

# 控释肥料对抗白菊生长发育及产量品质的影响

祝丽香<sup>1</sup>, 王建华<sup>1</sup>, 刘政波<sup>2</sup>, 于明发<sup>1</sup>, 刘 阳<sup>1</sup>

(1. 山东农业大学 农学院, 山东 泰安 271018; 2. 泰安市农业科学研究院, 山东 泰安 271000)

**摘 要:**以控释复合肥 CRF(N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O=20 : 8 : 10)和普通复合肥 CCF(N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O=15 : 15 : 15)为材料,在大田条件下,研究等氮素用量控释复合肥和普通复合肥对抗白菊产量、品质和养分利用率的影响。结果表明:与普通复合肥相比,控释复合肥能够改善植株农艺性状,提高经济产量,增加水溶性浸出物、可溶性糖、蛋白质、总黄酮类化合物在花中的含量。由于控释复合肥与普通复合肥的养分配比不同,等氮素条件下,控释复合肥的肥料施用量比普通复合肥减少 25%。从综合性状看,以施肥量为 900 kg/hm<sup>2</sup> 的 CRF2 处理最佳,节省肥料,提高经济效益,减少环境污染。

**关键词:**控释复合肥; 杭白菊; 产量; 品质

**中图分类号:**S 147.22 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2010)01-0027-04

施肥是影响作物产量和品质的重要因素,在农业生产中,化肥过量施用常造成肥料利用率下降。大量的数据表明,我国氮肥的当季利用率 30%~35%,磷肥的当季利用率为 10%~25%,钾肥为 35%~50%<sup>[1]</sup>。化肥利用率低造成资源浪费和人类生存环境的恶化,已成为农业和环境持续发展最突出问题。控释肥料具有养分利用率高、节肥省工、环境负荷轻等特点逐步应用于农作物、蔬菜、果树领域<sup>[2-4]</sup>,但控释肥料在药用植物栽培中应用较少,杭白菊是我国大量栽培的药食兼用的经济植物,在杭白菊的栽培中,施肥对抗白菊产量和品质影响方面的研究较少<sup>[5-9]</sup>。刘大会等研究氮、磷、钾对福田白菊品质的影响表明<sup>[10-11]</sup>,氮、磷、钾配合施用能显著提高福田杭白菊的产量,改善其外观和内在品质。目前未见控释肥料在杭白菊上应用的研究。该研究在盆栽研究的基础上,大田栽培研究控释复合肥对抗白菊产量和品质的影响,为控释肥在杭白菊大田生产中推广应用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试杭白菊是从山东长清县万德乡引进杭白菊,品种为大马牙。

### 1.2 试验设计

**第一作者简介:**祝丽香(1965-),女,博士,副教授,现主要从事药用植物栽培生理和优良品种选育研究的的教学及科研工作。E-mail: zhuLx1965@163.com。

**基金项目:**“十一五”国家科技支撑计划资助项目(2006BAD10B07)。

**收稿日期:**2009-09-16

试验设在山东省泰安市纸坊村,土壤为棕壤。土壤主要农化性状有机质 20.08 g/kg、碱解氮 110.95 mg/kg、速效磷 20.03 mg/kg 速效钾 96.36 mg/kg。普通复合肥由山东农业大学肥料厂生产,养分配比为 N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O=15 : 15 : 15,控释复合肥由山东金正大公司生产 4%树脂包膜控释时间 120 d,养分配比为 N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O=20 : 8 : 10。

试验设 5 个肥料处理,即 CK(对照 不施肥)、普通复合肥 CCF1 氮素用量为 120 kg/hm<sup>2</sup>,施肥量为 800 kg/hm<sup>2</sup>; CCF2 氮素用量为 180 kg/hm<sup>2</sup>,施肥量为 1 200 kg/hm<sup>2</sup>;控释复合肥 CRF1(N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O 为 20 : 8 : 10)氮素用量为 120 kg/hm<sup>2</sup>,施肥量为 600 kg/hm<sup>2</sup>; CRF2 氮素用量为 180 kg/hm<sup>2</sup>,施肥量为 900 kg/hm<sup>2</sup>。CCF1、CCF2 处理分 2 次施肥,基肥施入总施肥量的 2/3,余下 1/3 为追肥,CRF1、CRF2 均为一次性做基肥施入。基肥在栽植前开沟施入,追肥在 8 月中旬开沟施入。每个处理设 5 次重复,采用完全随机排列,高畦种植,畦面宽 0.8 m,行距 0.6 m,每畦种 2 行,株距 0.45 m,小区面积为 0.8 m×15 m,4 月 12 日移栽种苗,常规管理。

### 1.3 样品采集与分析方法

**1.3.1 杭白菊农艺性状与产量构成指标的测定** 孕蕾期调查各处理杭白菊的株高和茎粗,每个处理随机选取 5 株用卷尺测定株高,游标卡尺测定茎粗,重量法测定叶面积、叶面积系数。当杭白菊头状花序 70%开放时分批采收,120℃杀青 10 min,55℃烘干,测定干花产量,并将各样品磨细装袋备用。

**1.3.2 植株氮、磷、钾的测定** 准确称取样品 0.2000 g,经 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>消煮后,用凯氏定氮仪测定全氮,钼锑抗显色法测定全磷,火焰光度计法测定全钾<sup>[12]</sup>。

1.3.3 菊花主要成分含量测定 总黄酮含量测定参考李鹏<sup>[13]</sup>方法;用蒽酮比色法测定可溶性总糖<sup>[14]</sup>;按《中国药典》热浸法测定水溶性浸出物的量<sup>[15]</sup>。植物样品用浓硫酸消煮后凯氏定氮法测杭白菊含氮量,乘以换算系数6.25,即得到菊花粗蛋白含量<sup>[12]</sup>。

1.4 数据处理

采用 DPS 统计软件, LSD 法多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对抗白菊农艺性状的影响

农艺性状是植株长势的主要指标。从表 1 可以看出,不同施肥处理植株长势均优于对照,施肥对抗白菊株高影响不大,不同处理之间无显著差异。杭白菊倒伏显著影响花的产量与质量,茎基部粗壮能增强抗倒伏能力,等氮素用量处理控释复合肥处理茎粗大于普通复合肥处理,CRF1、CRF2 分别比 CCF1、CCF2 增加 1.42%、1.62%,说明控释复合肥处理能够提高植株的抗倒伏能力。叶片是植株光合作用的主要场所,叶面积大小是影响生物学产量的直接因素。叶面积指数是衡量植物生长量的重要指标。从表 1 还可以看出,不同施肥处理叶面积之间差异不显著,但均大于对照,叶面积系数 CCF2>CRF2,CCF1>CRF1 差异显著。这与在 8 月份 CCF 处理进行追肥,促进植株生长有关。

表 1 不同肥料处理对抗白菊农艺性状的影响

Table 4 Effect of different fertilizer treatments on <i>C. morifolium</i>				
处理 Treatment	株高 Plant height/cm	茎粗 Stem diameter/cm	叶面积 Leaf area/cm <sup>2</sup>	叶面积系数 Leaf area coefficient
CK	139.95±1.92a	1.24±0.01d	10.03±0.08b	2.56±0.06d
CCF1	141.24±2.23a	1.41±0.01c	13.57±0.03a	3.07±0.03b
CCF2	142.44±1.04a	1.85±0.02b	13.63±0.01a	3.51±0.25a
CRF1	141.64±1.42a	1.43±0.01c	13.26±0.01a	3.23±0.02c
CRF2	142.04±1.01a	1.88±0.01a	13.34±0.56a	3.04±0.03b

注: LSD 法差异显著性检验, 同列中小写字母表示 5% 差异水平, 下同。  
Note: LSD method to test significance level, small letters to represent significant at 5% levels, the same as following.

2.2 不同施肥处理对抗白菊产量的影响

产量是施肥效果的最终体现。在该试验条件下,施肥处理较对照有显著的增产效应,经济产量增幅在 55.03%~85.52%,CRF2 处理产量最高。不同施肥量对抗白菊经济产量的影响不同,等氮素处理 CCF1 比 CRF1 经济产量略有提高,但差异不显著;CRF2 比 CCF2 经济产量提高 17.74% 差异显著。从生物产量看,普通复合肥处理均高于控释复合肥处理,CCF1 比 CRF1 提高 2.32%,CCF2 比 CRF2 提高 7.45%。普通复合肥促进杭白菊干物质积累,但对抗白菊的产量贡献不大,说明保持营养生长与生殖生长的适度与平衡非常关键。尽管生物产量是形成经济产量的基础,但旺盛的营养生长不

一定能促进经济产量的提高。此外 CRF1、CRF2 处理的肥料用量仅为 CCF1、CCF2 的 75%,经济产量没有下降,CRF2 比 CCF2 增产,由此可见,控释复合肥的养分释放与杭白菊的养分吸收较为一致,保持了营养生长和生殖生长的适度与平衡,达到增产和减少肥料用量的效果。

表 2 不同施肥处理对抗白菊经济产量与总生物量的影响

Table 2 Effect of different fertilizer treatments on economic and biological yields of <i>C. morifolium</i>				
处理 Treatment	经济产量 Economic yield /kg·hm <sup>-2</sup>	与 CK 比较 Compare to CK /+ %	生物产量 Biological yield /kg·hm <sup>-2</sup>	与 CK 比较 Compare to CK /+ %
CK	679.57±8.40e	—	9 163.80±295.29d	—
CF1	1 056.91±0.62c	55.53	13 324.52±340.47c	45.4
CF2	1 142.21±0.10b	68.08	15 783.45±204.30a	72.24
CR1	1 053.56±0.82c	55.03	13 110.45±203.52c	43.08
CR2	1 260.76±0.36a	85.52	15 105.45±277.45b	64.79

2.3 不同肥料处理对抗白菊品质的影响

水溶性浸出物、可溶性糖、蛋白质和总黄酮类化合物是衡量杭白菊品质的重要指标,控释复合肥能在一定程度上改善杭白菊的品质。从测定结果看,水溶性浸出物和蛋白质含量以不施肥的对照最高,但杭白菊花的产量低。控释复合肥对抗白菊的水溶性浸出物、蛋白质和总黄酮类化合物都有明显的提高效应,CCF2 和 CRF2 处理水溶性浸出物和蛋白质含量差异不显著,CRF1 比 CCF1 处理水溶性浸出物和蛋白质含量高,二者差异显著。可溶性糖、总黄酮类化合物含量 CRF1>CCF1、CRF2>CCF2 差异达 5% 显著水平。从综合指标看,CRF1 处理杭白菊质量最好。

表 3 不同肥料处理对抗白菊主要成分含量的影响

Table 3 Effect of different fertilizer treatments on contents of main components in <i>C. morifolium</i>				
处理 Treatment	水溶性浸出物 Hydrophilic extract/ %	可溶性糖 Soluble sugar/ %	蛋白质 Protein/ %	总黄酮类 化合物 Total flavonoids/ %
CK	39.49±0.25a	22.42±5.73e	39.49±0.25a	4.19±0.05ab
CCF1	34.61±0.31d	32.50±2.82c	34.61±0.31d	4.14±0.01b
CCF2	35.41±0.36c	25.52±13.90d	35.41±0.36c	3.84±0.16c
CRF1	37.50±0.18b	37.02±7.94a	37.50±0.18b	4.30±0.03a
CRF2	35.50±0.73c	35.88±3.28b	35.50±0.73c	4.23±0.02ab

2.4 不同施肥处理对养分利用率的影响

所有控释肥处理的养分利用率均高于等氮素处理普通复合肥,CRF2 氮、磷、钾利用率最高。肥料氮、磷、钾利用率 CRF1 比 CCF1 分别高 6.61%、0.95%、16.72%;CRF2 比 CCF2 分别高 7.71%、2.00%、17.82%,可见控释复合肥能有效提高肥料养分利用率,控释复合肥持续平稳供应养分,可较多地被杭白菊吸收利用,无效转化而浪费掉的较少<sup>[18]</sup>。

表 4 不同肥料处理对养分利用率的影响

Table 4 Effect of different fertilizer treatments on nutrient use efficiency

处理 Treatment	N		P		K	
	积累量 Accumulation	利用率 Use	积累量 Accumulation	利用率 Use	积累量 Accumulation	利用率 Use
	/ kg · hm <sup>-2</sup>	efficiency/ %	/ kg · hm <sup>-2</sup>	efficiency/ %	/ kg · hm <sup>-2</sup>	efficiency/ %
CK	46.12±2.37d	—	39.76±5.91c	—	55.41±11.66d	—
CCF1	81.24±2.0.15c	29.27	57.49±6.44b	11.44	85.91±10.87cd	25.41
CCF2	97.38±2.85a	28.47	59.34±9.95a	10.96	104.97±9.47a	26.99
CRF1	89.17±0.33c	35.88	45.24±0.62b	12.39	80.69±10.34bc	42.13
CRF2	112.69±4.01b	36.98	49.09±1.67a	12.96	95.74±7.88ab	44.81

3 结论

3.1 控释肥料对抗白菊农艺性状的影响

控释复合肥处理植株茎粗显著大于普通复合肥处理,高度差异不大,这有利于植株抗倒伏。孕蕾期等氮素用量的普通复合肥处理叶面积和叶面积系数大于控释复合肥处理,叶片相互郁闭导致叶片过早衰落,生育后期普通复合肥处理植株叶面积系数幅度大于控释复合肥处理。在一定范围内,产量与叶面积和叶面积系数成明显正相关<sup>[20]</sup>,开花期较高的叶面积系数,有利于提高经济产量。

3.2 控释肥料对抗白菊品质的影响

该研究中,杭白菊主要成分含量与施肥量不成正相关,CRF1处理杭白菊主要成分含量在施肥处理中最高,不施肥对照CK水溶性浸出物和蛋白质含量最高,杭白菊主要成分为次生代谢产物,施肥量增加主要成分含量呈现降低趋势,这与银杏、金银花<sup>[6-7]</sup>的研究结果一致。

3.3 控释肥料对养分利用率的影响

在等氮素处理条件下,控释复合肥的氮、磷、钾养分利用率大于普通复合肥的养分利用率,CRF1比CCF1分别高6.61%、0.95%、16.72%;CRF2比CCF2分别高7.71%、2.00%、17.82%。

综合各种指标,以控释复合肥CRF2处理即施肥量为900 kg/hm<sup>2</sup>最佳,在控释复合肥用量减少的条件下,能够提高杭白菊产量,改善其品质,控释复合肥一次基施,普通复合肥分为基施和追施2次,施用控释复合肥可以简化施肥技术,减少劳动强度提高养分利用率。

参考文献

[1] 郑圣先, 聂军, 熊金英, 等. 控释肥料提高氮素利用率的作用及对水稻效应研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2001, 7(1): 11-16.  
[2] 黄云, 廖铁军, 向华辉. 控释氮肥对辣椒的生理效应及利用率研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2002, 8(4): 414-418.  
[3] 唐拴虎, 谢春生, 孙小文, 等. 水稻施用控释肥料生长效应研究[J]. 中

国农学通报, 2004, 20(1): 149-151.  
[4] 俞巧钢, 朱本岳, 叶雪珠. 控释肥在柑桔上的应用研究[J]. 浙江农业学报, 2001, 139(4): 210-213.  
[5] 郭巧生, 刘德辉, 梁珍海, 等. 药用菊花种植基地土壤肥力变化和菊花专用肥的研究[J]. 中国中药杂志, 2003, 28(2): 121-125.  
[6] 蔡耕鸣, 傅其伍, 覃步生, 等. 化肥对幼龄银杏树生长和叶片黄酮含量影响的分析[J]. 广西农学报, 2003(S1): 83-87.  
[7] 胡尚钦, 黄璐琳, 张超, 等. 施肥和采收加工对川产金银花绿原酸含量的影响[J]. 现代中药研究与实践, 2003, 17(6): 26-28.  
[8] Cengiz K, Ellen P, Stephen K. Evaluation of Alternative Methods of Applying Sulfur Fertilizers to Chrysanthemums[J]. Journal of Plant Nutrition, 2006, 29: 361-374.  
[9] Oswald M, Ellen P, Stroup W. Effect of nitrogen and sulfur applications on pot chrysanthemum production and post harvest performance. Leaf nitrogen and sulfur concentrations[J]. Journal of Plant Nutrition, 2001, 24: 111-119.  
[10] 刘大会, 朱端卫, 周文兵, 等. 氮磷钾配合施用对福田白菊产量和质量影响研究[J]. 中草药, 2006, 37: 125-129.  
[11] 刘乡, 刘大会, 杨特武, 等. 氮钾配合施用对福田白菊产量质量影响研究[J]. 中药材, 2007, 30: 1340-1356.  
[12] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.  
[13] 李鹏, 陈科力, 叶丛进. 湖北福田河白菊花质量研究[J]. 中药材, 2004, 27(2): 102-103.  
[14] 赵世杰. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.  
[15] 中华人民共和国药典编写委员会. 中华人民共和国药典[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 6.  
[16] 颜冬云, 张民. 控释肥对盆栽白菜生长发育的影响[J]. 山东农业科学, 2003(3): 40-42.  
[17] 潘瑞志, 董恩德. 植物生理学[M]. 3版. 北京: 高等教育出版社, 2001.  
[18] Shoji S. Use of controlled-release fertilizers and nitrification inhibitors to increase nitrogen use efficiency and to conserve air and water quality[J]. Common. Soil ci. Plant and Soil, 2001, 32(7-8): 1051-1070.  
[19] 张玉树, 丁洪, 卢春生, 等. 控释肥料对花生产量、品质以及养分利用率的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(4): 700-706.  
[20] 张绍荣, 龙国, 梅艳, 等. 马铃薯光合速率、单株叶面积与产量的相关性研究[J]. 农业科技通讯, 2007, 12(4): 700-706.  
(注: 该文作者还有刘艳, 秦一鸣, 单位同第一作者。)

Effect of Controlled Release Fertilizers on The Yield and Quality of *Chrysanthemum mori folium*

ZHU Li-xiang<sup>1</sup>, WANG Jian-hua<sup>1</sup>, LIU Zheng-bo<sup>2</sup>, YU Ming-fa<sup>2</sup>, LIU Yang<sup>1</sup>, LIU Yan<sup>1</sup>, QIU Yi-ming<sup>1</sup>

(1. College of Agriculture, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018; 2. Agricultural Science Research Institute of Shandong, Tai'an, Shandong 271000)

# 三种香料蔬菜的营养及挥发性物质分析

周晓晶<sup>1</sup>, 张佩俊<sup>1</sup>, 任 琴<sup>2</sup>, 王 覃<sup>1</sup>, 赵新颖<sup>1</sup>, 张经华<sup>1</sup>

(1. 北京市理化分析测试中心, 北京 100089; 2. 内蒙古集宁师范学院, 内蒙古 集宁 012000)

**摘 要:** 对百里香、罗勒、龙蒿草 3 种香料蔬菜的营养物质含量及挥发性化学物质成分进行了分析, 并与普通蔬菜的文献值进行比较。结果表明: 3 种香料蔬菜的蛋白质、碳水化合物及无机营养元素钙、铁、锌和硒、维生素 C 含量比普通蔬菜高, 而脂肪、胡萝卜素含量与普通蔬菜相比无明显差异。

**关键词:** 百里香; 罗勒; 龙蒿草; 单萜; 香料蔬菜

**中图分类号:** S 573<sup>+</sup>.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)01-0030-03

香料蔬菜主要是指含有特殊芳香或辛香物质的一类蔬菜。该类蔬菜在欧美国家的食用较为普遍, 但在中国的食用种类较少。近年来随着人们生活水平和饮食文化要求的不断提高, 香料蔬菜已逐渐为我国消费者所重视<sup>[1]</sup>。有关香料蔬菜的研究报道主要集中于其栽培和药用方面<sup>[2,4]</sup>, 对其营养等方面的研究较少。现就 3 种香料蔬菜的营养物质含量及挥发性物质成分进行了研究, 旨在为香料蔬菜的进一步开发利用提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

**第一作者简介:** 周晓晶(1982-), 女, 硕士, 现从事农产品质量安全分析检测工作。E-mail: zhouxiaojing177@sina.com。

**通讯作者:** 张经华(1958-), 男, 博士, 研究员, 现从事科研管理工作。E-mail: z\_j\_h2006@yahoo.com.cn。

**基金项目:** 北京市科学技术研究院创新团队计划资助项目(2008年); 2008 年北京市财政专项资金资助项目。

**收稿日期:** 2009-09-20

3 种香料蔬菜样品百里香(*Thymus vulgaris*)、罗勒(*Ocimum basilicum* L.)和龙蒿草(*Artemisia dracunculoides* L.)由北京市延庆县北京绿福隆农业股份有限公司蔬菜种植基地提供。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 营养物质的测定方法** 水分测定依据 GB/T 5009.3-2003 第 1 法; 蛋白质测定依据 GB/T 5009.5-2003; 灰分测定依据 GB/T 5009.4-2003; 营养元素锌、铁、钙和硒的测定分别依据 GB/T 5009.14-2003 第 1 法、GB/T 5009.90-2003、GB/T 5009.92-2003 和 GB/T 5009.93-2003 第 1 法, 均通过原子吸收法完成; 胡萝卜素的测定依据 GB/T 5009.83-2003 第 2 法, 高效液相色谱法; 维生素 C 的测定依据 GB/T 5009.86-2003 第 1 法, 荧光分光光度法; 脂肪的测定依据 GB/T 5009.6-2003 第 1 法, 索式抽提法; 碳水化合物采用计算法。

**1.2.2 挥发性有机化合物的采集与测定** 挥发物的取样方法为动态顶空收集法, 取样后将样品管放入干燥器中, 以备室内测定。采用 TCT-GC-MS 对挥发物进行测

**Abstract:** Field experiments were conducted to study the effect of controlled release compound fertilizers (CRF) on the yield and quality of *Chrysanthemum morifolium* Ramat. and nutrient use efficiency. The result showed that controlled-release compound fertilizer treatments CRF improved the agronomic characteristics of *C. morifolium* Ramat. and in CRF increased economic yield. CRF1 Utilization of nitrogen, phosphorus and potassium increased 6.61%, 0.95% and 16.72% than CCF1, CRF2 was higher than CCF2 7.71%, 2.00% and 17.72%, respectively. In addition, CRF also showed a beneficial result on the quality, i.e. improved the contents of Hydrophilic extract, soluble sugar, protein and total flavonoids in flower compared to CCF. Under the same nitrogen conditions, CRF amount of fertilizer was 25% less than CCF. Synthetically, the optimum fertilizer amount was CRF2, 900 kg/hm<sup>2</sup>, improving economic efficiency, reducing environmental pollution.

**Key words:** controlled-released compound fertilizer; *chrysanthemum morifolium* ramat; yield; quality; nutrient use efficiency