

文章编号 :1009-038X(2001)06-0582-06

金花茶叶酶法提取工艺条件的研究

王元凤¹, 魏新林¹, 王登良², 刘仲华³

(1. 江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214036; 2. 华南农业大学, 广东 广州 510642; 3. 湖南农业大学, 湖南 长沙 410128)

摘要:用添加外源酶把金花茶叶中的有效成分提取出来. 其最佳提取条件为: 加水量为金花茶叶干样的100倍, 添加的木瓜蛋白酶的质量分数为0.4%, pH值为5.0~5.5, 温度为50~55℃, 恒温120 min. 在此条件下, 金花茶叶水浸出率、可溶性糖和氨基酸含量分别比对照增加39.47%、7.39%和1.84%, 粗蛋白氨基酸的总浸出率为25.5%左右, 金花茶叶中矿质元素Fe、Zn、Se、Mn、Co、Mo、Ge、V的浸出率都在95%以上.

关键词:金花茶叶; 外源酶; 浸提; 酶解

中图分类号: TS 272

文献标识码: A

Studying on Enzymatic Extraction Process Condition of Yellow Flower Camellia

WANG Yuan-feng¹, WEI Xin-lin¹, WANG Deng-liang², LIU Zhong-hua³

(1. School of Food Science and Technology, Southern Yangtze University, Wuxi 214036, China; 2. South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; 3. Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

Abstract: This optimal extraction parameters and the extraction rate of nutrient components of yellow flower camellia (*C. Chrysantha* (Hu) Tuyuma) were studied by enzymatic hydrolysis. With a ratio of 1:100 between yellow flower camellia and water, an addition of 0.4% exogenous papain, pH 5.0~5.5, most of nutrient components and microelements were extracted at 50~55℃ for 2 hours. Under the above conditions, there were 39.47% increase of extraction rate of soluble solid, 7.39% increase of total soluble sugar and 1.84% increase of the extraction rate of crude protein amino acid by enzymatic hydrolysis, compared with by pure water extraction. The hydrolytic rate of crude protein was up to 25.5% and the extraction rate of Fe, Zn, Cu, Se, Mn, Co, Mo, Ge, V was up to 95% respectively in the optimal conditions.

Key words: camellia; exogenous enzyme; extraction rate; hydrolysis

金花茶, 植物学名是 *C. chrysantha* (Hu) Tuyuma, 属于山茶科山茶属茶亚属金花茶组植物, 是世界花坛之尊—山茶花家族中唯一具有金黄色

花瓣的品种, 主要分布在北回归线以南的广西北热带季雨林和沟谷雨林, 有“大熊猫”和“茶族皇后”的美誉. 随着人们生活水平的不断提高, 生活节奏的

收稿日期 2001-06-04; 修订日期 2001-10-15.

作者简介: 王元凤(1975-), 女, 湖北宜昌人, 食品工程博士研究生.

万方数据

加快,人们对饮料的要求具有快速、方便、营养和保健的时代感,饮食回归自然成为流行趋势.金花茶叶饮料的开发符合人们的消费需求,有着重要的意义.

目前金花茶叶饮料加工采用的是水煮法.水煮法风味差,苦味重;而采用纯水浸提法,浸提率低,滋味淡薄.笔者旨在探讨一种合适的浸提方法,以提高金花茶叶浸提率,改善其滋味和香气.酶技术因具有快速、高效、反应时间温和、反应过程明确且易于控制等诸多优点,已越来越广泛应用于食品和果蔬加工.成熟的植物细胞由胞间层、初生壁及次生壁构成.其构成部分包括纤维素、半纤维素、果胶及木质素.金花茶叶角质层厚,含有丰富的纤维素和原果胶,采用酶法水解其纤维素、原果胶和粗蛋白,可破坏角质层,分解细胞壁,反应条件温和,不破坏氨基酸,是一种较为先进有效的分解方法^[1-15].作者系统地研究了酶解法提取金花茶叶的最佳工艺条件,为金花茶叶饮料的开发提供了理论依据和方法.

1 材料与方法

1.1 试验材料

金花茶叶干样,广西东兴县提供;纤维素酶,上海丽珠东风生物技术有限公司生产,活力15 000 U/g,产生菌为绿色木霉;果胶酶,美国SERVA公司生产,活力0.2 U/mg,产生菌为 *Aspergillus niger*;木瓜蛋白酶,上海伯奥科技公司生产,酶活16 000 U/mg,进口分装.

1.2 试验方法

1.2.1 取清液方法 金花茶叶→磨碎→酶解→灭酶→过滤→取滤液.

1.2.2 滤液中主要成分的测定方法

1) 水浸出率的测定:取粗滤液50 mL,于沸水浴上蒸干,然后于102℃烘箱中烘4 h左右.

2) 可溶性总糖的测定:蒽酮比色法.

3) 游离氨基酸总量的测定:采用茚三酮显色法(GB8312-87).

4) 多酚类含量的测定:酒石酸亚铁比色法(GB8312-87).

5) 黄酮类总量的测定:AlCl₃比色法.

1.2.3 酶法浸提

1) 单因素试验:进行酶添加量、浸提pH值、浸提温度的单因素试验;

2) 多因素试验:据单因素试验结果,设计浸提pH值、浸提温度、不同酶组合因素四水平正交试

验.

2 结果与分析

2.1 金花茶叶基本营养成分

金花茶晒干叶磨碎样的主要营养成分见表1.

表1 金花茶叶干样的基本组成成分

Tab.1 Basic constituents of yellow flower camellia leaves

测定项目	含量/%
水分	6.54
水浸出物	19.78
粗纤维	20.74
总果胶	12.40
可溶性糖	3.96
多酚类	2.07
黄酮类	0.23
水溶性果胶	0.18

2.2 加水量对金花茶叶浸提效果的影响

在温度为50℃,浸提时间为100 min左右的条件下,用去离子水浸提,探讨加水量对金花茶叶浸提效果的影响,实验结果见图1、2.

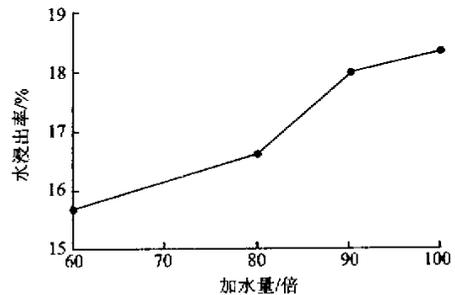


图1 加水量对金花茶叶水浸出率的影响

Fig.1 The effect of water amount on the extraction rate of yellow flower camellia leaves

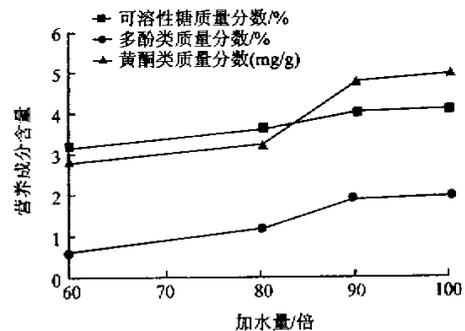


图2 加水量对金花茶叶浸提液主要营养成分含量的影响

Fig.2 The effect of water amount on the contents of nutrient components of yellow flower camellia leaves extracted liquid

从图 1 2 可以看出,在加水量为金花茶叶的 60~90 倍之间,水浸出率、可溶性糖、多酚类和黄酮类随加水量的增加呈几乎直线增加.当加水量增至金花茶叶的 90 倍以后,各指标趋于平稳.因此,加水量的选择为金花茶叶的 90~100 倍为宜.随着加水量的增加,有利于可溶性固形物、可溶性糖、多酚类等向提取液中扩散,但当加水量达到一定值后,可溶性的物质已基本溶出,再增加水量,效果已不明显.

2.3 添加外源酶对金花茶叶浸提效果的影响

从金花茶叶纯水浸提的试验可知,仅仅考虑金花茶叶自身的溶解作用,水浸出率只能达到 18% 左右,可溶性糖含量也只能达 5% 左右,氨基酸几乎不能溶出,还有很大一部分有效成分不能提取,因此考虑添加外源酶提高浸出液中的可溶性物质及有效成分.

2.3.1 添加纤维素酶对金花茶叶浸提效果的影响

在加水量为金花茶叶干样的 100 倍,浸提条件和纯水浸提条件相同的情况下,研究了外加纤维素酶对提取效果的影响,试验结果见图 3 A.

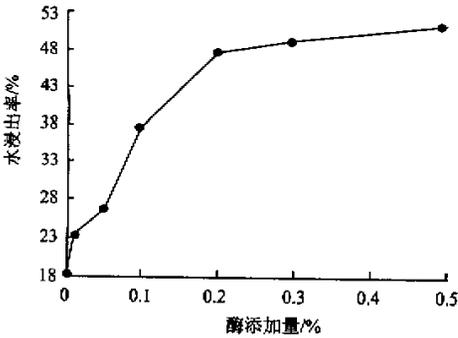


图 3 纤维素酶质量分数对金花茶叶水浸出率的影响
Fig.3 The effect of cellulase concentration on the extraction rate of yellow flower camellia leaves

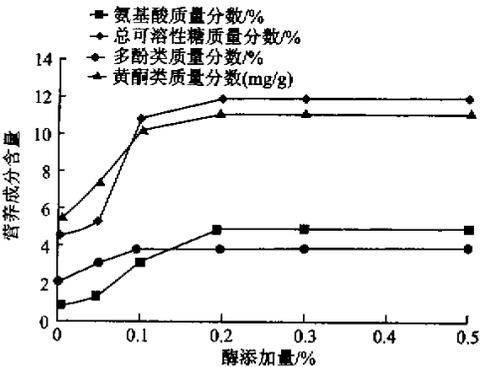


图 4 纤维素酶质量分数对金花茶叶主要营养成分的影响

Fig.4 The effect of cellulase concentration on the contents of various nutrients components of yellow flower camellia leaves extracted liquid

从图 3 A 的实验结果可以看出,添加纤维素酶可明显地提高金花茶叶水浸出率、氨基酸、可溶性糖、黄酮类含量.由于纤维素酶属多糖水解酶类,其主要作用是催化多糖类物质(如纤维素、原果胶)等的水解,这些多糖物质的水解,有可能使细胞壁部分破损,这样细胞壁内的膜系统就会失去细胞壁的保护作用而发生紊乱、变形或破裂,从而使膜的透性增加,促进细胞内物质的溶出.从图 3 可以看出,纤维素酶质量分数增至 0.2% 以后,金花茶叶水浸出率曲线趋于平稳.图 4 表明,纤维素酶质量分数在 0.1%~0.5% 的各处理中氨基酸、可溶性糖和黄酮类含量明显高于对照,氨基酸、可溶性糖和黄酮类含量的相对增率分别在 3%~5%、6.6%~8.9% 和 5.0%~6.3%,但当纤维素酶质量分数大于 0.1% 时,再增加纤维素酶质量分数没有明显地增质效果.因此,添加纤维素酶浸提金花茶叶的适宜质量浓度是 0.1%~0.2%.同时得出这种纤维素酶的最适 pH 值范围为 5.0~5.5,最适温度范围 45~50℃.

2.3.2 添加果胶酶对金花茶叶浸提效果的影响

在加水量为金花茶叶干样的 100 倍,浸提条件和纯水浸提条件相同的情况下,研究了外加果胶酶对提取效果的影响,试验结果见图 5 B.

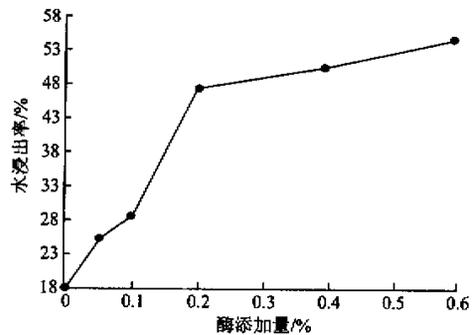


图 5 果胶酶质量分数对金花茶叶水浸出率的影响

Fig.5 The effect of pectinase concentration on the extraction rate of yellow flower camellia leaves

由图 5 B 可以看出,添加果胶酶有利于金花茶叶水浸出率和营养成分的含量提高.果胶酶质量分数在 0.1%~0.2% 时,金花茶叶水浸出率、氨基酸、可溶性糖和黄酮类质量分数随酶质量分数的增加呈直线增加,当酶质量分数增至 0.2% 以后,金花茶叶水浸出率曲线变化缓慢,各营养成分曲线趋于平稳.当添加 0.2% 的果胶酶时,水浸出率比对照增加 28.83%,可溶性糖、多酚类和黄酮类含量分别比对照增加 8.6%、1.0% 和 2.4%,因此,添加果胶酶浸提金花茶叶的适宜质量分数是 0.2% 左右.通过同

样的方法研究得出这种酶的最适 pH 值范围为 5.0~6.0, 最适温度范围 45~50 ℃.

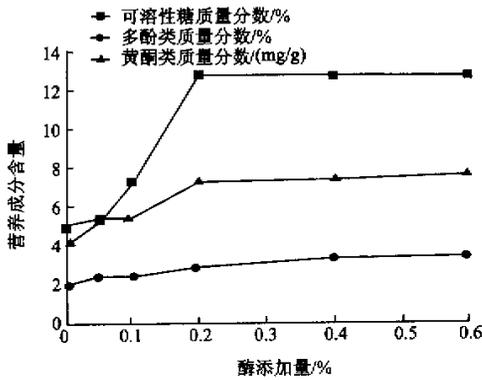


图 6 果胶酶质量分数对金花茶叶主要营养成分的影响

Fig. 6 The effect of pectinase concentration on the contents of nutrient components of yellow flower camellia leaves extracted liquid

2.3.3 添加木瓜蛋白酶对金花茶叶浸提效果的影响

金花茶叶游离氨基酸含量极低, 所含蛋白质几乎是不可溶的. 木瓜蛋白酶属水解酶, 能催化蛋白质水解成多种氨基酸, 增加金花茶叶溶液中的功能性物质如人体必需的氨基酸和一些具有生理活性的寡肽, 可提高金花茶饮料的香气和鲜爽度.

在加水量为金花茶叶干样的 100 倍, 浸提条件和纯水浸提条件相同的情况下, 研究了外加木瓜蛋白酶对提取效果的影响, 试验结果见图 7.8.

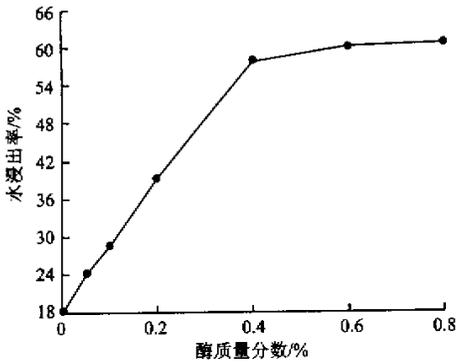


图 7 木瓜蛋白酶质量分数对金花茶叶水浸出率的影响

Fig. 7 The effect of papain concentration on the extraction rate of yellow flower camellia leaves

从图 7.8 可以看出, 添加木瓜蛋白酶浸提的金花茶叶水浸出率增加明显, 粗蛋白水解率达到 90% 以上, 氨基酸含量增加明显, 采用低量酶液处理的其茶多酚的提取率增加, 随着酶量的增加提取率反而下降, 这可能是茶多酚与蛋白质、氨基酸反应生成了沉淀而被过滤除去. 木瓜蛋白酶质量分数在

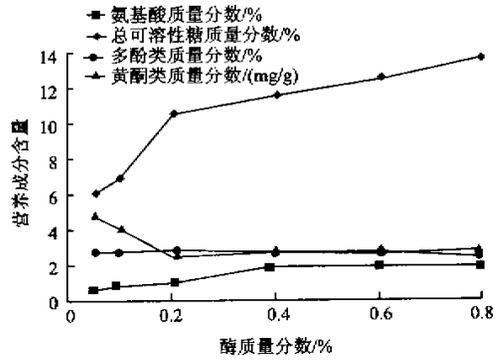


图 8 木瓜蛋白酶质量分数对金花茶叶主要营养成分的影响

Fig. 8 The effect of papain concentration on the contents of nutrient components of yellow flower camellia leaves extracted liquid

0.1%~0.4% 时, 金花茶叶水浸出率、氨基酸、可溶性糖随着酶量增加呈直线增加, 当木瓜蛋白酶质量分数增至 0.4% 以上时, 金花茶叶水浸出率曲线变化缓慢, 各营养成分曲线趋于平稳. 当添加 0.4% 木瓜蛋白酶时, 水浸出率比对照增加 39.47%, 可溶性糖、氨基酸含量分别比对照增加 7.39% 和 1.84%. 因此, 添加木瓜蛋白酶浸提金花茶叶的适宜酶量是 0.4% 左右. 研究得出这种酶的最适 pH 值范围为 5.0~5.5, 最适温度范围 50~55 ℃.

2.3.4 添加多种酶对金花茶叶浸提效果的影响

多种酶同时作用时, 很可能会产生协同效应. 水浸出率、提取液中可溶性糖含量是衡量水解酶效果的重要指标, 粗蛋白水解率也是衡量外源酶如蛋白酶效果的有效指标. 本研究按 $L_{16}(4^3)$ 正交表设置, 进行两次重复, 以水浸出率、粗蛋白水解率、提取液中可溶性糖含量为指标来选择最佳方案. 为对添加外源酶组合浸提金花茶叶效果作出较全面的评价, 采用加权评分法表示, 其中水浸出率占 40%, 粗蛋白水解率占 40%, 可溶性糖含量占 20%, 加权评分 = $0.4x + 0.4y + 0.2z$, 综合评分 = (加权评分 / 80.26) × 100, 结果见表 2.

由表 2 的结果可知, 16 组实验条件得分从大到小的顺序排列如下: 10 号, 13 号和 4 号, 7 号, 15 号, 12 号和 2 号. 三个因素对金花茶叶浸提效果影响的主次顺序为 $C > A > B$, 即酶组合影响最大, pH 次之. 三种酶组合效果较两种酶优, 两种酶组合以纤维素酶和木瓜蛋白酶组合效果较好. 综合考虑金花茶叶各项指标及酶的成本, 三种酶组合浸提不可取, 在 pH 5.5 和 50 ℃ 下, 纤维素酶和木瓜蛋白酶组合酶解金花茶叶效果更佳.

表2 不同pH值、不同温度、不同酶组合正交浸提试验

Tab.2 The orthogonal extraction experiment-general evaluation at different pH , temperature and enzyme combination

列号	pH值 1	温度 2	酶组合 3	水浸出率/% x	蛋白水解率/% y	可溶性糖含量/% z	加权 评分	综合 评分
1	1	1	1	73.60	55.40	11.29	53.86	67
2	1	2	2	75.93	94.86	10.30	70.38	88
3	1	3	3	80.34	45.81	10.79	52.62	66
4	1	4	4	83.26	98.57	11.39	75.01	93
5	2	1	2	72.69	73.61	11.96	60.91	76
6	2	2	1	56.85	47.87	10.67	44.02	55
7	2	3	4	84.24	92.57	11.93	73.11	91
8	2	4	3	79.39	44.46	11.80	51.90	65
9	3	1	3	77.77	32.37	12.94	46.64	58
10	3	2	4	96.12	97.24	14.58	80.26	100
11	3	3	1	60.07	40.85	9.88	42.34	53
12	3	4	2	77.12	93.71	9.86	70.30	88
13	4	1	4	84.18	95.67	11.73	74.28	93
14	4	2	3	79.18	38.54	11.89	49.47	62
15	4	3	2	78.02	96.12	8.84	71.43	89
16	4	4	1	50.89	67.18	8.15	48.86	61
$R_{1/4}$	78.5	73.4	58.9					
$R_{2/4}$	71.6	76.0	85.0					
$R_{3/4}$	74.6	74.6	62.5					
$R_{4/4}$	76.0	76.6	94.3					
R	6.8	3.2	35.4					

从以上酶处理的单因素和多因素实验结果看,果胶酶和木瓜蛋白酶均能使水浸出率达到50%以上,复合酶浸提如果胶酶和木瓜蛋白酶组合、纤维素酶和木瓜蛋白酶可使水浸出率达70%以上,但结合考虑酶应用成本,纤维素酶价格昂贵,纤维素酶和木瓜蛋白酶用于生产不可取。作者发现在3种外源酶中,0.4%的木瓜蛋白酶液作用效果显著,水浸出率可达到60%,氨基酸含量比对照提高3倍,但多酚类提取率比其它两种酶低,且浸提液中粗蛋白被分解,因而多酚类与蛋白质结合产生沉淀的可能性较少,使金花茶叶饮料澄清工艺简单化,并且木瓜蛋白酶成本低。因此,0.4%的木瓜蛋白酶酶解金花茶叶是较理想的。且0.4%的木瓜蛋白酶液提取的金花茶液色泽金黄,澄清、透明,沉淀少,滋味

浓厚。

2.4 金花茶叶酶解液的营养成分分析

表3表明,金花茶叶经木瓜蛋白酶酶解后,水浸出率比水直接浸泡增加1.8倍左右,可溶性糖、游离氨基酸、多酚类、水溶性果胶含量都明显增加,黄酮类含量有所降低。表4表明,粗蛋白氨基酸的总浸出率为25.5%左右,天门冬氨酸的浸出率最高,为90.4%,甘氨酸和胱氨酸的浸出率次之,分别为58.5%和55.3%。从表5可知,金花茶叶经酶处理后,金花茶叶中矿质元素除钙、镁、锂、锶的浸出率在45%以下,镁为71%外,其它矿质元素的浸出率都在95%以上。可见,酶浸提金花茶叶基本上可浸提出金花茶叶的矿质元素。

表 3 金花茶叶水浸泡液、酶解液营养成分比较

Tab.3 Comparison of pure water extracted liquid with enzymolysis liquid for yellow flower camellia leaves

处理	水浸出率/%	可溶性糖 质量分数/%	游离氨基酸总 量/%	茶多酚 质量分数/%	黄酮类 质量分数/(mg/g)	水溶性果胶 质量分数/%
水浸泡液	21.23	3.96	—	2.07	5.50	0.18
酶解液	58.47	12.25	1.825	3.51	3.82	3.60

表 4 金花茶叶干样蛋白质氨基酸、酶解液游离氨基酸含量和浸出率

Tab.4 The contents and extraction rate of proteinic amino acids and dissociative amino acids of enzymolysis liquid of yellow flower camellia dry leaves

氨基酸种类	干样含量/%	酶解液含 量/%	浸出率/%	氨基酸种类	干样含量/%	酶解液含 量/%	浸出率/%
天门冬氨酸(Asp)	0.64	0.579	90.4	异亮氨酸(Ile)	0.30	0.035	11.6
苏氨酸(Thr)	0.29	—	—	亮氨酸(Leu)	0.51	0.052	10.3
丝氨酸(Ser)	0.31	0.064	20.6	酪氨酸(Tyr)	0.21	0.043	20.6
谷氨酸(Glu)	0.63	0.089	14.1	苯丙氨酸(Phe)	0.32	0.060	18.9
甘氨酸(Gly)	0.35	0.205	58.5	赖氨酸(Lys)	0.35	0.044	12.6
丙氨酸(Ala)	0.38	0.045	11.9	组氨酸(His)	0.11	未检出	—
胱氨酸(Cys)	0.09	0.050	55.3	精氨酸(Arg)	0.29	0.011	3.7
缬氨酸(Val)	0.44	0.076	17.3	脯氨酸(Pro)	0.30	0.028	9.3
蛋氨酸(Met)	0.12	0.058	48.4				
总含量	5.64	1.439	25.5				

表 5 金花茶叶干样、酶解液微量元素含量和浸出率

Tab.5 The contents and extraction rate of microelements of dry leaves and enzymolysis of yellow flower camellia

元素种类	干样含量/ (mg/kg)	酶解液含 量/(mg/kg)	浸出率/%	元素种类	干样含量/ (mg/kg)	酶解液含 量/(mg/kg)	浸出率/%
钙(Ca)	12 574	1 854.40	14.75	锰(Mn)	203.6	203.58	99.99
镁(Mg)	2 267	1 617.20	71.34	钴(Co)	2.01	2.00	99.50
铁(Fe)	14.76	14.65	99.25	钼(Mo)	0.02	0.02	100.00
锌(Zn)	8.537	8.49	99.45	锗(Ge)	3.07	3.07	99.84
铜(Cu)	0.95	0.92	96.84	锶(Sr)	22.4	4.40	19.64
硒(Se)	5.86	5.80	98.98	钒(V)	4.00	3.99	99.75
锂(Li)	0.926	0.40	43.20				

3 结 论

1) 外源酶可以明显增加金花茶叶可溶性固形物和营养成分含量。纤维素酶、果胶酶和木瓜蛋白酶酶解金花茶叶的适宜质量分数分别是 0.1%~0.2%、0.2% 和 0.4%，最适温度范围分别是 45~50℃、45~55℃ 和 50~55℃，最适 pH 值范围分别是 5.0~5.5、5.5~6.0 和 5.0~5.5。在最佳酶解条件下，纤维素酶、果胶酶和木瓜蛋白酶可使金花茶叶的水浸出率分别增加 16.68%、33.3% 和 36.8%，游离氨基酸含量分别增加 2.6%、0 和 1.3%，可溶

性糖含量分别增加 7%、8.3% 和 8.9%。在 3 种酶浸提中，多酚类含量以纤维素酶、木瓜蛋白酶浸提较低。酶组合以 0.1% 纤维素酶与 0.2% 蛋白酶组合效果较好，可使金花茶叶水浸出率达 70%，粗蛋白水解率达 95%。

2) 用 0.4% 木瓜蛋白酶液浸提金花茶叶，粗蛋白的水解率达 25.5%，天门冬氨酸的浸出率最高，为 90.4%，甘氨酸和半胱氨酸的浸出率分别为 58.5% 和 55.3%，微量元素几乎绝大部分能浸提出来。Fe、Zn、Cu、Se、Mn、Co、Mo、Ge、V 的浸出率达到 95% 以上，镁的浸出率为 71%。

(下转第 593 页)

参考文献:

- [1] 刘成娣 龚树生. 抗衰老中药白首乌研究的进展(综述)[J]. 北京中医学院学报, 1990, 13(1):45~47.
- [2] 宋俊梅, 丁霄霖. 白首乌对超氧阴离子自由基清除作用的研究[J]. 食品科学, 1997, 18(9):61~64.
- [3] 宋俊梅, 丁霄霖. 白首乌中 C21 甙及甙元清除羟自由基的功能[J]. 无锡轻工大学学报, 1998, 17(2):43~46.
- [4] 张颖, 袁长恩, 王德福等. 白首乌甙体酯甙对溶血性贫血大鼠肝脏影响的组织化学与生物化学研究[J]. 中国医药学报, 1987, 2(4):25~28.
- [5] 牛建昭, 叶百宽, 王德福等. 白首乌对高脂血症大白鼠肝脏保护作用的观察[J]. 中国医药学报, 1988, 3(4):26~27, 43.
- [6] 张晓榕, 陈文为. 白首乌总甙体酯甙对心脏和肝脏氧代谢的实验研究[J]. 中国医药学报, 1987, 2(5):23~25.
- [7] 赵瑾. 白首乌总甙抑瘤作用的实验研究[J]. 中国医药学报, 1988, 3(2):29~32.
- [8] 顾立刚, 龚树生, 陶军娣. 白首乌甙体酯甙的抗肿瘤作用[J]. 中国医药学报, 1987, 2(5):25~26.
- [9] 陶义训. 临床免疫学检验(上)[M]. 上海:上海科学技术出版社, 1983.
- [10] 宋俊梅, 冯静仪. 西洋参根提取液对小鼠腹腔巨噬细胞提呈抗原作用影响的研究[J]. 聊城师院学报(自然科学版), 1992, 5(3):81~83, 92.
- [11] 宋俊梅, 冯静仪. 西洋参根提取液对小鼠腹腔巨噬细胞功能影响的研究[J]. 山东师大学报(自然科学版), 1993, 8(1):74~78.
- [12] 许长照. 巨噬细胞溶酶体消化力的研究 II. 体外培养下小鼠腹腔巨噬细胞溶酶体消化力的形态学检测[J]. 细胞生物学杂志, 1985, 7(2):73~76.
- [13] 于一, 郭艳茹, 孟繁菁等. 巨噬细胞在激活过程中形态和功能的改变[J]. 解剖学杂志, 1988, 11(2):85~88.
- [14] LIPSKY P E, ROSENTHAL A S. Macrophage-lymphocyte interaction between immune guinea pig lymph node lymphocytes and syngeneic macrophages[J]. *J Exp Med*, 1975, 141:138~147.
- [15] LIPSKY P E, ROSENTHAL A S. Macrophage-lymphocyte interaction I. characteristics of the antigen-independent binding of Guinea pig thymocytes and lymphocytes to syngeneic macrophages[J]. *J Exp Med*, 1973, 138:900~908.
- [16] ZIEGLER H K, BELLER D I. Identification of a macrophage antigen processing event required for I-region restricted antigen presentation to T lymphocytes[J]. *J Immunol*, 1981, 127:1968~1980. (责任编辑:杨萌, 秦和平)

(上接第 587 页)

参考文献:

- [1] 中国科学院植物研究所主编. 中国高等植物科属检索表[M]. 北京:科学出版社, 1979.
- [2] 中国科学院植物研究所主编. 中国高等植物图鉴补编(第二册)[M]. 北京:科学出版社, 1983.
- [3] 谭淑宜, 曾晓雄, 罗泽民. 提高速溶茶品质的研究. I. 酶法提取[J]. 湖南农学院学报, 1991, 17(4):708~712.
- [4] 方元超, 赵晋府. 酶技术在茶饮料生产中的应用研究[J]. 饮料工业, 1999, 2(1):12~15.
- [5] 赵谋明, 平燕超, 邱慧霞等. 草苺抽提物最佳提取工艺条件的研究[J]. 食品工业科技, 1997, (2):35~38.
- [6] 谭正初. 利用外源酶提高红碎茶品质研究[D]. 广州:华南农业大学, 1995.
- [7] GODFREY T. The application of enzymes in industry[M]. UK: The Nature Press, 1983.
- [8] KILARA A. Enzymes and their uses in the processed apple industry process[J]. *Biochem*, 1982, (17):35~41.
- [9] LEHMBERG G L, BALENTINE D A, HANG R S, et al. Enzyme extraction process for tea[P]. US Patent: H0710 2000-03-02.
- [10] MASSIOT P. Regrator of carrot fibres with cell wall polysaccharide-degrading enzymes[J]. *J Sci Food Agric*, 1982, (49):45~57.
- [11] MIZUSAWA KI. Application of enzymes to fruit juices and tea drinks[J]. *Gekkan FuKemikaru*, 1994, 10(2):36~41.
- [12] NICOLAS P, RAETZ E, SAUVAGEAT J L. Preparation of a tea extract[P]. European Patent: EP0 777 972 AI, 1995-12-07.
- [13] PETERSEAN B R, DENMARK C. Enzymatic method for production of instant tea[P]. USA P: 4483876, 1984-05-06.
- [14] REVISHVILI T O. Effect of enzyme preparations on the tea extract yield[J]. *Prikl Biokhom Microbiol*, 1984, 20(4):556~559.
- [15] VORAGEN A G J. Solubilization of apple cell wall with polysaccharide-degrading enzymes[J]. *J Appl Biochem*, 1980, (2):452~468. 万方数据 (责任编辑:李春雨)