

[文章编号] 1003—4684(2022)01-0065-06

麻城黄金菊总黄酮提取及组分测定

李可心¹, 张 玉^{1,2,3,4}, 周冉冉¹, 陈茂彬^{1,2}

(1 湖北工业大学生物工程与食品学院, 发酵工程教育部重点实验室, 湖北 武汉 430068;

2 湖北工业大学麻城产业技术研究院, 湖北 麻城 438300; 3 湖北省菊花产品质量检测中心, 湖北 麻城 438300;

4 麻城市公共检验检测中心, 湖北 麻城 438300)

[摘 要] 利用 Design-Expert8.0.5.0 软件优化麻城黄金菊总黄酮提取工艺, 使用高效液相色谱外标法对黄金菊中的芦丁、木犀草苷、木犀草素、槲皮素、紫云英苷进行定量分析。结果表明, 麻城黄金菊最优提取条件为: 超声提取温度 60 ℃, 超声提取时间 30 min, 料液比 1 : 50 (g/mL); 提取率最高为 9.01%, 且回归模型的预测值与实际值非常接近, 说明此模型准确可靠; 从麻城黄金菊中检测出芦丁、槲皮素、木犀草苷、木犀草素和紫云英苷等 5 种主要的黄酮化合物, 含量分别为 1.2604 mg/g、1.8301 mg/g、0.614mg/g、0.420 mg/g、0.2896 mg/g, 总量为 4.4141 mg/g。

[关键词] 黄金菊; 响应面; 高效液相色谱; 木犀草素; 紫云英苷

[中图分类号] R284.1 **[文献标识码]** A

菊花作为一种食用和药用同源植物, 在中国已有 2000 多年的历史。其富含黄酮类、多酚类等生物活性物质, 不仅可以改善视力, 还具有保护心血管、保护神经、保护肝脏、保护眼睛、抗氧化、抗炎、抗癌等多种生物学活性^[1-3]。湖北麻城地区盛产菊花, 麻城黄金菊因其颜色金黄灿烂、味道清新淡雅、富含生物活性物质以及较高的抗氧化活性而备受人们青睐^[4-5]。目前对于黄金菊的研究大多为香气成分、抗寒性等生理指标以及分子克隆方面^[6], 而对于黄金菊中功效性成分的研究, 特别是药食同源菊花新种质“黄金菊”的总黄酮提取及其主要成分分析研究不足。总黄酮的提取方法主要有微波提取法、酶解法、亚临界水法及热水回流法等, 如崔建强等^[7]利用微波法提取野菊花总黄酮, 提取率较低, 仅为 0.47%; 李金凤等^[8]使用亚临界水提取怀菊总黄酮, 但在提取过程中条件温度较高, 可能会对黄酮物质造成影响; 师艳秋等^[9]利用酶法提取荷叶总黄酮, 提取时间短, 提取纯度高, 但提取成本也相对较高。前期也有报道利用热水回流法提取黄金菊中总黄酮^[10], 但该方法存在水提时间过长、提取率较低等问题^[11]。而超声波提取法耗时短、能耗少, 提取率高^[12], 因此, 本实验采用超声波提取法展开进一步探索。

据报道, 菊花中的黄酮化合物有 89 种, 主要为芹菜素、金合欢素、木犀草素和香叶木素以其与葡萄

糖、葡萄糖醛酸、芸香糖、木犀草苷、紫云英苷、芦丁、槲皮素、丙二酰基半乳糖和丙二酰基葡萄糖形成的糖苷^[13]。这些化合物都具有一定的生理活性。木犀草素及其苷类木犀草苷对肿瘤坏死因子有显著的抑制作用($p < 0.01$)^[14], 紫云英苷可以抑制缺氧诱导的卵巢癌细胞增殖和侵袭^[15], 以及增加大鼠胰岛细胞的胰岛素分泌^[16]。芦丁和槲皮素在菊花中的含量也相对较高^[17-18]。为充分了解黄金菊中黄酮类化合物的种类和含量, 本文使用响应面优化法提取黄金菊总黄酮, 并使用高效液相色谱(HPLC)对黄金菊的 5 种主要黄酮类化合物进行定性定量分析, 以期对麻城地区黄金菊的深度开发提供一定的理论依据和技术参考。

1 实验材料及方法

1.1 试验材料

黄金菊购于湖北省麻城市, 粉碎粒度分别处理成 40 目、60 目、140 目以及超微粉碎(800 目), 于密封袋中 4℃ 保存, 备用。

1.2 试验试剂

无水乙醇、亚硝酸钠、硝酸铝、氢氧化钠, 分析纯, 购于国药集团化学试剂有限公司; 芦丁、木犀草苷、木犀草素、槲皮素、紫云英苷, 色谱纯, 购于武汉泰晟生物科技有限公司; 甲醇、磷酸, 色谱纯, 购于美

[收稿日期] 2021-01-23

[基金项目] “十三五”国家重点研发计划项目重点课题子课题(2016YFD0400500); 湖北省科技支撑计划项目(2015BAA154)

[第一作者] 李可心(1995—), 女, 河北唐山人, 湖北工业大学硕士研究生, 研究方向为发酵工程

[通信作者] 张 玉(1982—), 女, 河南安阳人, 工学博士, 湖北工业大学副教授, 研究方向为食品酿造技术与工程

国 Fisher 有限公司。

1.3 实验器材

TP310Z 电子天平(北京赛多利斯仪器系统有限公司);BJ-400T 拜杰多功能粉碎机(德清拜杰电器有限公司);BW-6BL 超微粉碎机(山东百顺机械有限公司);GB6003.1—1997 标准检验筛 60 目、40 目(浙江上虞市五四纱筛厂);X1R 国家统一标准筛 140 目(绍兴海特仪器有限公司);DTC-8 超声波清洗机(鼎泰(湖北)生化科技设备制造有限公司);UV-1800 紫外可见分光光度计(岛津企业管理(中国)有限公司);ZXFD-B5250 鼓风干燥箱(上海智城分析仪器制造有限公司);ZWY-2102 恒温培养振荡器(上海智城分析仪器制造有限公司);R-404A 台式高速冷冻离心机(赛默飞世尔科技公司);U3000 高效液相色谱仪(赛默飞世尔科技公司)。

1.4 方法

1.4.1 标准曲线 称量芦丁 20 mg,用甲醇溶液溶解,转移至 20 mL 容量瓶中,定容,即为 1 mg/mL 的芦丁标准溶液。

吸取上述标准芦丁溶液 0.0、1.0、2.0、3.0、4.0、5.0(mL)于 10 mL 容量瓶,依次加入 5.0、4.0、3.0、2.0、1.0、0.0(mL)甲醇溶液,取 200 μ L 于试管中,再分别加入 0.4 mL 的 5% NaNO₂溶液,摇匀并静置 6 min,0.4 mL 的 8% Al(NO₃)₃溶液,摇匀后静置 6 min,4 mL 的 5% NaOH 溶液,摇匀后静置 20 min,定容。在 512 nm 处测定吸光度,用第一管溶液作空白参照,绘制标准回归曲线。

1.4.2 菊花总黄酮的提取及含量测定 称取 1 g 指定粉碎粒度的菊花粉于 250 mL 锥形瓶中,加入 50 mL 60%的酒精提取(料液比 1:50,g/mL),将超声清洗仪设置为指定温度、时间,提取后在室温下静置 24 h,离心,3500 r/min,10 min,吸取上清液 200 μ L 于 10 mL 的试管中。按照上述方法测定吸光度,根据标准曲线计算总黄酮含量,菊花总黄酮提取率

$$\eta=\frac{50XN}{1000}\times100\%$$

式中:X 为根据标准曲线计算所得总黄酮含量,mg/mL;N 为料液比,g/mL。

1.4.3 单因素试验设计 分别以粉碎粒度(800 目、140 目、60 目、40 目)、提取温度(30℃、40℃、50℃、60℃、70℃)、提取时间(10 min、20 min、30 min、40 min、50 min)、料液比(1:30、1:40、1:50、1:60、1:70)(g/mL)为影响因素进行单因素试验,研究各个因素对总黄酮提取率的影响。

1.5 响应面试验设计

根据单因素结果分别设定 3 个因素 3 个水平,并采用响应面(Box-Behnken) 分析响应面结果。

1.6 黄酮类化合物分析

1.6.1 色谱条件 色谱柱为 Hypersil GOLD C₁₈ (5 μ m,250 mm×4.6 mm),分别尝试甲醇和 0.1%磷酸、甲醇和 0.1%甲酸、乙腈和 0.1%磷酸以及乙腈和 0.1%甲酸为流动相,最终确定甲醇为流动相 A,0.1%磷酸为流动相 B;波长 275 nm,梯度洗脱流速 1 mL/min,洗脱程序见表 1。流量 1 mL/min,柱温 30℃,进样量 20 μ L。

表 1 洗脱程序

洗脱时间/min	B/%	洗脱时间/min	B/%
0~3	90	20.1~25	20
3.1~20	20	25.1~30	90

1.6.2 标准样品溶液制备 单标的制备。分别称取 20 mg 标准品,加入 200 μ L 甲醇溶解,再将溶液转移至 10 mL 容量瓶中,用甲醇定容,即得质量浓度均为 2 mg/mL 的标准储备液。再取 100 μ L 溶于 1 mL 甲醇中,即得 200 μ g/mL 的标准溶液,使用一次性注射器将标准溶液转移至液相进样瓶,用 0.22 μ m 有机滤头过滤。

混标的制备。分别取木犀草素、木犀草苷、槲皮素、紫云英苷、芦丁标准储备液各 1 mL 于 10 mL 容量瓶中,用甲醇定容,摇匀,得到混合标准品溶液,4℃保存备用。

1.6.3 样品制备及测定 按照优化后的方法提取总黄酮,并使用上述方法进行 HPLC 分析测定。

1.6.4 方法学考察 6 个浓度级别的混合标准液按 1.6.1 方法检测。以样品浓度为横坐标,峰面积为纵坐标,得到 6 个化合物的线性回归方程。根据线性回归方程的 R²判断样品的线性关系。

精密度、稳定性、重复性加标回收率,按照周衡朴^[19]的方法并稍作修改。

1.7 数据分析方法

本实验采用 Box-Behnken 8.5 软件进行数据的分析。

2 结果与分析

2.1 标准曲线

纵坐标为吸光度(Y),横坐标为芦丁质量浓度(X/mg·mL⁻¹),得到的线性回归方程为:Y=4.3148X+0.0048,R²=0.9996,线性相关性良好。

2.1.1 粉碎粒度对总黄酮提取率的影响 该单因素实验设为 4 个处理,分别为 800 目、140 目、60 目、40 目。超声提取温度 40℃、时间 30 min、料液比

1 : 50(g/mL)。

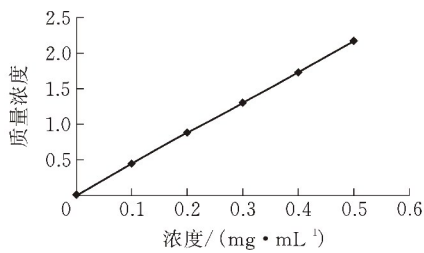


图 1 芦丁标准曲线

根据图 2 可以看出,黄金菊总黄酮含量随粉碎粒度的增大而下降,即产品粉碎越细总黄酮提取率越高。800 目组的总黄酮含量最高,40 目组的总黄酮含量最低。这可能是由于菊花粉的粒度越小,其与提取液的接触面积就越大,总黄酮的提取结果就越好。

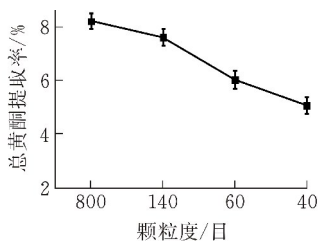


图 2 粉碎粒度对总黄酮提取率的影响

2.1.2 超声提取温度对总黄酮提取率的影响 该单因素实验在菊花的粉碎粒度为超微粉碎、超声提取的时长为 30 min、料液比为 1 : 50(g/mL)的条件下,对比不同超声提取温度对菊花总黄酮提取的影响。

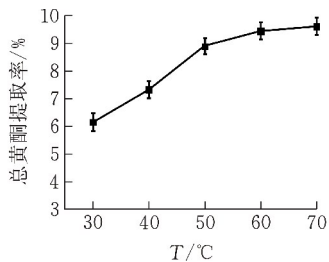


图 3 提取温度对总黄酮提取率的影响

根据图 3 的整体趋势可以知道,黄金菊总黄酮含量随着超声提取温度的升高而升高。在提取温度达到 60℃及以上时,总黄酮含量达到最高并且趋于稳定。由于温度越高能耗越大,综合考虑,选择 60℃较适宜。

2.1.3 超声提取时间对总黄酮提取率的影响 该单因素实验在菊花粉碎粒度为超微粉碎、超声提取温度为 40℃、料液比为 1 : 50(g/mL)的条件下,对比不同的超声提取时长对菊花总黄酮的提取带来的影响。

根据图 4 的整体趋势可知,黄金菊总黄酮含量随着超声提取时间的延长而升高。当超声提取时间

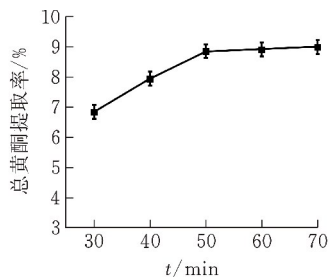


图 4 超声处理时间对总黄酮提取率的影响

达到 30 min 及以上时,菊花总黄酮含量基本达到最大且趋于稳定。考虑到能耗较大的问题,以超声处理 30 min 为宜。

2.1.4 料液比对总黄酮提取率的影响 该单因素实验在菊花粉碎粒度为超微粉碎、超声提取温度为 40℃、超声提取时间为 30 min 的条件下,对比不同料液比(g/mL)对菊花总黄酮的提取带来的影响。

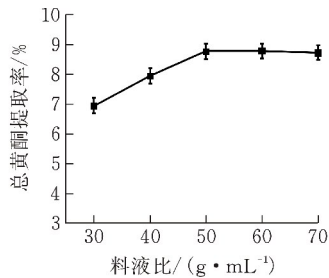


图 5 料液比对总黄酮提取率的影响

根据图 5 的整体趋势走向可知,随着提取液比例的提高,总黄酮提取率也不断升高。当料液比达到 1 : 50(g/mL)时,总黄酮含量基本达到最大且趋于稳定。可能由于在料液比为 1 : 30、1 : 40 时总黄酮已经饱和,导致总黄酮无法继续溶出,因此溶剂的增加不会进一步提高提取率^[21]。所以综合成本和提取率因素的影响,料液比为 1 : 50 (g/ mL)时最好。

2.1.5 响应面实验结果与分析 根据表 2,第 17 组处理的总黄酮提取率最高,为 9.02%;依次下来是处理 16 和处理 12,分别为 8.87%、8.81%;总黄酮数值最低的是处理 4,为 6.80%。响应面模型 F 值为 31.77, p 值 < 0.0001 ,说明模型极显著,失拟项 $p = 0.166$,表明该模型与实际的拟合度高,可以很好地反映出实验真实值;模型的一次项 C 具有极显著性,交互项 AB 、 AC 、 BC 无显著性,二次项 A^2 、 B^2 、 C^2 具有显著性,表明提取温度、提取时间和料液比均对黄金菊总黄酮提取率有显著影响,但各因素之间没有影响。三者对总黄酮提取率的影响由高到低依次为料液比>提取时间>提取温度。

对影响因素进行回归拟合得到回归方程:

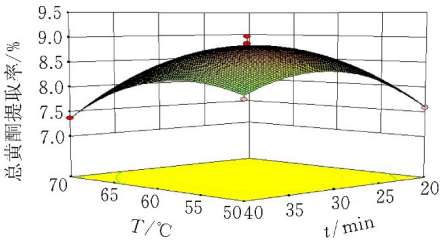
$$Y=9.04-0.37A-0.12B+2.15C-0.80AB+2.62AC+5.62BC-0.255A^2-0.62B^2+2.62C^2,R^2=0.9973$$

表明此方程拟合度较高,与实际情况高度相符。

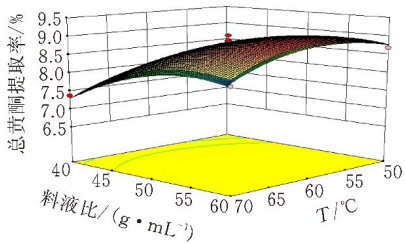
表 2 总黄酮提取工艺的响应面实验方案与结果

处理	A 提取温度/℃	B 提取时长/min	C 料液比/(g·mL ⁻¹)	总黄酮提取率/%
1	60.00	20.00	60.00	8.56
2	70.00	30.00	40.00	7.38
3	50.00	30.00	40.00	7.20
4	60.00	40.00	40.00	6.80
5	50.00	30.00	60.00	8.68
6	70.00	20.00	50.00	8.22
7	70.00	30.00	60.00	8.21
8	60.00	30.00	50.00	8.67
9	60.00	30.00	50.00	8.79
10	60.00	20.00	40.00	7.13
11	50.00	20.00	50.00	7.59
12	60.00	30.00	50.00	8.81
13	60.00	40.00	60.00	8.66
14	70.00	40.00	50.00	7.37
15	50.00	40.00	50.00	7.98
16	60.00	30.00	50.00	8.87
17	60.00	30.00	50.00	9.02

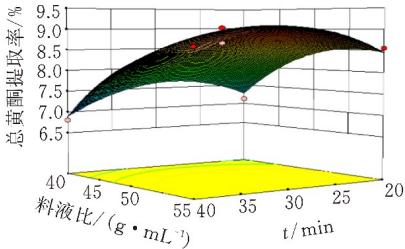
据图 6 能看出三个因素之间交互作用的强度和对响应值的影响。



(a) 提取温度与提取时间二因素响应



(b) 提取温度与料液比二因素响应



(c) 提取时间与料液比二因素响应

图 6 2 因素交互作用黄金菊总黄酮提取率响应

由图 6a 可知,提取时间和提取温度的二因素交互作用响应曲线最陡峭,说明两者的二次项对菊花总黄酮提取率影响最明显;同理可得,图 6b 中,提取

温度和料液比对总黄酮得率影响较小,曲线较平缓。从图 6c 可知,料液比曲面较陡峭,因此料液比二次项对总黄酮提取率影响较显著。响应图整体呈现倒扣的“碗状”,由此可得各因素之间交互作用不明显。

根据回归拟合方程可确定黄金菊总黄酮提取工艺条件:提取温度为 58.71℃、提取时长为 27.25 min、料液比为 1:49.91 (g/mL)。考虑到实际情况,优化工艺条件为:提取温度为 60℃、提取时间为 30 min、料液比为 1:50 (g/mL)。按照此工艺条件进行 3 次平行验证实验,最后得到黄金菊总黄酮提取率为 9.01%,与理论值偏差 0.33%,说明该方法可靠。

2.2 黄酮成分 HPLC 测定

2.2.1 HPLC 结果 各色谱峰分离效果最佳。如图 7 所示,色谱图的基线平稳,5 种化合物的分离度良好,峰形比较规范。

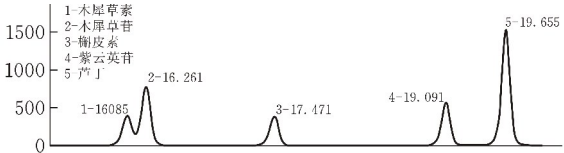


图 7 混合标准品液相色谱

2.2.2 方法学考察结果

1) 线性关系 如表 3 所示,各个化合物在线性范围内的回归方程线性关系良好。

表 3 5 种化合物的线性关系考察结果

成分	检测波长/nm	回归方程	相关系数 R ²	线性范围/(μg·mL ⁻¹)
木犀草素	275	Y=39.79X-7.91	0.9997	0~50
木犀草苷	275	Y=28.32X+8.35	0.9979	0~50
槲皮素	275	Y=0.9611X+0.6810	0.9968	0~100
紫云英苷	275	Y=4.64X-0.3873	0.9981	0~50
芦丁	275	Y=0.6653X+0.1153	0.9990	0~50

2) 精密度 低质量浓度组、中质量浓度组和高质量浓度组中木犀草素、木犀草苷、槲皮素、紫云英苷、芦丁峰面积相对标准偏差在 0.83%~4.05%之间,表明分析方法的精密度良好。

3) 稳定性 木犀草素、木犀草苷、槲皮素、紫云英苷、芦丁峰面积相对标准偏差分别为 0.44%、1.25%、2.73%、3.01%、0.54%,说明样品在 24 h 内稳定。

4) 重复性 木犀草素、木犀草苷、槲皮素、紫云英苷、芦丁峰面积 RSD 分别为 0.51%、0.77%、1.42%、1.43%、0.96%,表明该方法重复性较好。

5) 加标回收率 按照 1.6.4 中加标回收率的考察方法,计算木犀草素、木犀草苷、槲皮素、紫云英苷、芦丁的加标回收率与 RSD,结果如表 4 所示,说明此方法可靠。

表 4 回收率实验结果

化合物	样品含 量/mg	加标量/ mg	加标测 得量/mg	加标回 收率/%	相对标准 偏差/%
木犀草素	0.02	0.01	0.030	99.02	0.98
	0.02	0.02	0.039	96.54	3.46
	0.02	0.04	0.061	101.26	1.26
木犀草苷	0.01	0.01	0.019	95.89	4.11
	0.01	0.02	0.031	102.01	2.01
	0.01	0.04	0.048	96.75	3.25
槲皮素	1.83	0.05	1.819	96.76	3.24
	1.83	0.10	2.017	104.51	4.51
	1.83	0.20	2.048	100.91	0.91
紫云英苷	0.29	0.02	0.300	96.74	3.26
	0.29	0.04	0.339	102.79	2.79
	0.29	0.08	0.358	96.79	3.21
芦丁	2.26	0.05	2.355	101.96	1.96
	2.26	0.10	2.448	103.74	3.74
	2.26	0.20	2.412	98.03	1.97

5)HPLC 结果 黄金菊各化合物含量如表 5 所示。芦丁和槲皮素的含量分别为 2.2604 mg/g、1.8301 mg/g;木犀草苷的含量比木犀草素略高;紫云英苷含量为 0.2809 mg/g,为 5 种化合物中含量最低的。

表 5 黄金菊中主要黄酮化合物含量

木犀草苷(mg/g)	0.614
木犀草素(mg/g)	0.420
芦丁(mg/g)	1.2604
紫云英苷(mg/g)	0.2896
槲皮素(mg/g)	1.8301
总量(mg/g)	4.4141

3 结论

3.1 黄金菊总黄酮提取工艺研究

黄酮的提取会受到提取液类型、提取温度、提取方法等多方面因素的影响。本文采用响应面法优化黄金菊总黄酮提取工艺,得到了最佳工艺参数:超声提取温度 60℃,超声提取时间 30 min,料液比 1 : 50 (g/mL);提取率最高为 9.01%,是回流法^[9]的 1.71 倍,醇提法的 3.2 倍^[21]。提取率较高的原因可能是超声波的震荡破坏了植物细胞和细胞膜结构,促使细胞内物质加速透过细胞膜,从而提高了样品中总黄酮的提取率。

3.2 黄酮类化合物的组分分析

本研究采用高效液相色谱法(HPLC)测定黄金菊中木犀草素、木犀草苷、槲皮素、紫云英苷、芦丁 5 种黄酮类化合物,建立了精密度高、稳定性高、重复性好的 HPLC 测定方法,可作为菊花中黄酮类成分的检测方法;研究发现麻城黄金菊中芦丁和槲皮素的含量较高,分别为 0.13%、0.18%;紫云英苷为 0.029%,木犀草素、木犀草苷的含量分别为

0.042%、0.0614%,并且这些组分均具有良好的抗氧化性能,说明黄金菊具有非常高的研究和商用价值。

[参 考 文 献]

[1] CUI H, BAI M, SUN Y, et al. Antibacterial activity and mechanism of Chuzhou chrysanthemum essential oil[J]. Journal of Functional Foods, 2018,48:159-166.

[2] PAN X, XU G, ZHOU X. Inhibition effects of human gastric carcinoma SGC-7901 cells on Chrysanthemum flavonoids in vivo[J]. Procedia Engineering, 2011,18: 139-144.

[3] MALEKI S J, CRESPO J F, Cabanillas B. Anti-inflammatory effects of flavonoids[J]. Food Chemistry, 2019,299:125124.

[4] 杨璐齐, 陈冠林, 俞憬, 等. 6 种菊花抗氧化活性及总酚含量的研究[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(18): 6-10.

[5] 葛水莲, 陈建中, 刘娜, 等. 太行菊总黄酮抗氧化活性及稳定性研究[J]. 食品科技, 2019,44(10):241-245.

[6] 萨楚拉图, 白永胜. 黄金菊化学成分的气相色谱-质谱分析[J].食品研究与开发,2015,36(24):157-159.

[7] 马宏芳, 牛雪平, 赵海东. 黄金菊提取工艺的正交设计试验[J].解放军药学报,2008(1):51-53.

[8] 崔建强, 李萌萌, 孙贝贝. 响应面法优化野菊花总黄酮的微波提取工艺[J]. 化学与生物工程, 2018, 35(12):34-37.

[9] 李金凤, 刘华敏, 谷令彪, 等. 怀菊花中总黄酮的提取及其抗氧化性研究[J]. 食品工业科技, 2018,39(11): 211-218.

[10] 师艳秋, 尹春光, 王晓强, 等. 荷叶总黄酮的酶法提取工艺研究[J].济宁学院学报,2016,37(3):5-8.

[11] 贾小丽, 董艺凝, 师海荣, 等. 菊花脑花活性成分提取工艺及挥发油成分分析[J]. 赤峰学院学报(自然科学版), 2018,34(4):29-35.

[12] 李保利. 超生波法从菊花中提取黄酮的方法研究[J]. 山东化工, 2017,46(12):32-34.

[13] 张倩倩. 活性追踪法分离开封菊花抗氧化成分[D].开封:河南大学,2017.

[14] 王伟, 何平, 江小明. 木犀草素及其黄酮苷的抗炎、抗氧化作用[J].食品科学, 2020,41(17):208-215.

[15] 宋玲, 付琼. 紫云英苷通过上调 PHD2 抑制缺氧诱导的卵巢癌细胞增殖和侵袭[J]. 实用肿瘤学杂志, 2019,33(5):407-414.

[16] REY D, SULI P M, SULIS P M, et al. Astragalin augments basal calcium influx and insulin secretion in rat pancreatic islets[J]. Cell Calcium, 2019, 80.

[17] 刘汉珍, 史亚东, 俞浩, 等. 不同品种菊花中 4 种黄酮类化合物的含量测定比较研究[J]. 中药材, 2016, 39(9):

2046-2048.

[18] 王国栋,李双,李田霞.菊花中芦丁的提取及其活性研究[J].武汉职业技术学院学报,2017,16(5):103-105.

[19] 段红梅,王丹丹,洪豆,等. 复合酶法提取长白槲木根总黄酮工艺优化及抗氧化活性研究[J].食品工业科技,2020,41(12) : 174-180,206.

[20] 周衡朴,任敏霞,管家齐,等.菊花化学成分、药理作用的研究进展及质量标志物预测分析[J].中草药,2019,50(19):4785-4795.

[21] 陈婷. 正交试验法优化菊花中总黄酮的提取工艺研究[J]. 工业微生物, 2019,49(4):34-38.

Extraction and Determination of Total Flavonoids from Perennial Chamomile in Macheng

LI Kexin¹, ZHANG Yu^{1,2,3,4}, ZHOU Ranran¹, CHEN Maobin^{1,2}

(1 Key Lab of Fermentation Engineering of Ministry of Education, School of Biological Engineering and Food Science, Hubei Univ. of Tech., Wuhan 430068, China ;
2 Macheng Industrial Tech. Research Institute, Hubei Univ. of Tech., Macheng 438300, China ;
3 Hubei Chrysanthemum Product Quality Inspection Center, Macheng 438300, China ;
4 Macheng Public Inspection and Testing Center., Macheng 438300, China)

Abstract: In this study, Design Expert 8.0.5.0 software was used to optimize the extraction process of total flavonoids from Perennial Chamomile. Rutin, Luteolin, Luteoloside, Quercetin and Astragaloside in *Perennial Chamomile* were quantitatively analyzed by HPLC external standard method. The results showed that the optimal extraction conditions were as follows: ultrasonic extraction temperature 60℃, ultrasonic extraction time 30min, solid-liquid ratio 1:50 (g: mL); the highest extraction rate was 9.01%, and the predicted value of the regression model was very close to the actual value, indicating that the model was accurate and reliable; Rutin, Quercetin, Luteolin, Luteoloside and Astragaloside were detected from *Perennial Chamomile*, with the contents of 1.2604 mg/g, 1.8301mg/g, 0.614 mg/g, 0.420 mg/g and 0.2896 mg/g, respectively, and the total amount was 4.4141mg/g. This study provided technical support for the utilization and product development of flavonoids in *Chrysanthemum morifolium*.

Keywords: *Perennial Chamomile*; response surface methodology; HPLC; Luteolin; Astragaloside

[责任编辑：张 众]

(上接第 39 页)

Few-Shot Image Classification Algorithm Based on Multi-scale Channel Attention

WANG Qi, JIN Huazhong, LI Wenxuan, LI Qingqing

(School of Computer Science, Hubei Univ. of Tech., Wuhan 430068, China)

Abstract: In order to improve the accuracy of image classification, a multi-scale channel attention is introduced into Relation Network, and a new few-shot image classification algorithm is proposed. Since the multi-scale channel attention can focus on important information in the sample feature space, this method can extract richer multi-scale features of the image, and improve the classification results through relationship measurement. Experimental results show that the proposed algorithm can improve the accuracy of image classification on Mini Image Net and Omniglot data sets.

Keywords: few-shot learning; meta-Learning; relation network; attention

[责任编辑：张岩芳]