

# 野菊干物质积累及氮磷钾吸收特性研究

魏 民<sup>1,2</sup>, 韩正洲<sup>2</sup>, 郭玉海<sup>1\*</sup>

(1. 中国农业大学农学与生物技术学院, 北京 100193; 2. 华润三九医药股份有限公司, 广东 深圳 518110)

**摘要:**通过田间试验和采样分析, 研究野菊不同生育期植株干物质和氮、磷、钾吸收量, 探讨野菊干物质积累和氮、磷、钾吸收与分配特点。结果表明: (1) 野菊干物质积累量随生育进程不断增加, 整体呈“慢-快-慢”变化, 至开花期, 花干物质积累量增加 17.78%, 各部位干物质积累量占全株干物质总量比例为茎>叶>花>根; (2) 野菊营养生长期氮和磷吸收速率较高, 钾吸收速率较低, 现蕾开花后氮和磷吸收放缓, 钾吸收速率和积累速率不断升高; (3) 野菊全生育期根、茎、叶中氮、磷、钾均先增加后降低, 峰值集中在分枝末期和现蕾期(9~10月), 而花/蕾中氮、磷、钾积累量不断增加。分枝期至现蕾期为野菊植株生长发育关键时期, 期间需注意水肥调控, 以促进植株顶端现蕾与干物质积累。

**关键词:**野菊; 干物质; 氮; 磷; 钾

中图分类号: S682.1<sup>1</sup>

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2023)04-0039-05

## Dry Matter Accumulation and Absorption and Distribution of N, P, K of *Chrysanthemum indicum*

WEI Min<sup>1,2</sup>, HAN Zhengzhou<sup>2</sup>, GUO Yuhai<sup>1\*</sup>

(1. College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193; 2. China Resources Sanjiu Medical & Pharmaceutical Co., Ltd., Shenzhen 518110, China)

**Abstract:** Through field experiments and sampling analysis, the dry matter accumulation and nitrogen, phosphorus, and potassium uptake of different growth stages of wild chrysanthemum indicum plants were studied to explore the characteristics of dry matter accumulation and nitrogen, phosphorus, potassium uptake and distribution in wild *C. indicum*. The results showed that: (1) The dry matter accumulation of *C. indicum* increased with the growth process, and showed a trend of "slow-fast-slow". At the flowering stage, the dry matter accumulation of flowers increased by 17.78%. The proportion of dry matter accumulation of each part in the total dry matter of the whole plant was stem > leaf > flower > root. (2) In the vegetative growth stage, the absorption rate of N and P was higher, but the absorption rate of K was lower. After flowering, the absorption rate of N and P slowed down, and the absorption rate and accumulation rate of K increased. (3) In the whole growth period, the accumulation rule of N, P and K in the vegetative parts (roots, stems and leaves) of *C. indicum* was the same, which increased first and then decreased. The peak appeared at the end of branching period and budding period (from September to October). The accumulation of N, P and K in flower / bud increased continuously. The period from branching to budding is the key period for the growth and development of *C. indicum*, and water and fertilizer management should be emphasized during this period to promote bud formation at the top of the plant and dry matter accumulation.

**Key words:** *Chrysanthemum indicum*; Dry matter; Nitrogen; Phosphorus; Kalium

野菊 (*Chrysanthemum indicum* L.) 为菊科菊属多年生宿根草本植物, 又名“苦蕒”“路边黄”等, 广布东北、华北、华中、华南及西南各地<sup>[1]</sup>。其干

燥头状花序野菊花 (*Chrysanthemi Indici Flos*) 为常用中药材, 富含黄酮类、酚酸类、挥发油等物质<sup>[2-3]</sup>, 性凉, 味苦、辛, 归肺、肝经<sup>[4]</sup>, 具有抗菌消炎、抗病毒等多种药理作用<sup>[5-6]</sup>。

野菊为广布种, 野生资源丰富。近年来随市场需求量与日俱增, 部分区域已开展规模化、规范化野菊人工栽培。张建海等<sup>[7]</sup>研究了氮、磷、钾配施效应模型及对野菊花产量和质量的影响, 李

收稿日期: 2022-04-26

基金项目: 深圳市龙华区科技创新专项资金项目(708027617005)

作者简介: 魏 民(1988-), 男, 农艺师, 硕士, 主要从事药用植物栽培研究。

通讯作者: 郭玉海, 男, 博士, 教授, E-mail: yhguo@cau.edu.cn

小勇等<sup>[8]</sup>研究了不同施氮水平对套种野菊生长和产量的影响,但未对决定野菊产量高低的干物质向各部位的分配比例进行研究。矿质元素对植物的生长有着广泛的影响<sup>[9-11]</sup>,而氮、磷、钾吸收分配规律是作物科学施肥的重要依据,邹庆军等<sup>[12]</sup>研究了氮、磷、钾调控对野菊药用部位性状及活性成分含量的影响,崔旭盛等<sup>[13]</sup>运用 ICP-AES 技术分析了野菊不同部位矿质元素含量,但未对野菊氮磷钾吸收特性开展研究,而不同作物氮、磷、钾吸收分配存在较大差异<sup>[14-16]</sup>。

近年来与野菊花相关的研究主要集中在化学成分、药理药效方面<sup>[17-18]</sup>,对野菊干物质积累及营

养元素吸收分配特征等方面研究鲜见报道。本研究通过大田试验,研究野菊营养元素氮磷钾吸收、积累、转运规律,并对野菊干物质生产与营养元素积累关系进行探讨,以期为野菊科学施肥技术建立提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地设在湖北阳新野菊花 GAP 基地,试验地海拔 100 m,年均气温 16.8 °C,无霜期 263 d,年均日照时数 1 897.1 h,年均降雨量 1 389.6 mm;土壤为红壤,土壤基本理化性状见表 1。

表 1 试验地土壤基本理化性状

土壤类型	pH	有机质(%)	全氮(%)	有效磷(mg/kg)	速效钾(mg/kg)
红壤	5.83	1.51	0.10	6.54	141.24

### 1.2 供试材料

供试材料为野菊,经中国农业大学郭玉海教授鉴定为菊科植物野菊(*Chrysanthemum indicum* L.),试验于 2013 年 3~11 月进行,移栽密度为 6.25 万株/hm<sup>2</sup>,移栽前基施复合肥(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=15:8:10)50 kg/667 m<sup>2</sup>,7 月追施复合肥 50 kg/667 m<sup>2</sup>,常规管理。

### 1.3 测定指标和方法

#### 1.3.1 干物质质量

分别于野菊生长 5、7、9、10、11 月取样,每次 5 株,重复 3 次,105 °C 杀青 20 min,80 °C 烘干至恒重后,测定根、茎、叶、花(蕾)干重,以采样株数折算单株干物质积累量,粉碎后过 60 目筛,备用。

#### 1.3.2 氮磷钾测定

精密称取样品 0.5 g,经 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 消煮后,分别以凯氏定氮法测全氮、钼锑抗比色法测全磷、火焰光度计法测全钾含量<sup>[19]</sup>。

### 1.4 数据分析

采用 Excel 2010 和 Origin 2019 进行数据分析及绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 野菊干物质积累及分配特征

由表 2 可知,整个生育期内野菊植株干物质积累量不断增加,不同时期干物质积累量不同,不同部位干物质积累量亦不相同。苗期(3~5 月)植株各部位及全株的干物质质量与积累量均较小,占全生育期植株干物质积累量 13.63%;进入旺盛生长期(分枝期),植株干物质质量开始迅速积累,此时期以地上部茎、叶积累为主,占全生育期干物质积累量 54.77%;至 9 月下旬,野菊由营养生长转向生殖生长,主枝顶部出现花蕾(现蕾期),此时茎、叶干物质积累量趋于稳定,花(蕾)干物质积累量迅速增加,至开花期花(蕾)干物质积累量

表 2 不同生育时期单株野菊各部位干物质重变化

生育时期	取样时间(月/日)	干重(g/株)				
		根	茎	叶	花/蕾	全株
苗期	5/1	2.79±0.15	4.06±0.24	3.13±0.12	-	9.98
分枝期	7/1	4.28±0.15	9.82±0.23	7.67±0.08	-	21.76
分枝期	9/1	7.05±0.22	23.17±0.36	19.86±0.19	-	50.08
现蕾期	10/1	9.76±0.36	26.62±0.41	21.09±0.22	2.08±0.13	59.55
开花期	11/1	11.19±0.28	27.01±0.35	21.99±0.06	13.02±0.21	73.21

增加 17.78%,野菊植株干重达 73.21 g/株。

野菊不同生育时期各部位干物质分配比率不同(图 1)。苗期干物质积累量较低;分枝期植株生长旺盛,叶和茎中干物质分配比率逐渐增加,

根中干物质分配比率逐渐减少,移栽后 150 d 茎中干物质分配比最高,达 46.26%,植株出现花蕾进入生殖生长,茎中干物质分配比率开始下降,花中干物质分配比率开始上升,至开花期野菊各

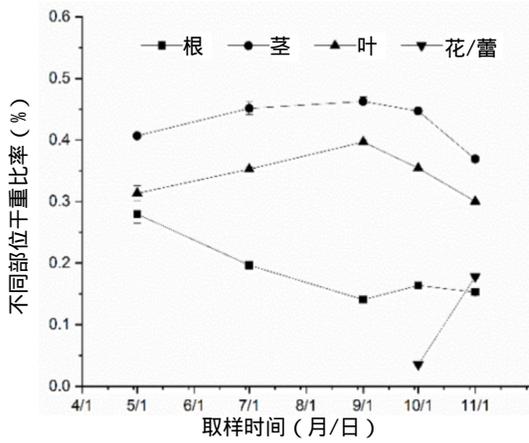
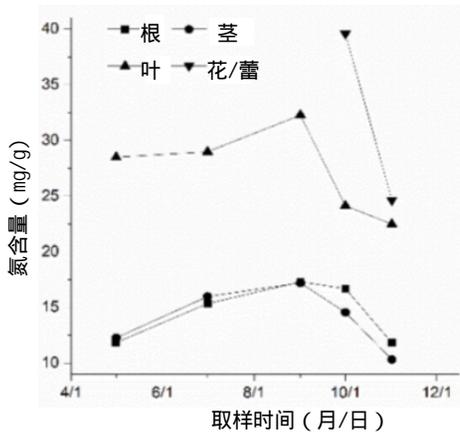


图1 野菊各部位干物质积累比率



部位干物质积累量占全株干物质总量比例为茎>叶>花>根。

### 2.2 野菊不同部位氮积累规律

由图2可知,野菊不同部位氮含量表现出相似规律,随着生长,植株不同部位氮含量逐次不断增加并于分枝期(9月1日)达到峰值后迅速降低。在营养生长阶段,野菊不同部位氮含量逐渐增加,根中氮含量从11.85 mg/g提高到17.30 mg/g,茎中氮含量从12.27 mg/g增加到17.21 mg/g,叶中氮含量从27.49 mg/g增加到32.27 mg/g;转入生殖生长后,各部位氮含量迅速降低,其中花/蕾氮含量从39.60 mg/g迅速降低到24.64 mg/g。营养器官

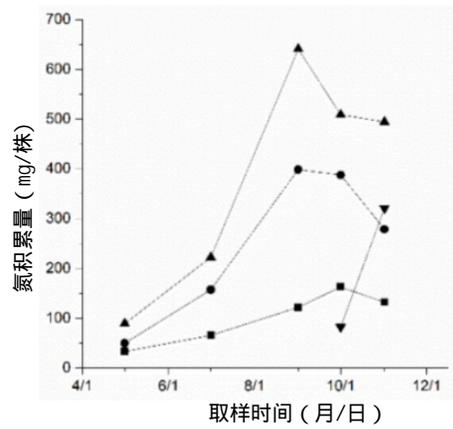


图2 不同生育时期野菊各部位氮含量和积累量动态

(根、茎、叶)中氮积累规律与其氮含量规律表现一致,均为先增加后降低,略有不同的是根中氮积累量峰值有所延后出现在现蕾期。而花/蕾中氮积累量则在转入生殖生长后不断增加,从82.36 mg/株增加到320.80 mg/株。说明转入生殖生长后,营养物质从营养器官不断转移至生殖器官。

### 2.3 野菊不同部位磷积累规律

如图3所示,在生长初期,野菊植株根部磷含

量随生长发育进程推进不断增加,在现蕾期达到峰值后降低,苗期(5月1日)根部磷含量为0.93 mg/g,现蕾期增加到1.60 mg/g,开花期又降低至0.83 mg/g;茎中磷含量峰值出现在分枝初期,为1.73 mg/g,之后逐渐降低,开花期降至0.58 mg/g;叶中磷含量在营养生长阶段略有起伏但基本维持在1.70 mg/g以上,转入生殖生长后迅速降低,开花期已降低至0.98 mg/g。野菊不同部位磷积累规律与氮相

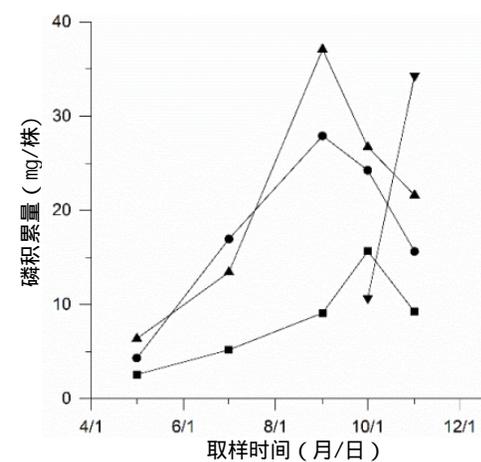
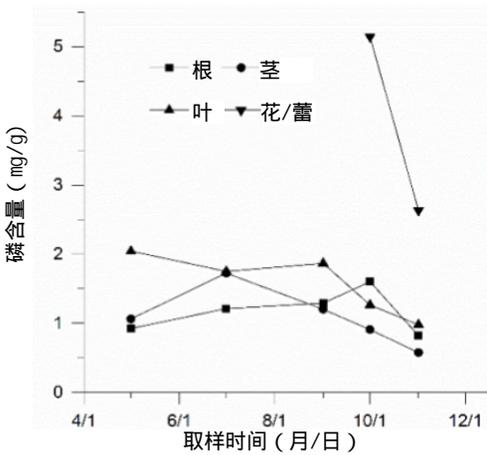


图3 不同生育时期野菊各部位磷含量和积累量动态

似,营养器官(根、茎、叶)中磷积累量均为先增高后降低。根部峰值出现在现蕾期,其积累量为15.66 mg/株;茎和叶中磷积累量最高出现在分枝期(9月1日),积累量分别为27.92 mg/株与37.11 mg/株;而花/蕾中磷积累量则从花蕾期的10.70 mg/株增加到开花期的34.32 mg/株。

### 2.4 野菊不同部位钾积累规律

由图4可知,分枝期到现蕾期,野菊根部钾含量不断增加,从15.18 mg/g增至20.06 mg/g,开花后降至16.48 mg/g;茎中钾含量在分枝期(7月1日)含量最高为18.23 mg/g,之后逐渐降低,开花期降

至13.94 mg/g;叶中钾含量先升高后降低并趋于稳定,峰值出现在分枝期(7月1日),为25.02 mg/g,进入营养生长阶段维持在16.00 mg/g。转入生殖生长后,花/蕾钾含量从现蕾期的28.56 mg/g降至21.17 mg/g。随生育进程推进野菊根中钾积累量出现先升高后降低的规律,峰值出现在现蕾期,为195.81 mg/株;茎部钾积累量表现出与根相似的规律,其峰值为406.64 mg/株,之后降低为376.42 mg/株;叶中钾积累量在现蕾期达到247.62 mg/株,之后维持在350.31 mg/株。花/蕾中钾积累量则从59.41 mg/株迅速增加到275.10 mg/株。

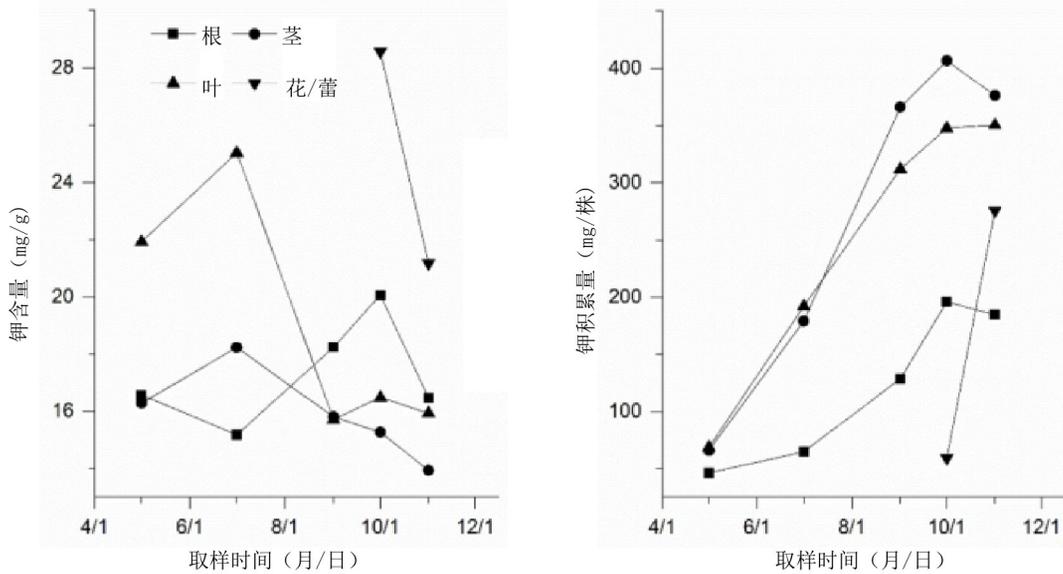


图4 不同生育时期野菊各部位钾含量和积累量动态

### 2.5 野菊不同生育时期氮、磷、钾吸收规律

不同生育时期野菊对氮、磷、钾元素吸收量不同,根据野菊不同时期氮、磷、钾的累积量,制作了累积量与取样时间的模拟方程(图5),根据模拟方程的斜率可看出野菊对氮、磷、钾的吸收速率。如图5

所示,全生育期内野菊对氮、磷的吸收速率逐渐降低,在苗期和分枝期迅速积累氮、磷,现蕾开花后则吸收放缓甚至停止吸收。对于钾的吸收则相反,在生育初期,野菊吸收钾素较缓慢,随生育时期进程,对钾的吸收速率和积累速率不断升高,直至开花期。

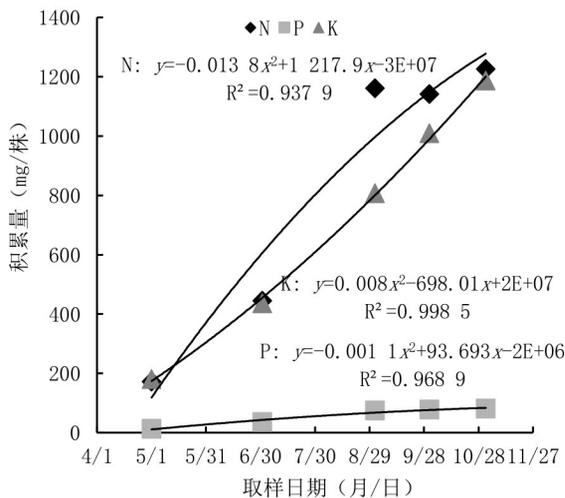


图5 野菊不同时期对氮、磷、钾的吸收积累动态

## 3 结论与讨论

### 3.1 野菊干物质积累与分配规律

干物质是作物光合作用产物最终形态,其积累、分配与转运与经济产量形成密切相关<sup>[20]</sup>。根是植物吸收营养元素和水分的基础,叶片是制造光合产物的重要部位,营养器官的构建是野菊形成产量和品质的基础。野菊全生育期内干物质积累速度整体呈现“慢-快-慢”的变化趋势。不同部位干物质积累规律也表现出不同规律。苗期野菊植株生长缓慢,干物质积累量较少,占全生育期干物质积累量的13.63%。随生育时期进程,植株进入旺盛生长阶段,野菊植株全株干物质的积累量逐渐增加,分枝期干物质积累占全生育期干

物质积累的54.77%;转入营养生长阶段,野菊干物质积累速度放缓。对野菊各部位在全株干重所占比率的研究中发现,野菊根系在全株所占比率不断降低,野菊茎和叶两个器官在苗期和分枝期干物质积累不断增加,在现蕾后趋于稳定。本研究结果表明,野菊苗期最重要的是根系生长,该阶段最重要任务是促进根系生长以保证苗齐苗壮;分枝期为野菊植株旺盛生长阶段,因此生产上此阶段需特别注意野菊根、茎、叶等部位生长发育,及时灌溉施肥,为野菊花高产优质打下基础;现蕾开花期为野菊花产量形成的关键时期,此阶段应注意防控野菊徒长,促进营养物质向花转移。

### 3.2 野菊营养元素积累与分配规律

氮、磷、钾是植物正常生长发育所需元素,参与植株大量新陈代谢活动,氮素是植物体内蛋白质、核酸和叶绿素组成成分,能促进细胞分裂和增长,增加植物叶面积。磷能促进早期根系形成和生长,提高植物适应外界环境条件能力;钾在植物代谢活跃部位和组织中分布量较高,对于保证植株代谢过程顺利进行、维持细胞渗透压、促进光合产物运输具有重要作用。氮、磷、钾等大量元素在野菊花产量和品质形成过程中起到关键作用,研究野菊氮、磷、钾的吸收、积累与分配规律,对于了解野菊需肥和合理施肥具有重要意义。本研究发现,全生育期野菊苗期和分枝期对氮和磷吸收速率最高,现蕾开花后则吸收放缓甚至停止吸收;对于钾吸收则相反,在生育初期,野菊吸收钾素较缓慢,伴随生育时期进程,对钾吸收速率和累积速率不断升高,直至开花期。野菊营养器官(根、茎、叶)中氮、磷、钾积累规律表现一致,均为先增加后降低,峰值出现的时期集中在分枝期的末期和现蕾期(9~10月),花/蕾中氮、磷、钾累积量则不断增加,说明营养元素不断从根、茎、叶中向花转移。

本研究结果表明,野菊苗期和分枝期主要以吸收氮、磷肥为主,对于野菊根系和茎、叶等营养器官生长发育具有明显促进作用,此阶段施肥应以氮、磷肥为主,钾肥为辅;现蕾开花期,野菊干物质积累放缓,氮、磷肥吸收速率下降,钾肥吸收增加,此时营养物质开始从茎、叶等部位向花中转移,应追施钾肥以促进光合产物运输。

本研究对野菊干物质积累及氮、磷、钾素吸收分配特性进行探讨,明确野菊不同生长阶段对这三种元素需求,为野菊规范化栽培提供理论依

据;但本研究未比较氮磷钾配施对野菊花产量影响,后续有必要结合测土配方施肥,建立氮磷钾配施效应模型,进一步提高肥料利用效率,保证作物持续稳定增产。

### 参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1983: 32.
- [2] 吴雪松, 许 浚, 张铁军, 等. 野菊的化学成分及质量评价研究进展[J]. 中草药, 2015, 46(3): 443-452.
- [3] 王锦越, 陈 东, 梁丽娟, 等. 野菊花的化学成分研究[J]. 中国中药杂志, 2010, 35(6): 718-721.
- [4] 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: 314-315.
- [5] 许韩婷, 苏 洁, 吴亚军, 等. 蒙花苷对脂多糖诱导的血管内皮细胞炎症损伤的影响[J]. 中药药理与临床, 2016, 32(1): 29-32.
- [6] 廖汇昌, 吴幼萍, 谢炳林, 等. 野菊花注射液液气雾化吸入联合热毒宁注射液治疗小儿疱疹性咽峡炎的临床疗效观察[J]. 数理医药学杂志, 2017, 30(4): 572-573.
- [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] 李小勇, 夏祥华, 陶进科, 等. 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.
- [9] 张福锁, 崔振岭, 王激清, 等. 中国土壤和植物养分管理现状与改进策略[J]. 植物学通报, 2007, 24(6): 687-694.
- [10] 王洪预, 崔正果, 伍舒悦, 等. 氮磷钾肥料配施对粒用高粱籽粒产量的影响[J]. 东北农业科学, 2018, 43(3): 1-4.
- [11] 伍舒悦, 吕小飞, 李文莹, 等. 氮磷钾肥料配施对松玉419产量及其构成因素的影响[J]. 东北农业科学, 2016, 41(6): 31-35.
- [12] 邹庆军, 汪 涛, 郭巧生, 等. N、P、K调控对野菊药用部位性状及活性成分含量的影响[J]. 中草药, 2019, 50(2): 535-540.
- [13] 崔旭盛, 郭玉海. ICP-AES技术分析野菊花不同器官矿质元素[J]. 光谱学与光谱分析, 2012, 32(10): 2828-2830.
- [14] 刘灵娣, 刘梦星, 孙 学, 等. 菘蓝干物质积累及氮磷钾吸收、分配动态变化规律研究[J]. 中国农业科技导报, 2017, 19(6): 39-45.
- [15] 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.
- [16] 孔丽丽, 李 前, 侯云鹏, 等. 控释氮肥不同施用位置对春玉米产量及氮素吸收利用的影响[J]. 东北农业科学, 2019, 44(4): 25-28.
- [17] 宋宏刚, 裴彩云, 赵韶华, 等. 不同产地野菊花药材中蒙花苷及总黄酮含量测定[J]. 中成药, 2008(4): 556-559.
- [18] 樊高洁, 李淑敏, 张 珊, 等. 野菊花的质量标准研究[J]. 中草药, 2017, 48(19): 4073-4076.
- [19] 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: 137.
- [20] 姚素梅, 康跃虎, 刘海军. 喷灌与地面灌溉冬小麦干物质积累、分配和运转的比较研究[J]. 干旱地区农业研究, 2008(6): 51-56.

(责任编辑:王 昱)