肥分别增加35.202%、25.823%、7.093%。表明N、P、K都对蒙花苷量均产生较大影响。

3.3 施肥模型的建立与分析

3.3.1 产量和质量的3因素效应分析

以二次多项式回归进行分析,建立大田条件下N、P、K3因子与产量和质量的经验模型,见表2。

表1 不同处理对野菊花产量和质量影响 (n=3)

Table 1 Effects of different treatments on yield and quality of FCI (n=3)

处理	因素水平	N/(kg·hm ⁻²)	P/(kg·hm ⁻²)	K/(kg·hm ⁻²)	鲜质量/g	干质量/g	蒙花苷/%
1	N ₀ P ₀ K ₀	0	0	0	92.931±0.456	14.322±0.125	0.305±0.087
2	N ₀ P ₂ K ₂	0	120	180	106.132±0.129	16.844±0.341	0.385±0.015
3	N ₁ P ₂ K ₂	75	120	180	109.703±0.120	18.192±0.671	0.502±0.082
4	N ₂ P ₀ K ₂	150	0	180	100.251±1.045	16.788±0.104	0.426±0.024
5	N ₂ P ₁ K ₂	150	60	180	108.020±0.581	17.092±1.045	0.458±0.012
6	N ₂ P ₂ K ₂	150	120	180	111.632±2.067	18.151±1.361	0.547±0.028
7	N ₂ P ₃ K ₂	150	180	180	108.318±1.402	17.104±0.871	0.525±0.039
8	N ₂ P ₂ K ₀	150	120	0	101.869±0.341	14.858±0.241	0.398±0.072
9	N ₂ P ₂ K ₁	150	120	90	108.482±3.106	17.422±0.563	0.573±0.062
10	N ₂ P ₂ K ₃	150	120	240	109.709±0.248	17.934±2.031	0.426±0.074
11	N ₃ P ₂ K ₂	225	120	180	105.873±0.781	16.213±2.590	0.457±0.026
12	N ₁ P ₁ K ₂	75	60	180	104.482±0.296	15.208±0.215	0.513±0.095
13	N ₁ P ₂ K ₁	75	60	90	105.711±1.368	16.930±0.513	0.538±0.013
14	N ₂ P ₁ K ₁	150	60	90	104.404±1.828	16.359±0.762	0.503±0.021

表2 三因素肥料效应函数的配置及检验结果

Table 2 Configuration and test results of fertilizer response function of three factors

指标	三元二次肥料效应函数模型	显著性检测	
		F值	R值
鲜质量	$Y=91.468+3.860N+4.996P+2.838K-0.093N^2-0.159P^2-0.062K^2-0.171NP-0.089NK-0.059PK$	22.705**	0.9927
干质量	$Y=13.970+0.250N+0.480P+0.870K-0.480NP-0.820NK-0.042PK-0.510N^2-1.220P^2-1.060K^2$	6.776*	0.9763
蒙花苷	$Y=0.310-9.625\times 10^3N+0.023P+0.032K-0.022NP-0.039NK-7.250\times 10^4PK-0.066N^2-0.082P^2-0.067K^2$	9.130*	0.9822

*P<0.05 **P<0.01

从表3可以看出野菊花鲜质量和干质量与施肥量之间有显著的回归关系,说明模型拟合效果好,可以用来指导N、P、K肥的合理配比并预测野菊花产量。方程中常数项值与处理1的产量非常接近,说明数学模型与实际非常吻合。方程中一次项系数为正值,二次项系数为负值,说明肥料效应函数为报酬递减型,野菊花产量随施肥量的增加而按渐减率增加。N与P、N与K和P与K的交互效应系数为负值,即它们之间存在负交互作用。野菊花中蒙花苷的量与施肥量之间也存在着显著的回归关系,说明以蒙花苷为考察对象,模型拟合效果好,可以用来进行指导实践。方程中一次项系数、二次项系数和交互效应系数同产量相类似。

3.3.2 单因素效应分析 对各因素进行单因子效应分析(其他因子为2水平),得到施肥量与野菊花产量和质量的一元二次肥料效应函数模型和曲线图,结果见表3和图1。

从单因素肥料效应曲线图可见,在设计水平范围内,3种养分曲线都成抛物线型,说明任一养分都存在最大施肥量,超过这个临界点将导致野菊花

产量和蒙花苷的量下降。从回归方程可以看出,二次项系数均小于0,抛物线向下符合生物学规律,回归模型真实。从一次项系数看,鲜质量影响从大到小的顺序为N、K、P,从二次项看,其绝对值为P、K、N。

表3 单因素肥料效应函数的配置及检验结果
Table 3 Configuration and test results of fertilizer response function of single factor

指标	一元二次肥料效应函数模型	F值
鲜质量	$Y=100.260+1.793 N-0.070 N^2$	0.682
	$Y=97.490+3.498 P-0.216 P^2$	10.419*
	$Y=100.080+2.693 K-0.154 K^2$	9.583*
干质量	$Y=16.330+0.562 N-0.038 N^2$	2.371
	$Y=13.920+1.056 P-0.066 P^2$	8.554*
	$Y=15.740+0.359 K-0.013 K^2$	27.881**
蒙花苷	$Y=0.322+0.050 N-0.003 N^2$	2.502
	$Y=0.256+0.065 P-0.004 P^2$	4.443
	$Y=0.501+0.020 K-0.001 K^2$	4.208

$P^* < 0.05$ $P^{**} < 0.01$

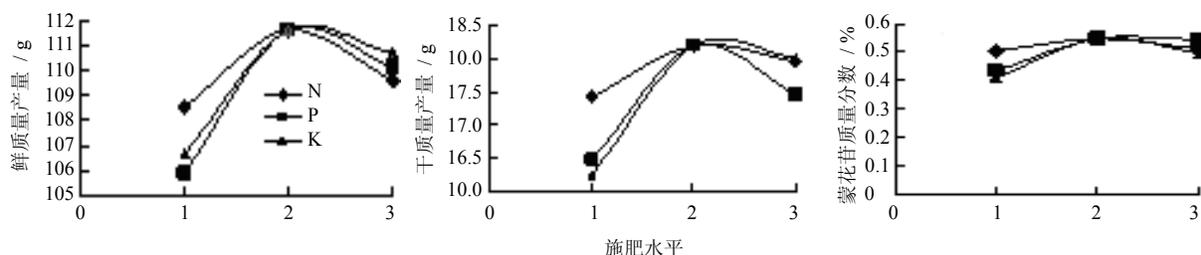


图1 大田试验的单因子效应图

Fig. 1 Charts of single factor in field test

N、P、K肥用量均表现为随着施肥量增加,产量和质量先增加后减少。从最大产量系数上来看,通过一元二次单因素效应方程分析,以野菊鲜质量(千蕾质量)为考察对象,N、P、K肥最适施肥量分别为190.965、121.23、131.235 kg/hm²,产量分别为111.670、113.615、111.868 g;以野菊干质量(千蕾质量)为考察对象,N、P、K肥最适施肥量分别为110.865、121.560、204.330 kg/hm²,产量分别为18.408、18.150、18.185 g;以蒙花苷量为考察对象,N、P、K肥最适施肥量分别为138.045、137.97、111.495 kg/hm²,蒙花苷量分别为0.550%、0.553%、0.575%。

3.3.3 二因素效应分析 对各因素进行二因子效应

分析(其他因子为2水平),得到野菊花施肥量与产量和质量的二元二次肥料效应函数模型和曲线图,结果见表4和图2。

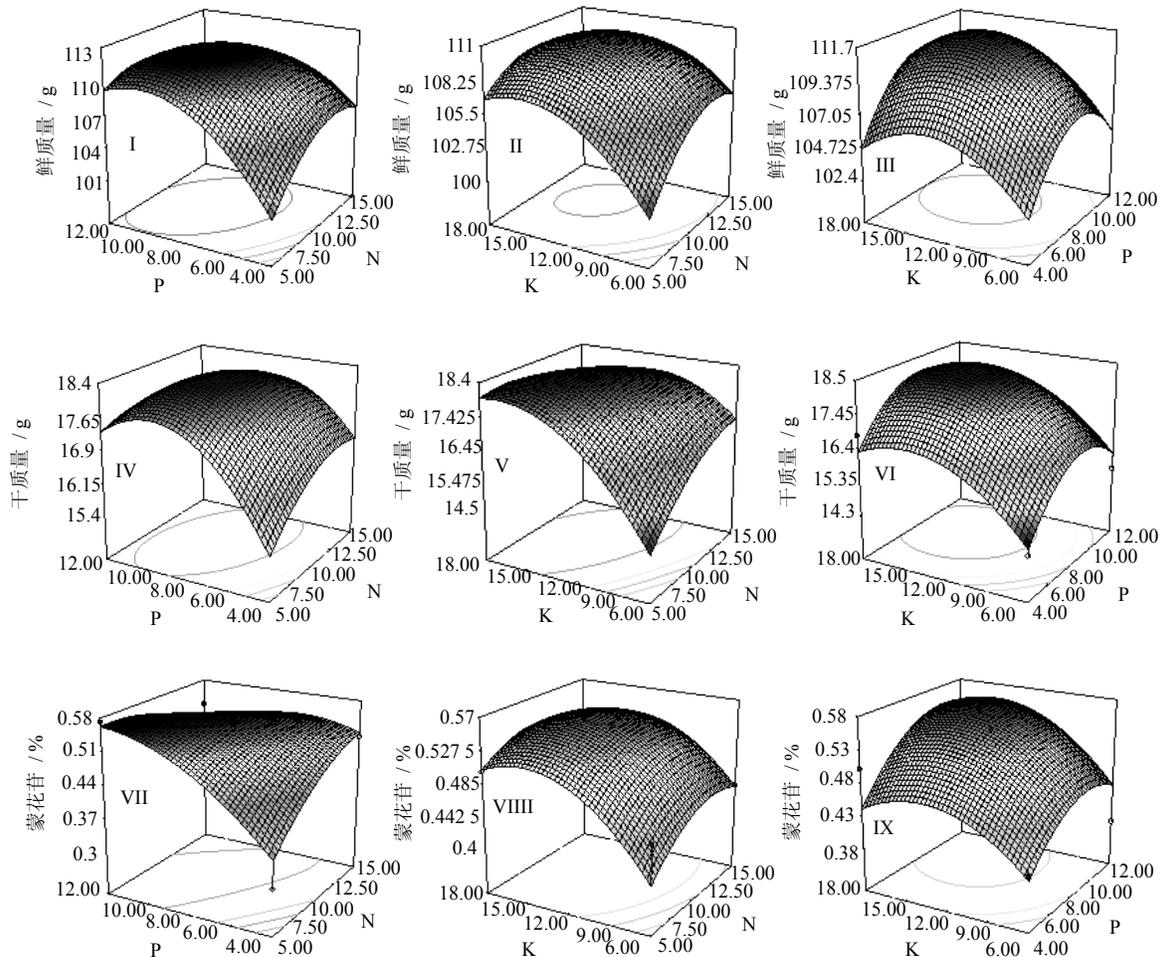
由表4与图2可以看出,与单一的肥料处理相比,多因素处理并非仅仅表现出简单的加和作用,同时还存在协同促进和拮抗作用。由图2可以看出,以野菊花鲜质量为考察对象,当N、P、K肥任一因素处于2水平时,随着另外2个施肥因素施用量的增加,产量均表现为先增加后减少的趋势,说明在任意两个因素考察范围内存在着协同促进作用,当二者过量时又表现出拮抗作用;以野菊花干质量为考察对象,N、K肥分别处于2水平时,产量表现出与鲜质量相同的趋势,而P肥处于2水平时,

表4 二因素肥料效应函数的配置及检验结果

Table 4 Configuration and test results of fertilizer response function of two factors

指标	二元二次肥料效应函数模型	显著性检测	
		F 值	R 值
鲜质量	$Y=80.466+3.337 N+3.992 P-0.137 2 N^2-0.173 1 P^2-0.121 9 NP$	44.242**	0.997 7
	$Y=85.914+3.029 N+1.952 K-0.144 N^2-0.059 K^2-0.044 NK$	100.518**	0.999 0
	$Y=84.804+3.733 P+1.828 K-0.201 P^2-0.059 K^2-0.040 PK$	100.336**	0.999 0
干质量	$Y=11.202+1.056 N+0.425 P-0.074 N^2-0.019 P^2-0.011 NP$	37.867**	0.997 4
	$Y=11.492+0.774 N+0.602 K-0.043 N^2-0.019 K^2-0.009 NK$	45.882**	0.997 8
	$Y= 5.425+1.332 P+1.693 K-0.021 P^2-0.021 K^2-0.139 PK$	3.012	0.968 4
蒙花苷	$Y= 0.252+0.055 N+0.021 P-0.005 N^2-0.002 P^2-0.002 NP$	9.144*	0.989 2
	$Y= 0.279+0.046 N+0.024 K-0.003 N^2-0.002 K^2+0.001 NK$	9.563*	0.989 7
	$Y= 0.489+0.010 P-0.005 K-0.002 P^2-0.001 K^2-0.002 PK$	1.382	0.934 5

P* < 0.05 ** P < 0.01



I, II, III 鲜质量两因素效应图曲面图; IV, V, VI 干质量两因素效应图曲面图; VII, VIII, IX 蒙花苷量两因素效应图曲面图
I, II, and III are charts of interaction between two factors of fresh weight; IV, V, and VI are charts of interaction between two factors of dry weight; VII, VIII, and IX are charts of interaction between two factors of linearin

图2 野菊花施肥2因素效应图曲面

Fig. 2 Effect surface charts of interaction between two factors for FCI

随着 N、K 肥的增加，野菊花的干质量增加，减少趋势不明显，说明拮抗作用较小；以蒙花苷为考察对象，N、P 肥分别处于 2 水平时，蒙花苷量表现出与鲜质量相同的趋势，当 K 肥处于 2 水平时，随

着 N、P 肥施用量的增加，野菊花中蒙花苷的量仅表现为增加，说明二者存在协同作用。

3.3.4 模型的优化方案 在试验条件约束之下，产量越高、有效成分的量越高越好，数学上常用求最

大值的方法来优化模型,然而由于模型的最大值仅仅是理论值,在生产实际中出现的概率非常低,因此不采用求最大值的方法来优化模型,而用频次分析的方法进行模型的优化。根据“3414”试验,共有 $4^3=64$ 方案。其中,根据肥料效应模型,采用数学求导的方法计算出野菊花产量和质量的最佳施肥量。对产量和有效成分的量进行频次分析,试验中野菊花干蕾质量在16.475 g以上的方案有24个,有效成分蒙花苷的量在0.452%以上有21个,综合二者,对野菊花的产量和质量进行模拟优化寻优,选择有效方案18个,在这18个方案中,大田试验适宜的N、P、K肥施用量分别为131.280~187.254、113.415~170.460、118.335~220.845 kg/hm²。可见,N、P、K肥的施用比例并非固定不变,而应根据土壤的肥力进行适当调整,才能使野菊花产量和质量达到双丰收。

4 讨论

野菊对N、P、K的利用能力是生长发育重要的限制因素,施用N、P、K肥不合理,会导致野菊的产量和质量降低。农民在种植药材时习惯多施N肥和P肥,而忽视K肥的施用,这就极大限制了药材的产量和质量。掌握最佳肥料配比是实现野菊成功栽培的关键。刘大会等^[5]研究表明,N、P、K 3要素配合施肥均能增加盆栽白菊的经济学产量和品质,陈荣等^[6]研究表明,N肥起主导效应,P肥效应不明显,而氯化钾导致减产。这是由于高K情况下,K和土壤中某些阳离子发生拮抗作用,影响了紫锥菊对其他营养元素的吸收利用,从而降低了紫锥菊的产量和质量。对于大多数花类药材来说,P、K肥对花的生长是有一定促进作用的。本研究中N、P、K及其配比施肥对野菊生长的影响存在着多种效应。本研究结果表明,将N、P、K合理配施能显著提高野菊花的产量和质量。

药用植物的品质形成与药用植物中有效成分的量有关。天然黄酮类化合物多以苷类形式存在,蒙花苷是黄酮类化合物,而黄酮苷的形成多以可溶性糖为基础。野菊花中水溶性浸出物中含有较多的可溶性糖类,这说明可溶性糖类与野菊花中总黄酮的合成可能直接有关。土壤养分缺乏或不平衡可能影响野菊花中可溶性糖的合成从而降低野菊花中蒙花苷的量,平衡施肥促进野菊花中可溶性糖合成而导致野菊花中蒙花苷量提高。本实验中不施N肥、P肥和K肥能显著降低野菊花中蒙花苷量,两因子存

在着交互效应,对蒙花苷的量有一定影响。因此,实验结果说明在药用植物栽培上,要进行科学合理的平衡施肥才能提高药材的产量和品质。

同时蛋白质同黄酮等次生物质的合成之间存在着竞争关系。高N营养条件下,植物体内N素从足,从而促进其体内大部分苯丙氨酸转化成蛋白质而将N素贮存起来;低N营养条件时,植物体内N素不足,缺N促使植物体内大部分苯丙氨酸解氨生成反式肉桂酸,并将解脱下来的氨继续用于植物体内的N代谢,从而抑制了苯丙氨酸转化为蛋白质。本实验也表明高N条件下蒙花苷的量有所降低,但是高K条件下蒙花苷的量影响较小,所以在配方施肥过程中应以高K低N配方为主,从而提高野菊花的品质。

肥料间的相互作用与肥料利用率密切相关,施肥模型是精确施肥的核心内容之一。从现在的施肥模型看出,回归函数模型是目前应用较为广泛的模型之一,主要应用在农作物和蔬菜的种植,如小白菜施肥模型、水稻施肥模型等^[7-9]。本研究通过回归函数法建立了N、P、K肥与野菊花产量和质量的关系模型,并对模型进行了优化。本实验研究结果对野菊的规模种植提供了实验依据。

参考文献

- [1] 王征,张宁,成程,等.采用两种细胞模型评价野菊花的寒热属性[J].中草药,2012,43(8):1586-1589.
- [2] 周欣,莫彬彬,赵超,等.野菊花二氧化碳超临界萃取物的化学成分研究[J].中国药学杂志,2002,37(3):170-172.
- [3] 沈一行,权丽辉,关玲,等.北野菊黄酮类成分研究[J].药学学报,1997,32(6):451-454.
- [4] 吴钉红,杨立伟,苏薇薇.野菊花化学成分及药理研究进展[J].中药材,2004,27(2):142-144.
- [5] 刘大会,杨特武,朱端卫,等.不同钾肥用量对福田河白菊产量和质量的影响[J].中草药,2007,38(1):120-124.
- [6] 陈荣,年海,吴鸿.氮磷钾配施对紫锥菊产量和质量的影响[J].中草药,2007,38(6):917-921.
- [7] 高志红,陈晓远,林昌华,等.不同施肥水平对木薯氮磷钾养分积累、分配及其产量的影响[J].中国农业科学,2011,44(8):1637-1645.
- [8] 柯庆明,林文雄,黄珍发,等.小白菜平衡施肥数学模型模拟研究[J].中国生态农业学报,2005,13(1):119-121.
- [9] 施建平,鲁如坤,时正元,等.Logic回归模型在红壤地区早稻推荐施肥中的应用[J].土壤学报,2002,39(6):853-862.