

# 微波协同双水相萃取桔梗茎总皂苷及其抗氧化活性研究

钟方丽<sup>1</sup>, 王文姣<sup>1,2</sup>, 王晓林<sup>1</sup>, 战虹和<sup>1</sup>

(1. 吉林化工学院 化学与制药工程学院, 吉林 吉林 132022; 2. 吉林大学 化学学院, 吉林 长春 130012)

**摘要:**以桔梗茎为试材,采用微波协同双水相的方法,研究了各因素对桔梗茎总皂苷萃取率的影响,并考察了桔梗茎总皂苷提取液的体外抗氧化活性。结果表明:微波协同双水相萃取桔梗茎总皂苷的最佳工艺条件为料液比 1:25 g/mL,微波功率 600 W,醇水比(mL:mL)0.77,萃取时间 7 min,硫酸铵质量浓度 0.21 g/mL,在此工艺条件下,其平均萃取率为 92.31%;桔梗茎总皂苷提取液具有一定的抗氧化能力,而且其抗氧化活性随桔梗茎总皂苷提取液质量浓度的增加而逐渐提高。

**关键词:**桔梗茎;双水相;总皂苷;抗氧化

**中图分类号:**R 284.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)07-0119-06

桔梗属桔梗科多年生草本宿根植物,多野生于山坡草丛之中,其花呈蓝紫色,花形美丽,很多地方用作观赏植物栽培于公园庭院之中,清幽淡雅,别具情趣<sup>[1]</sup>。桔梗主要以其根入药,现代研究发现桔梗具有广泛的药理作用,如祛痰镇咳、抗肿瘤、杀精、降血糖、降血脂、抗氧化、免疫调节等<sup>[2-7]</sup>。由于桔梗的药用、食用价值均很高,其需求量很大,桔梗的传统使用部位主要为根部,其茎叶多被丢弃,而桔梗茎叶较根部资源更加丰富、廉价。现有资料表明,桔梗茎叶中也含有大量的活性成分,其茎叶提取物具有明显的抗炎、祛痰活性<sup>[8]</sup>。双水相萃取是一种高效而温和的新型分离技术,具有分离条件温和、操作简便、分相时间短、易放大及能保持活性成分的生物活性等优点,广泛应用于天然产物活性成分的分离<sup>[9-12]</sup>。目前关于桔梗茎叶的研究报道较少,吉林省是我国桔梗主产区之一,为了全面开发桔梗这一药食同源的天然植物,现采用微波协同双水相对桔梗茎中的黄酮类成分进行萃取,并探索其萃取液的抗氧化能力,以期对桔梗茎的合理利用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

1.1.1 供试材料 桔梗茎购于吉林省均林中草药种植有限公司。

1.1.2 供试试剂 桔梗皂苷 D(成都曼思特生物科技有限公司);三羟甲基氨基甲烷(天津市科密欧化学试剂有限公司);香草醛(天津市光复精细化工研究所);水为重蒸馏水;石油醚、冰醋酸、高氯酸、硫酸铵、铁氰化钾、无水乙醇等均为国产分析纯试剂。

1.1.3 供试仪器 紫外可见分光光度计(TU-1810 型,北京普析通用仪器有限责任公司);常压微波辐射萃取仪(MAS-II型,上海新仪微波化学科技有限公司);电子天平(FA2004N 型,上海精密科学仪器有限公司);超声波清洗器(KQ118 型,昆山市超声仪器有限公司);电热鼓风干燥器(DHG-9076A 型,上海精密实验设备有限公司)。

### 1.2 试验方法

1.2.1 总皂苷含量测定 精密称取经 70℃减压干燥至恒重的桔梗皂苷 D 8.0 mg,置 50 mL 容量瓶中,加 70% 甲醇溶解并稀释至刻度,摇匀。精密吸取 0.60、1.50、2.40、3.30、4.20 mL 桔梗皂苷 D 对照品溶液,分别置于具塞试管中,蒸干,各加入 5% 香草醛-冰醋酸溶液(现用现配)0.2 mL 和高氯酸 0.8 mL,60℃水浴中加热 15 min 后取出,流水冷却 10 min,各加冰醋酸 5 mL,摇匀,以相应试剂作为空白对照,按照分光光度法,在 475 nm 处测定吸光度<sup>[13-14]</sup>。吸取桔梗茎提取液适量,置于具塞试管中,蒸干,按上述方法进行显色,测定其吸光度,计算提

**第一作者简介:**钟方丽(1970-),女,山东安丘人,博士,教授,现主要从事天然产物化学成分的分离与生物活性等研究工作。E-mail:fanglizhong@sina.com.

**责任作者:**王晓林(1969-),男,山东五莲人,硕士,副教授,现主要从事天然产物有效成分的提取及纯化工艺等研究工作。E-mail:wangxiaolin69@eyou.com.

**收稿日期:**2015-12-23

取液中总皂苷的含量。

1.2.2 单因素试验 醇水比对萃取效果的影响:称取脱脂的桔梗茎粉 2 g,料液比为 1:25 g/mL,硫酸铵质量浓度为 0.27 g/mL,醇水比(mL:mL)分别设定为 0.47、0.57、0.67、0.77、0.87,于微波功率 500 W 提取 5 min,过滤,滤液于分液漏斗中静置分层,上层乙醇相以相应浓度的乙醇溶液定容,下层用无水乙醇析盐,过滤后以无水乙醇定容至 50 mL,吸取上、下相溶液各适量,按 1.2.1 测定总皂苷含量,计算总皂苷萃取率<sup>[15-16]</sup>。总皂苷萃取率(%)=[ $M_{\text{上}}$ 相中总皂苷质量/( $M_{\text{上}}$ + $M_{\text{下}}$ )] $\times$ 100。其中  $M_{\text{上}}$  为上层乙醇相中总皂苷质量; $M_{\text{下}}$  为下层水相中总皂苷质量。硫酸铵质量浓度对萃取效果的影响:称取脱脂的桔梗茎粉 2 g,料液比为 1:25 g/mL,醇水比为 0.77,硫酸铵质量浓度分别为 0.15、0.21、0.27、0.33、0.39 g/mL,然后按上述计算总皂苷萃取率。微波萃取时间对萃取效果的影响:称取脱脂的桔梗茎粉 2 g,料液比为 1:25 g/mL,醇水比为 0.77,硫酸铵质量浓度为 0.21 g/mL,微波萃取时间分别为 1、5、10、15、20、25 min,然后按上述计算总皂苷萃取率。料液比对萃取效果的影响:称取脱脂的桔梗茎粉 2 g,固定醇水比为 0.77,硫酸铵质量浓度为 0.21 g/mL,料液比分别设定为 1:15、1:20、1:25、1:30、1:35、1:40 g/mL,微波功率为 500 W,微波萃取 10 min,然后按上述计算总皂苷萃取率。微波功率对萃取效果的影响:称取脱脂的桔梗茎粉 2 g,固定醇水比为 0.77,硫酸铵质量浓度为 0.21 g/mL,料液比为 1:30 g/mL,设定微波功率分别为 300、400、500、600、700、800 W,微波萃取 10 min,然后按上述计算总皂苷萃取率。

1.2.3 正交实验 通过单因素试验结果可知,料液比由 1:15 g/mL 提高到 1:25 g/mL 时,桔梗茎总皂苷萃取率由 55.32% 增加到 90.74%,继续提高料液比,总皂苷萃取率变化不大,所以在后续试验中将料液比固定为 1:25 g/mL,在正交实验中选取微波功率、醇水比、萃取时间、硫酸铵质量浓度 4 个因素进行  $L_9(3^4)$  正交设计,进一步考察各因素对桔梗茎总皂苷萃取率的影响,正交实验因素和水平见表 1。

表 1 正交实验因素与水平

Table 1 Factor and level of orthogonal experiment

水平因素 Factor and level	A 醇水比 Ratio of ethanol and water	B 微波功率 Microwave power /W	C 硫酸铵质量浓度 Mass concentration of ammonium sulfate /(g·mL <sup>-1</sup> )	D 萃取时间 Extraction time /min
1	0.72	400	0.18	7
2	0.77	500	0.21	10
3	0.82	600	0.24	13

1.2.4 工艺验证性试验 为了考察上述优选微波协同双水相萃取工艺的稳定性,称取脱脂处理后桔梗茎粉 2 g,

按优化的萃取工艺条件进行试验,即醇水比 0.82、微波萃取时间 10 min、料液比 1:25 g/mL,硫酸铵质量浓度 0.18 g/mL,微波功率 500 W,重复试验 3 次,计算总皂苷萃取率和提取率。同时吸取上层乙醇相溶液 45 mL 制成干浸膏,测定干浸膏中总皂苷的含量。总皂苷提取率(mg/g)=( $M_{\text{上}}$ + $M_{\text{下}}$ )/ $M$ 。其中  $M_{\text{上}}$  为上层乙醇相中总皂苷质量,mg; $M_{\text{下}}$  为下层水相中总皂苷质量,mg; $M$  为桔梗茎质量,g。

1.2.5 对比试验 称取脱脂处理后的桔梗茎粉 2 g,以醇水比 0.82 加入乙醇水溶液 50 mL,设定微波功率为 500 W,微波辅助提取 10 min,过滤,计算总皂苷提取率。同时吸取滤液 45 mL 制成干浸膏,测定干浸膏中总皂苷的含量。

1.2.6 体外抗氧化性试验 清除超氧阴离子自由基试验:将桔梗茎总皂苷提取液分别配制成质量浓度为 0.204、0.408、0.612、0.816、1.02、1.224 mg/mL 的供试品溶液,待用。吸取 5.6 mL Tris-HCl 缓冲液(50 mmol/L, pH 8.2)分别置于 10 mL 试管中,于 25℃ 水浴预热 20 min,分别加入 2.0 mL 不同质量浓度的桔梗茎总皂苷提取液和 3 mmol/L 邻苯三酚溶液 0.4 mL,混匀后于 25℃ 水浴中反应 4 min,加入 8 mmol/L HCl 溶液 1.0 mL 终止反应,以 Tris-HCl 缓冲液为空白,于波长 320 nm 处测其吸光度  $A_1$ ,平行测定 3 次,取平均值;其它条件不变,用同体积蒸馏水替代测定  $A_1$  试验中的桔梗茎总皂苷提取液,于 320 nm 波长处测其吸光度  $A_0$ ,平行测定 3 次,取平均值。将维生素 C 配制成质量浓度为 0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6 mg/mL 的对照液,同上操作,平行测定 3 次,取平均值。按照下式计算桔梗茎总皂苷提取液、维生素 C 溶液对超氧阴离子自由基的清除率<sup>[17]</sup>。超氧阴离子自由基的清除率(%)=[( $A_0$ - $A_1$ )/ $A_0$ ] $\times$ 100。还原力试验:分别吸取质量浓度为 3.675 mg/mL 的桔梗茎总皂苷提取液 0.3、0.6、0.9、1.2、1.5、1.8 mL,置于 10 mL 容量瓶中,分别配制成质量浓度为 0.110、0.221、0.331、0.441、0.551、0.662 mg/mL 的供试品溶液,待用。分别吸取 1.0 mL 不同质量浓度的桔梗茎总皂苷提取液,置于 10 mL 具塞试管中,加入磷酸盐缓冲溶液(0.2 mol/L, pH 6.6)2.5 mL 和 1% 铁氰化钾溶液 2.5 mL,混合均匀后将该体系置于 50℃ 恒温水浴中恒温 20 min,迅速冷却,加入 10% 的三氯乙酸溶液 1.0 mL,5 000 r/min 离心 10 min,移取 2.5 mL 上清液于另一试管中,加入 2.5 mL 蒸馏水和 0.5 mL 0.1% 三氯化铁溶液,混匀,静置 10 min,以 80% 的乙醇溶液为空白,在 700 nm 波长处测定吸光度  $A$ <sup>[18]</sup>。其它条件不变,用蒸馏水替代上步测定吸光度  $A$  试验中的桔梗茎总皂苷提取液,在 700 nm 波长处测定吸光度  $A_0$ , $A$  与  $A_0$  的差值越大表示供试品溶液的还原能力越强。将维生素 C 配制成质量浓度为 0.02、

0.04、0.06、0.08、0.10、0.12 mg/mL 的对照溶液,同上操作。按照下式计算桔梗茎总皂苷提取液、维生素 C 溶液的还原力。还原力 $=A-A_0$ 。

## 2 结果与分析

### 2.1 线性关系考察

以桔梗皂苷 D 对照品溶液的吸光度为纵坐标,质量浓度(mg/mL)为横坐标,绘制标准曲线,回归方程: $A=4.769 6C+0.003 6$ , $r=0.999 5$ 。结果表明,桔梗皂苷 D 在 0.019 2~0.134 4 mg/mL 范围内呈良好线性关系。

### 2.2 单因素试验

2.2.1 醇水比对萃取效果的影响 由图 1 可知,当醇水比在 0.47~0.87 范围内,总皂苷萃取率先随着醇水比的增大而逐渐提高,当醇水比(mL : mL)为 0.77 时萃取率达到最高值 85.19%,继续增加醇水比,萃取率开始下降。

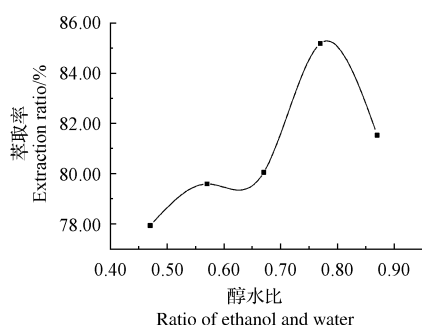


图 1 醇水比(mL : mL)对萃取效果的影响

Fig. 1 The influence of ratio of ethanol and water(mL : mL) on extraction efficiency

2.2.2 硫酸铵质量浓度对萃取效果的影响 图 2 表明,硫酸铵质量浓度由 0.15 g/mL 增加到 0.21 g/mL 时,总皂苷萃取率由 87.24% 增加到 90.50%,继续提高硫酸铵质量浓度,总皂苷萃取率由最高值 90.50% 开始逐渐降低,分析原因可能是硫酸铵质量浓度较高时,水相产生了一定的盐析效应而使萃取率开始下降。

2.2.3 微波萃取时间对萃取效果的影响 图 3 表明,随微波萃取时间的延长,总皂苷的萃取率先逐渐增大后开始降低,当萃取时间为 5 min 时,总皂苷的萃取率为 86.24%,当萃取时间延长至 10 min 时,萃取率为 90.96%,继续延长萃取时间,萃取率由 90.96% 开始逐渐下降。可能是因为萃取时间短,总皂苷溶出不完全从而导致萃取率低,而如果萃取时间过长,某些皂苷类化合物结构被破坏从而导致萃取率下降。

2.2.4 料液比对萃取效果的影响 图 4 表明,当料液比由 1 : 15 g/mL 增加到 1 : 25 g/mL 时,总皂苷的萃取率由 55.32% 提高到 90.74%,继续增加料液比,总皂苷的

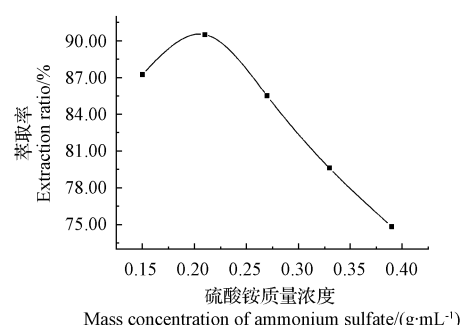


图 2 硫酸铵质量浓度对萃取效果的影响

Fig. 2 The influence of mass concentration of ammonium sulfate on extraction efficiency

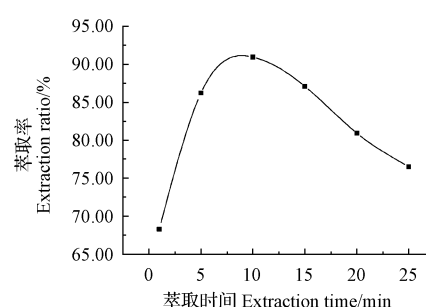


图 3 提取时间对萃取结果的影响

Fig. 3 The influence of extraction time on extraction efficiency

萃取率变化较小。分析原因可能是料液比太小,萃取不充分从而导致萃取率低;当料液比达到一定比例后,总皂苷的萃取率也达到了最高值,即使继续增加料液比,对总皂苷的萃取率影响较小。

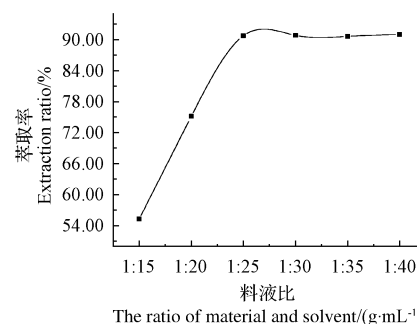


图 4 料液比对萃取效果的影响

Fig. 4 The influence of ratio of material and solvent on extraction efficiency

2.2.5 微波功率对萃取效果的影响 图 5 表明,桔梗茎总皂苷的萃取率开始时随着微波功率的增加而逐渐提高,当微波功率为 500 W 时,萃取率达到最高值 90.40%,而后萃取率随着微波功率的继续增高而逐渐下降,分析原因可能是微波功率超过一定值以后,短时间内会引起部分皂苷结构被破坏所造成的。

### 2.3 正交实验

由表 2 可知,4 种因素对桔梗茎总皂苷萃取率的影响依次为  $A>C>D>B$ ,即醇水比>硫酸铵质量浓度>萃取时间>微波功率。桔梗茎总皂苷的最佳萃取工艺条件是  $A_2B_3C_2D_1$ ,即醇水比为 0.77、微波萃取时间 7 min、料液比 1:25 g/mL,硫酸铵质量浓度为 0.21 g/mL,微波功率为 600 W。

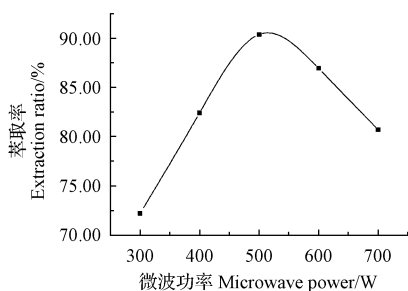


图 5 微波功率对萃取效果的影响

Fig. 5 The influence of microwave power on extraction efficiency

表 2 正交实验结果

Table 2 The experimental result of orthogonal test

试验号 Number	A	B	C	D	总皂苷萃取率 Extraction ratio of total saponins/ %
1	1	1	1	1	87.15
2	1	2	2	2	87.65
3	1	3	3	3	87.93
4	2	1	2	3	89.87
5	2	2	3	1	90.66
6	2	3	1	2	89.21
7	3	1	3	2	87.43
8	3	2	1	3	86.26
9	3	3	2	1	89.32
$K_{1j}$	87.58	88.15	87.54	89.04	
$K_{2j}$	89.91	88.19	88.95	88.10	
$K_{3j}$	87.67	88.82	88.67	88.02	
最大值	89.91	88.82	88.95	89.04	
极差 R	2.33	0.67	1.41	1.02	
优水平	$A_2$	$B_3$	$C_2$	$D_1$	

### 2.4 工艺验证性试验

3 次工艺验证试验桔梗茎总皂苷的萃取率分别为 92.31%、91.87%、92.75%，平均为 92.31%，RSD 为 1.08%；总皂苷的提取率分别为 66.55、65.59、66.38 mg/g，平均为 66.17 mg/g，RSD 为 0.77%。干浸膏中的总皂苷含量分别为 18.48%、18.40%、19.75%，平均为 18.87%，试验结果表明，经过单因素及正交实验优选的萃取工艺条件稳定，适合规模化生产。

### 2.5 对比试验

在不加入分相盐硫酸铵的条件下，按照上述提取工艺进行微波提取 3 次，同法制成干浸膏。总皂苷提取率分别为 66.31、66.92、66.05 mg/g，平均 66.43 mg/g。经含量测定可知干浸膏中的总皂苷含量分别为 9.56%、

9.39%、9.05%，平均为 9.33%。由试验结果可知，2 种方法的总皂苷提取率相差无几，但由于分相盐硫酸铵的加入，使干浸膏中的总皂苷的含量明显提高，对桔梗茎中的皂苷类成分起到了一定的富集作用。

### 2.6 体外抗氧化性试验

2.6.1 清除超氧阴离子自由基试验 图 6、7 表明，桔梗茎总皂苷萃取液和维生素 C 溶液对超氧阴离子自由基的清除率随着其质量浓度的增加而逐渐增大，当桔梗茎总皂苷萃取液质量浓度为 1.224 mg/mL 时，其对超氧阴离子自由基的清除率为 90.95%。当维生素 C 溶液质量浓度为 0.6 mg/mL 时，其对超氧阴离子自由基的清除率为 95.60%。试验结果表明，桔梗茎总皂苷萃取液对超氧阴离子自由基具有一定的清除能力，但其清除能力略低于维生素 C 溶液。

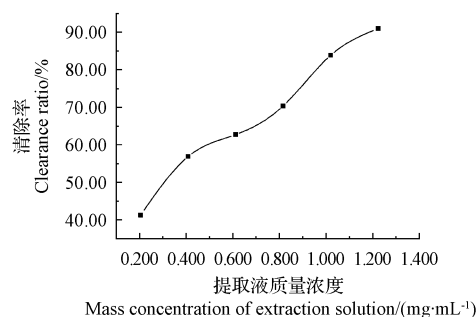


图 6 桔梗茎提取液对超氧阴离子自由基的清除率

Fig. 6 The clearance ratio of extraction solution of *Platycodon grandiflorum* stems to superoxide anion free radical

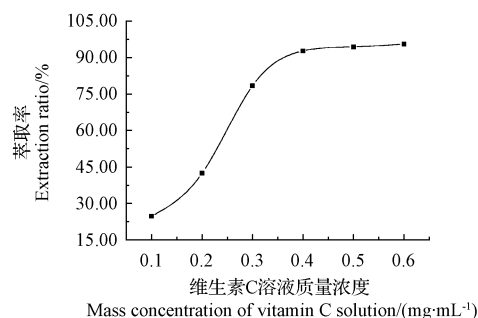


图 7 维生素 C 溶液对超氧阴离子自由基的清除率

Fig. 7 The clearance ratio of vitamin C solution to superoxide anion free radical

2.6.2 还原力试验 图 8、9 表明，桔梗茎总皂苷萃取液和维生素 C 溶液的还原力随着其质量浓度的增加而逐渐提高，当桔梗茎总皂苷萃取液质量浓度为 0.625 mg/mL 时，其还原力为 0.427。当维生素 C 溶液质量浓度为 0.12 mg/mL 时，其还原力为 0.935。试验结果表明，桔梗茎总皂苷萃取液具有一定的还原作用，但还原能力弱于维生素 C 溶液。



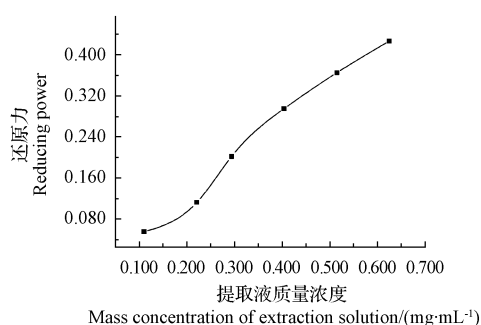


图8 桔梗茎提取液的还原力

Fig. 8 The reducing power of extraction solution of *Platycodon grandiflorum* stems

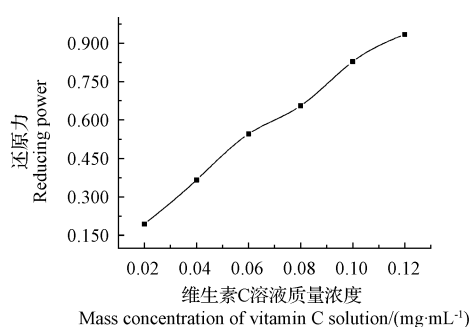


图9 维生素C溶液的还原力

Fig. 9 The reducing power of vitamin C solution

### 3 结论

通过单因素和正交实验对桔梗茎总皂苷的微波协同双水相萃取工艺进行优化,桔梗茎总皂苷的最佳萃取工艺条件是醇水比 0.77,料液比 1:25 g/mL,微波萃取时间 7 min,硫酸铵质量浓度为 0.21 g/mL,微波功率 600 W。在微波协同双水相最佳提取工艺下得到的桔梗茎提取溶液,制成干浸膏的总皂苷含量为 18.87%,而在不加入分相盐硫酸铵的微波提取条件下得到的桔梗茎提取液,制成干浸膏的总皂苷含量为 9.33%,由于分相盐的加入,干浸膏的总皂苷含量提高了 9.54 个百分点,对总皂苷的富集倍数为 2.02。桔梗茎总皂苷提取液的还原力和对超氧自由基的清除率随着其质量浓度的

升高而提高,结果说明桔梗茎总皂苷提取液具有一定的抗氧化能力,但其抗氧化能力弱于维生素 C,为桔梗茎的合理利用提供了试验依据。

### 参考文献

- [1] 余椿声. 桔梗[J]. 食品与药品, 2006, 8(2): 75.
- [2] 梁仲远. 桔梗水提液的镇咳、祛痰作用研究[J]. 中国药房, 2011, 22(35): 3291-3292.
- [3] 吴葆华, 吕望. 桔梗皂苷 D 抑制人结肠癌 SW620 细胞增殖及其机制的研究[J]. 中国药理学杂志, 2013, 48(5): 354-358.
- [4] 杨柳娜, 卢宗亮, 周蕊, 等. 桔梗皂苷 D 的杀精效果及促凋亡研究[J]. 中国计划生育杂志, 2013, 21(6): 386-390.
- [5] 栾海艳, 张建华, 赵晓莲, 等. 桔梗总皂苷对 2 型糖尿病肝病大鼠糖脂代谢影响的研究[J]. 中成药, 2013, 35(6): 1307-1309.
- [6] 王茂山, 吴敬涛. 桔梗皂苷 D 对氧化型低密度脂蛋白诱导的内皮细胞氧化损伤的作用[J]. 食品科学, 2013, 34(13): 29-296.
- [7] 于婷, 李晓东, 金乾坤, 等. 桔梗提取物对小鼠的抗疲劳作用[J]. 食品工业科技, 2012, 33(24): 394-396.
- [8] 欧丽兰, 余昕, 朱烨, 等. 桔梗茎叶不同部位提取物的抗炎活性研究[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(25): 10272-10274.
- [9] 邓凡政, 郭东方. 芦丁在离子液体双水相中分配性能[J]. 应用化学, 2007, 24(7): 838-840.
- [10] 高云涛, 李干鹏, 李正全, 等. 超声集成丙醇-硫酸铵双水相体系从苦荞麦苗中提取总黄酮及其抗氧化活性研究[J]. 食品科学, 2009, 30(2): 110-113.
- [11] HATTI-KAUL R. Aqueous two-phase systems a general overview[J]. Biomedical and Life Sciences, 2001, 19(3): 269-277.
- [12] LIU X H, GAO Y T, TANG R S, et al. On the extraction and separation of iodide complex of cadmium(II) in propyl-alcohol ammonium sulfate aqueous biphasic system[J]. Separation and Purification Technology, 2006, 50(2): 263-266.
- [13] 杨壮, 田景奎, 张琳. 比色法测定桔梗中桔梗总皂苷的含量[J]. 中国现代应用药学, 2008, 25(1): 58-60.
- [14] 李喜凤, 薛秋萍, 董诚明. 桔梗中总皂苷的含量测定[J]. 中医药学刊, 2006, 24(12): 2232-2234.
- [15] 张喜峰, 杨春慧, 罗光宏, 等. 乙醇/硫酸铵双水相体系分离纯化葡萄籽总黄酮[J]. 食品与发酵工业, 2013, 39(10): 254-258.
- [16] 张儒, 张变玲, 谢涛, 等. 双水相体系萃取人参根中人参皂苷的研究[J]. 天然产物研究与开发, 2012, 24(11): 1610-1613.
- [17] 邹家丽, 邓鸢远, 和七一, 等. 山茶花中多酚提取的方法及其抗氧化活性测定研究[J]. 北方园艺, 2013(13): 103-108.
- [18] 吕喜茹, 郭亮, 常明昌, 等. 姬松茸粗多糖抗氧化作用[J]. 食用菌学报, 2010, 17(1): 69-71.

## Study on Extraction Process of Total Saponins in *Platycodon grandiflorum* Stems With Aqueous Two-phase Cooperated With Microwave Method and Its Antioxidant Ability

ZHONG Fangli<sup>1</sup>, WANG Wenjiao<sup>1,2</sup>, WANG Xiaolin<sup>1</sup>, ZHAN Honghe<sup>1</sup>

(1. School of Chemistry and Pharmaceutical Engineering, Jilin Institute of Chemical Technology, Jilin, Jilin 132022; 2. School of Chemistry, Jilin University, Changchun, Jilin 130012)

**Abstract:** Using *Platycodon grandiflorum* stems as experimental material, aqueous two-phase assisted with microwave method was applied to explore the influence of many factors on the total saponins extraction efficiency and its

# 不同包装方法对蓝莓采后生理相关指标的影响

侯 帅

(黑龙江省农业科学院 浆果研究所,黑龙江 绥化 152204)

**摘 要:**通过对 MAP 包装、PE 包装以及对照(不包装)之间蓝莓果实在袋内气体含量、失重率、可溶性固形物(TSS)、果实硬度以及细胞内与果实抗衰老有关的超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)、多酚氧化酶(PPO)等抗氧化酶活性的测定,综合考评了 MAP 包装、PE 包装在蓝莓果实贮藏期间的生理变化。结果表明:MAP 包装贮藏能够较好地延缓蓝莓果实的水分散失和抗氧化酶活性高峰的出现,并能够在贮藏后期也维持较高的水平,普通的 PE 包装贮藏在蓝莓果实的保鲜方面也能够起到一定的作用,但比 MAP 包装贮藏效果差。

**关键词:**MAP 包装;PE 包装;蓝莓;抗氧化酶;生理变化

**中图分类号:**S 663.909<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)07-0124-04

蓝莓(*Vaccinium corymbosum* L.)属杜鹃花科(Ericaceae)越橘属(*Vaccinium* spp.)小浆果<sup>[1]</sup>,其原产于北美洲、欧洲以及俄罗斯等高寒地区,是一种营养非常丰富水果,尤其是花青素、果胶、超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)、多酚氧化酶(PPO)、多乳糖醛酸酶(PG)、叶酸和黄酮类的含量极高,对保护血管、预防癌症以及清除身体有害物质起到重要作用,被誉为人类五大健康食品之一和浆果之王<sup>[2-3]</sup>。随着近年来人们对有机食品的认知度增加,蓝莓产业在我国得到了快速的发展。但蓝莓果实成熟于高温高湿的 6—8 月,采后极易腐烂变质<sup>[4]</sup>,蓝莓果实的贮藏较大地限制了我国蓝莓产业的发展<sup>[5]</sup>。

目前,国内外蓝莓果实的贮藏保鲜技术主要有低温冷藏<sup>[6]</sup>、气调贮藏<sup>[7-9]</sup>、静电场贮藏<sup>[10]</sup>、辐照贮藏<sup>[11]</sup>以及可食性涂膜<sup>[12]</sup>等方法。但由于气调等贮藏方法的前期基础投资较大,以及运行成本较高等因素均不同程度地

限制了蓝莓果实贮藏业的发展。我国生产上应用较多的是 PE(聚乙烯)袋和 PVC(聚氯乙烯)袋小包装低温贮藏蓝莓果实,於虹等<sup>[13]</sup>、张平等<sup>[14]</sup>较深入的研究了果品的气调保鲜方法。该试验探究了蓝莓果实的不同包装方法和贮藏温度对果实的生理影响,以期明确蓝莓果实的最适包装方法和贮藏温度,为蓝莓果实的贮运提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试蓝莓果实采自于 2015 年 6 月黑龙江省伊春市,挑选无果柄、无机械损伤、表面干爽、果粉完整、成熟度相对一致的蓝莓果实作为试材置于 PET 盒中,每盒 125 g。试验包装材料为 35 cm×25 cm、厚 0.05 mm 的 MAP 气调保鲜袋;35 cm×25 cm、厚 0.05 mm 的 PE 塑料袋。

TA.XT Plus 型质构仪(FTC 公司),PAL-1 糖度计(ATAGO 公司),CheckpointII 气体分析仪(PBI 公司),紫外分光光度计(国产)。

### 1.2 试验方法

将装入 PET 盒中的蓝莓置于 0~1℃、湿度 95%的

**作者简介:**侯帅(1986-),男,黑龙江绥化人,硕士,助理研究员,现主要从事苹果遗传育种等研究工作。E-mail: shuai0304@126.com.

**收稿日期:**2015-12-14

antioxidant ability *in vitro*. The results showed that the optimum ratio between material and solvent, the microwave power, the ratio between ethanol and water, extraction time and the mass concentration of ammonium sulfate were 1:25 g/mL, 600 W, 0.77, 7 min and 0.21 g/mL, respectively. Under optimum process condition, the average total saponins extraction efficiency reached 92.31%. The activity test showed that total saponins extraction solution from *Platycodon grandiflorum* stems had certain antioxidant ability *in vitro*, which might gradually enhance the clearance ratio with the increase of mass concentration of total saponins in extraction solution.

**Keywords:** *Platycodon grandiflorum* stems; aqueous two-phase; total saponins; antioxidant