

刘金璐,雷永平,王晓林,等.刺玫果总皂苷的提取方法及抗氧化活性研究[J].江苏农业科学,2018,46(24):204-208.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.24.056

刺玫果总皂苷的提取方法及抗氧化活性研究

刘金璐,雷永平,王晓林,钟方丽

(吉林化工学院化学与制药工程学院,吉林吉林 132022)

摘要:以齐墩果酸为对照品,采用回流提取法、微波提取法、酶解提取法、微波协同酶提取法、微波协同表面活性剂提取法对刺玫果总皂苷进行提取,通过紫外-可见分光光度法测定刺玫果提取物中总皂苷的含量。以刺玫果总皂苷的提取量为参考指标,研究各种提取方法对刺玫果总皂苷的提取量,确定较优的提取方案,并研究刺玫果总皂苷提取物的体外抗氧化活性。结果发现,回流提取法、微波提取法、酶解提取法、微波协同酶提取法、微波协同表面活性剂提取法的提取量分别为 12.89、11.37、11.92、18.56、18.41 mg/g。较优的提取方法为微波协同酶提取法,其最佳工艺条件为料液比 1 g : 36 mL,酶解时间 2 h,酶解温度 70 ℃,乙醇体积分数 55%,微波时间 8 min,微波温度 60 ℃,微波功率 600 W,在上述工艺条件下刺玫果总皂苷的提取量达到 31.47 mg/g;刺玫果总皂苷对 DPPH·、·OH 的清除率分别 91.14%、73.68%。结果表明,优化的提取方法对刺玫果总皂苷的提取量高,其提取物具有一定的体外抗氧化活性,试验结果为刺玫果总皂苷的进一步开发利用提供了参考。

关键词:刺玫果;总皂苷;微波;纤维素酶;提取

中图分类号:R284 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2018)24-0204-04

刺玫果是蔷薇科蔷薇属植物山刺玫(*Rosa davurica* Pall.)的成熟果实,具有抗衰老、耐缺氧、防治心脑血管疾病等作用,药食同源且无毒副作用,具有很大的开发价值^[1-3]。据报道,刺玫果含有的皂苷类物质具有降血糖、降血脂、抗病毒、抑制肿瘤和免疫调节等多种药理作用^[4-5]。微波协同酶提取法是近年来应用较广泛的一种植物有效成分的提取新技术,具有高效、无毒、易控制等优点,而且得到的产物稳定,纯度、活性较高^[6-7]。本试验对微波协同酶法提取刺玫果总皂苷的工艺条件进行了研究,并探索了刺玫果总皂苷提取物的体外抗氧化活性,以为刺玫果的开发利用提供参考。

1 材料与方 法

1.1 材料与试剂

刺玫果,由吉林省延吉市林业局提供,经鉴定为蔷薇科蔷薇属植物山刺玫的成熟果实;齐墩果酸对照品,成都曼思特生物科技有限公司;纤维素酶(生化试剂),北京鼎国昌盛生物技术有限责任公司;香草醛,天津市光复精细化工研究所;1,1-二苯基-2-苦苯肼自由基(DPPH·),上海如吉生物科技有限公司;邻二氮菲,天津市科密欧化学试剂有限公司;甲醇、无水乙醇、高氯酸、冰乙酸、石油醚(60~90 ℃)、硫酸亚铁等均为分析纯。

1.2 仪器与设备

TU-1950型双光束紫外可见分光光度计,北京普析通用仪器有限公司;KQ-250DE型数控超声波清洗器,江苏昆山市超声仪器有限公司;FA3204B型电子天平,上海天美天平仪器有限公司;W5-100SP型恒温水浴锅,上海申生科技有限公司;RE-52AA型旋转蒸发器,上海亚荣生化仪器厂;MAS-II型微波萃取仪,上海新仪化学科技有限公司;SHZ-D型循环水真空泵,河南省巩义市英峪仪器一厂;DZ-2BCII型真空干燥箱,天津泰斯特仪器有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 标准曲线的绘制 精确称取在 105 ℃干燥 4 h 至恒重的齐墩果酸对照品 0.19 mg,置于 10 mL 的容量瓶中,加无水甲醇适量使其溶解,定容,配制成质量浓度为 0.19 mg/mL 的对照品储备液,再取对照品储备液 10 mL 置于 50 mL 容量瓶中,无水甲醇定容至刻度,即得质量浓度为 38 μg/mL 的对照品溶液。精确量取上述齐墩果酸对照品溶液 0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8 mL,分别置于具塞试管中,80 ℃水浴挥发溶剂,分别加入 7% 香草醛-冰乙酸溶液 0.2 mL,高氯酸 0.8 mL,于 70 ℃加热 25 min,取出,冰浴 15 min,再加入 5 mL 冰醋酸稀释,室温静置 15 min 后,以不显色的对照品溶液为空白,用分光光度法在 548 nm 处测定吸光度^[8]。

1.3.2 刺玫果干浸膏中总皂苷的含量测定 精确称取干燥的刺玫果干浸膏粉 0.16 g,加入适量甲醇超声处理 2 次,每次 15 min,转移至 50 mL 容量瓶中,甲醇定容至刻度,摇匀,即得供试品溶液。吸取供试品溶液 0.2 mL,置于 10 mL 具塞试管中,按“1.3.1”节方法测定干浸膏中总皂苷的含量,计算提取量。

1.3.3 含量测定的方法学研究

1.3.3.1 检测波长的确定 吸取对照品溶液和供试品溶液各 0.2 mL,分别置于 10 mL 具塞试管中,参照“1.3.1”节方法

收稿日期:2017-08-16

基金项目:吉林省科技厅计划(编号:20170204001YY);吉林省教育厅“十三五”科学技术项目(编号:JKKH20170225KJ)。

作者简介:刘金璐(1992—),女,吉林舒兰人,硕士研究生,主要从事天然产物化学成分分离与生物活性研究。E-mail:1976348145@qq.com。

通信作者:钟方丽,教授,主要从事天然产物化学成分分离与生物活性研究。E-mail:fanglizhong@sina.com。

操作,用分光光度法,在400~650 nm范围内扫描。

1.3.3.2 方法学研究 精密性试验:吸取对照品溶液0.1 mL置于10 mL具塞试管中,按“1.3.1”节方法在548 nm波长处连续5次测定其吸光度,计算其相对标准偏差(RSD)。重复性试验:取同一批刺玫果干浸膏样品5份,分别称取0.16 g,按“1.3.1”节方法制备供试品溶液并测定其吸光度,计算其RSD^[9];稳定性试验:吸取供试品溶液0.1 mL置于10 mL具塞试管中,分别在供试品溶液制备后的0、1、2、3、4、5 h,按“1.3.1”节方法测定其吸光度,考察供试品溶液的稳定性^[10]。回收率试验:精确称取已知含量的刺玫果干浸膏5份,每份0.1 g,每份供试品中分别加入齐墩果酸对照品4.0 mg,按“1.3.2”节方法制备供试品溶液并测定其吸光度,计算加样回收率。

1.3.4 刺玫果总皂苷提取方法的选择

1.3.4.1 回流提取法 称取4 g刺玫果粗粉,放入到烧瓶中,加入60%乙醇,加热回流提取2 h,过滤,滤液回收乙醇,水浴浓缩成稠膏,然后放入60℃的电热鼓风干燥箱中干燥,制备刺玫果干浸膏,按“1.3.1”节方法测定干浸膏中总皂苷的含量,并计算提取量^[11]。

1.3.4.2 微波提取法 称取4 g刺玫果粗粉,放入到烧瓶中,加入60%乙醇,进行微波提取2 h,过滤,滤液按“1.3.4.1”节方法制备刺玫果干浸膏,按“1.3.1”节方法测定干浸膏中总皂苷的含量,并计算提取量^[12]。

1.3.4.3 酶解提取法 称取4 g刺玫果粗粉,放入到烧瓶中,加入60%乙醇与0.02 g纤维素酶,加热提取2 h,过滤,滤液按“1.3.4.1”节方法制备刺玫果干浸膏,按“1.3.1”节方法测定干浸膏中总皂苷的含量,并计算提取量^[13]。

1.3.4.4 微波协同酶提取法 称取4 g刺玫果粗粉,放入到烧瓶中,加入60%乙醇与0.02 g纤维素酶,加热回流提取2 h,然后再进行微波辅助提取5 min,过滤,滤液按“1.3.4.1”节方法制备刺玫果干浸膏,按“1.3.1”节方法测定干浸膏中总皂苷的含量,并计算提取量^[14]。

1.3.4.5 微波协同表面活性剂提取法 称取4 g刺玫果粗粉,放入到烧瓶中,加入60%乙醇与0.02 g表面活性剂十二烷基硫酸钠,加热回流提取2 h,过滤,滤液按“1.3.4.1”节方法制备刺玫果干浸膏,按“1.3.1”节方法测定干浸膏中总皂苷的含量,并计算提取量^[15]。

1.3.5 微波协同酶提取法的优化 称取刺玫果粗粉适量,放入到烧瓶中,加入提取溶剂与纤维素酶适量,加热提取至一定时间,然后再进行微波辅助提取,过滤,滤液回收乙醇,水浴浓缩成稠膏,然后放入60℃的电热鼓风干燥箱中干燥制备刺玫果干浸膏,按“1.3.1”节方法测定干浸膏中总皂苷的含量,并计算提取量。以总皂苷的提取量为参考指标,分别考察料液比、乙醇体积分数、酶解温度、酶解时间、微波提取温度、微波提取时间、微波功率对提取效果的影响,并在单因素试验的基础上,对主要影响因素进行正交试验^[16]。

1.3.6 工艺验证性试验 称取4 g刺玫果粗粉3份,分别放入到烧瓶中并加入55%乙醇溶液与纤维素酶适量,加热提取2 h,再微波辅助提取8 min,过滤,滤液按“1.3.4.1”节方法制备刺玫果干浸膏,测定3组干浸膏中总皂苷的含量,并计算提取量,求出其平均值及RSD。

1.3.7 体外抗氧化性的考察

1.3.7.1 刺玫果总皂苷对DPPH·的清除能力 精确称取DPPH·适量,配制成0.2 mmol/mL的无水乙醇溶液。将刺玫果总皂苷配制成质量浓度分别为0.25、0.5、0.75、1.0、1.5、2.0、3.0、4.0 mg/mL的无水乙醇溶液^[17]。分别吸取不同质量浓度的供试品溶液2 mL于10 mL比色管中,分别加入上述DPPH·无水乙醇溶液2 mL,混匀,在室温下避光反应30 min后,以50%乙醇作参比,在波长517 nm处测定吸光度为 $D_{\text{样品}}$ 。用2 mL蒸馏水代替上述供试品溶液,测其吸光度为 $D_{\text{空白}}$ 。用2 mL无水乙醇代替上述DPPH·无水乙醇溶液,测其吸光度为 $D_{\text{对照}}$ ^[18]。清除率按下式计算:

$$\text{DPPH} \cdot \text{清除率} = [(D_{\text{空白}} - D_{\text{样品}} + D_{\text{对照}}) / D_{\text{空白}}] \times 100\% \quad (1)$$

1.3.7.2 刺玫果总皂苷对·OH的清除能力 吸取1.5 mmol/L的邻二氮菲无水乙醇溶液1 mL于10 mL比色管中,依次加入磷酸盐缓冲液PBS(0.2 mol/L)2 mL和蒸馏水1 mL,0.75 mmol/L硫酸亚铁溶液1 mL,充分混匀,加入1 mL的0.1% H₂O₂,于37℃下恒温反应60 min,于536 nm处测其吸光度(D_p)。同前步,其中用1 mL蒸馏水代替0.1% H₂O₂,测得吸光度(D_b)。用供试品溶液1 mL代替上述的1 mL蒸馏水,测得吸光度(D_s)^[19]。清除率按下式计算:

$$\cdot \text{OH} \text{清除率} = [(D_s - D_p) / (D_b - D_p)] \times 100\% \quad (2)$$

2 结果与分析

2.1 标准曲线的绘制

以吸光度为纵坐标,齐墩果酸的质量浓度为横坐标,绘制标准曲线,进行线性回归。回归方程: $D = 0.1372C + 0.03374$, $r = 0.9995$ 。结果表明,齐墩果酸在0.6333~5.0667 μg/mL范围内呈良好的线性关系。

2.2 含量测定的方法学研究

2.2.1 检测波长的选择 试验结果表明,齐墩果酸对照品溶液和供试品溶液的最大吸收波长均为548 nm,而且二者峰型相似,所以选择548 nm为检测波长。

2.2.2 方法学研究 试验结果表明精密性试验的RSD为1.37%,表明仪器精密性良好;重复性试验的RSD为1.72%,表明该方法重复性符合要求;由稳定性试验结果可知,样品溶液在1.5 h内吸光度基本稳定,之后随着时间的延长吸光度有下降趋势,因此供试品溶液最好在1.5 h内测定完成。加样回收率试验结果表明,该方法的平均回收率为99.50%,RSD为1.52%(表1)。

表1 回收率试验测定结果

编号	取样量(g)	样品含量(mg)	加入量(mg)	测得总量(mg)	回收率(%)	平均值(%)	RSD(%)
1	0.10	8.22	4.00	12.27	101.25		
2	0.10	8.22	4.00	12.14	98.00		
3	0.10	8.22	4.00	12.20	99.50	99.5	1.52
4	0.10	8.22	4.00	12.14	98.00		
5	0.10	8.22	4.00	12.25	100.75		

2.3 提取方法的选择

试验结果表明,回流提取法、微波提取法、酶解提取法、微波协同酶提取法、微波协同表面活性剂提取法对刺玫果总皂苷的提取量分别为12.89、11.37、11.92、18.56、18.41 mg/g,

其中微波协同酶提取法的提取量最高,所以选择该方法作为刺玫果总皂苷的提取方法,进行深入研究。

2.4 微波协同酶提取法的优化

2.4.1 单因素试验

2.4.1.1 料液比对提取量的影响 在提取体系中加入 4 g 刺玫果粗粉和 0.02 g 的纤维素酶,酶解水浴温度为 50 ℃,酶解时间为 2 h,乙醇体积分数为 60%,微波时间为 5 min,微波功率为 500 W,微波温度 50 ℃。分别以料液比(g : mL) 1 : 10、1 : 15、1 : 20、1 : 25、1 : 30、1 : 35、1 : 40 按“1.3.4.5”节方法进行提取。结果发现,刺玫果总皂苷的提取量在料液比为 1 g : 25 mL 时达到较高水平,之后随着料液比的增大呈现出逐渐下降的趋势(图 1)。为了进一步考察料液比对提取量的影响,选择料液比分别为 1 : 24、1 : 28、1 : 32、1 : 36

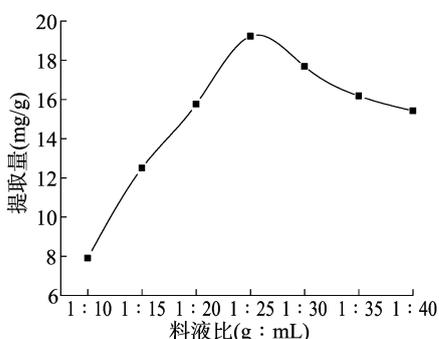


图1 料液比对提取效果的影响

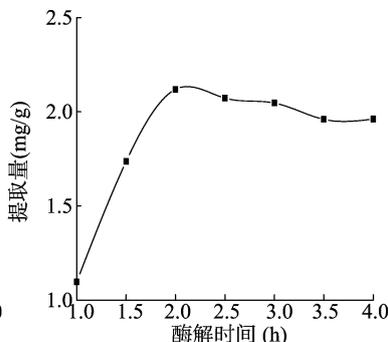


图2 酶解时间对提取效果的影响

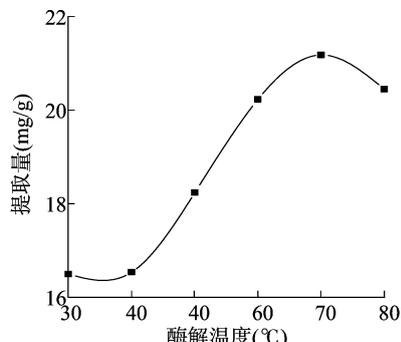


图3 酶解温度对提取效果的影响

2.4.1.4 乙醇体积分数对提取量的影响 设定乙醇的体积分数为 40%、50%、60%、70%、80%、90%，其他按“2.4.1.1”节方法进行。结果发现,乙醇体积分数为 60% 时刺玫果总皂苷的提取量达到最高,之后随着乙醇体积分数的增加反而表现出略有下降的趋势(图 4)。为了进一步考察乙醇体积分数对提取量的影响,选择乙醇体积分数为 55%、60%、65%、70% 进行正交试验。

2.4.1.5 微波温度对提取量的影响 设定微波温度分别为 30、40、50、60、70、80 ℃,按方“2.4.1.1”节方法进行提取,结

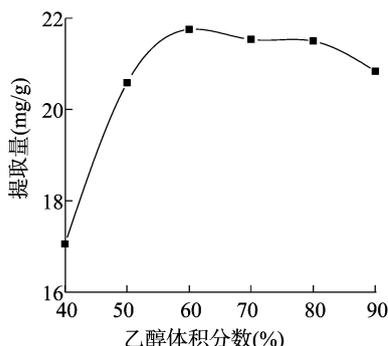


图4 乙醇体积分数对提取效果的影响

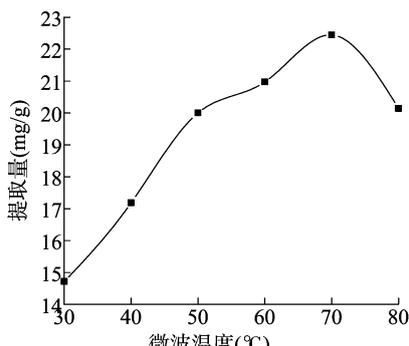


图5 微波温度对提取效果的影响

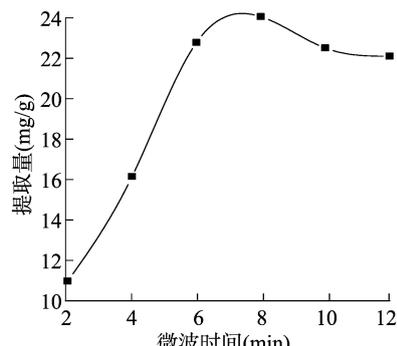


图6 微波时间对提取效果的影响

2.4.1.7 微波功率对提取量的影响 设定微波功率分别为 300、400、500、600、700 W,按“2.4.1.1”节方法进行提取。结果发现,微波功率 600 W 条件下刺玫果总皂苷的提取量最高,随后随着微波功率的增加提取量变化较小(图 7)。因此,微波功率定为 600 W。

2.4.2 正交试验

(g : mL)进行正交试验。

2.4.1.2 酶解时间对提取量的影响 设定酶解时间分别为 1、1.5、2.0、2.5、3、3.5、4 h,其他按“2.4.1.1”节方法进行。结果发现,酶解 2 h 时刺玫果总皂苷的提取量达到最高,继续延长酶解时间,提取量反而略有下降的趋势(图 2)。为了进一步考察酶解时间对提取量的影响,选择酶解时间为 1.6、1.8、2.0、2.2 h 进行正交试验。

2.4.1.3 酶解温度对提取量的影响 设定酶解水浴温度分别为 30、40、50、60、70、80 ℃,其他按“2.4.1.1”节方法进行。结果发现,酶解水浴温度为 70 ℃ 时刺玫果总皂苷的提取量达到最高,之后随着酶解水浴温度的升高而略有下降的趋势(图 3)。为了进一步考察酶解水浴温度对提取量的影响,选择酶解水浴温度为 65、70、75、80 ℃ 进行正交试验。

果发现,微波温度 70 ℃ 条件下刺玫果总皂苷的提取量达到最高水平,之后随着温度的上升提取量明显降低(图 5)。为了进一步考察微波温度对提取量的影响,选择微波温度为 60、65、70、75 ℃ 进行正交试验。

2.4.1.6 微波提取时间对提取量的影响 设定微波时间分别为 2、4、6、8、10、12 min,其他按“2.4.1.1”节方法进行。结果发现,微波时间为 8 min 时刺玫果总皂苷的提取量达到最高,之后随着微波时间的增加提取量略下降后趋于较平稳状态(图 6)。因此,微波时间定为 8 min。

2.4.2.1 因素与水平的设定 根据单因素试验结果,选择料液比、酶解水浴温度、酶解时间、微波温度、微波功率 5 个因素,每个因素选择 4 个水平(表 2)。

2.4.2.3 正交试验结果 取刺玫果适量,放入到烧瓶中,按正交试验表进行试验。结果发现,各因素对刺玫果总皂苷提取量的影响顺序为酶解时间 > 酶解水浴温度 > 料液比 > 乙醇

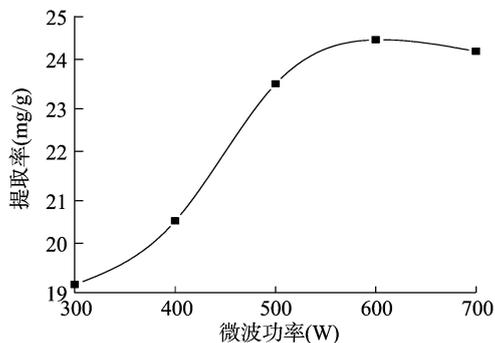


图7 微波功率对提取效果的影响

表2 正交试验因素水平

水平	因素				
	A:料液比 (g : mL)	B:酶解 时间(h)	C:酶解水浴 温度(℃)	D:乙醇体积 分数(%)	E:微波温度 (℃)
1	1 : 24	1.6	65	50	60
2	1 : 28	1.8	70	55	65
3	1 : 32	2.0	75	60	70
4	1 : 36	2.2	80	65	75

体积分数 > 微波温度。其最佳提取工艺条件为 $A_4B_3C_2D_2E_1$, 即料液比为 1 g : 36 mL, 酶解时间 2 h, 酶解水浴温度 70 ℃, 乙醇体积分数为 55%, 微波温度 60 ℃, 微波功率 600 W, 微波时间为 8 min (表 3)。

表3 正交试验结果分析

试验号	A	B	C	D	E	总皂苷提取量 (mg/g)
1	1	1	1	1	1	25.35
2	1	2	2	2	2	26.45
3	1	3	3	3	3	24.58
4	1	4	4	4	4	23.30
5	2	1	2	3	4	24.02
6	2	2	1	4	3	23.55
7	2	3	4	1	2	27.80
8	2	4	3	2	1	25.15
9	3	1	3	4	2	23.77
10	3	2	4	3	1	26.62
11	3	3	1	2	4	28.52
12	3	4	2	1	3	27.72
13	4	1	4	2	3	27.51
14	4	2	3	1	4	25.07
15	4	3	2	4	1	30.44
16	4	4	1	3	2	24.71
k_1	24.92	25.16	25.53	26.49	26.89	
k_2	25.13	25.42	27.16	26.91	25.68	
k_3	26.66	27.84	24.64	24.98	25.84	
k_4	26.93	25.22	26.31	25.27	25.23	
极差	2.51	2.68	2.52	1.93	1.66	

2.4.3 工艺验证性试验 为了考察上述最佳工艺的稳定性, 按照正交试验得到的最佳提取工艺条件提取 3 次, 刺玫果总皂苷提取量分别为 31.33、31.44、31.65 mg/g, 平均值为 31.47 mg/g, RSD 值为 0.53%, 表明该提取工艺具有良好稳定性。

2.5 体外抗氧化活性试验

2.5.1 刺玫果总皂苷对 DPPH· 的清除能力 按“1.3.3.1”节方法进行试验, 研究发现, 当刺玫果总皂苷的质量浓度较低时, 随着质量浓度的升高, 其对 DPPH· 的清除率迅速上升, 当总皂苷的质量浓度为 3 mg/mL 时, DPPH· 的清除率达到 91.14%, 继续提高刺玫果总皂苷的质量浓度, DPPH· 清除率变化较小 (图 8)。试验结果表明, 刺玫果总皂苷对 DPPH· 具有较强的清除能力。

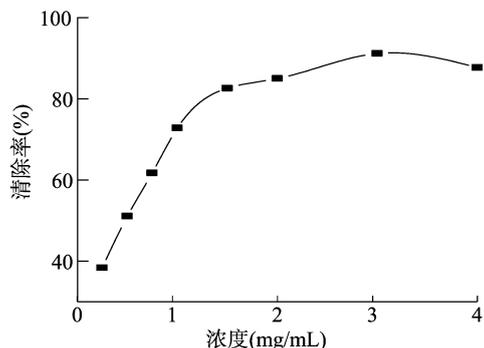


图8 对DPPH·的清除能力

2.5.2 刺玫果总皂苷对·OH 的清除能力 按“1.3.3.2”节方法进行试验, 结果发现, 随着总皂苷质量浓度的升高, ·OH 的清除率不断增加, 当总皂苷的质量浓度为 4 mg/mL 时, ·OH 的清除率达到 73.68%, 继续提高刺玫果总皂苷的质量浓度, ·OH 的清除率变化不明显 (图 9)。试验结果表明, 刺玫果总皂苷对·OH 具有一定的清除能力。

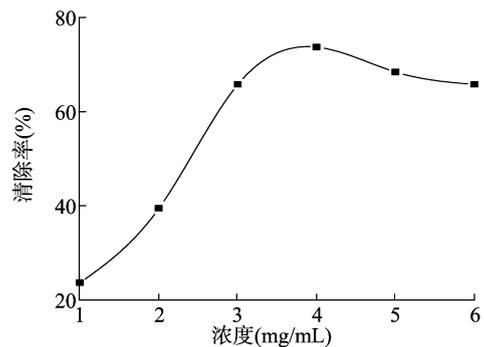


图9 对·OH的清除能力

3 结论

刺玫果是具有多种药理活性的天然产物, 具有广泛的开发前景。本研究比较了多种提取方法对刺玫果总皂苷的提取量, 并对刺玫果总皂苷的体外抗氧化活性及其含量测定方法进行了考察。试验结果表明, 微波协同酶提取法对刺玫果总皂苷的提取量最高, 并采用单因素和正交试验对微波协同酶提取法进行了优化, 其最佳提取工艺条件为料液比为 1 g : 36 mL, 酶解时间 2 h, 酶解温度 70 ℃, 乙醇体积分数为 55%、微波温度 60 ℃、微波功率 600 W、微波时间为 8 min, 在上述提取条件下刺玫果总皂苷的提取量可以达到 31.47 mg/g。刺玫果总皂苷含量测定的方法学研究结果表明, 该测定方法操作简便、线性关系良好, 回收率、重现性符合要求, 可用于刺玫果总皂苷的含量测定。体外抗氧化活性试验结果表明, 刺玫果总皂苷溶液对·OH、DPPH· 均具有一定

姜永平,袁春新,宋益民,等. 荷兰豆烫漂时间对商品性状及生理生化指标的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(24):208-210.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.24.057

荷兰豆烫漂时间对商品性状及生理生化指标的影响

姜永平¹, 袁春新^{1,2}, 宋益民¹, 王学军¹

(1. 江苏沿江地区农业科学研究所, 江苏南通 226541; 2. 南通市农副产品加工技术协会, 江苏南通 226014)

摘要:为研究荷兰豆的烫漂工艺,使用常规烫漂温度对荷兰豆产品处理不同时间,分析硬度、色泽、叶绿素含量以及过氧化物酶相对活性。结果表明,随着烫漂时间的延长,荷兰豆产品呈现硬度不断降低,同时色泽由绿色向褐色转变,叶绿素含量和过氧化物酶(POD)相对活性均不断降低;使用95~96℃热水对荷兰豆处理45s是比较合适的烫漂工艺,荷兰豆产品的硬度为2456.7g,色泽呈鲜亮绿色,并能够保持新鲜产品97.02%的叶绿素,同时过氧化物酶活性仅为新鲜产品的38.56%。

关键词:荷兰豆;烫漂;硬度;色泽;叶绿素;过氧化物酶

中图分类号:TS255.36 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2018)24-0208-03

荷兰豆,亦名荷兰豆、小青菜,为豆科豌豆属攀缘植物。荷兰豆口感清脆,营养丰富,每100g嫩荚中含蛋白质4.4~10.3g、脂肪0.1~0.6g、糖类14.4~29.6g^[1]。荷兰豆是一种重要的出口创汇蔬菜,近年来,在江苏沿海地区种植面积较大。目前,关于延长荷兰豆保质期的研究较多,但多集中于常温保鲜方面^[2-5],而关于速冻技术的研究较少。翟迪升通过

对速冻荷兰豆的烫漂过程中过氧化物酶(POD)活性变化进行分析,提出烫漂温度95~96℃、时间40~50s为最佳工艺条件^[6],但该参数是基于二段式单体速冻加工线条件下获得的,不适合普通生产设备;王美兰等认为,加工保藏过程中造成荷兰豆维生素C、可溶性固形物等指标下降的主要环节是烫漂过程^[7]。

烫漂是速冻蔬菜加工过程中十分重要的工艺之一,关系到最后速冻产品的商品外观与品质。烫漂的目的是加工原料在速冻通过一定高温的水(蒸汽)等介质后,钝化产品中部分酶活性,保证产品的色泽、形状、硬脆度等。烫漂过程中烫漂温度及烫漂时间是决定烫漂成败的关键因素,温度过高或时

收稿日期:2018-08-07

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(18)2019]。

作者简介:姜永平(1974—),男,江苏海门人,副研究员,主要从事蔬菜栽培、育种与加工技术的研究与推广工作。E-mail:jyp888@163.com。

的清除能力。

参考文献:

- [1]郭海欢,王晓林,钟方丽,等. 高效液相色谱法同时测定刺玫果提取物中黄酮苷元槲皮素、山奈酚的含量[J]. 河南工业大学学报(自然科学版),2016,37(3):55-60.
- [2]杨扬,殷双双,王晓林,等. 山刺玫果提取物的质量标准[J]. 江苏农业科学,2014,42(9):248-250,261.
- [3]王晓林,金龙哲,钟方丽,等. 聚酰胺纯化刺玫果总黄酮的工艺研究[J]. 华中师范大学学报(自然科学版),2017,51(2):189-194,214.
- [4]Kuang H X, Kasai R, Ohtani K, et al. Chemical constituents of pericarps of *Rosa davurica* Pall., a traditional Chinese medicine[J]. Chemical & Pharmaceutical Bulletin, 1989, 37(8): 2232-2233.
- [5]肖麟,万会师. 酶在植物有效成分提取中的应用[J]. 安徽农业科学,2006,34(8):1551-1552.
- [6]钟方丽,王晓林,付丽娟,等. 大孔树脂法纯化刺玫果总皂苷工艺研究[J]. 河南工业大学学报(自然科学版),2014,35(1):76-81.
- [7]王晓林,钟方丽,陈帅,等. 超声波协同酶法提取刺玫果渣多糖工艺研究[J]. 河南工业大学学报(自然科学版),2014,35(6):76-80.
- [8]汪忠波,敖明章. 分光光度法测定竹节参中齐墩果酸皂甙含量[J]. 安徽农业科学,2007,35(26):8094-8095.

- [9]孟庆艳,刘圆,李厚聪,等. 川产藏药材红毛五加中总皂苷提取工艺研究[J]. 中成药,2008,30(4):610-612.
- [10]吴莉莉,孟庆艳,刘圆,等. 红毛五加茎皮中总皂苷超声提取工艺研究[J]. 西南民族大学学报(自然科学版),2007,33(3):535-537.
- [11]钟方丽,王晓林,张娜. 刺玫果总皂苷的提取工艺研究[J]. 安徽农业科学,2011,39(3):1387-1389,1398.
- [12]钟方丽,陈帅,关晓侠. 微波法提取刺玫果总黄酮工艺研究[J]. 江苏农业科学,2010(6):449-451.
- [13]刁文超,王然,王凤舞,等. 超声波协同复合酶法提取南瓜多糖工艺优化[J]. 食品科学,2012,33(18):14-20.
- [14]王晓林,钟方丽,薛健飞,等. 微波协同酶法提取刺玫叶总黄酮工艺研究[J]. 西北林学院学报,2015,30(4):246-250.
- [15]唐楷,颜杰. 微波-表面活性剂协同萃取苦瓜皂苷的工艺研究[J]. 食品科技,2015,40(11):181-184.
- [16]陈红,张艳荣,王大为,等. 微波协同酶法提取玉米须多糖工艺的优化研究[J]. 食品科学,2010,31(10):42-46.
- [17]吴少辉,赵春苏,于新. 南五味子提取物清除DPPH·、·OH活性的研究[J]. 广东农业科学,2012,39(13):134-136.
- [18]李进,瞿伟菁,张素军,等. 黑果枸杞色素的抗氧化活性研究[J]. 中国中药杂志,2006,31(14):1179-1183.
- [19]张强,张黎明. 阿魏酸茯苓多糖的抗氧化活性研究[J]. 现代食品科技,2011,27(9):1077-1080,1089.