

茶饼中茶皂素提取物的制备方法

韦锦阳

(广西万寿堂药业有限公司 广西省 南宁市 530219)

摘要: 研究了茶饼中茶皂素的水、醇热回流,醇渗漉提取工艺;采用 D101 大孔吸附树脂、聚酰胺大孔树脂、AB-8 大孔树脂、NKA-9 大孔树脂方法对油茶提取液进行除杂。采用单因素试验法,以茶皂素提取率及提取物中茶皂素的质量分数为考察指标,对乙醇回流提取茶饼中茶皂素工艺进行了优化。采用单因素实验法,以醇化物中茶皂素质量分数为考察指标,对 D101 大孔树脂、AB-8 大孔树脂、NKA-9 大孔树脂、聚酰胺大孔树脂对油茶提取物除杂工艺进行了筛选。结果表明:乙醇浓度为 80%,回流时间 1.5h,温度 80℃,提取次数为两次,溶剂倍数分别为 6、4 倍量为茶皂素的最佳提取工艺条件;树脂用量体积 V:原料重量 M=2:1 时,样品过柱速度为 2BV/h,洗脱液乙醇浓度为 80%,流速为 2ml/min,洗脱液用量为 2B 柱体积为大孔吸附树脂油茶提取物较优除杂工艺条件。本工艺茶皂素提取率为 94.64%以上,质量分数为 91.4%,工艺简便,树脂再生容易,提取方法可取。
关键词: 茶饼,茶皂素,提取,大孔树脂,纯化

1. 实验材料

1.1 仪器:HH-S 数显恒温水浴锅、RE-52 旋转式蒸发器、JJ2000 型精密电子天平(max=2000g,d=0.1g)、SHZ-D(III)循环水式真空泵、101-1-S 电热恒温鼓风干燥器。

1.2 试剂:茶皂素对照品,由广西中医药大学中药鉴定教研室提供,茶饼;层析聚酰胺树脂(100-120目);D101、NKA-9、AB-8 树脂。

2. 实验方法和结果

茶皂素半水化合物为白色或微黄色针状结晶,在 110℃时变为无水物,与稀盐酸共热产生咖啡酸,熔点 208℃,比旋光度 $[\alpha]_D^{25}$ =35.2°(C=28)。茶皂素在 25℃时水中溶解度约为 4%,易溶于甲醇、乙醇等极性溶剂,微溶于乙酸乙酯,难溶于三氯甲烷、乙醚等亲脂性有机溶剂。茶皂素是由咖啡酸与奎尼酸形成的酯,分子结构中有酯键、不饱和双键及多元酚三个不稳定部分。从植物提取过程中,往往通过水解和分子内酯基迁移而发生异构化^[8]。茶皂素特殊结构,决定可以利用乙醇、甲醇等极性溶剂从植物中提取出来,但由于茶皂素本身的不稳定性,提取时不能高温、强光及长时间加热。茶皂素的供试液放置于棕色瓶、冰箱(2℃)保存时最为稳定。各类文献报道的茶皂素提取方法有很多,但从成本、安全性等方面考虑,结合文献及公司实际情况,我们拟以水、80%乙醇热提,80%乙醇渗漉方法,来考察茶饼茶皂素的最优提取方法。

2.1 茶饼中茶皂素的热提

取茶饼 200.0g 两份,于 80℃条件下,分别加入 6、4、2 倍水、80%的乙醇提取 3 次,每次 1.5h,过滤,合并滤液浓缩,80℃烘干,即得。

2.2 茶饼中茶皂素的渗漉提取

取茶饼 200.0g 一份,加入 2 倍量的 80%乙醇浸泡 2h。装入玻璃树脂柱中,用 10 倍量的 80%的乙醇溶液渗漉,速度 5ml/分钟,渗漉液过滤,浓缩,80℃烘干,即得。(见表 1)

表 1 提取方法结果对比表

方法	药材量 g	药材含量%	样品量 g	样品含量%	提取率 %
水热提	200.0	11.74	46.2	34.01	66.91
80%乙醇热提	200.0	11.74	43.8	50.0	93.28
80%乙醇渗漉	200.0	11.74	45.3	45.36	87.49

由上表三个提取方法可知,茶皂素采用 80%乙醇加热提取,提取率最高,含量也与最高的渗漉方法相差不大,为最优方法。水提方法提取率较低,而 80%乙醇渗漉的方法,虽然与 80%乙醇热提提取率不大,而且含量较高,但其耗时较长,且容易产生塞柱等问题。因此,我们采用乙醇热提作为茶饼中茶皂素的提取方法。

2.3 茶饼中茶皂素的醇提

由表 1 可知,80%乙醇热提作为茶饼中茶皂素的提取方法,粗

提取物含量收率均较高,因此我们拟对乙醇热提所采用的温度、浓度、时间、次数及溶剂倍数进行考察,使工艺更加经济合理。

2.3.1 提取温度的考察

参照 2.1 项下部分条件,取茶饼 200.0g 三份,于 40℃、60℃、80℃,分别加入 6、4、2 倍量 80%乙醇提取 3 次,每次 1.5h,过滤,合并滤液浓缩,80℃烘干,即得。(见表 2)

表 2 提取温度考察结果对比表

提取温度℃	药材量 g	药材含量%	样品量 g	样品含量%	提取率 %
40	200.0	11.74	42.3	45.72	82.36
60	200.0	11.74	43.6	46.03	85.47
80	200.0	11.74	44.2	50.09	94.29

由上表三个温度条件可知,茶皂素在 80℃加热提取,提取率、含量最高,为最优方法。茶皂素在 40℃、60℃条件下的提取率、含量相差不大,随着温度升高,提取率及含量逐步提高,说明随着温度升高,更有利于茶皂素的溶出。

2.3.2 乙醇浓度的考察

参照 2.3.1 项下已确定的提取条件,对 60%乙醇、80%乙醇、95%乙醇进行乙醇浓度的考察。取茶饼 200.0g 三份,于 80℃条件下,分别加入 6、4、2 倍量 60%、80%、95%乙醇提取 3 次,每次 1.5h,过滤,合并滤液浓缩,80℃烘干,即得。(见表 3)

表 3 乙醇浓度的考察结果对比表

乙醇浓度%	药材量 g	药材含量%	样品量 g	样品含量%	提取率 %
60	200.0	11.74	42.9	47.35	86.51
80	200.0	11.74	43.7	50.66	94.29
95	200.0	11.74	42.8	51.74	94.31

由表 3 可知,随着乙醇浓度的提高,茶皂素提取率及含量逐步提高,说明随着乙醇浓度升高,更有利于茶皂素的溶出。但乙醇浓度达到 80%后,浓度、含量及提取率增加不大;采用在 95%乙醇条件下加热提取,提取率、含量最高,但与 80%乙醇浓度的含量、提取率相差不大。因此,从经济成本考虑,80%乙醇提取条件最佳。

2.3.3 提取时间的考察

参照 2.3.2 项下已确定的提取条件,采用 60min、90min、120min 对提取时间进行考察。取茶饼 200.0g 三份,于 80℃条件下,分别加入 6、4、2 倍量 80%乙醇,提取 3 次,每次 60min、90min、120min,过滤,合并滤液浓缩,80℃烘干,即得。(见表 4)

表 4 提取时间的考察结果对比表

提取时间 min	药材量 g	药材含量%	样品量 g	样品含量%	提取率 %
60	200.0	11.74	41.9	50.60	90.30
90	200.0	11.74	43.1	51.47	94.48
120	200.0	11.74	42.7	51.82	94.24

由表4可知,随着提取时间的延长,茶皂素提取率及含量逐步提高,说明随着时间延长,更有利于茶皂素的溶出。但时间达到90min后,随着时间延长含量及提取率差并不大。因此,从生产周期及成本考虑,提取时间为90min。

2.3.4 提取次数及提取溶剂倍数的考察

参照2.3.3项下已确定的提取条件,采用8倍(5倍,3倍)、10表5 提取溶剂倍数、提取次数考察结果对比表

溶剂倍数及次数			药材量 g	药材含量%	样品量 g	样品含量%	提取率%
5B	3B		200.0	11.74	41.5	50.02	88.40
6B	4B		200.0	11.74	42.7	51.49	93.64
6B	4B	2B	200.0	11.74	43.2	51.13	94.07
6B	4B	4B	200.0	11.74	42.8	51.54	93.96

由表5可知,随着提取溶剂的增加,茶皂素提取率逐渐增大,说明随着溶剂量的增加,有利于茶皂素的溶出。但溶剂倍数达12倍后,提取物含量及提取率相差不大。因此,从生产周期及经济成本考虑,提取2次,溶剂倍数为6、4倍效果最好。

2.3.5 分离纯化方法及结果

茶饼经80%乙醇提取浓缩烘干后,其粗提物中茶皂素的含量为50%左右,因此,需对粗提物精制使其达到所需的含量。查阅资料,茶皂素的精制方法有很多^[6],但结合实际情况及成本,我们拟采用茶皂素粗提物浓缩后,加水沉淀,过滤,再分别采用上D101大孔树脂、AB-8大孔树脂、NKA-9大孔树脂、聚酰胺树脂进行精制。

2.3.5.1 树脂的预处理

分别取V800ml的D101大孔树脂、AB-8大孔树脂、NKA-9大孔树脂,以95%乙醇浸泡,去气泡后分别装入玻璃柱中,分别用高于树脂层10cm的乙醇浸渍4小时,然后用乙醇淋洗,洗至流出液在试管中用等体积的水稀释不浑浊时为止,最后用水反复洗涤至无明显乙醇味。再在容器内加入高于树脂层10cm的3%盐酸溶液浸泡4小时,再用4倍树脂体积同浓度的盐酸溶液通柱,用水洗至中性;再用高于树脂层10cm的5%氢氧化钠溶液浸泡4小时,再用同浓度的4倍树脂体积的氢氧化钠溶液通柱,最后用清水清洗至PH值中性,既得^[9]。

取V800ml聚酰胺大孔树脂,以95%乙醇浸泡,去气泡装入柱中。用4倍体积的95%乙醇洗脱,洗至洗脱液透明并在蒸干后无残渣,用水洗至无醇味。再依次用2.5倍体积5%氢氧化钠水溶液、1倍体积蒸馏水、2.5倍体积10%醋酸水溶液洗脱,最后用蒸馏水洗脱至pH中性,即得^[10]。

2.3.5.2 样品溶液的制备

取茶饼200.0g四份,于80℃条件下,分别加入6、4倍量80%乙醇提取2次,每次90min,过滤,合并滤液,浓缩至近干,加2000ml水,搅均,静置4h,过滤,过滤液上树脂。

2.3.5.3 上柱洗脱

取2.3.5.2项下四份样品,分别以2BV/h的速度通过V800ml已处理好的D101大孔树脂、AB-8大孔树脂、NKA-9大孔树脂、聚酰胺树脂,用水洗至流出液澄清,再分别用4倍量柱体积的80%乙醇洗脱,速度为1BV/h,收集洗脱液浓缩,烘干,即得。(见表6)

表6 分离纯化实验方法对比结果表

分离纯化方法	样品量 g	药品含量 %	收率%
AB-8大孔树脂	34.7	91.0	91.4
NKA-9大孔树脂	36.2	87.2	88.19
D101大孔树脂	35.6	88.9	87.3
聚酰胺树脂	33.4	80.7	86.41

由表6可知,采用AB-8大孔树脂精制时,样品量及收率最大,

倍(6倍,4倍)、12倍(6倍,4倍,2倍)、14倍(6倍,4倍,4倍)溶剂,考察溶剂倍数及提取次数。称取茶饼200.0g四份,于80℃条件下,分别加8倍(5、3倍)、10倍(6、4倍)、12倍(6、4、2倍)、14倍(6、4、4倍)80%乙醇提取,时间90min。过滤浓缩,80℃烘干,即得。(见表5)

为最优方法。聚酰胺含量较高,但样品量及收率较低些。而D101大孔树脂、NKA-9大孔树脂虽然量多,但是含量不是很理想。因此拟定用AB-8大孔树脂对茶皂素粗提物进行纯化。

2.3.6 AB-8大孔树脂精制工艺的优化

2.3.6.1 大孔树脂用量的考察

取茶饼200.0g,于80℃条件下,加入6、4倍量80%乙醇提取2次,每次90min,过滤,合并浓缩至近干,加2000ml水,搅均,静置4h,过滤,平均分成四份。分别以2BV/h的速度通过V400ml、V600ml、V800ml、V1000ml预处理好的AB-8树脂,然后分别用水洗至流出液澄清,各用4倍量柱体积的80%乙醇洗脱,速度为1BV/h,分别收集洗脱液,浓缩,烘干,即得。(见表7)

表7 大孔树脂用量对比结果表

大孔树脂用量 ml	样品量 g	药品含量%	收率%
V400	34.6	92.7	91.08
V600	33.9	93.7	91.2
V800	34.5	92.0	91.28
V1000	34.8	93.1	91.02

由表7可知,当使用大孔树脂体积V:原料重量M=2:1时,即树脂体积为原料重量的2倍数时,即可最大限度的将茶皂素吸附及解吸。

2.3.6.2 样品过柱速度的考察

取茶饼200.0g,于80℃条件下,分别加入6、4倍量80%乙醇提取2次,每次90min,过滤,合并滤液,浓缩至近干,加2000ml水,搅均,静置4h,过滤,平均分成四份,分别以1BV/h、2BV/h、3BV/h、4BV/h的速度通过相同体积的V400ml预处理好的AB-8树脂,分别用800ml水洗至流出液澄清,各用4倍量柱体积的80%乙醇洗脱,洗脱速度为1BV/h,分别收集洗脱液,浓缩,烘干,即得。(见表8)

表8 过柱速度对比结果表

过柱速度	样品量 g	药品含量%	收率%
1BV/h	34.5	93.2	94.42
2BV/h	34.4	91.2	93.25
3BV/h	31.8	85.0	84.49
4BV/h	29.7	83.0	74.44

由上表可知,样品以1BV/h的速度通过树脂时,含量和收率较高,但时间长。而以2BV/h的速度通过树脂时,含量、收率较高,时间减少一倍,为最佳条件。当以3BV/h、4BV/h的速度通过时,由于大孔树脂吸附茶皂素的量不多,因此含量和收率较低。

2.3.6.3 乙醇洗脱速度的考察

取茶饼200.0g,于80℃条件下,分别加入6、4倍量80%乙醇提取2次,每次90min,过滤,合并滤液,浓缩至近干,加2000ml水,搅均,静置4h,过滤,平均分成四份,以2BV/h的速度通过相同体积的V400ml预处理好的AB-8大孔树脂,分别用800ml水洗

至流出液澄清, 各用 4 倍量柱体积的 80%乙醇洗脱, 速度分别为 1BV/h、2BV/h、3BV/h、4BV/h, 分别收集洗脱液, 浓缩, 烘干, 即得。(见表 9)

表 9 洗脱速度对比结果表

洗脱速度	样品量 g	药品含量%	收率%
1BV/h	34.6	90.4	88.97
2BV/h	34.3	90.6	88.54
3BV/h	31.4	83.9	83.98
4BV/h	27.5	80.1	81.99

由上表可知, 当速度过快, 即 3BV/h、4BV/h, 无法完全解吸下来; 当速度为 1BV/h, 收率虽较高, 但与 2BV/h 的收率相差不大, 且时间长了一倍。因此, 速度以 2BV/h 为最佳。

2.3.6.4 乙醇洗脱浓度的考察

取茶饼 200.0g, 于 80℃条件下, 分别加入 6、4 倍量 80%乙醇提取 2 次, 每次 90min, 过滤, 合并滤液, 浓缩至近干, 加 1500ml 水, 搅均, 静置 4h, 过滤, 平均分成三份, 以 2BV/h 的速度通过相同体积的 V400ml 预处理好的 AB-8 大孔树脂, 然后分别用 800ml 水洗至流出液澄清, 各用 4 倍量柱体积的 60%、80%、95%乙醇洗脱, 洗脱速度为 2BV/h, 分别收集洗脱液, 浓缩, 烘干, 即得。(见表 10)

表 10 洗脱浓度对比结果

乙醇浓度%	样品量 g	药品含量%	收率%
60	32.4	80.3	83.16
80	34.5	90.8	90.39
95	35.8	88.9	89.74

由上表可知, 浓度低时, 无法将成分完全解吸下来; 浓度太高, 则会将很多杂质洗脱下来, 造成含量降低, 因此, 洗脱浓度以 80%乙醇为最佳。

2.3.6.5 乙醇洗脱用量的考察

取茶饼 200.0g, 于 80℃条件下, 加入 6、4 倍量 80%乙醇提取 2 次, 每次 90min, 过滤, 合并滤液, 浓缩至近干, 加 1500ml 水, 搅均, 静置 4h, 过滤, 平均分成三份, 以 2BV 的速度通过相同体积的 V400ml 预处理好的 AB-8 大孔树脂, 然后分别用 800ml 水洗至流出液澄清, 各用 2、3、4 倍量柱体积的 80%乙醇洗脱, 洗脱速度为 2BV/h, 分别收集洗脱液, 浓缩, 烘干, 即得。(见表 11)

表 11 洗脱用量对比结果表

洗脱倍数	样品量 g	药品含量%	收率%
2	28.4	90.2	81.72
3	34.3	91.4	94.64
4	37.6	86.6	93.24

由上表可知, 洗脱倍数过小时, 无法将成分完全洗脱下来; 洗脱倍数过大, 则会将其他较难洗脱的物质也洗脱下来, 还造成洗脱时间和溶剂用量的增加, 因此, 以 3 倍量洗脱的效果最好。

3. 结果

由以上试验可确定茶皂素提取物制备工艺为: 取茶饼, 于 80℃条件下, 分别加入 6、4 倍量 80%乙醇提取 2 次, 每次 90min, 过滤, 合并滤液, 浓缩至近干, 加 2000ml 水, 搅匀, 静置 4h, 过滤, 滤液上 AB-8 大孔树脂。以 2BV/h 的速度通过 2 倍量(原料重量 M: 大孔树脂体积 V=1: 2)已处理好的 AB-8 大孔树脂, 然后用水洗至流出液澄清, 再用 3 倍量柱体积的 80%乙醇洗脱, 洗脱速度为 2BV/h, 收集洗脱液, 浓缩, 烘干, 即得。

4. 讨论

4.1 茶皂素 (Theasaponin) 又叫做茶皂甙, 是油茶枯饼综合利用的主要产品。近年来随着对茶籽有效成分研究的不断深化, 综合利用茶籽已逐渐成为天然产物开发与应用研究的热点之一。茶籽饼最重要的应用是提取茶皂素。茶皂素是山茶科山茶属植物皂素的统

称, 是一类结构相似的齐墩果烷型五环三萜类皂苷的混合物, 惯称茶皂素, 其单体结构称为茶皂甙。茶皂素不仅存在于茶籽中, 而且在根、茎、叶花中均分布, 是造成茶叶粗青味和苦感的主要成分之一。它是茶皂醇 A、B、C、D、E 为配基的一种多羟基烷类三萜物质, 为性能十分优良的非离子型天然表面活性剂, 具有良好的发泡、乳化、去污、稳泡等作用。并有止咳平喘、消炎止痛、抑制病菌、防癌治癌等方面的药理作用, 我国各类茶籽资源十分丰富, 利用潜力巨大, 开发茶皂素的应用有重要的意义和广阔的前景。

4.2 以水来提取茶枯饼中的茶皂素时, 虽然茶皂素在 25℃时水中溶解度约为 4%, 但其分子结构中有酯键、不饱和双键及多元酚三个不稳定部分。提取过程中, 往往由于水解和分子内酯基迁移而发生异构化^[4], 提取率较低, 或必须增加溶剂倍数和延长提取时间才能完全提取, 因而采用一定浓度的乙醇溶液来提取油茶中的茶皂素。

4.2 茶皂素的提取采用渗漉方法时, 虽然能耗较低, 但是渗漉时间很长, 且会导致堵柱等情况。

4.4 茶皂素的精制方法有很多, 目前常用的有萃取法^[12]、沉淀法^[13], 这些方法多存在成本高、操作烦琐、环境污染、收率低、材料不易再生等缺点。现阶段, 普遍采用的是大孔树脂吸附方法。大孔吸附树脂兼有吸附性和筛选性, 是以吸附作用和筛选作用相结合的分选材料, 其理化性质稳定, 不溶于酸碱和有机溶剂中。具有吸附量大、选择性好、易解吸、易再生、成本低、效率高^[15], 特别适用于水溶性化合物的提取分离等优点。本实验利用 AB-8 大孔吸附树脂分离茶枯饼茶皂素, 其工艺较简单、成本低, 收率高, 不存在金属、有机溶剂毒性残留的问题, 虽然大孔树脂吸附作用的根本因素是吸附剂与树脂间的范德华力作用, 但是具有多羟基结构的茶皂素, 易形成氢键, 有利于与树脂吸附。

4.5 茶皂素采用大孔树脂精制时, 由于树脂只具有一定的吸附量, 如果上样速度过快、树脂量不足都会引起茶皂素吸附不完全, 造成跑料使收率降低; 洗脱速度过快、洗脱液的量不足, 则可能造成茶皂素洗脱不完全, 也会使收率降低。因此需要对树脂的上样速度、洗脱速度和树脂量等参数进行考察, 寻求最佳试验条件, 以提高效率, 减低成本。

4.6 据文献报道^[18], 洗脱液的选择应根据树脂对指标成分的吸附能力强弱来定。一般来说, 对非极性和弱极性大孔树脂, 洗脱剂极性越小, 洗脱能力越强; 对中等极性大孔树脂和极性较大的化合物来说, 则用极性较大的溶剂较为合适。常见的洗脱液类型有甲醇、乙醇、丙酮及它们的不同浓度的水溶液等。考虑到工业化生产时, 甲醇、丙酮的毒性较大, 易挥发, 环境污染严重, 工业难回收, 本实验采用乙醇为洗脱液, 并研究探讨了不同浓度的乙醇溶液对油茶中茶皂素的洗脱效果。

4. 结论

茶饼的茶皂素采用 6、4 倍量 80%乙醇提取 2 次, 每次 1.5h, 采用 AB-8 大孔树脂进行精制 (树脂用量体积 V: 原料重量 M=2: 1 时, 样品过柱速度为 2BV/h, 洗脱液乙醇的浓度为 80%, 流速为 2BV/h, 洗脱液用量为 2B 柱体积) 为茶饼中茶皂素的最佳提取工艺, AB-8 大孔树脂为精制茶皂素的最佳吸附剂, 适宜于茶皂素产业化生产。

参考文献

- [1] 钦理力, 顾红, 陈奇寒等. 茶籽油的开发研究[J]. 中国油脂, 2003(9): 57-58.
- [2] 张国运, 曹丽云, 吴建鹏等. 茶皂素提取工艺及其应用研究进展[J]. 日用化学工业, 2006(3): 174-177
- [3] Yen WJ, Wang BS, Chang LW, et al. Antioxidant properties of roasted coffee residues[J]. J. of Agric. and Fod Chem, 2005, 53, f7): 2658-2663.

(下转第 13 页)

(上接第 11 页)

- [4] Jiang Y, Kusama K, Satoh K, et al. Induction of cytotoxicity by Tea saponin in human oral tumor cell lines [J]. *Phytomedicine*, 2000, 7(6): 483.
- [5] 张国运, 曹丽云, 吴建鹏等. 茶皂素提取工艺及其应用研究进展[J]. *日用化学工业*, 2006(3): 174—177
- [6] 邓良, 袁华, 喻宗沅. 茶皂素的研究进展. *化学与生物工程*, 2005, 7: 4—6.
- [7] 黄绍重. 茶皂素的提取与运用. *运用化工*, 2006, 35(6) 467—469.
- [8] Dorrell D. G. Tea saponin content of meal from cultivatual sunflower[J]. *Crop science*, 1976, 16: 422.
- [9] 马希汉, 王冬梅, 苏印泉. 大孔吸附树脂对杜仲叶中茶皂素、总黄酮的分离研究. *林产化学与工业*, 2003, 24(3) 47—51.
- [10] 刘军海, 裘爱泳. 茶皂素及其提取纯化和应用前景. *粮食与油脂*, 2003(9) 44—46.
- [11] 贾桂燕, 鲁巍巍, 郑毅男. 咖啡中咖啡因和茶皂素的含量测定. *黑龙江八一农垦大学学报*, 2008, 10(3): 64—67.
- [12] 林启寿编. *中草药成分化学*. 北京: 科学出版社. 1997, 145 ~ 147.
- 李进飞, 黄可龙, 李春华. NKA—9型树脂对茶皂素吸附分离性能的研究. *华西药学杂志*, 2004, 19(1): 1 ~ 4.
- [13] 刘斌. 影响大孔吸附树脂吸附分离中草药化学成分的因素. *中草药*, 2002, 33(5): 475 ~ 476.
- [14] 何炳林, 黄文强. *离子交换与吸附树脂[M]*. 上海科技教育出版社, 1995. 76.
- 冯文字, 田吉. 茶皂素提取纯化工艺对比实验研究. *重庆中草药研究*, 1999, 12(40) 85—86.
- [15] 李伯廷, 王湘, 李小进. 大孔吸附树脂在天然产物分离中的应用[J]. *中草药*, 1990, 21(8): 42—44.
- 作者简介: 韦锦阳, 性别: 女, 广西省河池市人, 1981 年出生, 学历: 本科, 职称: 工程师, 单位: 广西万寿堂药业有限公司
研究方向: 茶饼中茶皂素提取物的制备方法