

合理施肥对菊花生长及产量的影响

井玉丹¹, 董玲², 李卫文², 裴欢¹, 王家嘉^{1*}

(1. 安徽省农业科学院土壤肥料研究所 / 养分循环与耕地保育安徽省重点实验室, 安徽 合肥 230031;
2. 安徽省农业科学院园艺研究所, 安徽 合肥 230031)

摘要: 安徽省菊花种植施肥随意性强, 缺乏统一标准, 通过探索菊花合理施肥方法, 为菊花高质高产提供数据支撑。设置肥料减量试验: 生物有机肥 3000 kg/hm²+ 复合肥 (18-18-18) 900 kg/hm²; 生物有机肥 3000 kg/hm²+ 配方肥 (18-7-20) 900 kg/hm²; 生物有机肥 3000 kg/hm²+ 配方肥 (18-7-20) 720 kg/hm²; 生物有机肥 3000 kg/hm²+ 配方肥 (18-7-20) 540 kg/hm²; CK: 生物有机肥 3000 kg/hm²。基追比试验: 基追比 8-2-0; 基追比 2-6-2; 基追比 4-4-2; 基追比 8-0-2。通过对比分析菊花植株养分积累、生长状况和药用成分含量, 探究施肥措施对菊花生长、品质及产量的影响。结果表明: 优化肥料配比 (减磷增钾) 较常规施肥处理, 绿原酸、木犀草苷和 3,5-O-二咖啡酰基奎宁酸的含量分别增加 34.09%、3.76% 和 28.44%, 产量显著提高 21.79%; 化肥减施 20% 处理较常规处理, 菊花主茎粗、株花数及百朵鲜花重增加, 绿原酸、木犀草苷和 3,5-O-二咖啡酰基奎宁酸的含量增高, 其产量较常规施肥处理、化肥减施 40% 处理和 CK 分别提高 36.61%、25.46% 和 174.18%; 基追比 4-4-2 的菊花长势较好, 绿原酸、木犀草苷和 3,5-O-二咖啡酰基奎宁酸的含量较高, 产量较其他处理依次提高 12.76%、3.33% 和 10.81%。综上可知, 生物有机肥 3000 kg/hm²+ 配方肥 (18-7-20) 720 kg/hm², 在菊花定植前期、花芽分化期、现蕾期按 4-4-2 比例施用, 可以促进菊花植株对大量元素的吸收利用, 改善菊花农艺性状, 提高菊花品质及产量。

关键词: 菊花; 化肥减施; 大量元素; 基追比

菊花始载于《神农本草经》, 属药食两用大宗药材, 多种保健品常用原料, 在中药品种上占有重要地位。作为中国的传统名花, 其产量和销量居世界花卉市场前列^[1-2]。菊花属连续采花型, 其品质和抗逆性同植株的养分含量关系很大, 合理施肥可大幅度提高产花量^[3]。通过前期对菊花道地产区安徽省菊花种植区进行的调查研究, 发现调查区域存在施肥结构不合理, 重基肥而轻追肥, 农家肥滥用, 施肥没有统一标准, 农户为追求产量而过量施肥, 致使连作障碍逐年加剧, 化肥流失造成生态环境风险等一系列问题^[4]。徐扬等^[5]研究发现, 化肥减施配施有机肥可以保证药用菊花的产量, 同时可以显著增加药用菊花中绿原酸、木犀草苷等各类药

用成分的含量。史宗源^[6]的研究发现, 减施化肥配施生物有机肥可提高万寿菊鲜花产量和叶黄素含量, 同时对土壤环境有较好的修复作用。张建海等^[7]研究表明, 合理配施氮、磷、钾可以显著提高菊花的产量。本研究在配施生物有机肥的基础上设置化肥减量、调整大量元素配比以及植株不同生育时期肥料运筹试验, 研究不同施肥处理对菊花养分含量、植株生长发育及其产量的影响, 从而为菊花科学施肥、提高产量提供参考与借鉴。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验在安徽省黄山市休宁县五城镇菊花种植基地进行, 土壤类型为潮土, 土壤基本理化性质^[8]: pH 5.02, 有机质含量 2.24%, 全氮含量 1.28 g/kg, 有效磷含量 26.52 mg/kg, 速效钾含量 135.14 mg/kg。

1.2 试验材料

菊花供试品种为安徽省黄山贡菊, 由安徽省农业科学院园艺研究所提供种苗。

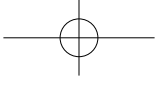
供试肥料: 生物有机肥 (有机质 ≥ 50%、氮磷

收稿日期: 2024-02-29; 录用日期: 2024-05-24

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项 (CARS-21); 国家中药材产业技术体系 (CARS-21); 合肥综合性国家科学中心大健康研究院安徽中药材种植联合研究中心资助。

作者简介: 井玉丹 (1990-), 助理研究员, 硕士研究生, 主要从事土壤改良和高效施肥研究。E-mail: 354161871@qq.com。

通讯作者: 王家嘉, E-mail: 57009855@qq.com。



钾 $\geq 6\%$ 、有效活菌数 ≥ 2 亿个/g、氨基酸 $\geq 1\%$) 由安徽司尔特生态农业科技有限公司生产; 复合肥 (18-18-18) 由亳州司尔特生态肥业有限公司生产; 配方肥 (18-7-20) 由安徽司尔特化肥科技有限公司生产。

1.3 试验设计

1.3.1 菊花肥料减量试验

共设置 5 个处理 (施肥时期: 定植前期)。处理 1: 复合肥 (18-18-18), 施肥量为 900 kg/hm^2 (本地常规施肥量 100%); 处理 2: 配方肥 (18-7-20), 施肥量为 900 kg/hm^2 (本地常规施肥量 100%); 处理 3: 配方肥 (18-7-20), 施肥量为 720 kg/hm^2 (化肥减施 20%); 处理 4: 配方肥 (18-7-20), 施肥量为 540 kg/hm^2 (化肥减施 40%); 处理 5: 空白, 施肥量为 0 kg/hm^2 。

1.3.2 菊花肥料基追比试验

共设置 4 个处理 (施肥时期: 定植前期、花芽分化期、现蕾期)。处理 1: 配方肥 (18-7-20), 用量 720 kg/hm^2 , 施肥比例为 8-2-0 (本地常规施肥比例); 处理 2: 配方肥 (18-7-20), 用量 720 kg/hm^2 , 施肥比例为 2-6-2; 处理 3: 配方肥 (18-7-20), 用量 720 kg/hm^2 , 施肥比例为 4-4-2; 处理 4: 配方肥 (18-7-20), 用量 720 kg/hm^2 , 施肥比例为 8-0-2。

以上 2 个试验除处理不同、实施时间不同外, 其他试验部分操作均保持一致。试验各处理小区面积为 30 m^2 , 种植密度为 75000 株/hm^2 , 行株距为 $40 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$, 各处理小区均设置 3 次重复, 完全随机区组设计。生物有机肥作为基肥施用, 所有处理施用量相同, 施用量为 3000 kg/hm^2 。试验用苗规格与栽培方式、定植期、生长期补光和遮光时间等均按照设施菊花常规田间管理进行。

1.4 测定项目与方法

1.4.1 植株形态指标的测定

在菊花的收获期对每个试验小区选取 10 株具有代表性的菊花植株, 采用直接测量法测量株高 (直尺测定) 和茎粗 (游标卡尺测定), 植株带回分析室。将取回的菊花样品用纯净水洗去根部泥沙后, 放在阴凉通风处吹干外部纯水。统计单株花数, 然后将菊根、茎、叶、花剪下, 称鲜重, 分装于做好标记的档案袋中, 置于 105°C 烘箱中杀青 15 min, 然后置于 70°C 烘箱中烘干至恒重^[8]。

1.4.2 植株养分含量的测定

将前期烘干的植株粉碎过 0.25 mm 筛, 装入封口袋中干燥保存, 用于测定其养分指标。将磨碎后的样品进行消煮, 取消煮液测定植株样品中的全氮、全磷、全钾含量^[8]。

1.4.3 菊花药用有效成分绿原酸、木犀草苷、3, 5-O-二咖啡酰基奎宁酸的测定

绿原酸、木犀草苷、3, 5-O-二咖啡酰基奎宁酸含量测定采用 2020 版《中国药典》第一部 (药材和饮片“菊花”、通则 0512 高效液相色谱法) 中的方法^[1]。

1.4.4 植株产量的测定

小区产量在田间采收后直接称取鲜重。

1.5 数据处理

采用 Excel 2020 进行数据处理, 用 SPSS 26.0 进行单因素方差分析和 Duncan 法差异显著性检测 ($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 化肥减施对菊花植株养分含量的影响

由表 1 可知, 菊花根的氮、钾养分含量, 处理 2 均大于处理 1; 磷养分含量, 处理 2 略低于处理 1, 差异不显著。茎、叶、花三部分的氮、磷、钾养分含量, 处理 2 均大于处理 1。这表明施用配方肥 (18-7-20) 对菊花植株各部分吸收氮、磷、钾养分效果优于常规复合肥 (18-18-18)。随着施肥量的降低, 菊花根、茎、叶、花四部分的氮、磷、钾养分含量基本呈降低趋势。其中, 对根和叶片中氮养分含量影响相对较大, 磷、钾养分含量影响较小。对茎和花两部分的氮、磷、钾养分含量均影响较小。其中, 化肥减施 20% 处理较常规施肥量各部分养分含量差异不显著, 这表明化肥减施 20% 对菊花植株大量元素养分吸收没有不良影响。

2.2 化肥减施对菊花药用有效成分的影响

菊花中的药用有效成分绿原酸、木犀草苷和 3, 5-O-二咖啡酰基奎宁酸的含量处理 2 均高于处理 1 (分别增加 34.09%、3.76% 和 28.44%), 这表明调整施用磷、钾肥量对菊花药用有效成分含量有影响。同时, 药用有效成分绿原酸、木犀草苷和 3, 5-O-二咖啡酰基奎宁酸的含量随着施肥量的降低呈先增高后下降的趋势, 处理 3 菊花的药用有效成分含量最高, 较处理 1、处理 2、处理 4 和 CK 的绿原酸、木犀草苷、3, 5-O-二咖啡酰基奎宁酸含量分别增高 46.59%、9.32%、20.56% 和

表 1 不同施肥量对菊花根、茎、叶、花中氮磷钾含量的影响 (%)

部位	处理	氮	磷	钾
根	处理 1	0.81 ± 0.17c	0.18 ± 0.02a	1.17 ± 0.14bc
	处理 2	1.18 ± 0.12a	0.17 ± 0.03a	1.44 ± 0.08a
	处理 3	1.04 ± 0.06ab	0.16 ± 0.02a	1.26 ± 0.04b
	处理 4	0.95 ± 0.05bc	0.15 ± 0.04a	1.07 ± 0.11c
	CK	0.88 ± 0.11bc	0.16 ± 0.01a	1.05 ± 0.04c
茎	处理 1	0.70 ± 0.11a	0.10 ± 0.02a	1.14 ± 0.12a
	处理 2	0.72 ± 0.17a	0.12 ± 0.01a	1.38 ± 0.14a
	处理 3	0.64 ± 0.04a	0.10 ± 0.01a	1.36 ± 0.08a
	处理 4	0.58 ± 0.07a	0.11 ± 0.01a	1.26 ± 0.08a
	CK	0.69 ± 0.21a	0.11 ± 0.02a	1.18 ± 0.18a
叶	处理 1	1.43 ± 0.37bc	0.23 ± 0.05a	3.93 ± 0.71a
	处理 2	2.07 ± 0.09a	0.24 ± 0.07a	4.44 ± 0.45a
	处理 3	1.79 ± 0.28ab	0.23 ± 0.01a	4.67 ± 0.72a
	处理 4	1.33 ± 0.20c	0.17 ± 0.03a	4.54 ± 0.11a
	CK	1.50 ± 0.11bc	0.17 ± 0.01a	3.01 ± 0.13b
花	处理 1	2.46 ± 0.23a	0.54 ± 0.02a	4.25 ± 0.25a
	处理 2	2.89 ± 0.12a	0.57 ± 0.07a	4.47 ± 0.42a
	处理 3	2.50 ± 0.44a	0.53 ± 0.05a	4.36 ± 0.17a
	处理 4	1.62 ± 0.23b	0.50 ± 0.01ab	4.11 ± 0.15ab
	CK	1.62 ± 0.44b	0.43 ± 0.09b	3.55 ± 0.57b

注：同列不同字母表示处理间差异显著 ($P<0.05$)。下同。

91.11%、12.78%、8.70%、14.50% 和 58.73%，40.37%、9.29%、8.51% 和 83.78%。这表明化肥减施对菊花药用有效成分含量增加有积极影响，化肥减施 20% 对菊花药用有效成分含量影响最好（图 1）。

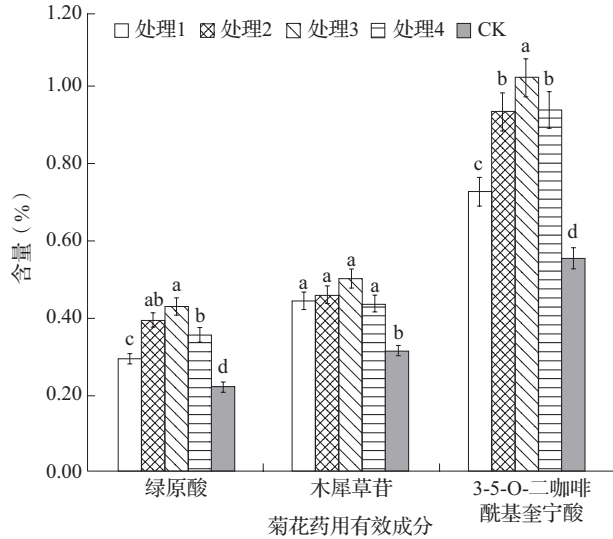


图 1 不同施肥量对菊花药用有效成分含量的影响

注：柱上不同字母表示处理间差异显著 ($P<0.05$)。下同。

2.3 化肥减施对菊花生长和产量的影响

从表 2 可知，菊花的各项生长指标，处理 2 均优于处理 1，同时显著增产 21.79%。这表明菊花施用配方肥（18-7-20）效果优于常规复合肥（18-18-18）。菊花株叶重、主茎粗、株花数、百朵鲜花重和产量均随着施肥量的降低呈先增加后降低的趋势。CK 的各项指标均小于其他处理，其中株高、株花数、产量与其他处理差异显著，这表明生物菌肥养分含量不足以支撑菊花整个生长期的实际养分需求，但其与化肥减施结合，可以在一定程度上促进植株生长。菊花产量最高的为处理 3（化肥减施 20%），同处理 1、处理 2、处理 4 和 CK 均差异显著，分别增加 66.38%、36.61%、25.46% 和 174.18%。因此，推荐菊花施肥基追比试验使用配方肥（18-7-20），施肥量为 720 kg/hm²。

2.4 不同基追比对菊花植株养分含量的影响

通过表 3 可知，不同施肥比例条件下，菊花根系中，氮元素含量最高的为处理 2、处理 3，均较处



表 2 不同施肥量对菊花生长和产量的影响

处理	株高 (cm)	株叶重 (g)	主茎粗 (mm)	株花数 (个)	百朵鲜花重 (g)	产量 (kg/hm ²)
处理 1	85.80 ± 4.11a	34.80 ± 15.48ab	12.15 ± 2.23ab	217.00 ± 9.90a	36.27 ± 7.70b	3899.61 ± 88.18d
处理 2	87.33 ± 9.18a	63.66 ± 23.72a	13.70 ± 1.04a	219.33 ± 12.22a	38.44 ± 9.11ab	4749.53 ± 208.15c
处理 3	84.70 ± 10.33a	73.54 ± 41.03a	15.49 ± 4.86a	224.33 ± 12.02a	49.60 ± 4.31a	6488.24 ± 264.72a
处理 4	84.90 ± 6.66a	49.71 ± 19.05ab	13.38 ± 1.07ab	118.67 ± 10.61ab	42.14 ± 3.45ab	5171.71 ± 242.82b
CK	55.25 ± 4.38b	7.21 ± 0.34b	8.87 ± 0.94b	41.67 ± 13.44c	31.32 ± 1.09b	2366.43 ± 132.27e

表 3 不同基追比对菊花根、茎、叶、花中氮磷钾含量的影响 (%)

部位	处理	氮	磷	钾
根	处理 1	1.29 ± 0.14a	0.15 ± 0.02a	1.28 ± 0.21a
	处理 2	1.47 ± 0.05a	0.15 ± 0.03a	1.14 ± 0.05a
	处理 3	1.47 ± 0.31a	0.19 ± 0.05a	1.15 ± 0.33a
	处理 4	0.83 ± 0.06b	0.16 ± 0.02a	1.22 ± 0.16a
茎	处理 1	0.89 ± 0.09a	0.09 ± 0.01b	1.22 ± 0.14b
	处理 2	1.05 ± 0.15a	0.12 ± 0.02a	1.40 ± 0.11a
	处理 3	1.07 ± 0.11a	0.11 ± 0.01ab	1.45 ± 0.27a
	处理 4	0.92 ± 0.01a	0.10 ± 0.01ab	1.44 ± 0.07a
叶	处理 1	2.30 ± 0.23a	0.19 ± 0.01b	4.24 ± 0.39ab
	处理 2	2.52 ± 0.36a	0.19 ± 0.03b	4.99 ± 0.58a
	处理 3	2.40 ± 0.23a	0.24 ± 0.02a	4.52 ± 0.23ab
	处理 4	2.65 ± 0.46a	0.17 ± 0.02b	4.13 ± 0.29b
花	处理 1	1.77 ± 0.57b	0.48 ± 0.10a	3.97 ± 0.88a
	处理 2	2.91 ± 0.09a	0.55 ± 0.01a	4.31 ± 1.09a
	处理 3	2.96 ± 0.59a	0.55 ± 0.09a	4.39 ± 0.36a
	处理 4	1.22 ± 0.05b	0.47 ± 0.12a	4.15 ± 0.15a

理 1 增高 14.04%，但差异不显著；磷、钾元素含量各处理间均差异不显著。菊花茎中，氮元素含量最高的为处理 3，处理 2、处理 3 分别较处理 1 增高 18%、20%；磷元素含量最高的为处理 2，较处理 1 增高 25.07%；钾元素含量最高的为处理 3，较处理 1 增高 18.64%。菊花叶片中，氮元素含量各处理间差异不显著；磷元素含量最高的为处理 3，较处理 1 显著增高 24.59%；钾元素含量最高的为处理 2，较处理 1 显著增高 17.90%。菊花花朵中，氮元素含量最高的为处理 2 和处理 3，较处理 1 分别增加 67.57% 和 64.70%；磷、钾元素含量最高的为处理

3，各处理间差异均不显著。根据菊花的根、茎、叶、花四部分养分含量表现可知，基追比 2-6-2 和基追比 4-4-2 的施肥比例条件有利于植株对大量元素进行吸收利用。

2.5 不同基追比对菊花药用有效成分的影响

在不同基追比条件下，菊花药用有效成分含量差异较大。绿原酸、木犀草苷和 3,5-O-二咖啡酰基奎宁酸含量最高的处理均为处理 3，较处理 1（本地常规施肥比例）分别显著增加 75.24%、33.06% 和 60.34%。菊花药用有效成分含量高低排序均为处理 3>处理 1>处理 4>处理 2（图 2）。这

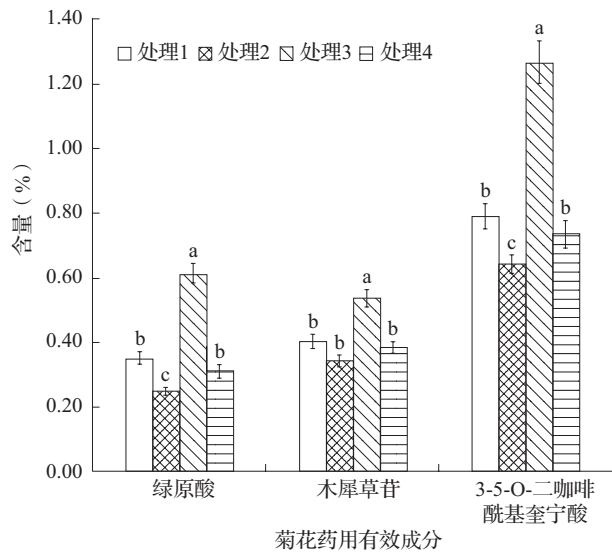
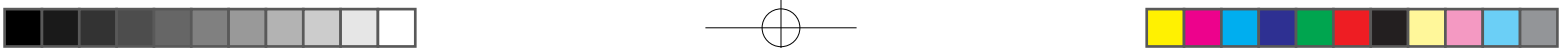


图2 不同基追比对菊花药用有效成分含量的影响

表明,基追比4-4-2的施肥比例条件有利于菊花药用成分含量的显著提高。

2.6 不同基追比对菊花生长和产量的影响

通过表4可知,在菊花生长发育期不同时期施肥比例不同,对其株高、株叶重和主茎粗均有一定影响。处理2和处理3的株高、株叶重、百朵鲜花重和产量均(>80cm)高于处理1和处理4;株花数各处理间差异不显著,但处理2、处理3、处理4的株花数(>200朵)均大于处理1。处理3的产量最大,较处理1、处理2、处理4的产量分别增加12.76%、3.33%、10.81%。以上结果表明,菊花定植前期、花芽分化期、现蕾期在施肥比例为4-4-2的条件下,其长势及产量最好。菊花定植前期及花芽分化期均需肥较高,应重视该阶段的施肥。

表4 不同基追比对菊花生长指标及产量的影响

处理	株高 (cm)	株叶重 (g)	主茎粗 (mm)	株花数 (个)	百朵鲜花重 (g)	产量 (kg/hm ²)
处理1	75.57 ± 10.36a	50.50 ± 33.06a	11.63 ± 3.85a	193.33 ± 70.00a	36.67 ± 9.37a	5355.02 ± 279.89b
处理2	84.17 ± 7.85a	90.84 ± 53.77a	12.34 ± 3.21a	222.33 ± 28.28a	39.87 ± 4.67a	5844.86 ± 110.82a
处理3	81.97 ± 1.40a	67.14 ± 28.12a	13.33 ± 3.01a	203.00 ± 7.78a	47.01 ± 8.24a	6038.29 ± 193.01a
处理4	75.97 ± 2.15a	54.45 ± 25.64a	12.74 ± 0.29a	217.33 ± 19.09a	35.98 ± 3.51a	5449.46 ± 110.96b

3 讨论

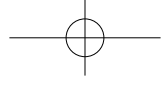
3.1 化肥减施对菊花生长、品质及产量的影响

作物的生长发育与氮、磷、钾肥的合理配比及适度用量高度相关^[9-10]。菊花整个生育期对钾的吸收量最大,对氮吸收量次之,对磷的吸收量最小^[11-13]。降低大量元素氮、磷肥的施用比例,提高钾肥的施肥比例对菊花植株生长及产量提高有显著效果^[14]。刘大会等^[15]研究表明,适量施肥可以显著提高菊花的质量与产量。本研究对氮、磷、钾施肥比例进行了调整,最终菊花产量及其生长指标均高于对照处理,表明菊花对氮、磷、钾三大营养元素需求量不同,需求量大小依次为钾>氮>磷,同前人研究结果一致。过量施肥会引起作物产量降低、农产品品质降低、土壤质量退化、环境污染等一系列问题^[15-19]。合理减量施肥可以提高菊花抗逆性及产量^[15, 20]。本研究表明,生物有机肥结合化肥适量减施可以增加菊花主茎粗,有利于增强菊花抗倒伏的能力,也可以增加

菊花药用成分绿原酸、木犀草苷和3,5-O-二咖啡酰基奎宁酸的含量,同时对增加菊花的百朵鲜花重及产量也有一定的增加作用。吕华军等^[14]对菊花研究发现,化肥减量20%优化施肥的处理菊花生长指标优于减量40%,对植株的生长无不利影响。本研究发现,化肥减量20%的施肥处理对菊花生长指标有积极影响,对产量也有一定提高作用。

3.2 不同基追比对菊花生长、品质及产量的影响

植株在不同生长阶段对养分需求量不同^[21]。祝丽香等^[11]研究发现,杭白菊生长旺盛期为花芽分化期,干物质积累量占全生育期的70.41%,现蕾期及开花期干物质积累量其次,苗期最弱。本研究在菊花定植前期、花芽分化期、现蕾期设置不同施肥比例。结果表明,菊花在花芽分化期需肥较强,现蕾期需肥较弱,但基追比4-4-2较基追比2-6-2产量高,与前人研究略有不同,这可能与菊花品种及种植区域具体土壤养分含量有



关。张书红等^[22]研究发现,不同基追比例及追肥次数可以显著提高大蒜中的大蒜素量,同时显著提高对蒜薹和蒜头的产量。邓丽娟等^[23]研究发现,合理的氮肥基追比可以显著提升小麦的产量和籽粒蛋白质含量。胡大鹏等^[24]研究发现,基追比3:7时,可促进蚕豆籽粒中蔗糖、可溶性蛋白质的积累。周俊成等^[25]研究发现,基追比为5:5时,有利于烤烟代谢物的产生和关键酶活性的提升。本研究在基追比4-4-2时,菊花中绿原酸、木犀草苷和3,5-O-二咖啡酰基奎宁酸含量显著提高。

4 结论

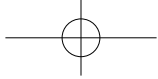
通过将调整大量元素配比、化肥减施、施肥基追比例三者统筹研究,最终得出基施生物有机肥(施用量3000 kg/hm²),选用配方肥(18-7-20)(施用量720 kg/hm²) 在菊花定植前期、花芽分化期、现蕾期按4-4-2比例施用,可以促进菊花植株对大量元素的吸收利用,改善菊花农艺性状,提高菊花的品质及产量。

参考文献:

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典[S]. 一部. 北京: 中国医学科学出版社, 2020: 323.
- [2] 田洁, 唐有林, 王启璋, 等. 植物根际促生菌 *Pseudomonas putida* UW4 对菊花扦插苗生长及生理特性的影响[J]. 植物生理学报, 2023, 59(1): 179-190.
- [3] 周杨, 方馨妍, 汪燕, 等. 测土配方施肥对菊花苗期生长发育、土壤性质及养分吸收的影响[J]. 土壤, 2021, 53(1): 118-124.
- [4] 井玉丹, 汪霄, 裴欢, 等. 安徽省菊花主栽区域施肥现状调查[J]. 安徽农业科学, 2023, 51(22), 154-157.
- [5] 徐扬, 刘引, 彭政, 等. 化肥减量配施有机肥对药用菊花产量、品质和药理活性的影响[J]. 应用生态学报, 2021, 32(8): 2800-2808.
- [6] 史宗源. 减施化肥增施生物肥对色素万寿菊生长及根际土壤环境的影响[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2023.
- [7] 张建海, 冯彬彬, 徐晓玉. N、P、K 配施效应模型及对野菊花产量和质量的影响[J]. 中草药, 2013, 44(11): 1495-1500.
- [8] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000.
- [9] 文春燕, 熊运华, 王萍, 等. 减施化肥配施不同有机肥对优质籼稻产量和品质的影响[J]. 土壤, 2023, 55(2): 280-

287.

- [10] 马晟. 氮、磷、钾用量及施肥方式对茄子生育及产量和品质的影响[D]. 泰安: 山东农业大学, 2018.
- [11] 祝丽香, 王建华, 孙印石, 等. 杭白菊氮磷钾吸收、积累及分配规律研究[J]. 中国中药杂志, 2009, 34(23): 2999-3003.
- [12] 杨可鑫, 赵鑫, 葛红, 等. 不同滴灌施肥模式对切花菊生物量、品质和养分吸收的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2023, 29(4): 777-788.
- [13] 李森, 赵平, 姜蓉, 等. 鲜切菊花品种‘Cedis’多头小菊和‘Country’多头菊养分需求特性研究[J]. 园艺学报, 2018, 45(3): 591-598.
- [14] 吕华军, 刘秀梅, 王辉, 等. 施肥模式对连作菊花生长状况及产量的影响[J]. 土壤, 2012, 44(5): 747-753.
- [15] 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.
- [16] 李国龙, 唐继伟, 黄绍文, 等. 氮磷钾均衡管理对戈壁滩日光温室基质栽培秋冬茬番茄产量与养分吸收的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2015(2): 49-56.
- [17] 岳明灿, 王志国, 陈秋实, 等. 减施化肥配施微生物菌剂对番茄产质量和土壤肥力的影响[J]. 土壤, 2020, 52(1): 68-73.
- [18] 方成, 岳明灿, 王东升, 等. 化肥减施配施微生物菌剂对鲜食玉米生长和土壤肥力的影响[J]. 土壤, 2020, 52(4): 743-749.
- [19] 武志杰, 张丽莉, 石元亮, 等. 绿色肥料缘起、现状与发展趋势[J]. 中国农业科学, 2023, 56(13): 2530-2546.
- [20] 柏琼芝, 肖石江, 王晓瑞, 等. 化肥减量配施生物有机肥对秋马铃薯产量的影响[J]. 土壤与作物, 2019, 8(2): 158-165.
- [21] 陆景陵, 胡霭堂. 植物营养学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1992.
- [22] 张书红, 董向阳, 余进洋, 等. 不同基追比及追肥次数对膜下滴灌大蒜产量和品质的影响[J]. 灌溉排水学报, 2023, 42(S1): 14-17.
- [23] 邓丽娟, 焦小强. 氮管理对冬小麦产量和品质影响的整合分析[J]. 中国农业科学, 2021, 54(11): 2355-2365.
- [24] 胡大鹏, 衡丽, 李远, 等. 钾肥运筹对鲜食蚕豆产量及营养品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(7): 119-121.
- [25] 周俊成, 胡锦, 白应香, 等. 施氮量及基追比对烤烟氮代谢产物及关键酶的影响[J]. 分子植物育种, 2023, 21(17): 5883-5892.



The effect of reasonable fertilization on chrysanthemum growth and yield

JING Yu-dan¹, DONG Ling², LI Wei-wen², PIE Huan¹, WANG Jia-jia^{1*} (1. Soil Fertilizer Research Institute, Anhui Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Nutrient Cycle and Farmland Conservation in Anhui Province, Hefei Anhui 230031; 2. Horticulture Research Institute of Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei Anhui 230031)

Abstract: The fertilization of chrysanthemum planting in Anhui province is highly arbitrary and lacks unified standards. By exploring reasonable fertilization methods for chrysanthemums, it could provide data support for high-quality and high-yield chrysanthemums. A fertilizer reduction ratio experiment was set up: 3000 kg/hm² of bioorganic fertilizer and 900 kg/hm² of compound fertilizer (18-18-18); Bioorganic fertilizer 3000 kg/hm²+formula fertilizer (18-7-20) 900 kg/hm²; Bioorganic fertilizer 3000 kg/hm²+formula fertilizer (18-7-20) 720 kg/hm²; Bioorganic fertilizer 3000 kg/hm²+formula fertilizer (18-7-20) 540 kg/hm²; CK: Bioorganic fertilizer 3000 kg/hm². And an experiment on base fertilizer and topdressing ratio was conducted: 8-2-0, 2-6-2, 4-4-2, 8-0-2. By comparing and analyzing the nutrient accumulation, growth status, and medicinal component content of chrysanthemum plants, the effects of fertilization measures on chrysanthemum growth, quality, and yield were explored. The results showed that the optimized fertilizer ratio (reducing phosphorus and increasing potassium) increased the content of chlorogenic acid, luteolin, and 3,5-O-dicaffeoyl quinic acid by 34.09%, 3.76% and 28.44%, respectively, compared to conventional fertilization treatment, and the yield significantly increased by 21.79%. The treatment of reducing fertilizer application by 20%, compared to conventional treatment, resulted in an increase in the diameter of chrysanthemum main stem, number of flowers per plant, and weight of 100 fresh flowers. The content of chlorogenic acid, luteolin, and 3,5-O-dicaffeoyl quinic acid increased, and the yield increased by 36.61%, 25.46% and 174.18%, respectively, compared to conventional fertilization treatment, 40% reduction of fertilizer application treatment, and CK treatment. Chrysanthemums with the treatment of 4-4-2 of base fertilizer and topdressing ratio exhibited better growth, with higher content of chlorogenic acid, luteolin, and 3,5-O-dicaffeoyl quinic acid, and the yield increased by 12.76%, 3.33% and 10.81%, respectively, compared to other treatments. In summary, it was concluded that the bioorganic fertilizer 3000 kg/hm²+formula fertilizer (18-7-20) 720 kg/hm², applied in a ratio of 4-4-2 during the early stage of chrysanthemum colonization, flower bud differentiation, and bud emergence, could promote the absorption and utilization of a large number of elements by chrysanthemum plants, improve the agronomic characteristics of chrysanthemums, and enhance their quality and yield.

Key words: chrysanthemum; reduction of fertilizer application; macroelement; base fertilizer and topdressing ratio