

磷酸二氢钾施肥量对款冬生长及产量、质量的影响

贾袭伟^{1,2}, 晋小军^{1,2*}, 李慧^{1,2}, 刘孜瀚³

(1. 甘肃省干旱生境作物学重点实验室, 甘肃兰州 730070; 2. 甘肃农业大学农学院, 甘肃兰州 730070; 3. 甘肃百草中药材种植有限公司, 甘肃榆中 730100)

摘要: 目的 研究磷酸二氢钾施肥量对款冬生长及产量、质量的影响。方法 采用单因素随机区组设计, 设置磷酸二氢钾 6 个施肥量, 分别为不施肥及 150、300、450、600、750 kg/hm², 测定地上、地下部分鲜、干重, 根茎数量, 花蕾数, 最大花蕾直径, 花蕾鲜、干产量, 浸出物、款冬酮含量。结果 施肥量为 450 kg/hm² 时, 各指标均显著优于其他施肥量, 其中花蕾数, 花蕾直径, 花蕾鲜、干产量分别比不施肥增加 53.59%、111.34%、73.12%、69.67%; 浸出物、款冬酮含量分别为 35.56%、0.152%, 分别比不施肥增加 23.56%、94.87%。结论 磷酸二氢钾对款冬的最佳施肥量为 450 kg/hm²。

关键词: 磷酸二氢钾; 施肥量; 款冬; 生长; 产量; 质量

中图分类号: R282.2

文献标志码: B

文章编号: 1001-1528(2022)01-0314-04

doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2022.01.061

款冬 *Tussilago farfara* L. 花用于治疗喘咳痰多、新久咳嗽、咳血, 入药历史悠久^[1], 在欧洲也被用来治疗呼吸道疾病^[2], 因其开放在元宵看灯时节, 又名看灯花^[3-4]。它为菊科款冬属植物, 全属仅 1 种; 梁代产区主要分布在今天的河北、甘肃等地, 与当今一致^[5], 其中陕西、山西、甘肃、青海、四川等地以栽培为主^[6-7], 而甘肃产量占全国产量的 30% 以上, 为道地药材^[8]。但长期掠夺式采挖使款冬野生资源遭到破坏^[9], 造成临床需求短缺^[10], 栽培品成为主要药用来源^[11], 近年来, 有关款冬花化学成分、提取、含量测定、药理疗效等方面的研究颇多, 但施肥报道少见, 目前主要根据药农经验进行, 主观随意性大, 肥料选择缺乏依据。因此, 本实验研究磷酸二氢钾施肥量对款冬生长、产量质量的影响, 对其规范化栽培具有重要促进作用。

1 材料与与方法

1.1 药材 无明显病虫害、无机械损伤的款冬根状茎, 购于定西市会川镇药材种子种苗市场, 由甘肃农业大学晋小军研究员鉴定为款冬 *Tussilago farfara* L。

1.2 试剂与药物 磷酸二氢钾 (P₂O₅ ≥ 52%, K₂O ≥ 34%, 河南郑耀化工产品有限公司)。款冬酮对照品 (批号 PN1106FC13, 上海源叶生物科技有限公司)。甲醇为色谱纯 (北京迪马科技有限公司); 其他试剂均为分析纯; 水为自制超纯水。

1.3 仪器 BS210S 电子分析天平 (德国赛多利斯公司); GZX-GF101-4BS-II型电热恒温鼓风干燥箱 (青岛明博环保科技有限公司)。

技有限公司); Waters 高效液相色谱仪 (美国 Waters 公司)。

1.4 试区 本实验于 2017 年至 2018 年 4 月至 10 月在甘肃省榆中县马坡乡河湾村甘肃百草中药材种植有限公司基地进行, 海拔为 2 400 m, 年平均气温为 -3~7 °C; 年降水量为 450~622 mm, 大多集中在 7 月至 9 月, 约占全年降水量的 55%; 土壤类型为黄绵土, 含有机质 17.1 g/kg, 速效氮 107.6 mg/kg, 速效磷 27.6 mg/kg, 速效钾 162.8 mg/kg, pH 7.8。

1.5 试验设计 采用单因素随机区组设计, 设置 6 个施肥量 (代号分别为 CK、A、B、C、D、E), 见表 1。播种时, 行距 30 cm, 开沟 15 cm 深, 将肥料做种肥随播种一次施入, 覆土 5 cm, 再将选好的种茎材料连续平摆于沟内, 覆土耙平, 其他田间管理措施保持一致, 小区面积为 12 m² (4 m×3 m), 重复 3 次, 小区间距 50 cm。

表 1 试验设计结果

代号	施肥量/kg	每公顷施肥量/kg
CK	0	0
A	0.18	150
B	0.36	300
C	0.54	450
D	0.72	600
E	0.90	750

1.6 指标检测

1.6.1 叶片数 统计完全成叶且叶片完整、颜色正常的叶片数量。

1.6.2 生物量 将茎叶 (地上部分)、根状茎 (地下部

收稿日期: 2020-03-15

基金项目: 甘肃省现代农业产业技术体系中药材加工与储藏岗位项目 (GARS-ZYC-2); 当归新品种引进及规范化栽培关键技术研究推广项目 (2019-HZ-817)

作者简介: 贾袭伟 (1993—), 男, 硕士生, 从事中药学研究。Tel: 17899312524, E-mail: 1959322720@qq.com

* 通信作者: 晋小军 (1965—), 男, 研究员, 从事药用植物研究。Tel: 0931-7631145, E-mail: jingxj@gsau.edu.cn

分) 洗去泥土杂质并晾干表面水分, 电子天平称定鲜重, 置于 50 °C 恒温鼓风干燥箱中烘干至恒重, 称定干重。

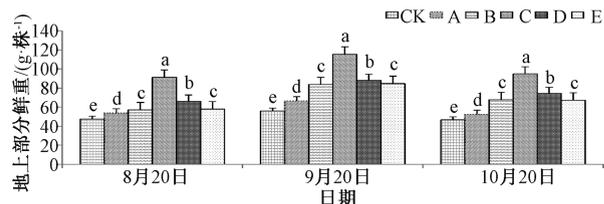
1.6.3 产量 在每个小区内采用五点法选取 5 个区域, 每个 1 m², 采挖花蕾, 称定其干、鲜重, 以 5 m² 面积的平均产量估算其每公顷产量。

1.6.4 款冬酮、浸出物含量 按照 2015 年版《中国药典》通则 0512、2201 中方法测定。

1.7 统计学分析 通过 SPSS 22.0 软件进行处理, 计量资料以 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 组间比较采用单因素方差分析。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

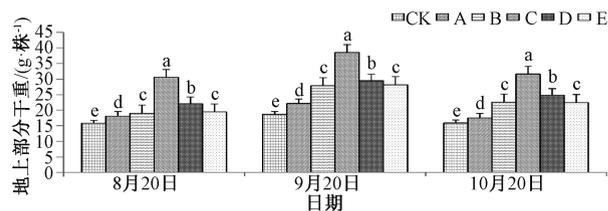
2.1 施肥量对地上部分生物量的影响 由图 1 可知, 地上部分鲜重为 0.39~115.59 g/株, 其中 8 月下旬至 10 月下旬 C 处理后最大, 分别为 91.23、115.59、94.78 g/株, 较同时期 CK 处理后分别增加 92.96%、106.23%、103.57%, 各处理方法依次为 C>D>E>B>A>CK。6 月下旬, 款冬生长进入旺盛期, 地上部分鲜重快速增加; 9 月下旬, 款冬地上部分鲜重达到全年最大值; 10 月下旬气温开始逐渐降低, 款冬生长活力下降, 叶片泛黄逐渐凋零, 地上部分开始枯萎, 地上部分鲜重逐渐减小, 呈现抛物线型变化。



注: 不同小写字母之间两两比较, 差异具有统计学意义 ($P < 0.05$); 同一小写字母之间两两比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

图 1 施肥量对地上部分鲜重的影响

由图 2 所示, 地上部分干重为 0.14~38.56 g/株, 变化趋势与鲜重一致, 其中 C 处理后最大, 各处理方法依次为 C>D>E>B>A>CK; 8 月下旬至 10 月下旬 C 处理后分别为 30.58、38.56、31.63 g/株, 较 D 处理后分别增加 38.50%、30.89%、27.54%, 较同时期 CK 处理后分别增加 93.54%、106.42%、99.31%, 表明 C 处理后能显著促进地上部分生长发育, 而且施肥过多或过少均不利于茎叶生长。

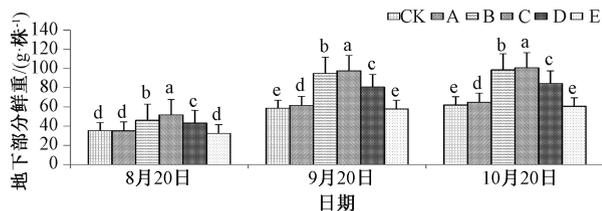


注: 不同小写字母之间两两比较, 差异具有统计学意义 ($P < 0.05$); 同一小写字母之间两两比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

图 2 施肥量对地上部分干重的影响

2.2 施肥量对地下部分生物量的影响 由图 3 可知, 地下部分鲜重为 0.67~100.73 g/株, 其中 C 处理后最大, B 处理后次之, CK 处理后最小, 各处理方法依次为 C>B>D>

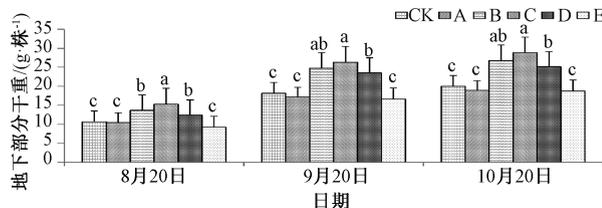
A>E>CK; 5 月下旬至 10 月下旬 C 处理后分别为 1.26、1.03、3.76、51.63、97.64、100.73 g/株, 较同时期 B 处理后分别增加 12.50%、5.10%、9.30%、12.36%、2.85%、2.31%。5 月下旬至 6 月下旬, 地上部分茎叶生长旺盛, 根部养分向上运输, 导致款冬根茎质量减少, 故 6 月下旬种茎鲜重降低; 7 月下旬开始, 地上部分茎叶生长发育趋于稳定, 进入地下部分生长阶段, 鲜重逐渐增大, 7 月至 9 月增长速度最快, 在 10 月下旬达到最大值; 9 月下旬至 10 月下旬由于气温降低等气候因素影响, 地上部分生长停止, 地下部分生长缓慢, 增长趋势趋于平稳。



注: 不同小写字母之间两两比较, 差异具有统计学意义 ($P < 0.05$); 同一小写字母之间两两比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

图 3 施肥量对地下部分鲜重的影响

由图 4 可知, 地下部分干重为 0.18~28.83 g/株, 变化趋势与鲜重一致, 同时期呈先降后升的趋势; 5 月下旬至 10 月下旬 C 处理后最大, 分别为 0.37、0.32、1.19、15.28、26.33、28.83 g/株, 较同时期 CK 处理后分别增加 48.00%、60.00%、54.55%、43.61%、45.07%、44.29%; 同时期 A、E 处理后小于 CK, 分别为 0.25、0.19、0.76、10.45、17.15、18.92 g/株及 0.25、0.18、0.73、9.23、16.63、18.77 g/株, 表明施肥量不同可明显影响地下部分生长。

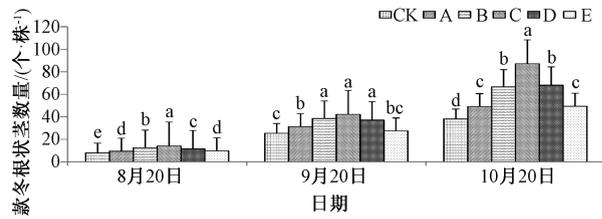


注: 不同小写字母之间两两比较, 差异具有统计学意义 ($P < 0.05$); 同一小写字母之间两两比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

图 4 施肥量对地下部分干重的影响

2.3 施肥量对根状茎数量的影响 由图 5 可知, 根状茎数量随着生育期延长而增加, 并随着施肥量增加呈先增后减的趋势, 其中 C 处理后最多, 8 月下旬至 10 月下旬分别为 13.80、41.98、86.96 个/株, 较 CK 处理后分别增加 80.63%、66.65%、148.67%; 各处理方法依次为 C>D>B>E>A>CK, 表明施肥能显著促进根状茎分生生长。

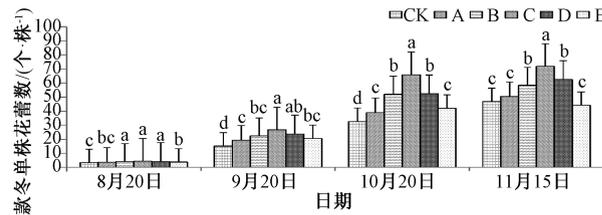
2.4 施肥量对花蕾数的影响 由图 6 可知, 花蕾数随着施肥量增加呈先增后减的趋势, 其中 C 处理后花蕾数最多, 8 月下旬为 4.45 个/株, 而同期 CK、A、B、D、E 处理后分别为 3.36、3.64、4.15、4.16、3.77 个/株, C 处理高出其他处理 32.44%、22.25%、7.23%、6.97%、18.04%; 11



注：不同小写字母之间两两比较，差异具有统计学意义 ($P < 0.05$)；同一小写字母之间两两比较，差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

图5 施肥量对根状茎数量的影响

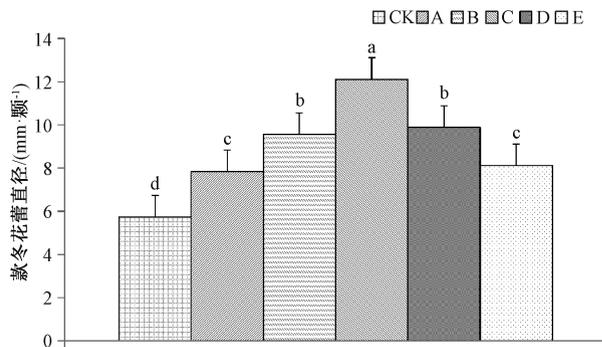
月中旬 C 处理为 71.85 个/株，较同时期 CK、A、B、D、E 处理后分别增加 53.59%、42.36%、23.09%、14.85%、62.67%；各处理方法依次为 C>D>B>A>CK>E，符合正态分布，表明试验设计合理，磷肥有促进根系和生殖生长的双重作用，故增加磷用量可提高花蕾数。



注：不同小写字母之间两两比较，差异具有统计学意义 ($P < 0.05$)；同一小写字母之间两两比较，差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

图6 施肥量对花蕾数的影响

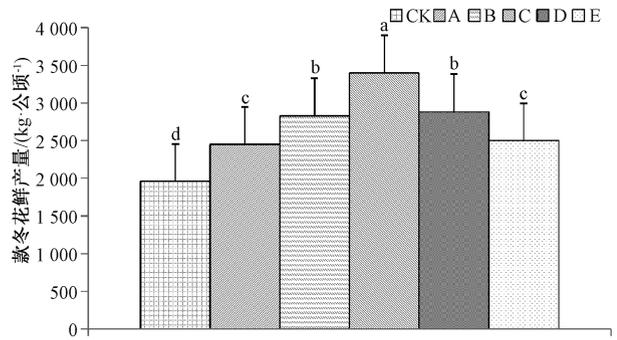
2.5 施肥量对花产量的影响 由图7可知，随着施肥量增加花蕾直径呈增加趋势，C处理后为12.11 mm，较CK、A、B、D、E处理后分别增加111.34%、38.72%、26.81%、22.45%、49.32%。由图8可知，随着施肥量增加鲜产量提高，但施肥过量则会影响产量，C处理后为3397.42 kg/hm²，较CK、D、B、E、A处理后分别增加73.12%、17.90%、20.14%、35.81%、38.72%。由图9可知，C处理后干产量最高，为1039.91 kg/hm²，较CK、D、B、E、A处理后分别增加69.67%、17.70%、19.87%、33.97%、40.96%。上述结果表明，不同施肥量对款冬花的品规格和产量有影响。



注：不同小写字母之间两两比较，差异具有统计学意义 ($P < 0.05$)；同一小写字母之间两两比较，差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

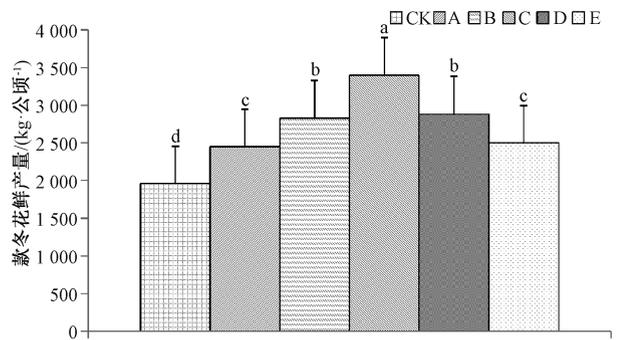
图7 施肥量对花蕾直径的影响

2.6 施肥量对质量的影响 由图10可知，款冬酮含量随



注：不同小写字母之间两两比较，差异具有统计学意义 ($P < 0.05$)；同一小写字母之间两两比较，差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

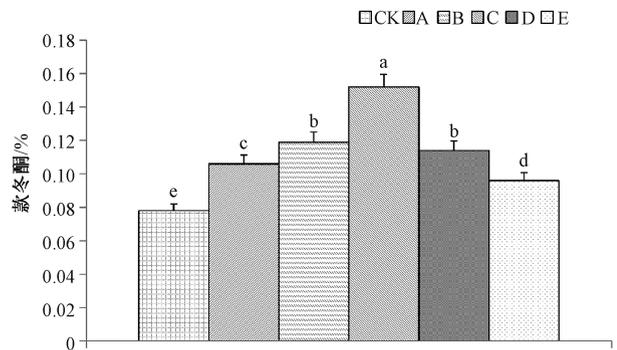
图8 施肥量对鲜产量的影响



注：不同小写字母之间两两比较，差异具有统计学意义 ($P < 0.05$)；同一小写字母之间两两比较，差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

图9 施肥量对干产量的影响

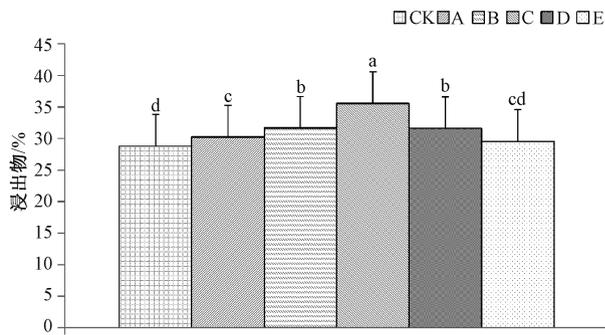
着施肥量增加呈先升后降的趋势，C处理后最高，为0.152%，较CK、A、B、D、E处理后分别增加94.87%、43.40%、27.73%、33.33%、58.33%。由图11可知，浸出物含量随着施肥量增加呈先升后降的趋势，C处理后最高，为35.56%，较CK、A、B、D、E处理后分别增加23.56%、17.51%、12.25%、12.46%、20.26%。综上所述，在不同施肥量下款冬酮、浸出物含量均符合2015年版《中国药典》标准，表明适量施用磷酸二氢钾可提高款冬品质。



注：不同小写字母之间两两比较，差异具有统计学意义 ($P < 0.05$)；同一小写字母之间两两比较，差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

图10 施肥量对款冬酮含量的影响

2.7 相关性分析 对根状茎数，花蕾数，款冬酮、浸出物含量、干产量进行相关性分析，结果见表2。由此可知，质量指标与生长指标之间均呈显著相关性 ($r > 0.900$)，表



注：不同小写字母之间两两比较，差异具有统计学意义 ($P < 0.05$)；同一小写字母之间两两比较，差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

图 11 施肥量对浸出物含量的影响

明它们可促进款冬生长，并提高花蕾产量。

表 2 质量指标与生长指标的相关性分析

指标	根状茎数	花蕾数	款冬酮含量	浸出物含量
花蕾数	0.992	—	—	—
款冬酮含量	0.969	0.914	—	—
浸出物含量	0.963	0.976	0.981	—
干产量	0.980	0.976	0.965	0.948

3 讨论

本实验发现，磷酸二氢钾能显著促进款冬植株生长并提高药材产量及品质，以 450 kg/hm^2 的施用量为最佳量，此水平下款冬酮含量为 0.152% ，浸出物含量为 35.56% ，干花蕾产量为 $1\ 039.91 \text{ kg/hm}^2$ ，花蕾平均直径可达 12.11 mm 。

在生产过程中，氮肥过量施用，易造成茎叶徒长，加重受病虫害危害，耐寒能力降低等弊端；本试验在 6 个磷酸二氢钾不同施用量水平下，探究了款冬植株生长指标的变化规律以及药材产量质量与施肥量之间的关系，施用适量的磷酸二氢钾在促进植株生长的同时，可提高其产量质量，有研究表明施用化肥可以提高作物产量的 $35\% \sim 66\%$ ^[12]，磷酸二氢钾对款冬地上、地下部分生长的促进作用与郝鹏^[13]对大叶芹的研究结果一致；款冬生长指标、产量及品质随施肥量的增加呈先增后减的趋势与刘新宇^[14]对藿香的研究结论一致；小麦种植中叶面喷施磷酸二氢钾显示出良好的肥效，可被迅速吸收、运输，供全株利用；该肥有增产、增质、抗旱、抗病虫害、耐寒抗冻、防倒伏等作用，有利于促进作物籽粒干物质积累；施用磷酸二氢钾能明显提高款冬的产量与彭锐、黄亮等^[15-16]的研究结果一

致；张兴俊^[17]研究表明氮、磷肥配施对款冬花产量有一定的影响，其中以施氮 300 kg/hm^2 、五氧化二磷 40 kg/hm^2 时花蕾数最多，鲜产量最高，较对照增产 45.16% ；本研究施用五氧化二磷 234 kg/hm^2 时，较对照增产 73.12% ，近乎前者的 1 倍，说明磷元素增产的效果更为显著。

参考文献：

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典：2015 年版一部 [S]. 北京：中国医药科技出版社，2015：333.
- [2] Xue S Y, Li Z Y, Zhi H J, et al. Metabolic fingerprinting investigation of *Tussilago farfara* L. by GC-MS and multivariate data analysis[J]. *Biochem Syst Ecol*, 2012, 41: 6-12.
- [3] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草（第 7 册）[M]. 上海：上海科学技术出版社，2009：994.
- [4] 刘毅, 王允, 万德光, 等. 款冬花本草考证[J]. 中药材, 2010, 33(4): 634-636.
- [5] 陶弘景. 本草经集注[M]. 北京：人民卫生出版社，1994：294.
- [6] 米霞. 药用植物款冬的质量评价及资源利用[D]. 太原：山西大学，2014.
- [7] 郭新. 临挑县款冬花人工栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2012(4): 53-54.
- [8] 高学敏. 中药学[M]. 北京：中国中医药出版社，2007：372.
- [9] 张志红, 高慧琴, 杨贵平, 等. 款冬花栽培技术研究[J]. 甘肃中医学院学报, 2012, 29(3): 64-66.
- [10] 丁立威. 款冬花走势分析[J]. 中国现代中药, 2010, 12(12): 44-46.
- [11] 曹容, 杨宇翔, 陈萍, 等. 甘肃款冬花栽培中存在的问题浅析[J]. 甘肃科技, 2019, 35(7): 144-145; 7.
- [12] 李尚中, 王勇, 樊廷录, 等. 旱地玉米不同覆膜方式的水温及增产效应[J]. 中国农业科学, 2010, 43(5): 922-931.
- [13] 郝鹏. 不同浓度 KH_2PO_4 对大叶芹生理指标的影响[J]. 现代农业科技, 2019, 744(10): 58-59; 61.
- [14] 刘新宇. 不同浓度磷酸二氢钾在藿香上的应用[J]. 现代农业, 2018, 510(12): 40.
- [15] 彭锐, 叶玉兰, 秦松云, 等. 施肥量对款冬生物量分配和产量品质的影响[J]. 世界科学技术, 2006, 8(6): 58-62.
- [16] 黄亮. 不同施肥处理对款冬花产量的影响[J]. 农业科技与信息, 2019, 564(7): 36-37.
- [17] 张兴俊. 氮磷肥施用量对款冬花的影响[J]. 甘肃农业科技, 2013(8): 33-35.