

水提法和乙醇回流法提取茶叶中多糖研究

刘怀坤, 郭兰萍

(甘肃省靖远县农业技术推广中心, 甘肃 靖远 730600)

摘要: 以红茶、绿茶、铁观音为实验材料, 采用单因素和正交实验设计, 研究水浸提法和乙醇回流法不同料液比、浸提温度和浸提时间对茶多糖提取率的影响。结果表明, 水提法和乙醇回流法均以铁观音中的多糖得率最高, 绿茶次之, 红茶最少。其中水提法以1:20的料液比在50℃下浸提1.5 h后得茶多糖的最佳提取率; 乙醇回流以1:15的料液比在60℃下回流提取1.5 h后得茶多糖的最佳提取率。经单因素实验和正交实验对比, 得出乙醇回流法提取茶多糖要优于水提取法提取茶多糖。

关键词: 茶叶; 茶多糖; 单因素实验; 正交实验; 水浸提; 乙醇回流

中图分类号: TS201.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2016)02-0023-06

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2016.02.007

我国是主要的茶叶生产国, 全国茶园面积为111.5万hm², 居世界第1位; 茶叶总产量70万吨以上, 居世界第2位。尽管我国茶园面积和茶叶总产量居世界前列, 但我国茶叶生产总值并不高^[1], 主要是因为我国出口的多是散装茶, 未经过深加工, 因此附加值较低, 大量的下脚料是粗老茶, 得不到利用, 浪费严重。

近年来, 在茶叶中发现了多种保健功能因子, 清水岑夫的研究表明, 茶叶中降血糖的有效成分是水溶性组分中的茶多糖^[2-3]。茶多糖具有降血压和减慢心率的作用, 能起到抗血凝、抗血栓、降血脂、降血压、降血糖、改善造血功能、帮助

肝脏功能再生、短期内增强机体内非特异性免疫功能等功效, 是一种具有广泛应用前景的天然药物。茶多糖由糖类、蛋白质、果胶和灰分组成, 是一种类似灵芝多糖和人参多糖的高分子化合物, 其相对分子量为107 000^[4], 其中, 总糖量约占1/3, 蛋白质和果胶约占1/3, 灰分、水分以及其他成分约占1/3, 易溶于热水。

目前, 市场上中低档茶叶严重滞销, 在茶叶加工过程还有大量的枝叶和灰沫等副产品未被利用。若从其中提取茶多糖作为保健食品的功能因子, 则可变废为宝, 而且能为中低档茶叶的综合利用开辟一条新途径。因此, 从茶叶中提取茶多

收稿日期: 2015-09-01

作者简介: 刘怀坤(1974—), 男, 甘肃靖远人, 助理农艺师, 主要从事农业技术推广工作。联系电话: (0)13649300123。

通讯作者: 郭兰萍(1969—), 女, 甘肃靖远人, 农艺师, 主要从事农业技术推广工作。联系电话: (0)13679300958。

kg/hm²、磷酸二铵300 kg/hm²、N、P比为1:1.1、密度450万粒/hm²处理; 施入尿素150 kg/hm²、磷酸二铵225 kg/hm²、N、P比为1:0.9、密度450万粒/hm²下3个处理的产量结果及综合农艺性状优于其余处理, 即施入尿素150 kg/hm²、磷酸二铵225~300 kg/hm², N、P比为1:0.9~1.1, 密度450万~525万粒/hm²时产量较好。

参考文献:

- [1] 旦知吉, 刘梅金, 郭建伟, 等. 5个青稞品种在甘南州引种试验结果[J]. 甘肃农业科技, 2012(2): 29-30.
- [2] 刘国一, 尼玛扎西, 宋国英. 不同施氮量对青稞产量的影响[J]. 西藏农业科技, 2013, 35(3): 17-20.

- [3] 任又成, 姚晓华, 蒋礼玲, 等. 不同生态区青稞昆仑13号产量成因分析及栽培措施优化方案[J]. 广东农业科学, 2014(5): 59-62.
- [4] 曾兴权, 颜士华. 西藏冬青稞、春青稞肥料最佳施用比例研究与示范[J]. 西藏农业科技, 2000, 22(1): 23-29.
- [5] 李月梅, 高玉亭, 杨文辉, 等. 施肥对青稞产量及经济效益的影响[J]. 江苏农业科学, 2011, 39(1): 116-117.
- [6] 仁钦端智, 周学丽, 童世贤. 高寒地区不同行距、播种量及施肥量对青稞种子产量的影响[J]. 饲草与饲料, 2014(4): 96-98.
- [7] 党永花. 青稞的高产栽培技术[J]. 2007(11): 43-44.

(本文责编: 杨杰)

糖具有广阔的前景。目前,茶多糖的提取分离方法多用原料→水浸提→过滤→取滤液浓缩→乙醇沉淀→过滤→粗多糖→精制、干燥→茶多糖;或原料→乙醇浸泡回流→取虑饼→沸水提取→过滤→提取液浓缩、脱脂、脱蛋白、脱色等→乙醇沉淀→取虑饼精制、干燥→茶多糖的工艺。我们拟通过红茶、绿茶、铁观音对水提法和乙醇回流法进行对比研究,从中找出较优方法,并对其进行优化,为实际生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试材料分别为发酵茶红茶、半发酵茶铁观音、未发酵茶绿茶。

1.2 茶多糖提取方法

1.2.1 热水浸提法 称取茶叶 10 g,在 40~60℃热水中浸提 2 次,然后过滤,滤液在 60℃下浓缩至 10 mL 左右,再加入 2~3 倍体积的无水乙醇。沉淀后在 4 000 r/min 下离心 15 min,沉淀物用无水乙醇、丙酮、乙醚各 2 mL 交替搅拌 2 次,在 60℃恒温下干燥,得浅灰色、粉末状粗多糖,称重。

1.2.2 乙醇回流法 称取茶叶 10 g,研碎,置索氏提取器中,加入石油醚(沸腾 60~90℃)50 mL,90℃回流提取 0.5 h 脱脂,过滤。滤渣挥干后,加无水乙醇,水浴回流,重复提取 1 次,双层滤布过滤,滤渣中加 200 mL 蒸馏水,沸水浴回流提取 0.5 h,间歇搅拌,双层滤布过滤。滤渣加 100 mL 蒸馏水,沸水浴再回流提取 0.5 h,间歇搅拌,过滤。合并 2 次滤液,60℃下浓缩,加入 2~3 倍体积无水乙醇过夜沉淀,再在 4 000 r/min 下离心分离 15 min。沉淀物用无水乙醇、丙酮、乙醚各 5 mL 交替搅拌 2 次,60℃恒温干燥,得浅灰色、粉末状粗多糖,称重。

1.3 单因素实验

1.3.1 热水浸提法 针对浸提时间、浸提温度、料液比 3 个因素,分别在变化 1 个因素,保持其它因素相同的条件下进行单因素实验。每种茶叶分别进行单因素实验,固定料液比为 1:20、浸提时间为 1.5 h 时,浸提温度分别设 40、50、60、70、80℃;固定料液比为 1:20,浸提温度为 50℃时,浸提时间分别设 0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 h;浸提温度为 50℃,浸提时间为 1.5 h 时,料液比分别取 1:10、1:15、1:20、1:25、1:30。

1.3.2 乙醇回流法 针对乙醇回流水浴温度、回

流时间、料液比 3 个因素,分别在变化 1 个因素,保持其它因素相同的条件下进行单因素实验。每种茶叶分别进行单因素实验,固定料液比为 1:20,回流时间为 1.5 h,回流水浴温度分别取 40、50、60、70、80℃;固定料液比为 1:20,回流水浴温度为 50℃,回流时间分别取 0.5、1、1.5、2、2.5 h;回流水浴温度为 50℃,回流时间为 1.5 h,料液比分别取 1:10、1:15、1:20、1:25、1:30。

1.4 正交实验

将茶叶研碎,准确称取茶叶粉末 10 g,用蒸馏水按正交表 1、表 2 的方案进行浸提,然后将浸提液用 2~3 倍体积的无水乙醇过夜沉淀。沉淀后在 4 000 r/min 下离心 15 min,沉淀物用无水乙醇、丙酮、乙醚各 5 mL 交替搅拌 2 次,60℃恒温干燥,得浅灰色、粉末状粗多糖,备用。

表 1 热水浸提法正交实验因素水平

水平	浸提因素		
	温度(℃)	时间(h)	料液比
1	50	1.0	1:15
2	60	1.5	1:20
3	70	2.0	1:25

表 2 乙醇回流法正交实验因素水平

水平	回流因素		
	温度(℃)	时间(h)	料液比
1	50	1.0	1:15
2	60	1.5	1:20
3	70	2.0	1:25

1.5 茶多糖含量的测定

1.5.1 标准曲线绘制 取浓度为 0.25、0.50、0.75、1.00、1.25 mg/mL 葡萄糖溶液 1 mL 于具塞试管中,在冰浴中加入浓度为 0.05% 的蒽酮-硫酸试剂,混匀,然后将所有试管一起进行沸水浴 10 min,再用流水迅速冷至室温。放置 15 min 后,于 620 nm 处测定其吸光度。以吸光度(OD)为横坐标,葡萄糖浓度(C)为纵坐标做标准曲线及回归方程(图 1)。

1.5.2 茶多糖的制备 按顺序取正交实验中所得茶多糖(TPS),按重量准确称取相当于 10 g 茶叶的茶多糖,用蒸馏水溶解,定容至 100 mL 的容量瓶中,摇匀待用。

1.5.3 样品中茶多糖含量的测定 取 1.5.2 中制备的茶多糖溶液 1 mL 于具塞试管中,按照 1.5.1 的

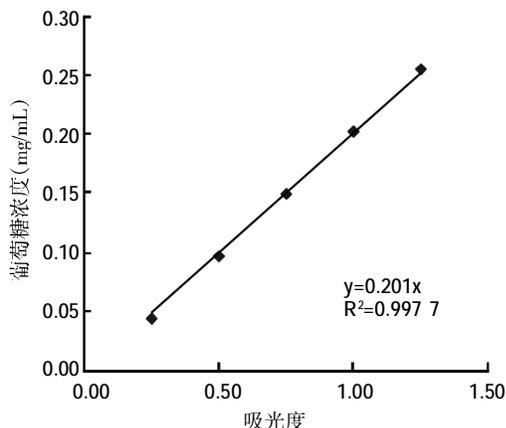


图1 葡萄糖标准曲线

方法测定吸光度(A)，由回归方程计算茶多糖提取液中葡萄糖浓度(C)，根据下式计算样品中茶多糖的得率^[5-9]。

$$\text{茶多糖得率}(\%) = (C \times D) / (W \times 100)$$

式中，C为茶多糖提取液中葡萄糖浓度(mg/mL)；D为茶多糖的稀释倍数；W为茶多糖浸膏的质量(g)。

2 结果与分析

2.1 单因素实验

2.1.1 水浸提法浸提温度对茶多糖得率的影响 由图2可知，单因素实验中固定料液比为1:20、浸提时间为1.5h时，各种茶叶中茶多糖的得率变化均表现为当浸提温度为40~50℃时，随着温度的升高，茶多糖得率迅速上升；在60~70℃时，茶多糖得率增长缓慢；在70~80℃时茶多糖得率又迅速上升。其中绿茶与红茶的茶多糖得率相近，绿茶多糖得率整体上升趋势明显于红茶，3种茶叶中铁观音多糖得率最高。根据日本蓑和田博士专利记载，85℃以上热水浸提会破坏茶多糖的有效

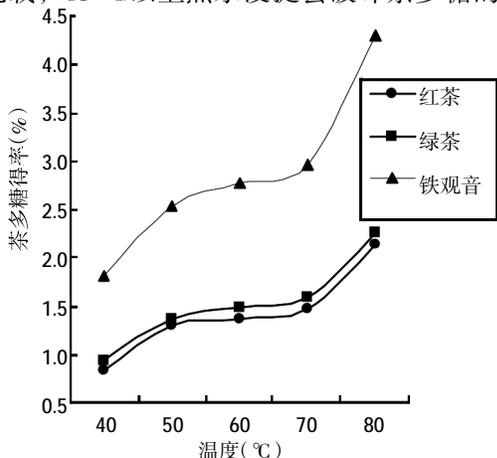


图2 不同浸提温度下各种茶叶中茶多糖得率

成分，因此，以上3种茶叶中茶多糖的浸提温度宜采用50℃。

2.1.2 水浸提法浸提时间对茶多糖得率的影响

由图3可知，单因素实验中，固定料液比为1:20，浸提温度为50℃时，随着浸提时间的延长，茶多糖得率整体呈上升趋势。当浸提时间在0.5~1.0h时，随着时间的延长，茶多糖得率迅速上升；在1.5~2.5h时，随着时间延长，茶多糖得率增长缓慢。3种茶叶茶多糖得率由大到小的顺序为铁观音、绿茶、红茶。

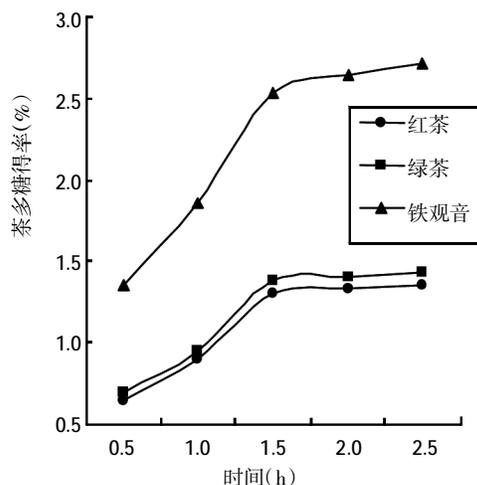


图3 不同浸提时间下各种茶叶中茶多糖得率

2.1.3 水浸提法料液比对茶多糖得率的影响 由图4可知，在料液比为1:10~1:20时，随着料液比的增加，3种茶叶的茶多糖得率迅速上升。但在料液比为1:20~1:30时，茶多糖得率增长缓慢，整体上绿茶茶多糖的得率与红茶接近且略高于红茶。3种茶叶中铁观音茶多糖的得率最高。

2.1.4 乙醇水浴回流法回流温度对茶多糖得率的影响 由图5可知，单因素实验中，固定料液比

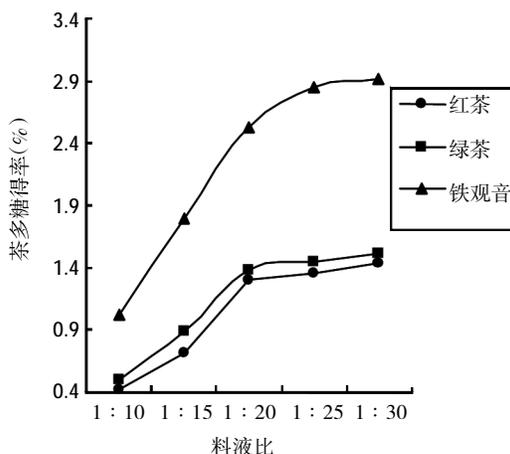


图4 不同料液比下各种茶叶中茶多糖得率

为 1:20, 回流时间为 1.5 h 时, 随着水浴温度的升高, 3 种茶叶的茶多糖得率呈明显上升趋势。在 40~60 ℃ 时, 3 种茶叶的茶多糖得率迅速上升; 在 60 ℃~80 ℃ 时, 茶多糖得率增长缓慢; 3 种茶叶的茶多糖得率由大到小顺序为铁观音、绿茶、红茶。综上所述可知, 乙醇水浴回流法中茶多糖的最适提取温度为 60 ℃。

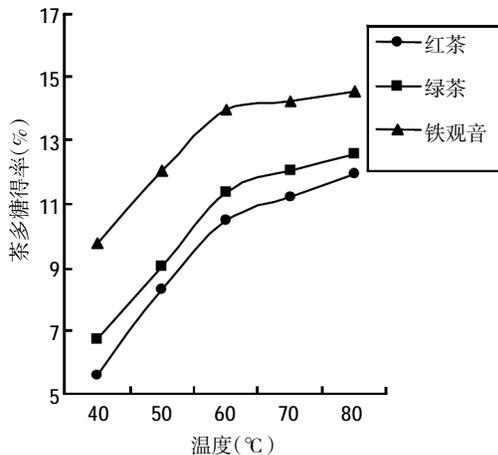


图 5 不同水浴温度下各种茶叶中茶多糖得率

2.1.5 乙醇水浴回流法回流时间对茶多糖得率的影响 由图 6 可知, 单因素实验中, 固定料液比为 1:20, 水浴温度为 50 ℃ 时, 随着回流时间的延长, 3 种茶叶的茶多糖得率总体上呈上升趋势。在 0.5~1.5 h 时, 茶多糖得率迅速上升; 在 1.5~2.5 h 时, 茶多糖得率增长缓慢。因此, 乙醇水浴回流法中茶多糖的最适提取时间为 1.5 h。另外, 在相同条件下, 绿茶的多糖得率与红茶的多糖得率接近, 但略高于红茶。3 种茶叶中铁观音的多糖得率最高。

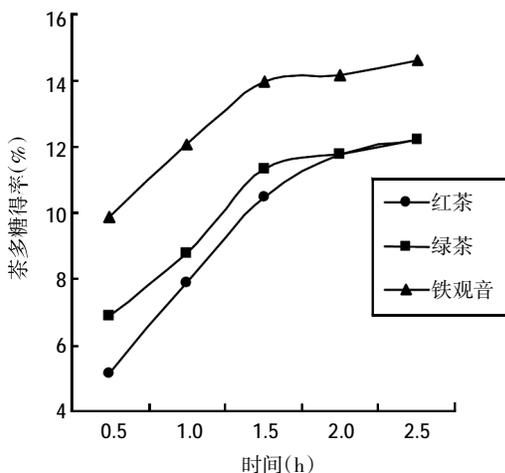


图 6 不同乙醇回流时间下各种茶叶中茶多糖得率

2.1.6 料液比对茶多糖得率的影响 由图 7 可知, 单因素实验中, 固定水浴温度为 50 ℃、回流时间为 1.5 h 时, 随着料液比的增加, 3 种茶叶的茶多糖得率呈上升趋势。在料液比为 1:10~1:15 时, 3 种茶叶的茶多糖得率迅速上升; 在料液比为 1:15~1:30 时, 3 种茶叶的茶多糖得率增长缓慢; 绿茶的茶多糖得率与红茶的多糖得率接近, 但略高于红茶。3 种茶叶中铁观音的多糖得率最高。

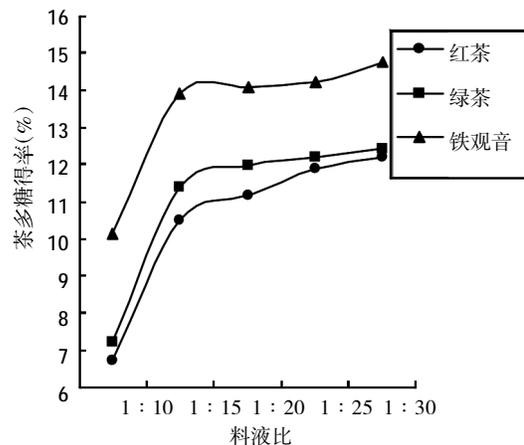


图 7 不同乙醇回流料液比下各种茶叶中茶多糖得率

2.2 正交实验

2.2.1 水浸提法 由表 3 可知, 在实验控制范围内, 对绿茶多糖得率影响最大的为时间, 其次为料液比, 最后为温度。绿茶多糖提取的最佳条件是 $A_1B_2C_2$, 即在 50 ℃ 下, 以 1:20 的料液比, 提取 1.5 h 时多糖得率最高。对红茶多糖得率影响最大的为时间, 其次为料液比, 最后为温度; 红茶中多糖提取的最佳条件是 $A_1B_2C_2$, 即在 50 ℃ 下, 以 1:20 的料液比, 提取 1.5 h 时多糖得率最高。对铁观音多糖得率影响最大的为时间, 其次为温度, 最后为料液比; 铁观音中多糖提取的最佳条件是 $A_1B_2C_2$, 即在 50 ℃ 下, 以 1:20 的料液比, 提取 1.5 h 时多糖得率最高。

2.2.2 乙醇回流法 由表 4 可知, 在实验控制范围内, 对绿茶多糖得率影响最大的为温度, 其次为料液比, 最后为时间; 绿茶中多糖提取的最佳条件是 $A_2B_1C_2$, 即在 60 ℃ 下, 以 1:15 的料液比, 回流提取 1.5 h 时多糖得率最高。对红茶多糖得率影响最大的是温度, 其次是时间, 最后是料液比; 红茶中多糖提取的最佳条件是 $A_2B_1C_2$, 即在 60 ℃ 下, 以 1:15 的料液比, 回流提取 1.5 h 时多糖得率最高。对铁观音多糖得率影响最大的

表3 不同茶叶水浸提法茶多糖提取条件正交实验结果

序号	绿茶				红茶				铁观音			
	温度A (°C)	料液 比B	时间C (h)	多糖得率 (%)	温度A (°C)	料液 比B	时间C (h)	得率 (%)	温度A (°C)	料液 比B	时间C (h)	多糖得率 (%)
1	1	1	1	0.26	1	1	1	0.24	1	1	1	1.31
2	1	2	2	1.38	1	2	2	1.30	1	2	2	2.53
3	1	3	3	0.51	1	3	3	0.53	1	3	3	1.86
4	2	1	2	0.63	2	1	2	0.59	2	1	2	2.01
5	2	2	3	0.33	2	2	3	0.31	2	2	3	0.97
6	2	3	1	1.02	2	3	1	0.98	2	3	1	1.20
7	3	1	3	0.74	3	1	3	0.71	3	1	3	0.83
8	3	2	1	0.57	3	2	1	0.56	3	2	1	1.72
9	3	3	2	1.10	3	3	2	1.02	3	3	2	1.07
K1	0.712	0.543	0.617		0.690	0.513	0.593		1.900	1.383	1.410	
K2	0.660	0.763	1.037		0.627	0.723	0.940		1.393	1.740	1.870	
K3	0.803	0.877	0.527		0.763	0.843	0.517		1.207	1.377	1.220	
R	0.143	0.334	0.510		0.163	0.330	0.423		0.507	0.363	0.650	
优	A ₁	B ₂	C ₂		A ₁	B ₂	C ₂		A ₁	B ₂	C ₂	
主次	3	2	1		3	2	1		2	3	1	

表4 不同茶叶乙醇回流法茶多糖提取条件正交实验结果

序号	绿茶				红茶				铁观音			
	温度A (°C)	料液 比B	时间C (h)	多糖得率 (%)	温度A (°C)	料液 比B	时间C (h)	多糖得率 (%)	温度A (°C)	料液 比B	时间C (h)	多糖得率 (%)
1	1	1	1	5.73	1	1	1	5.62	1	1	1	9.06
2	1	2	2	6.02	1	2	2	5.96	1	2	2	9.83
3	1	3	3	7.91	1	3	3	6.02	1	3	3	10.12
4	2	1	2	11.36	2	1	2	10.48	2	1	2	13.97
5	2	2	3	6.83	2	2	3	7.20	2	2	3	12.11
6	2	3	1	9.42	2	3	1	6.73	2	3	1	11.46
7	3	1	3	10.07	3	1	3	10.01	3	1	3	8.92
8	3	2	1	8.34	3	2	1	8.83	3	2	1	10.18
9	3	3	2	11.03	3	3	2	9.79	3	3	2	12.96
K1	6.553	9.053	7.830		5.867	8.703	7.060		9.670	10.650	10.233	
K2	9.203	7.063	9.470		8.137	7.330	8.743		12.513	10.707	12.253	
K3	9.813	9.453	1.640		9.543	7.513	7.743		10.687	11.513	10.383	
R	3.260	2.390	2.000		3.676	1.190	1.683		2.843	0.863	2.030	
优	A ₁	B ₂	C ₂		A ₁	B ₂	C ₂		A ₁	B ₂	C ₂	
主次	1	2	3		1	3	2		1	3	2	

是温度,其次是时间,最后是料液比;铁观音中多糖提取的最佳条件是 A₂B₁C₂,即在 60 °C 下,以 1:15 的料液比,回流提取 1.5 h 时多糖得率最高。

2.3 对比分析

2.3.1 单因素实验对比 由表 5-7 可知,在相同条件下,乙醇回流法提取茶多糖的得率要远大于水提法提取茶多糖。绿茶在相同温度、时间、料液比下,用乙醇回流法制得的茶多糖是水提法所制得茶多糖的 4~6 倍。在 50 °C、料液比为 1:20、时间为 1.5 h 的提取条件下,水提法提取出的红茶中的多糖为 1.3%,而乙醇回流法提取出的多

糖为 8.32%;在料液比为 1:20,温度为 50 °C,时间为 2 h 的提取条件下,铁观音经水提法得多糖 2.64%,而经乙醇回流法得多糖 14.19%。综上所述可知,乙醇回流法提取茶多糖优于水提法。

表5 不同提取温度下2种方法所得茶叶中茶多糖得率^①%

温度 (°C)	绿茶		红茶		铁观音	
	水提法	回流法	水提法	回流法	水提法	回流法
40	0.95	6.75	0.85	5.63	1.81	9.76
50	1.38	9.01	1.30	8.32	2.53	12.04
60	1.49	11.36	1.38	10.48	2.77	13.97
70	1.58	12.04	1.47	11.21	2.96	14.23
80	2.26	12.53	2.14	11.94	4.30	14.54

^①提料液比 1:20,提取时间 1.5 h。

表6 不同提取时间下2种方法所得茶叶中茶多糖得率^① %

时间 (h)	绿茶		红茶		铁观音	
	水提法	回流法	水提法	回流法	水提法	回流法
0.5	0.70	6.92	0.65	5.21	1.35	9.91
1.0	0.95	8.83	0.90	7.93	1.86	12.10
1.5	1.38	11.36	1.30	10.48	2.53	13.97
2.0	1.40	11.97	1.33	11.80	2.64	14.19
2.5	1.43	12.26	1.35	12.24	2.71	14.63

①提料液比 1:20, 提取温度 50℃。

表7 不同料液比下2种方法所得茶叶中茶多糖得率^① %

料液比	绿茶		红茶		铁观音	
	水提法	回流法	水提法	回流法	水提法	回流法
1:10	0.51	7.21	0.43	6.73	1.03	10.12
1:15	0.89	11.36	0.72	10.48	1.80	13.97
1:20	1.38	11.98	1.30	11.17	2.53	14.09
1:25	1.45	12.19	1.36	11.89	2.84	14.21
1:30	1.51	12.43	1.43	12.20	2.91	14.74

①提取时间 1.5 h, 提取温度 50℃。

2.3.2 正交实验对比 由表8可知, 在水提法最优参数 1:20 的料液比、温度为 50℃、浸提时间 1.5 h 下, 3种茶叶的多糖得率分别为绿茶 1.38%、红茶 1.30%、铁观音 2.53%, 远低于在乙醇回流法最优参数 1:15 的料液比、温度为 60℃、浸提时间 1.5 h 下提取的多糖, 因此可知, 乙醇回流法提取茶多糖要优于水提法。

表8 不同茶叶在水提法与乙醇回流法下正交试验所确定最优参数下多糖得率

提取方法	绿茶	红茶	铁观音
水提法	1.38	1.30	2.53
乙醇回流法	11.36	10.48	13.97

3 小结与讨论

1) 通过实验可以得出, 水提法和乙醇回流法均以铁观音中的多糖得率最高, 绿茶次之, 红茶最少。其中水提法提取茶多糖的最佳条件为 1:20 的料液比, 在 50℃ 下浸提 1.5 h; 乙醇回流法提取茶多糖的最佳条件为 1:15 的料液比, 在 60℃ 下提取 1.5 h。经过对单因素实验和正交实验结果进行对比, 得出乙醇回流法提取茶多糖要优于水提取法提取茶多糖。

2) 茶多糖是一类与蛋白质结合在一起的酸性多糖或酸性糖蛋白, 在茶叶中含量为 0.5%~3.1%, 其多糖部分是由不同单糖组成的杂多糖, 主要组成的单糖有半乳糖、葡萄糖、阿拉伯糖、木糖、岩藻糖等, 因原料和提取分离方法的不同, 单糖的

种类和比例也有所不同^[10]。一般随茶叶原料的老化, 多糖增加。目前, 茶多糖的提取方法有两大类^[11], 一是化学方法, 包括热水浸提法、酸浸提法和碱浸提法、乙醇回流法; 二是生物学方法, 主要是酶提取法。酸浸提法和碱浸提法很容易使部分茶多糖发生水解, 从而破坏茶多糖结构; 而酶提取法成本较高, 乙醇回流法成本低, 且优于水提法, 同时, 通过提取条件的控制, 可以提高茶多糖得率, 而且不影响其生物活性, 在工业化生产中具有广阔的前景。

3) 在茶多糖的提取中, 制茶工艺不同、茶叶品种不同, 则多糖含量不同。一般铁观音多糖含量 > 绿茶多糖含量 > 红茶多糖含量^[12]。我们利用乙醇回流法提取绿茶、红茶和铁观音中的茶多糖的最佳条件是 1:15 的料液比、温度为 60℃、浸提时间 1.5 h, 所得茶多糖得率均比以前报道有所提高。

参考文献:

- [1] 张丽, 杨晓春, 孔维宝, 等. 康县茶叶产业开发现状及发展对策[J]. 甘肃农业科技, 2009(2): 41-43.
- [2] 清水岑夫. 探讨茶叶降血糖作用以从茶叶中制取糖尿病的药物[J]. 国际外农学-茶叶, 1990(3): 38-40.
- [3] 顾谦, 陆锦时, 叶宝存. 茶叶化学[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2003: 39.
- [4] 王淑如, 王丁刚. 茶叶多糖对心血管系统的部分药理作用[J]. 中草药, 1992, 23(8): 4-5.
- [5] 傅博强, 谢明勇, 聂少平, 等. 茶叶多糖含量的测定[J]. 食品科学, 2001, 22(11): 69-72.
- [6] 杨桦. 藏药蕨麻中的糖的含量测定研究[J]. 中草药, 2001, 32(1): 29-31.
- [7] 师勤. 比色法测定蒺藜中多糖的含量[J]. 中国药科大学学报, 1997, 28(5): 291-293.
- [8] 王伟华, 韩占江, 何冬云. 信阳毛尖茶叶茶多糖提取工艺的研究[J]. 河南科技学院学报, 2005, 33(4): 53-55.
- [9] 傅博强, 谢明勇, 周鹏. 茶叶多糖的提取纯化组成及药理研究[J]. 南昌大学学报, 2001, 25(4): 358-364.
- [10] 徐仲溪, 王坤波. 茶多糖化学及生物活性的研究[J]. 茶叶科学, 2004, 24(2): 75-81.
- [11] 黄杰, 孙嘉菊, 李恒, 等. 茶多糖提取工艺研究[J]. 食品科学研究与开发, 2006, 127(6): 77-79.
- [12] 汪东风. 粗老茶治疗糖尿病的药理成分分析[J]. 中草药, 1995, 26(5): 255-257.

(本文责编: 陈伟)