

李小勇, 夏祥华, 陶进科, 黄丹娜, 罗菊云, 吴秀光. 不同施氮水平对套种野菊花生长和产量的影响 [J]. 广东农业科学, 2019, 46(4): 15–20.

不同施氮水平对套种野菊花生长和产量的影响

李小勇¹, 夏祥华², 陶进科³, 黄丹娜², 罗菊云³, 吴秀光³

(1. 贺州学院食品与生物工程学院 / 广西果蔬保鲜和深加工研究人才小高地, 广西 贺州 542899;
2. 广西壮族自治区药用植物园, 广西 南宁 530023; 3. 融安县科技局, 广西 柳州 545000)

摘要:【目的】比较不同施氮量对套种野菊花生长和产量的差异, 筛选出最适宜的氮肥用量, 为套种野菊花高产、高效栽培提供科学依据。【方法】通过大田试验, 在“金桔-野菊花”套种模式下对不同施氮处理野菊花的株高、分枝数、干物质积累量、叶面积指数、叶片 SPAD 值以及鲜花和干花产量进行比较分析。【结果】不同施氮处理对套种野菊花的生长和产量有显著影响, 株高和分枝数均随施氮量的增加而显著提高; 以施氮量 135 kg/hm² 处理的鲜花和干花产量最高, 分别为 8 356.0、2 615.7 kg/hm², 但过高的施氮量不利于产量进一步提升; 在折干率上不同施氮处理间无显著差异。施氮量 135 kg/hm² 处理的高产主要得益于单株鲜花和干花产量显著提高, 分别为 37.6、11.77 g; 在生育期间具有较高 SPAD 值和叶面积指数 (LAI), 在盛花期群体 LAI 又能维持在一个较高水平, 提高花蕾期的光合物质生产能力和花蕾数, 促进开花, 从而显著提高干物质积累量和鲜花产量; 其总干物质最高为 962.7 g/m²。【结论】在“金桔-野菊花”套种模式下, 施氮对野菊花的生长有显著的促进作用; 以施氮量 135 kg/hm² 处理单株鲜花和干花产量最高, 为最佳推荐氮肥量。

关键词: 野菊花; 套种; 施氮量; 生长; 产量

中图分类号: S567.2

文献标志码: A

文章编号: 1004-874X (2019) 04-0015-06

Effect of Different Nitrogen Application Rate on Growth and Yield of Wild Chrysanthemum under Intercropping System

LI Xiaoyong¹, XIA Xinghua², TAO Jinke³, HUANG Dangna², LUO Juyun³, WU Xiuguang³

(1. College of Food & Biological Engineering/Guangxi Highland of Talent for Preservation and Deep Processing Research in Fruits and Vegetables, Hezhou University, Hezhou 542899, China; 2. Guangxi Botanic Garden of Medical Plants, Nanning 530023, China; 3. Science and Technical Bureau of Rong'an County, Liuzhou 545000, China)

Abstract: 【Objective】The present experiment was conducted for a comparison of the differences in the growth and yield of wild Chrysanthemum produced by different N application rates under the intercropping system so as to select an optimum N application rate and to provide guidance for the producers who are practicing high yield and high-efficiency cultivation of wild Chrysanthemum. 【Method】Through field experiment, the plant height, branch number, dry matter accumulation, leaf area index (LAI), SPAD value of leaf, flesh flower yield and dry flower yield of wild Chrysanthemum treated with different nitrogen application under the intercropping system of “fortunella margarita-wild Chrysanthemum” were measured and compared. 【Result】The results showed that the growth and yield of wild Chrysanthemum were significantly affected by N application rates. The plant height and branch number increased significantly with the increase of nitrogen application. The flesh flower yield and the dry flower yield in the 135 kg/hm² N application rate treatment were the highest, reaching to 8 356.0 kg/hm² and 2 615.7 kg/hm², respectively. However, excessive N application was not conducive to the

收稿日期: 2018-12-28

基金项目: 国家科技富民强县专项“特色中药材产业开发与示范”(国科技发农[2010]349号); 广西柳州市应用技术与开发计划项目(2010020702)

作者简介: 李小勇(1975—), 男, 博士, 助理研究员, 研究方向为药用植物生理生态栽培及遗传育种, E-mail: lixiaoyong7777@163.com

further increase of yield. There was no significant difference among the six N application treatments in terms of the ratio of drying. The high yield in the 135 kg/hm² N application rate treatment mainly got benefit from the increase of flesh flower yield (37.6 g) and dry flower yield (11.77g) per plant. Its total dry matter reached 962.7 g/m². This might owe to the relatively high SPAD value of leaf and the relatively high leaf area index (LAI) during the growing period. Having higher LAI at full-flowering stage could improve the production capability of dry matter and the number of flowers, thus significantly increased dry matter accumulation (DMA) and the yield of flesh flower. 【 Conclusion 】 In intercropping system, the application of N could significantly accelerate the growth and increase the yield of the wild chrysanthemum. In this experiment, the highest yield of the wild chrysanthemum in N4 treatment was 135 kg/hm². Therefore, it is recommended that the optimum N application rate for the wild chrysanthemum is 135 kg/hm².

Key words: wild Chrysanthemum; intercropping system; nitrogen application rate; growth; yield

【研究意义】野菊花为菊科植物野菊 (*Chrysanthemum indicum* L.) 的干燥头状花序, 又称疟疾草、苦蕒、山菊花等, 为我国传统常用中药材, 广泛分布于我国大部分省市^[1]。其性凉, 味苦、辛, 归肺、肝经, 具有清热解毒、清肝明目等功效^[2]。野菊花在我国的药用历史悠久, 其临床主要用于治疗疔疮痈肿、目赤肿痛、头晕目眩等^[3]。氮肥是药用植物生长所需三大营养元素之一, 其合理施用对促进药用植物的生长发育、提高药材产量和品质起重要作用, 在中药材规范化栽培上愈来愈受到重视。长期以来, 药用菊花的栽培生产中氮素施用过量, 造成了肥料浪费和土壤污染, 严重影响其产量和药用品质。在生产实践中, 科学施肥是获得药用菊花优质高产的关键技术措施之一。在广西柳州融安县 (金桔之乡) 大力推广与示范“金桔-野菊花”套种新模式的背景下, 探明不同施氮水平对套种野菊花生长和产量的影响效应, 对指导套种野菊花的规范化施肥和节本增效具有重要现实意义。【前人研究进展】近年来一些学者在药用菊花的栽培上对其营养特性进行了较为广泛的研究, 刘大会等^[4]通过基地土壤盆栽试验表明, 在合理施氮基础 (每千克土壤施氮量 0.3~0.4 g) 可提高杭菊的药材经济学和生物学产量; 祝丽香等^[5]通过田间小区试验研究认为, 杭白菊在施氮量为 150 kg/hm² 时可获得最高产量 (2 211.3 kg/hm²)。张朋等^[6]研究表明氮素形态及配比对杭白菊的产量和品质影响显著, 其氨态氮与硝态氮的配比为 1:3 时, 有利于促进杭白菊的生长和提升药用品质。李丽等^[7]采用盆栽试验也研究证实, 氮素形态对药用菊花氮代谢、产量和品质的影响存在较大差异, 其中酰胺态氮和硝态氮混合施用对药用菊花单株花序干重最大。张建海等^[8-9]研究发现, 随着 N、P、K

施肥量的增加, 野菊花的产量和有效成分蒙花苷的含量均呈现先升后降的趋势, 其产量和品质最佳时的适宜施肥量分别为氮 138.5~176.2 kg/hm²、磷 109.9~155.4 kg/hm² 和钾 149.2~201.3 kg/hm²。【本研究的切入点】前人多采用盆栽试验研究不同肥料类型及配比对药用菊花的产量、品质和生长发育上等方面影响, 缺乏一定大田试验系统研究; 对套种野菊花的营养特性的研究鲜有报道。本研究在“金桔-野菊花”复合套种模式下采用大田试验, 比较分析不同施氮水平对套种野菊花的生长及产量形成差异, 筛选出最佳氮肥施用量。【拟解决的关键问题】明确氮素营养对套种野菊花栽培效应, 确定最适施氮水平, 为套种野菊花的优质高产栽培技术模式提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试野菊花为当地山水渠、水沟和山边挖取野生种; 供试肥料为尿素 (纯 N 42%, 四川泸天化股份有限公司生产)。

1.2 试验方法

1.2.1 试验地概况 试验在广西柳州市融安县大将镇板茂村荣坡屯组 (25° 16.716' N、109° 33.041' E) 的金桔种植园 (2 年生) 内进行, 试验地海拔 246 m。供试土壤为黄壤土, 土壤肥力中等, 其理化指标如下: pH 4.37, 有机质含量 52.81 mg/kg, 全氮含量 1.65 g/kg, 碱解氮含量 126.80 mg/kg, 全磷含量 1.03 g/kg, 速效磷含量 9.99 mg/kg, 全钾含量 7.99 g/kg, 速效钾含量 13.4 mg/kg。

1.2.2 试验设计 采用单因素随机区组设计, 设 6 个不同的施氮水平, 分别为 CK (不施氮)、N1 (45 kg/hm²)、N2 (75 kg/hm²)、N3 (105

kg/hm²)、N4 (135 kg/hm²)、N5 (165 kg/hm²)，采用宽窄行栽培 (20 cm+40 cm)，株距为20 cm。小区面积7.2 m² (1.2 m×6.0 m)，3次重复，共18个小区。3月23日移栽，每穴种植1株，采用宽窄行种植15 cm×(20 cm+40 cm)，种植密度为22.2×10⁴株/hm²。氮肥按苗肥：分枝肥：蕾肥=2：3：3比例施入，过磷酸钙262.5 kg/hm²，氯化钾172.5 kg/hm²，磷、钾肥做基肥一次性施入，田间按高产栽培管理措施进行。

1.3 项目测定与方法

1.3.1 叶面积和干物质积累量 在苗期 (5月23日)、分枝期 (6月20日)、现蕾期 (8月20日)、盛花期 (9月25日)、终花期 (10月25日) 取样，每个小区随机选取生长一致植株5株，清洗干净，按根、茎、叶、花不同部位分开，采用美国 LI-COR 公司生产便携式叶面积仪 (LI-3000C 和 LI-3050C) 离体测定单株叶面积 (LA)；叶面积指数 (Leaf area index, LAI) = 单位土地面积上的总叶面积 / 单位土地面积；105℃杀青30 min，在80℃烘干72 h至恒重，称量各器官干重。

1.3.2 SPAD 值 采用 SPAD-520 叶绿素计测定野菊花叶片的叶绿素相对含量。在移栽后34 d (4月26日)、61 d (5月23日)、89 d (6月20日) 进行，每个小区选取生长均匀的植株5株，每株选取3片上部叶 (从枝条上部往下第3~4片叶) 测定，取其平均值作为植株叶绿素相对含量。

1.3.3 株高和分枝数 在终花期 (10月25日)，每处理小区选取5株，采用钢尺测量株高；在分枝末期 (8月20日)，每个小区选取10株调查分枝数。

1.3.4 产量 每个处理小区从始花期 (9月25日) 起定点10株，每隔3 d采取鲜花1次 (在当日清晨7:00~8:00露水未干时)，用电子天平 (感量为0.01 g) 称鲜重，用微波炉及时刹青 (105℃) 5 min，在60℃烘干至恒重。采收期至10月25日结束，统计单株产量。

试验数据采用 SAS9.0 软件进行统计分析，采用 SSR 法进行差异显著性检测。

2 结果与分析

2.1 不同施氮水平对套种野菊花生长的影响

由表1可知，不同施氮处理对野菊花

的株高和分枝数有显著影响，总体均表现为 N5>N4>N3>N2>N1>CK。与 CK 相比，N1、N2、N3、N4、N5 施氮处理的株高分别增加 5.48%、11.4%、13.3%、15.7%、20.1%，除 N1 处理外，其他处理与 CK 间存在显著差异。N1、N2、N3、N4、N5 处理的单株分枝数比 CK 分别增加 35.1%、84.6%、55.1%、142.3%、229.7%，其中 N1 与 CK 间差异不显著，但均显著低于其他处理。表明施氮有利于促进野菊花生长，较高的施氮量能显著增加分枝数。

表1 不同施氮水平对套种野菊花株高和分枝数的影响
Table1 Effect of different N application rate on plant height and branch number of wild Chrysanthemum under intercropping system

| 施氮量 N application rate (kg/hm ²) | 株高 Plant height (cm) | 分枝数 (个/株) Branch number (No./plant) |
|---|-------------------------|--|
| 0 (CK) | 90.2d | 11.0e |
| 45 | 95.2dc | 13.1e |
| 75 | 100.5bc | 17.7d |
| 105 | 102.3abc | 24.2c |
| 135 | 104.4ab | 31.7b |
| 165 | 108.4a | 43.2a |

注：同列数据后小写英文字母不同者表示差异显著。

Note: The different lowercase letters in the same column represent significant differences.

2.2 不同施氮水平对套种野菊花产量的影响。

从表2可以看出，随着施氮量增加，野菊花产量均呈现先升高后略下降的趋势，总体表现 N4>N5>N3>N2>N1>CK，且不同施氮处理间产量差异显著；与 CK 相比，N5、N4、N3、N2、N1 处理的干花产量分别提高 61.3%、67.2%、34.8%、29.8%、15.3%，其鲜花产量分别增加 73.5%、73.9%、36.9%、18.4%、11.3%，其中 N5 与 N4 处理间差异不显著，但均显著高于其他处理。在折干率上，不同施氮处理间差异不显著。表明施氮能显著促进套种野菊花的鲜花和干花产量提高，在施氮量为 135 kg/hm² (N4) 时产量最高，过高施氮量不利于其产量的进一步提升。

2.3 不同施氮水平对套种野菊花干物质积累量的影响

由表3可知，不同施氮处理的干物质积累量均随生育进程的推进逐渐增加，在终花期达到最大值；在蕾期前期表现为 N5>N4>N3>N2>N1>CK，而在蕾期后期表现为 N4>N5>N3>N2>N1>CK，不同施氮处理间干物质

表 2 不同施氮水平对套种野菊花干花和鲜花产量的影响
Table 2 Effect of different N application rates on yields of dry flowers and flesh flowers of wild Chrysanthemum under intercropping system

| 施氮量 N application rate (kg/hm ²) | 鲜花 Flesh flower | | 干花 Dry flower | | 折干率 Drying rate (%) |
|--|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| | 单株 Individual plant (g/plant) | 产量 Yield (kg/hm ²) | 单株 Individual plant (g/plant) | 产量 Yield (kg/hm ²) | |
| 0 (CK) | 21.6c | 4800.2d | 7.04d | 1564.8d | 32.6ab |
| 45 | 24.0c | 5333.6cd | 8.12cd | 1804.0cd | 33.8ab |
| 75 | 25.6c | 5689.2c | 9.07bc | 2015.9bc | 35.5a |
| 105 | 29.6b | 6578.1b | 9.49b | 2108.3b | 32.1ab |
| 135 | 37.6a | 8356.0a | 11.77a | 2615.7a | 31.4ab |
| 165 | 37.5a | 8333.8a | 11.36a | 2523.8a | 30.2b |

注：同列数据后小写英文字母不同者表示差异显著。
Note: The different lowercase letters in the same column represent significant differences.

存在显著差异。在现蕾期，与 CK 相比，N1、N2、N3、N4 和 N5 处理的干物积累量分别显著增加 25.3%、35.5%、68.9%、123.5% 和 146.9%；在盛花期其干物质积累量分别比 CK 显著提高 21.6%、45.2%、47.4%、58.8% 和 49.6%；在终花期其总干物质积累量分别比 CK 提高 23.5%、24.1%、28.2%、51% 和 40.9%，其中 N4 与 N5 处理间无显著差异，但显著高于其他处理。上述结

果表明施氮有利于促进野菊花干物质的增加；但过高的施氮量不利于干物质进一步积累。

2.4 不同施氮水平对套种野菊花 LAI 的影响

由表 4 可知，不同施氮处理的套种野菊花 LAI 在整个生育期间均呈先升后降的趋势；在现蕾期群体的 LAI 均达到最大值，与 CK 相比，不同施氮处理的 LAI 增幅为 52.6%~122%，其中 N4 与 N5 处理间无显著差异，但均显著高于其他

表 3 不同施氮水平对套种野菊干物质积累量 (g/m²) 的影响
Table 3 Effect of different N application rates on dry matter accumulation (g/m²) of wild Chrysanthemum under intercropping system

| 施氮量 N application rate (kg/hm ²) | 苗期 Seedling stage | 分枝期 Branching stage | 蕾期 Bud stage | 盛花期 Full-flowering stage | 终花期 Final flowering stage |
|--|----------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------|------------------------------|
| 0 (CK) | 17.3d | 73.4d | 313.4d | 502.1c | 637.4c |
| 45 | 18.8dc | 98.1c | 392.7c | 610.4b | 787.2b |
| 75 | 19.4dc | 102.5bc | 424.6c | 728.9a | 791.1b |
| 105 | 21.2c | 110.2abc | 529.4b | 740.3a | 816.9b |
| 135 | 24.1b | 122.9ab | 700.3a | 797.1a | 962.7a |
| 165 | 26.8a | 131.4a | 751.3a | 773.6a | 898.4a |

注：同列数据后小写英文字母不同者表示差异显著。
Note: The different lowercase letters in the same column represent significant differences.

处理；在盛花期 N1、N2、N3、N4 和 N5 处理群体的 LAI 分别比 CK 显著增加 57.0%、65.4%、86.3%、122.4%、106.1%，处理间差异极显著。上述结果表明施氮有利于提高套种野菊花群体 LAI，而在现蕾后期较高的施氮量利于维持群体 LAI 在一个相对高的水平。

2.5 不同施氮水平对套种野菊花叶片 SPAD 的影响

由表 5 可知，不同施氮处理对套种野菊花叶片 SPAD 值的影响因生育阶段而异。在苗期生长阶段（移栽后 34、61 d），不同施氮处理套种野菊花的 SPAD 值与 CK 相比无显著差异；在分枝生长阶段（移栽后 81 d），N1、N2 和 N3 处理的

表 4 不同施氮水平对套种野菊花 LAI 的影响
表 4 Effect of different N application rates on leaf area index of wild Chrysanthemum under intercropping system

| 施氮量 N application rate (kg/hm ²) | 苗期 Seedling stage | 分枝期 Branching stage | 蕾期 Bud stage | 盛花期 Full-flowering stage |
|--|----------------------|------------------------|-----------------|--------------------------|
| 0 (CK) | 0.13d | 0.22d | 1.48d | 1.30f |
| 45 | 0.16cd | 0.27d | 2.25c | 2.05e |
| 75 | 0.18bc | 0.35bc | 2.33c | 2.16d |
| 105 | 0.21b | 0.39b | 2.74b | 2.43c |
| 135 | 0.34a | 0.42b | 3.14a | 2.90a |
| 165 | 0.36a | 0.53a | 3.28a | 2.69b |

注：同列数据后小写英文字母不同者表示差异显著。
Note: The different lowercase letters in the same column represent significant differences.

SPAD 值比 CK 分别增加 2.67%、6.33%、7.38%，但各处理间均无显著差异；N5 与 N4 处理的 SPAD 值分别比 CK 显著提高 10.2% 和 7.97%，但两处理间差异不显著。可见，在营养生长阶段，施氮有利于提高套种野菊花叶片的 SPAD 值，高施氮量对叶片 SPAD 值的影响较显著。

表 5 不同施氮水平对套种野菊花叶片 SPAD 值的影响
Table 5 Effect of different N application rates on SPAD value of leaf of wild Chrysanthemum under intercropping system

| 施氮量 N application rate (kg/hm ²) | 移栽后 34d 34 days after transplanting | 移栽后 61d 61 days after transplanting | 移栽后 89d 89 days after transplanting |
|--|---|---|---|
| 0 (CK) | 39.2a | 48.0a | 50.1c |
| 45 | 40.5a | 48.8a | 51.5bc |
| 75 | 40.9a | 49.2a | 53.3abc |
| 105 | 41.0a | 50.1a | 53.8abc |
| 135 | 41.0a | 51.0a | 54.1ab |
| 165 | 41.7a | 51.7a | 55.3a |

注：同列数据后小写英文字母不同者表示差异显著。

Note: The different lowercase letters in the same column represent significant differences.

3 讨论

药用菊花为喜氮植物，氮素对菊花的产量和品质形成至关重要，其植株头状花序的数量和植株总分枝数是产量形成的主要构成因子^[13]。已有研究认为，氮肥作为一种重要的大量元素，对杭白菊的生长和产量有显著促进作用，可大幅增加植株叶片叶绿素含量，从而促进光合作用和干物质的积累，并显著促进植株的花芽分化^[4]；但氮肥施用过量并不利于菊花的产量和品质的同步提升^[16]。本研究结果表明，不同施氮处理对套种野菊花的鲜花及干花产量有显著影响；随着施氮量增加，其产量呈先直线上升后略下降的趋势，其中 N4 处理(135 kg/hm²)的鲜花及干花产量最高，分别为 8 838.8、2 523.8 kg/hm²；不同施氮处理间的株高和分枝数也存在显著差异，随着施氮量的增加，其株高逐渐增加。表明在本试验条件下，氮肥对套种野菊花的生长和产量有显著的促进作用，但进一步提高施氮量其增产效果不显著。N4 处理的产量最高主要得益于单株产量显著提高，其单株鲜花和干花产量分别为 33.6、11.77 g；具有较高物质生产性能，其群体叶面积指数(LAI)增长较快，叶片的 SPAD 值较高，表现出较显著

的光合物质生产能力，其总干物质积累量最高为 962.7 g/m²，比 CK 显著增加 51%，在盛花期其 LAI 比 CK 增加 122.4%，又能维持一个较高水平，其群体衰老较慢，利于光合产物向繁殖器官转移，因而利于花期群体的光合作用和生产性能提高，促进开花数增加，从而导致其鲜花产量的显著提高；同时在营养生长阶段，其有利于群体的早生快发，促进群体分枝数显著增加(31.7 个/株)，比 CK 显著增加 142.3%，为促进生殖生长(花蕾数的增加)提供了重要的物质基础和保障。

氮肥是影响药用菊花产量的主效栽培因子^[11]，对植物的干物质生产和产量形成至关重要^[10]，适宜的氮用量有利于株高、一次分枝长度、总开花数和植株干重的增加^[12]。研究表明，合理的水肥配置是保证滁菊产量和品质形成的关键^[14]；不同肥料配比中，氮肥对杭白菊的增产效应最明显，其最佳施用量为 N 378.5 kg/hm²^[15]。本研究证实施氮对套种野菊花的生长和产量有显著的促进作用，套种野菊花的最佳施氮量(N4 135 kg/hm²)与前人研究的最适宜施氮量范围较接近^[8]；施氮能促进植株对氮的吸收，并利于群体的早生和快发，导致植株叶绿素相对含量显著增加，从而促进光合作用和干物质的积累；同时显著促进植株的发芽分化，增加套种野菊花的产量。由于野菊花为浅根系，在前期氮肥施用时应少量多次兑水浇施，避免烧根，导致植株死亡，应掌握“前轻中重后控”施肥原则，由于花期时间长，应及时采收，同时加强田间管理和病虫害防治，最终获得高产。

4 结论

在“金桔-野菊花”套种模式下，施氮对野菊花的生长和产量有显著的促进作用；在本试验条件下，套种野菊花生育期内最适宜推荐施氮量为 135 kg/hm²。

参考文献 (Reference) :

- [1] 樊高洁, 李淑敏, 张珊, 徐丽华, 周佳慧, 刘文亚, 毕跃峰. 野菊花的质量标准研究[J]. 中草药, 2017, 48(19): 4073-4076. doi:10.7501/j.issn.0253-2670.2017.19.027.
FAN G J, LI S M, ZHANG S, XU L H, ZHOU J H, LIU W Y, BI Y F. Quality standard of *Chrysanthemum indicum* [J]. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 2017, 48(19): 4073-4076. doi:10.7501/j.issn.0253-2670.2017.19.027.
- [2] 虞放, 汪涛, 郭巧生, 邹庆军, 张亚静, 韩正洲, 魏民, 刘晖晖. 野菊野生抚育研究[J]. 中国中药杂志, 2019, 44(4) 636-640.

- doi:10.19540/j.cnki.cjcm.20180726.020.
- YU F,WANG T,GUO Q S,ZOU Q J,ZHANG Y J,HAN Z Z,WEI M,LIU H H.Study on wild tending of *Chrysanthemum indicum* [J]. *Chinese Journal of Traditional Chinese Medicine*,2019,44(4):636-640. doi:10.19540/j.cnki.cjcm.20180726.020.
- [3] 陶进科, 李小勇, 罗菊云, 吴秀光, 韦荣昌, 白隆华. 不同栽培方式对套种野菊花生长及产量的影响[J]. 广东农业科学, 2014, 41(8): 69-73. doi:10.16768/j.issn.1004-874X.2014.08.027.
- TAO J K,LI X Y,LUO J Y,WU X G,WEI R C,BAI L H. Effects of different cultivation methods on growth and yield of wild *Chrysanthemum* under intercropping system [J]. *Guangdong Agricultural Sciences*,2014, 41(8):69-73. doi:10.16768/j.issn.1004-874X.2014.08.027.
- [4] 刘大会, 朱端卫, 郭兰萍, 刘伟, 左天智, 金航, 杨雁. 氮肥用量对药用菊花生长及其药用品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2012, 18(1): 188-195.
- LIU D H,ZHU D W,GUO L P,LIU W,ZUO T J,JING H,YANG Y. Effect of nitrogen fertilization on growth, yield and quality of *Chrysanthemum morifolium* [J]. *Plant Nutrition and Fertilization Science*, 2012,18(1):188-195.
- [5] 祝丽香, 王建华, 毕建杰, 关近, 李金莉, 贾士军. 不同氮素用量对杭白菊养分累积、转运及产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2010, 16(4): 992-997.
- ZHU L X, WANG J H,BI J J, GUAN J,LI J L,JIA S J. Effect of N application rates on nutrients accumulation, transformation and yield of *Chrysanthemum morifolium* [J]. *Plant Nutrition and Fertilization Science*, 2010,16(4):992-997.
- [6] 张朋, 王康才, 成明超, 郭庆海, 赵杰, 赵秀梅, 李丽. 氮素形态对杭白菊生长及品质的影响[J]. 中国中药杂志, 2014, 39(17): 3263-3268. doi:10.4268/cjcm.20141710.
- ZHANG P,WANG K C,CHENG M C,GUO Q H,ZHAO J,ZHAO X M,LI L. Effects of nitrogen form on growth and quality of *Chrysanthemum morifolium* [J]. *Chinese Journal of Traditional Chinese Medicine*, 2014,39(17):3263-3268. doi:10.4268/cjcm.20141710.
- [7] 李丽, 王康才, 李柯妮, 张朋, 段云晶. 氮素营养对药用菊花氮代谢及产量品质的影响[J]. 生态学杂志, 2015, 34(12): 3348-3353. doi:10.13292/j.1000-4890.2015.0306.
- LI L, WANG K C, LI K N, ZHANG P, DUAN Y J. Effects of nitrogen nutrition form on nitrogen metabolism, yield and quality of *Chrysanthemum morifolium* [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2015,34(12):3348-3353. doi:10.13292/j.1000-4890.2015.0306.
- [8] 张建华, 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. doi:10.7501/j.issn.0253-2670.2013.11.026
- ZHANG J H, FENG B B, XU X Y. Effect of fertilization combinations of nitrogen, phosphorus, and potassium on yield and quality of flowers in *Chrysanthemum indicum* [J]. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 2013,44(11):1495-1500. doi:10.7501/j.issn.0253-2670.2013.11.026.
- [9] 张建华, 冯彬彬, 徐晓玉. 氮磷钾配合施用对野菊花内在品质的影响[J]. 河南农业科学, 2013, 42(8): 92-97.
- ZHANG J H,FENG B B,XU X Y. Effect of combined fertilization of nitrogen,phosphorus and potassium on intrinsic quality of *Chrysanthemum indicum* Flos [J]. *Journal of Henan Agricultural Science*, 2013,42(8):92-97.
- [10] 陈贵, 费洪标, 陈小忠, 陆建富, 俞燕红, 缪文建, 缪悦啸, 张红梅, 沈亚强, 程旺大. 桐乡杭白菊不同生育期氮磷钾吸收利用特性[J]. 浙江农业科学, 2017, 58(11): 1976-1981. doi:10.16178/j.issn.0528-9017.20171134.
- CHEN G, FEI H B, CHENG X Z, LU J F,YU Y H, MIAO W J, MIAO Y X,ZHANG H M,SHENG Y Q,CHENG W D.Characteristics of nitrogen, phosphorus, potassium absorption and utilization in different growth stages of *Chrysanthemum morifolium* in Tongxiang [J]. *Zhejiang Agricultural Sciences*,2017,58(11):1976-1981. doi:10.16178/j.issn.0528-9017.20171134.
- [11] 周可金, 章力干, 张俊霞, 马成泽. 种植密度和氮磷钾肥对药用菊花的产量及光合效率的影响[J]. 土壤, 2010, 42(4): 579-583. doi:10.13758/j.cnki.tr.2010.04.023.
- ZHOU K J, ZHANG L G, ZHANG J X, MA C Z. Effects of nitrogen, phosphorus, potassium and density on yield and photosynthetic efficiency of *Chrysanthemum morifolium* Ramat [J]. *Soils*,2010, 42(4): 579-583. doi:10.13758/j.cnki.tr.2010.04.023.
- [12] 蒋志平, 鲁剑巍, 张文君, 戴志刚. 菊花氮钾肥效及配方筛选研究[J]. 中国农学通报, 2010, 26(10): 182-186.
- JIANG Z P, LU J W, ZHANG W J, DAI Z G. Studies on N and K fertilization effect and fertilizer formula screen for *Dendranthema morifolium* (Ramat.) Tzvel [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2010,26(10):182-186.
- [13] 徐雷, 刘常丽. 陈科力. 药用菊花不同繁殖方法的产量比较及其构成因子研究[J]. 时珍国医国药, 2013, 24(11): 2792-2793.
- XU L, LIU C L, CHEN K L. Medicinal *Chrysanthemum morifolium* yield comparison of different reproduction methods and study on the component factors of yield [J]. *Lishizhen Medicine and Materia Medica Research*,2013,24(11):2792-2793.
- [14] 李孝良, 程婷婷, 方鸿祥, 汪建飞, 谢越. 水氮耦合对滁菊产量和品质的影响[J]. 水土保持通报, 2014, 34(2): 111-115. doi:10.13961/j.cnki.stbctb.2014.02.024.
- LI X L,CHENG T T,FANG H X, WANG J F,XIE Y. Effect of water and nitrogen fertilizer coupling on yield and quality of Chuzhou *Chrysanthemum morifolium* [J]. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2014,34(2):111-115. doi:10.13961/j.cnki.stbctb.2014.02.024.
- [15] 王永慧, 陈建平, 张粤, 蔡立旺, 王海洋. 基于“3414”方案的杭白菊施肥效应研究[J]. 江西农业学报, 2013, 25(4): 88-90. doi:10.19386/j.cnki.jxnx.2013.04.026.
- WANG Y H, CHEN J P, ZHANG E, CAI L W, WANG H Y. Fertilization effect on *Chrysanthemum morifolium* based on “3414” project [J]. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 2013, 25(4): 88-90. doi:10.19386/j.cnki.jxnx.2013.04.026.
- [16] 郭芸晖, 于媛媛, 温立柱, 孙翠慧, 孙宪芝, 王文莉, 孙霞, 郑成淑. 硝态氮影响菊花根系形态结构变化的分子基础[J]. 中国农业科学, 2017, 50(9): 1684-1693. doi:10.3864/j.issn.0578-1752.2017.09.014.
- GUO Y H, YU Y Y, WEN L Z, SUN C H, SUN X Z, WANG W L, SUN X, ZHENG C S. Molecular basis of the effects of nitrate signal on root morphological structure changes of *Chrysanthemum* [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2017,50(9):1684-1693. doi:10.3864/j.issn.0578-1752.2017.09.014.

(责任编辑 白雪娜)