

姜雅爽,熊琦,杨辉,等.不同施氮量对雪菊生长及代谢产物的影响[J].江苏农业科学,2018,46(17):163-166.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.17.042

不同施氮量对雪菊生长及代谢产物的影响

姜雅爽¹,熊琦²,杨辉²,麦麦提江·奥布力艾散³,秦勇¹,余纪东¹

(1.新疆农业大学林学与园艺学院,新疆乌鲁木齐 830052;2.新疆特克斯县农业局,新疆特克斯县 835500;

3.新疆策勒县农业技术推广中心,新疆策勒县 848300)

摘要:采用盆栽试验,研究不同施氮处理对雪菊产量和代谢产物的影响,通过测定不同时期施氮量对雪菊的生长、产量、代谢产物(黄酮、绿原酸、茶多酚、总糖、氨基酸)的含量,从而分析出最适宜雪菊的施氮量。施氮水平为 6 个,氮素用量分别为 0、0.1、0.2、0.3、0.4、0.5 g/kg,分别用 N0、N1、N2、N3、N4、N5 表示,每个水平 3 次重复。结果表明:不同施氮量处理对雪菊的生长、产量和代谢产物均有一定的影响,在 N3 处理即施氮量为 0.3 g/kg 时,雪菊的生长和产量值均达到最佳,N3 处理雪菊干花产量最高,达 701.55 kg/hm²,黄酮含量为 14.42%,绿原酸的含量为 0.43%,茶多酚的含量为 11.68%;在 N2 处理即施氮量为 0.2 g/kg 时,雪菊的干花产量为 684.60 kg/hm²,总糖和氨基酸的含量值达到最高,分别为 14.83% 和 15.01%,而 N4 处理和 N5 处理表现较差。随着施氮量的增加,雪菊的产量出现先上升后下降的趋势,产量在 N3 处理时达到最高;雪菊的代谢产物在 N2 和 N3 处理时状态最佳,其余处理在雪菊植株生长、产量和代谢产物方面的表现均不突出。

关键词:雪菊;施氮量;生长;产量;代谢产物

中图分类号: S682.1⁺10.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)17-0163-03

雪菊(*Coreopsis tinctoria* Nutt.)属于菊科(Compositae)金鸡菊属(*Coreopsis* L.),在昆仑山一带民间又称清三高花,是中国西部地区广为栽培的一种植物,学名双色金鸡菊^[1]。研究发现,雪菊中富含挥发油、总皂苷、氨基酸和黄酮类物质,其中包括对降低血压、降低血脂、调节血糖、抗肿瘤与抗衰老等有关的芳香类、醇类、酚类、萜类、黄酮类、烯炔类和烷烃类等多种化合物^[2-6]。雪菊中含有营养保健功能的黄酮类、皂苷类、氨基酸类等活性成分^[7],具有抗癌、抗炎、抗病毒、抗糖尿病等药理作用^[8-10]。目前雪菊的研究主要集中于化学成分的提取分离及检测技术,以及药理作用等方面的研究。而雪菊生产上也多沿用农作物的施肥技术,不能根据植株生长发育和营养需求规律确定肥料的最佳用量、比例和施用期,这不仅影响了雪菊的产量与代谢产物,而且造成了肥料浪费和土壤的污染。氮(N)为植物生长所必需的营养元素之一,对植物的生长发育起重要作用,是叶绿素的主要成分之一,另外 N 素还直接或间接地影响氨基酸、生物碱等次生代谢产物的合成,大量研究表明氮素可以影响植物类黄酮物质的合成^[11],并以多种方式参与植物体内各种代谢过程,对增进作物生长发育、提高作物产量和品质有着明显的作用^[12]。近年来,关于施用氮肥对一些中药材生长发育、产量和品质的效应研究已有系列报道。目前,对于雪菊的研究大多是基于其药用价值而进行的关于雪菊化学成分提取、药理作用、挥发油等

营养保健价值方面的探索,但关于施用氮肥对雪菊生长和次生代谢产物的影响还少有研究。通过研究不同施氮量对雪菊生长和代谢产物的影响,探索雪菊对土壤氮素养分的正常需求,建立雪菊氮素养分调控理论和确定合理的氮肥用量,从而为科学地种植雪菊提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

雪菊试验的种子来源于新疆和田地区皮山县克里阳乡。

1.2 试验地概况

试验在新疆农业大学三坪实践教学基地进行,该基地处于中温带区,为典型的大陆性干旱气候,具有冬季寒冷、夏季炎热、昼夜温差大的特点。由于地形条件的影响,由南向北气候差异较大,南部夏季降水较多,北部沙漠性气候特征显著。该基地日照充足,年日照时数为 2 700 h;热量条件也较为充足,积温为 3 450 ℃,年平均气温 6.8 ℃,1 月平均气温为 -15.6 ℃,7 月平均气温为 24.5 ℃;年平均降水量为 190 mm,夏季降水量明显多于冬季;年无霜期为 160~190 d^[13]。

1.3 试验方法

1.3.1 试验设计 试验于 2016 年 4 月 29 日开始播种,盆栽试验采用塑料桶(上口径 22 cm,下口径 14 cm,高 20 cm),每盆装营养土 4 kg(园土:河沙:腐熟牛粪质量比为 8:1:1),土壤含碱解氮 45.21 mg/kg、速效磷 19.63 mg/kg、速效钾 82.5 mg/kg。试验处理设置 6 个氮肥水平,分别为 0、0.1、0.2、0.3、0.4、0.5 g/kg,即氮肥施用量为 0、0.4、0.8、1.2、1.6、2 g/盆,并分别用代号 N0、N1、N2、N3、N4、N5 表示,每个氮肥水平种植 20 株,3 次重复,共计 360 株。氮肥品种为硫酸铵,氮肥分基肥、分枝肥、蕾期肥,各占 40%、30%、30%。各处理氮肥分 3 次施入,底肥施 40%,剩余氮肥分别于 7 月 4

收稿日期:2017-04-01

基金项目:国家自然科学基金(编号:31360319);新疆维吾尔自治区“十三五”园艺学重点学科基金(编号:2016107583)。

作者简介:姜雅爽(1992—),女,湖北十堰人,硕士研究生,主要从事园艺作物栽培技术研究。E-mail:714741132@qq.com。

通信作者:秦勇,硕士,教授,主要从事蔬菜栽培与生理研究。

E-mail:352167610@qq.com。

和 8 月 3 日追施。

1.3.2 雪菊生长性状的测定 试验过程中分别于 7 月 15 日、7 月 30 日、8 月 15 日、8 月 30 日共进行 4 次植株性状测量,在试验地每个小区中选择 10 株长势一致的雪菊分别进行测量,先后对其测量株高(植株生长地面与最高分枝顶端间距离)、茎粗(以根茎上部 1/3 处为准)、单花花径(利用电子游标卡尺测花瓣最大直径)、叶片的 SPAD 值和雪菊的主干分枝数。花茎的测量方法是从每个小区选 10 株长势一致的进行标记,从标记的 10 株里选择开花位置相近的,每株选择 1 朵花进行测定。采用 SPAD 502 叶绿素仪测定叶片叶绿素含量,在植株上随机抽取位置相近的 10 张上部叶片测定其叶绿素值,取平均值作为植株叶绿素相对含量。

1.3.3 雪菊产量 从 7 月 2 日起至 9 月 7 日每天采摘,每天采摘的花称其鲜质量,如遇下雨则第 2 天采摘。不同处理的花朵,分别采摘保存,阴干后称其干质量,每个小区的产量以第 1 次摘花时间至最后 1 次摘花为止。

1.3.4 雪菊代谢产物的测定方法 分别对雪菊进行 5 种主要成分进行测定,在称量鲜花产量后及时将花用微波杀青,于 55 ℃烘干称质量。将制备好的雪菊花粉碎制样,过筛,保存待测。黄酮含量的测定使用亚硝酸钠-硝酸铝显色法^[14]、超声波提取法^[15];绿原酸含量的测定使用超声波提取法^[16];茶多酚含量的测定使用酒石酸亚铁比色法^[17];总糖含量的测定使用可见苯酚-浓硫酸比色法^[18];氨基酸含量的测定使用茚三酮比色法^[19]。

1.4 数据处理

本研究利用 Excel 2007 软件对数据进行整理和作图,采用 SPSS.19.0 分析软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同施氮量对雪菊生长的影响

由表 1 可知,不同的施氮量处理对雪菊的株高、茎粗、单花花茎、主干分枝数及叶片 SPAD 值具有不同的影响。N3 处理的株高值最大,为 46.13 cm,N1 处理的株高最小,为 41.23 cm;N3、N2 处理的茎粗值较大,分别为 4.05、3.70 mm,N5 处理的茎粗值最小,为 3.15 mm;N3 处理的单花花茎直径最大,为 2.83 mm,对照处理的单花花茎直径最小,为 2.60 mm;主干分枝数方面,N4 处理的值最大,为 9.33,对照 N0 处理的值最小,为 7.33;在叶片 SPAD 值方面,N3 处理最大,为 36.25,N5 处理最小,为 22.73。

表 1 不同处理雪菊生长指标比较

处理	株高 (cm)	茎粗 (mm)	单花花茎直径 (mm)	主干分枝数 (个)	叶片 SPAD 值
N0	42.78ab	3.45ab	2.60a	7.33a	29.13ab
N1	41.23bc	3.45ab	2.78a	8.33a	25.20ab
N2	43.28ab	3.70bc	2.75a	7.67a	26.25ab
N3	46.13c	4.05c	2.83a	8.67a	36.25b
N4	41.93a	3.53ab	2.76a	9.33a	27.00ab
N5	43.31ab	3.15a	2.58a	8.67a	22.73a

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。下表同。

2.2 不同施氮量对雪菊产量的影响

由表 2 可以看出,不同施氮量对雪菊产量的影响差异显著,N3 处理的雪菊干鲜质量值最高,分别为 296.17、67.88 g;N5 处理的干鲜质量值最低,分别为 141.38、35.14 g;折合总产量后,N3 处理的总鲜花产量最高,为 3 061.20 kg/hm²,总干花产量为 701.55 kg/hm²;N2 处理的总鲜花产量和总干花产量次之,分比为 2 971.35、684.60 kg/hm²;N5 处理的总鲜花产量和总干花产量最低,分别为 1 461.30、363.15 kg/hm²。

表 2 不同处理的雪菊产量比较

处理	总鲜质量 (g)	总干质量 (g)	总鲜花产量 (kg/hm ²)	总干花产量 (kg/hm ²)
N0	252.39c	58.06c	2 608.65c	600.15c
N1	246.09c	60.82c	2 543.55d	628.65d
N2	287.49d	66.24d	2 971.35e	684.60e
N3	296.17d	67.88e	3 061.20e	701.55e
N4	175.71b	42.38b	1 816.05b	438.00b
N5	141.38a	35.14a	1 461.30a	363.15a

由表 3 可以看出,不同施氮处理对雪菊的平均单株产量影响差异也很明显,在 N3 处理下,雪菊的平均单株产量鲜质量和干质量都达到最大值,分别为 24.47、5.72 g;在 N5 处理时的单株产量干质量和鲜质量最小,分别为 6.63、1.43 g。

表 3 不同处理雪菊平均单株产量

处理	鲜质量(g)	干质量(g)
N0	16.18	3.49
N1	19.09	4.15
N2	21.35	4.61
N3	24.47	5.72
N4	13.70	2.96
N5	6.63	1.43

2.3 不同施氮量对雪菊代谢产物的影响

2.3.1 不同施氮量对雪菊黄酮含量的影响 由表 4 可以看出,在 7 月 2 日至 9 月 3 日期间,4 个时间段的黄酮含量在 8.14%~14.42%之间,在 7 月 2 日至 7 月 17 日这个时间段内,N3 处理的黄酮含量呈现最大值,为 14.42%,N4 处理的黄酮含量其次,为 14.17%,N5 处理的黄酮含量最低,为 12.85%。

2.3.2 不同施氮量对雪菊绿原酸含量的影响 由表 4 可以看出,在 7 月 2 日至 9 月 3 日期间,4 个时间段的绿原酸含量在 0.32%~0.43%之间。在 8 月 19 日至 9 月 3 日的时间段内,N3 处理的绿原酸含量最高,为 0.43%,对照处理的绿原酸含量最低,为 0.32%。

2.3.3 不同施氮量对雪菊茶多酚含量的影响 由表 4 可以看出,在 7 月 2 日至 9 月 3 日期间,4 个时间段内茶多酚的含量在 7.60%~11.68%之间,在 8 月 3 日至 8 月 18 日的时间段内,N3 处理的茶多酚含量达到最高,为 11.68%,N5 处理的茶多酚含量值最低,为 9.90%;在 8 月 19 日至 9 月 3 日时间段内,N2 处理的茶多酚含量最低,为 7.60%,N3 处理的茶多酚含量最高,为 8.96%。

2.3.4 不同施氮量对雪菊总糖含量的影响 由表 4 可以看出,在 7 月 2 日至 9 月 3 日期间,4 个时间段内总糖含量在 9.44%~14.83%之间。在 7 月 18 日至 8 月 2 日期间,N2 处理的总糖含量最高,为 14.83%,对照处理的总糖含量值最

表 4 不同施氮量对雪菊代谢产物的影响

处理	采摘时间 (月-日)	各代谢产物含量(%)				
		总黄酮	绿原酸	茶多酚	总糖	氨基酸
N0	07-02-07-17	12.96 ± 1.01bc	0.40 ± 0.21ab	10.27 ± 0.77d	10.93 ± 1.41d	11.07 ± 0.76cd
	07-18-08-02	11.19 ± 1.69cd	0.41 ± 0.18ab	10.52 ± 0.88d	11.53 ± 0.53c	9.30 ± 1.84e
	08-03-08-18	8.14 ± 1.41f	0.32 ± 0.13d	11.64 ± 0.85cd	11.42 ± 1.84cd	10.36 ± 1.16d
	08-19-09-03	10.53 ± 1.51d	0.32 ± 0.25d	8.61 ± 0.37ef	9.44 ± 1.21f	5.89 ± 0.77g
N1	07-02-07-17	13.53 ± 0.64b	0.40 ± 0.08ab	9.90 ± 0.20de	11.67 ± 2.09c	10.90 ± 0.62cd
	07-18-08-02	12.65 ± 0.29c	0.37 ± 0.2c	10.94 ± 1.61c	13.65 ± 1.61b	10.43 ± 2.10d
	08-03-08-18	8.78 ± 1.42f	0.35 ± 0.15c	11.28 ± 0.96bc	10.89 ± 1.92d	10.53 ± 1.25d
	08-19-09-03	11.41 ± 1.09cd	0.35 ± 0.09c	7.72 ± 0.88f	9.75 ± 0.65f	7.61 ± 1.04ef
N2	07-02-07-17	12.90 ± 1.13bc	0.38 ± 0.05bc	10.63 ± 0.45cd	13.50 ± 2.12b	15.01 ± 0.84a
	07-18-08-02	12.00 ± 0.82c	0.42 ± 0.41ab	8.77 ± 0.31ef	14.83 ± 1.35a	13.86 ± 2.16bc
	08-03-08-18	9.39 ± 1.58ef	0.34 ± 0.24cd	10.79 ± 1.33c	12.50 ± 2.14c	9.05 ± 0.80e
	08-19-09-03	10.41 ± 1.41d	0.35 ± 0.22c	7.60 ± 0.63f	9.80 ± 0.98ef	6.96 ± 0.73f
N3	07-02-07-17	14.42 ± 0.54a	0.36 ± 0.27c	10.53 ± 0.61d	12.66 ± 0.85bc	13.92 ± 0.52bc
	07-18-08-02	12.98 ± 0.86bc	0.39 ± 0.21b	10.64 ± 1.21cd	11.88 ± 1.19c	12.03 ± 1.30c
	08-03-08-18	9.00 ± 1.57f	0.37 ± 0.33c	11.68 ± 0.50a	12.65 ± 1.48bc	10.87 ± 0.61cd
	08-19-09-03	12.56 ± 1.08c	0.43 ± 0.13a	8.96 ± 0.37e	9.68 ± 1.45f	8.37 ± 0.51f
N4	07-02-07-17	14.17 ± 0.47ab	0.41 ± 0.18ab	10.21 ± 0.39d	11.27 ± 0.65cd	14.31 ± 0.52b
	07-18-08-02	11.08 ± 1.67cd	0.37 ± 0.28c	10.10 ± 0.99de	12.95 ± 1.02bc	10.75 ± 1.13d
	08-03-08-18	9.00 ± 1.57f	0.35 ± 0.37bc	10.58 ± 0.90cd	10.74 ± 1.87d	10.01 ± 0.80de
	08-19-09-03	11.17 ± 0.61cd	0.38 ± 0.24bc	8.45 ± 0.51ef	9.88 ± 1.75ef	7.31 ± 0.99f
N5	07-02-07-17	12.85 ± 1.02bc	0.40 ± 0.11ab	10.88 ± 0.54c	11.99 ± 0.95c	12.19 ± 1.96c
	07-18-08-02	11.11 ± 1.67cd	0.41 ± 0.19ab	10.39 ± 1.12d	12.29 ± 0.72c	10.81 ± 1.51cd
	08-03-08-18	9.34 ± 0.22ef	0.37 ± 0.24c	9.90 ± 1.71de	10.29 ± 2.02de	9.19 ± 1.69e
	08-19-09-03	10.38 ± 0.68d	0.39 ± 0.18b	7.86 ± 0.93f	11.60 ± 1.06c	6.05 ± 1.37g

低,为 11.53%;在 8 月 19 日至 9 月 3 日期间,N5 处理的总糖含量最高,为 11.60%;对照处理的总糖含量最低,为 9.44%。

2.3.5 不同施氮量对雪菊氨基酸含量的影响 由表 4 可以看出,在 7 月 2 日至 9 月 3 日期间,4 个时间段内氨基酸含量在 6.05%~15.01%之间。在 7 与 2 日至 7 月 17 日时间段内,N2 处理的氨基酸含量最高,为 15.01%,N1 处理的氨基酸含量最低,为 10.90%;在 8 月 19 日至 9 月 3 日期间 N3 处理的氨基酸的含量最高,为 8.37%,N5 处理的氨基酸含量最低,为 6.05%。

3 结论与讨论

由试验结果可以看出,不同的施氮量对雪菊的生长、产量和代谢产物均存在不同程度的影响。雪菊的株高、茎粗、主干分枝数等与施氮量成正比。在雪菊的生长方面,雪菊的株高、茎粗、单花花茎随着施氮量的增加而呈现上升的趋势,并在 N3 处理时达到最大值。在雪菊的分枝数方面,不同施氮量对于雪菊的分枝数影响差异不明显。在叶片的 SPAD 值方面,随着施氮量的增加,雪菊叶片的 SPAD 值呈增加趋势,并在 N3 处理时达到最大值,随后则呈现下降的趋势。雪菊的产量随着施氮量的增加也呈现上升的趋势,并在 N3 处理时达到最大值,随后则出现下降的趋势。

本研究表明,随施氮量的增加,雪菊产量呈先升后降的趋势,N1 处理至 N3 处理的雪菊产量呈逐渐增加的趋势,且都超过对照处理,到 N3 处理时达到最高,比对照处理增加 16.10%。在雪菊的代谢产物方面,黄酮含量在 8.14%~14.42%之间,与王艳等测定的雪菊总黄酮含量 12.28%^[20]相近,其中黄酮的含量在 N3 处理时达到最大,为 14.42%;相对

于其他处理来看,N3 的黄酮含量整体高于其他处理。绿原酸的含量在 0.32%~0.43%之间,低于张艳丽等测得的绿原酸含量 0.64%^[21],绿原酸含量在 N3 处理时达到最大,为 0.43%;测得的茶多酚含量在 7.60%~11.68%之间,雪菊的茶多酚含量在 N3 处理时达到最大,为 11.68%,且 N3 处理的茶多酚含量整体也高于其他处理水平;总糖含量在 9.44%~14.83%之间,与阿赛古丽等测得的雪菊可溶性总糖含量在 11%左右^[22]相似,总糖含量在 N2 处理时达最大,为 14.83%;氨基酸含量在 6.05%~15.01%之间,与张辉等在不同产地测得的雪菊总氨基酸含量 6.74%~8.65%^[23]有较大的差距,雪菊的氨基酸含量在 N2 处理时最高,达 15.01%。

氮素通过影响相关结构基因与调控基因的表达来调控植物类黄酮物质的积累,总的来说,低 N 促进了类黄酮物质的积累,而高 N 则抑制其合成^[11]。但在不同植物品种和不同种类的类黄酮物质变化并不相同。由以上分析结果得出在雪菊的生产上,应注意合理施用氮肥,雪菊产量和品质表现最优为 N3 处理,即 0.3 g/kg,在 N3 处理时雪菊的产量最高,为 701.55 kg/hm²;综合比较施氮量对雪菊生长、产量和品质等因素的影响,在 N2、N3 处理时呈现最佳状态,建议雪菊生育期内氮肥用量在 0.2~0.3 g/kg 为宜。

参考文献:

- [1]李冬明. 昆仑雪菊的药学研究进展[J]. 浙江中医杂志,2012,47(10):776-777.
- [2]Mitchell J H, Garder P T, McPhail D B. Antioxidant efficacy of phytoestrogens in chemical and biological model systems[J]. Arch Biochem Biophys,1998,360(1):142.

郭其强,丹 曲,张艳福,等. 西藏桃儿七结实特性及其与主要生境因子的关系[J]. 江苏农业科学,2018,46(17):166-169.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.17.043

西藏桃儿七结实特性及其与主要生境因子的关系

郭其强^{1,2}, 丹 曲², 张艳福², 汪书丽², 池 翔²

(1. 贵州大学/贵州省森林资源与环境研究中心, 贵州贵阳 550025; 2. 西藏高原生态研究所, 西藏林芝 860000)

摘要:探讨桃儿七结实特性及其与主要环境因子的关系,可为保护野生桃儿七资源和指导人工种植提供依据。以西藏东南部10个县的野生桃儿七种群为研究对象,通过设置38块5 m×5 m固定样地监测不同桃儿七种群的结实特性,并分析其与主要环境因子的关系。结果表明:西藏桃儿七果实生长期为4月上旬到10月上旬;分布在米林县(MLZ)、工布江达县(GBS)和昌都县(CDX)种群结实数和种子千粒质量较高,而波密县(BMB)和墨脱县(MTS)较低;桃儿七种群果实生长时间越长,结果数越多,果越大,单果种子数和种子千粒质量也越高;主要环境因子中,海拔与果实生长时间、年均降水量与果实数量和种子千粒质量间呈负相关关系,而年均温度与结实特性无关;林缘和灌丛下是桃儿七种群生殖生长的适宜生境区。

关键词:西藏;桃儿七;结实特性;环境因子

中图分类号: S567.23*9.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)17-0166-04

桃儿七(*Sinopodophyllum hexandrum*)为小檗科(Berberidaceae)桃儿七属(*Sinopodophyllum*)的多年生草本植物,别称为西藏鬼臼,为国家三级保护植物。植株高20~50 cm,多须根,直立茎上着生叶片2张,叶基部心形,有3~5个深裂,边缘为粗锯齿,主要分布在喜马拉雅海拔2 700~4 500 m高山峡谷区的林下、林缘或灌丛附近^[1]。桃儿七主治祛风除湿、活血通经和抑制肿瘤等疾病^[2],主要以根、茎入

药,使得野生资源被掠夺式采挖,遭受严重破坏,导致野生种群数量日益稀少^[3]。加之藏药以果实入药,极大地影响了种群的天然繁殖能力,现处于严重濒危状态,因此被誉为“人为濒危种”^[4],也被列入《中国植物红皮书》和《中国珍稀濒危植物名录》^[5-6]。

桃儿七种子承担着种群有性生殖和分布区扩张的重要使命,也是其度过不良外界环境的重要载体^[7]。植物果实生长、种子质量与种群生境密切相关,开展桃儿七结实特性及其与生境因子的关系研究,对于揭示野生状况下种群对环境的适应性和有性生殖规律具有重要意义^[8]。近年来,学者们针对桃儿七繁殖特性^[7,9]、药用价值^[2,10-11]、组织培养^[12-13]、栽

收稿日期:2017-04-15

基金项目:国家自然科学基金(编号:31460079)。

作者简介:郭其强(1980—),男,河南信阳人,博士,副教授,研究方向为濒危物种保护。E-mail: hnguoqiqiang@126.com。

[3] 吴 瑛,王秀芳,袁守亮. 响应面分析昆仑雪菊水溶性黄酮类化合物的提取工艺[J]. 食品科学,2013,34(6):129-133.

[4] 贺 翠. 雪菊黄酮类化合物的提取、分离鉴定及其活性研究[D]. 阿拉尔:塔里木大学,2014.

[5] 陈 伟,杨英士,杨海燕. 昆仑雪菊结合型黄酮类化合物的分离与鉴定[J]. 食品科学,2014,35(11):72-78.

[6] 梁淑红,哈木拉提,庞市宾,等. 金鸡菊提取物降血压化学成分实验研究[J]. 时珍国医国药,2010,21(7):1619-1621.

[7] 费 腾,武 悦,李 倩,等. 昆仑雪菊活性成分及其在化妆品中的应用进展[J]. 中国化妆品,2015(10):70-74.

[8] 方瑞萍,唐 辉,黄 剑,等. 雪菊的药理作用及营养成分的分析方法研究进展[J]. 材料导报,2014,28(19):143-146.

[9] 明 婷,孙玉华,胡梦颖,等. 金鸡菊提取物降压及体内抗氧化作用的研究[J]. 中国实验方剂学杂志,2012,18(10):249-252.

[10] 梁淑红,庞市宾,刘晓燕,等. 金鸡菊提取物降血脂作用的研究[J]. 中国实验方剂学杂志,2010,16(8):234-235.

[11] 范 凯,胡 双,范冬梅,等. 植物类黄酮物质合成中的氮素调控[J]. 植物生理学报,2016(6):843-850.

[12] 刘 伟. 氮钾营养对抗白菊次生代谢产物调控的生理生化基础[D]. 武汉:华中农业大学,2007.

[13] 李江风. 新疆气候[M]. 北京:气象出版社,1991:15-17.

[14] 闫永红,赵 婷,林雀跃. 祁菊中总黄酮和绿原酸的测定[J]. 现代药物与临床,2008,23(6):264-266.

[15] 刘蓓蓓,陈胜璜,邹菊英,等. 酒石酸亚铁比色法测定黄鹌芽中茶多酚的含量[J]. 中南药学,2011,9(10):740-741.

[16] 杨 春,杨金笛,林 帅. 菊花、野菊花中的总糖含量测定[J]. 山西中医,2009,25(6):40-41.

[17] 刘蓓蓓,陈胜璜,邹菊英,等. 酒石酸亚铁比色法测定黄鹌芽中茶多酚的含量[J]. 中南药学,2011,9(10):740-741.

[18] 兰 卫,赵保胜,李玉清,等. 昆仑雪菊中多种成分的含量测定[J]. 中国实验方剂学杂志,2012,18(10):101-103.

[19] 邵金良,黎其万,董宝生,等. 茛三酮比色法测定茶叶中游离氨基酸总量[J]. 中国食品添加剂,2008(2):162-165.

[20] 王 艳,张彦丽,阿依吐伦·斯马义. 分光光度法测定新疆昆仑雪菊中总黄酮的含量[J]. 新疆医科大学学报,2011,34(8):817-819.

[21] 张彦丽. 新疆昆仑雪菊化学成分基础研究及其总黄酮提取工艺的筛选[D]. 乌鲁木齐:新疆医科大学,2012.

[22] 阿赛古丽. 昆仑雪菊化学成分分析和多糖的提取及活性研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2014.

[23] 远 辉,孙 蕾,杨文菊. 新疆不同产地雪菊中氨基酸的测定及分析[J]. 食品科技,2015(7):326-329.