

柿皮水溶性膳食纤维的提取工艺 及基本特性研究

王 军¹,李智勇²,焦艳丽¹,张宝善^{1,*}

(1.陕西师范大学食品工程与营养科学学院,陕西西安 710062;

2.广西桂林科技创业服务中心,广西桂林 541004)

摘 要:以干燥的柿皮为原料,通过单因素实验及正交实验研究了从柿皮中提取酸溶性和碱溶性膳食纤维的工艺条件,并测定了膳食纤维的持水力和溶胀力。实验结果表明,提取酸溶性膳食纤维的适宜工艺条件为:按料液比(重量:体积)1:12 加入 pH1.0 的硫酸溶液于柿皮中,在 80℃ 提取 120min,提取量为 9.57%;提取碱溶性膳食纤维的适宜工艺条件为:按料液比(重量:体积)1:14 加入 1.0% NaOH 溶液于提取过酸溶性膳食纤维的滤渣中,在 50℃ 提取 90min,提取量为 5.87%。酸溶性膳食纤维的持水力和溶胀力优于碱溶性膳食纤维。

关键词:柿皮,酸溶性膳食纤维,碱溶性膳食纤维,提取

Study on extraction technology and basic characteristics of dietary fiber from *Persimmon* peel

WANG Jun¹, LI Zhi-yong², JIAO Yan-li¹, ZHANG Bao-shan^{1,*}

(1.College of Food Engineering and Nutritional Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China;

2.Guangxi Guilin Science and Technology Innovation Service Center, Guilin 541004, China)

Abstract: The extraction technology of acid-soluble dietary fiber and alkali-soluble dietary fiber from dry *Persimmon* peel was studied by single factor and orthogonal experiments. The water-holding capacity and swelling property of dietary fiber were measured as well. The results showed that the optimal conditions for acid-soluble dietary fiber extraction were: adding H₂SO₄ solution (pH 1.0) to *Persimmon* peel as the solid/liquid ratio 1:12 (m/v), extracting time 120min, temperature 80℃, the yield of dietary fiber was 9.57%. For alkali-soluble dietary fiber extraction were: adding 1.0% NaOH solution to the filter residue of dietary fiber treated with acid as the solid/liquid ratio 1:14 (m/v), extracting time 90min, temperature 50℃, the yield of dietary fiber was 5.87%. The water-holding capacity and swelling property of acid-soluble dietary fiber were better than that of alkali-soluble dietary fiber.

Key words: *Persimmon* peel; acid-soluble dietary fiber; alkali-soluble dietary fiber; extraction

中图分类号: TS255.1

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2009)05-0258-04

涩柿是中国主产水果,在我国南、北方都有分布,柿树栽培面积和柿果产量均居世界第一。柿树根深叶茂,是美化环境的好树种;柿果色艳味美,营养丰富,是人们非常喜爱的果品。柿果分甜柿和涩柿两大类,我国生产的 90% 以上都是涩柿。目前涩柿最主要的加工品为柿饼,由于柿饼在生产中必须去皮,因此每年在柿饼生产季节都会产生大量的柿皮。目前,这些柿皮被丢弃或用作肥料,甚至在柿饼生产时因其腐烂气味恶臭,招惹大量蝇虫,致使生产的柿饼卫生质量变差。膳食纤维分水溶性膳食纤维(soluble dietary fiber)和水不溶性纤维(insoluble

dietary fiber)两大类。前者指可溶于温、热水且又能被乙醇再沉淀的膳食纤维,包括果胶、树胶和葡聚糖等;后者指不溶于热水的膳食纤维。柿皮富含具有保健作用的膳食纤维,包括纤维素、半纤维素和壳聚糖等,这些物质被公认为有防御膳食不平衡或营养过剩而造成的“文明病、富贵病”,如肥胖症和心脑血管疾病的显著功能^[1]。本项目以柿皮为原料,进行水溶性膳食纤维提取工艺研究,一方面可为减肥、美容等保健食品的生产提供优良的配料,另一方面可为柿皮的加工再利用、提高柿果的经济价值、减少环境污染提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

柿皮 恭城月柿柿皮,2006 年 9 月 20 日采集柿果于广西恭城县,新鲜柿皮经自然晒干后,在冰箱保

收稿日期:2008-06-25 * 通讯联系人

作者简介:王军(1973-),男,讲师,主要从事农产品加工方面的研究工作。

存备用。

PL 203 电子天平, GZX-9146 MBE 数显鼓风干燥箱, SHZ-D(III) 型循环水式多用真空泵, RE-52 旋转式蒸发器, pH S-3C 精密 pH 计, 78HW-1 恒温加热磁力搅拌器, TDL-4 离心机。

1.2 柿皮中膳食纤维的基本提取工艺

1.2.1 工艺流程^[2,3]

1.2.1.1 酸溶性膳食纤维 干柿皮→粉碎→水洗→酸水解→提取液→浓缩→醇析→脱色→干燥→粉碎

1.2.1.2 碱溶性膳食纤维 酸溶性膳食纤维提取后的滤渣→水洗→碱水解→浓缩→醇析→脱色→干燥→粉碎

1.2.2 操作要点^[3,4]

1.2.2.1 原料预处理 新鲜柿皮自然干燥, 粉碎过 40 目筛, 90℃ 热水冲洗 2~3 次, 以除去柿皮中的可溶性糖及部分色素。

1.2.2.2 酸溶性膳食纤维的提取 按料液比(重量: 体积) 1:12 加入稀硫酸溶液, 调节酸液 pH 为 1.0~1.5, 恒温水解, 趁热过滤后减压浓缩至原体积的 1/3, 加入 4 倍体积的 95% 乙醇沉淀, 抽滤, 沉淀再用无水乙醇反复洗涤至中性, 脱色, 真空干燥。

1.2.2.3 碱溶性膳食纤维的提取 将提取酸溶性膳食纤维后的残渣水洗至中性后, 按料液比(重量: 体积) 1:14 加入 2% NaOH 溶液, 加热处理 2h, 趁热过滤后减压浓缩至原体积的 1/3, 加入 4 倍体积的 95% 乙醇沉淀, 抽滤, 沉淀用无水乙醇反复洗涤至中性, 脱色, 真空干燥。

1.2.2.4 柿皮膳食纤维的脱色 用 5% H₂O₂ 在常温下脱色 3h。

1.3 指标测定^[5,6]

1.3.1 提取量测定

$$\text{提取量}(\%) = \frac{\text{产品质量}}{\text{实验前样品质量}} \times 100\%$$

1.3.2 持水力测定 准确称取经粉碎的膳食纤维 1.00g 放入烧杯中, 加入蒸馏水 100mL, 在 25 ± 2℃ 下, 电磁搅拌 24h 后, 加入 4 倍体积无水乙醇沉淀, 抽滤, 称质量。按下式计算持水力:

$$\text{持水力}(\text{g/g}) = \frac{\text{样品湿质量}(\text{g}) - \text{样品干质量}(\text{g})}{\text{样品干质量}(\text{g})}$$

1.3.3 溶胀力测定 准确称取膳食纤维 0.10g, 测量其体积。用移液管准确移取 5mL 的蒸馏水加入其中, 振荡均匀后室温 18 ± 3℃ 放置 24h, 加入 4 倍体积无水乙醇, 测量液体中沉淀的膳食纤维体积。按下式计算溶胀力(SW):

$$\begin{aligned} \text{溶胀力}(\text{mL/g}) \\ = \frac{\text{溶胀后纤维体积}(\text{mL}) - \text{干品体积}(\text{mL})}{\text{样品干质量}(\text{g})} \end{aligned}$$

2 结果与分析

2.1 酸溶性膳食纤维的提取

2.1.1 料液比对酸溶性膳食纤维提取的影响 粉碎柿皮中按不同料液比(重量: 体积) 加入 pH1.5 的稀 H₂SO₄ 溶液, 在温度 80~90℃ 水解 90min, 经分离、浓缩、醇沉和干燥, 测定酸溶性膳食纤维提取量。结果如图 1。从图 1 可知, 酸溶性膳食纤维提取量随料液比的增加而增大。实验发现, 料液比过小时滤液过

滤困难, 提取量低; 而当料液比大于 1:12 时, 提取量增加幅度不大, 料液比 1:13 比 1:12 只增加了 0.12%。因此, 实验采用提取料液比 1:12。

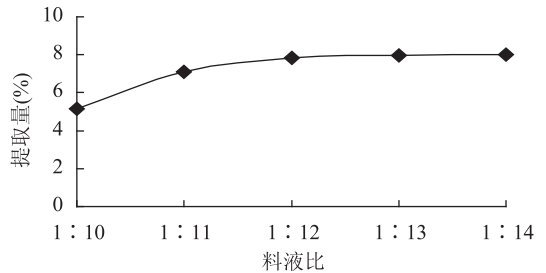


图1 料液比对酸溶性膳食纤维提取量的影响

2.1.2 pH 对酸溶性膳食纤维提取的影响 于干柿皮中加入不同 pH 的 H₂SO₄ 溶液, 按料液比(重量: 体积) 1:12, 温度 80~90℃, 时间 90min 提取酸溶性膳食纤维, 再经分离、沉淀和干燥, 测定提取量, 结果如图 2。从图 2 可知, 酸溶性膳食纤维的提取率与料液的 pH 有直接关系, pH 过低, 水解反应过于强烈而使提取率降低; pH 过高, 则水解反应速度慢, 产品提取量也比较低。pH 控制在 1.0~1.5 范围内, 则酸溶性膳食纤维提取量较高, 当 pH1.5 时提取量最高。

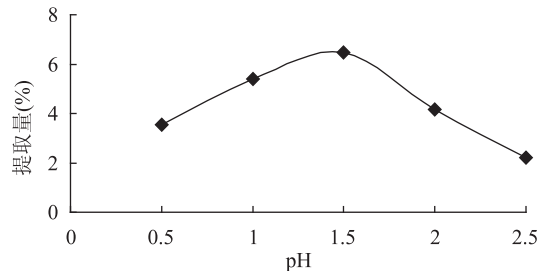


图2 pH 对酸溶性膳食纤维提取量的影响

2.1.3 提取温度对酸溶性膳食纤维提取的影响 在干柿皮中加入 pH1.5 的 H₂SO₄ 溶液, 其它条件同 2.1.2, 于不同温度条件下提取酸溶性膳食纤维, 实验结果如图 3。从图 3 可知, 提取温度为 80~90℃, 酸溶性膳食纤维提取量较高; 当提取温度大于 90℃ 时, 提取量下降, 主要原因为酸溶性膳食纤维中的主要物质胶耐热性较差, 高温处理可能使其水解破坏, 使提取率下降。

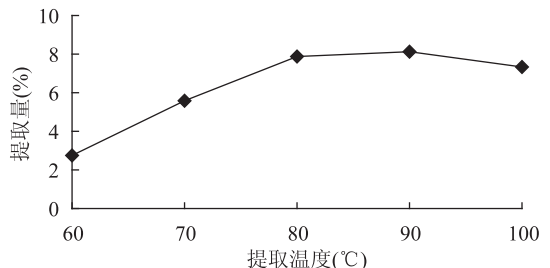


图3 提取温度对酸溶性膳食纤维提取量的影响

2.1.4 提取时间对酸溶性膳食纤维提取的影响 改变提取时间, 其它条件同 2.1.3, 实验结果如图 4。从图 4 可知, 提取时间从 30min 延长到 90min 时, 酸溶性膳食纤维中的提取率逐渐增大, 提取时间 90min 时达到最高, 为 6.53%; 随后, 提取时间从 90min 延长到 150min 时, 膳食纤维提取率逐渐下降。可能是因为提取时间过长, 果胶会继续水解, 生成果胶酸。所

以酸溶性膳食纤维的最佳提取时间为 90min。

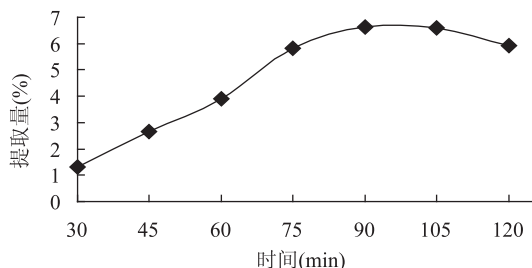


图4 提取时间对酸溶性膳食纤维提取量的影响

2.1.5 酸溶性膳食纤维提取条件的优化 根据上述单因素实验结果,以提取温度、pH、时间和料液比为影响因素,选用 $L_9(3^4)$ 正交表进行正交实验,以酸溶性膳食纤维提取量为评价指标,确定适宜的提取条件^[8],实验结果见表1。由表1可知,实验7号 $A_3B_1C_3D_2$ 提取量最大,达 9.57%;而根据 K 值可知,最优组合是 $A_2B_1C_3D_2$ 。再将这两组经重复实验验证, $A_2B_1C_3D_2$ 稍优于 $A_3B_1C_3D_2$ 。故酸溶性膳食纤维的最佳提取条件为温度 80℃、pH1.0、提取时间 120min,料液比 1:12。从极差分析各因素对提取量的影响程度为:温度 > 料液比 > pH > 时间。

表1 酸溶性膳食纤维提取的正交实验

实验号	因素				提取量 (%)
	A 温度 (℃)	B pH	C 时间 (min)	D 料液比 (重量:体积)	
1	1(70)	1(1.0)	1(60)	1(1:10)	5.60
2	1	2(1.5)	2(90)	2(1:12)	6.00
3	1	3(2.0)	3(120)	3(1:14)	5.74
4	2(80)	1	2	3	8.72
5	2	2	3	1	8.50
6	2	3	1	2	9.11
7	3(90)	1	3	2	9.57
8	3	2	1	3	8.11
9	3	3	2	1	7.89
K_1	17.34	23.89	22.82	21.99	
K_2	26.33	22.61	22.61	24.68	
K_3	25.57	22.74	23.81	22.57	
R	8.99	1.28	1.20	2.69	

2.2 碱溶性膳食纤维的提取

2.2.1 料液比对碱溶性膳食纤维提取的影响 柿皮经酸溶性膳食纤维提取后,在过滤的滤渣中按不同料液比(重量:体积)加入 2.0% 的 NaOH 溶液,于 50℃ 下浸提 120min,提取碱溶性膳食纤维,实验结果如图5所示。从图5可知,当料液比小于 1:12 时,提取率随着料液比的增加而增加;当料液比大于 1:12 时,提取率变化不大,故选择料液比为 1:11~1:13。

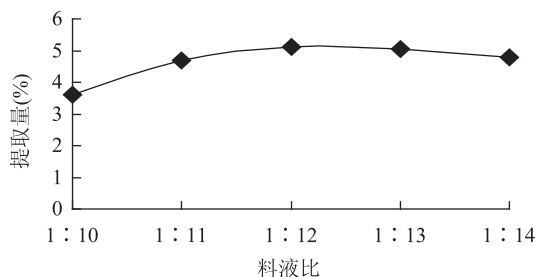


图5 料液比对碱溶性膳食纤维提取量的影响

2.2.2 NaOH 浓度对碱溶性膳食纤维提取的影响

柿皮经提取酸溶性膳食纤维后,在过滤的滤渣中按料液比(重量:体积)1:12 加入不同浓度的 NaOH 溶液,于 50℃ 下浸提 120min,实验结果如图6所示。从图6可知,当 NaOH 浓度达 2.0% 时,碱溶性膳食纤维的提取量达最大值,为 5.81%,但随着氢氧化钠浓度的继续增大,提取量减少,主要原因可能是高浓度碱液对膳食纤维的分解、破坏。

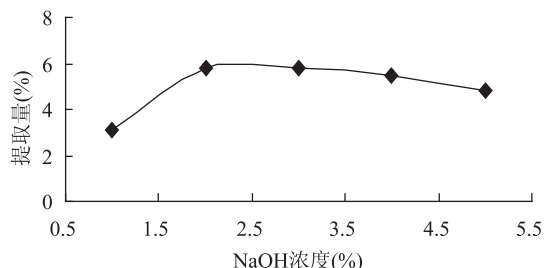


图6 NaOH 浓度对碱溶性膳食纤维提取量的影响

2.2.3 提取温度和时间对碱溶性膳食纤维提取的影响

用 2.0% 的 NaOH 溶液,分别在提取温度 30、50、70℃ 的条件下提取不同的时间,其它提取条件同实验 2.2.2,实验结果如图7所示。从图7可知,提取温度 30℃ 时,碱溶性膳食纤维提取量随提取时间的延长而增大;温度 50℃ 时,提取时间在 60~120min 时,提取量在 5.59%~6.23%,达到最大;在 70℃ 提取时,提取 60min 时提取量最高,随后逐渐下降。说明碱溶性膳食纤维提取的温度不宜过高,时间不宜过长。

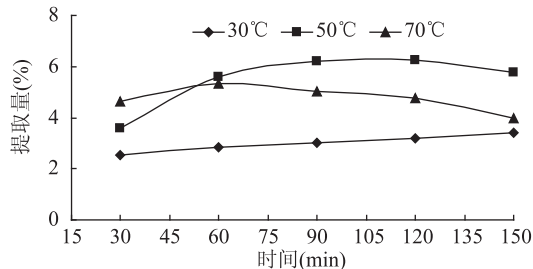


图7 提取温度和时间对碱溶性膳食纤维提取量的影响

2.2.4 碱溶性膳食纤维提取条件的优化

根据碱溶性膳食纤维提取的单因素实验结果,用提取酸溶性膳食纤维后的滤渣为材料,以提取温度、碱浓度、提取时间和料液比为影响因素,选用 $L_9(3^4)$ 正交表进行正交实验,以碱溶性膳食纤维提取量为评价指标,确定碱溶性膳食纤维提取的适宜条件^[8],结果见表2,由表2可知,实验4号 $A_2B_1C_2D_3$ 提取量最大,达 5.87%,提取条件为温度 50℃、NaOH 溶液浓度为 1.0%、时间 90min、料液比 1:14。从极差分析可以得出,影响该提取过程各因素的主次关系为:温度 > 料液比 > 时间 > 碱液浓度。

2.3 柿皮水溶性膳食纤维物理特性的测定

从柿皮中提取的酸溶性膳食纤维和碱溶性膳食纤维,用 5% H_2O_2 在常温下脱色 3h,干燥、粉碎后,观察其色泽,测定持水力和溶胀力,结果见表3。从表3可知,从柿皮中提取的酸溶性膳食纤维和碱溶性膳食纤维的持水力和溶胀力都比较好。酸溶性膳食纤维的持水力和溶胀力优于碱溶性膳食纤维。

表 2 碱溶性膳食纤维提取的正交实实验

实验号	因素				提取量 (%)
	A 温度 (℃)	B 碱浓度 (%)	C 时间 (min)	D 料液比 (重量:体积)	
1	1(40)	1(1.0)	1(60)	1(1:10)	3.28
2	1	2(2.0)	2(90)	2(1:12)	4.95
3	1	3(3.0)	3(120)	3(1:14)	5.00
4	2(50)	1	2	3	5.87
5	2	2	3	1	5.71
6	2	3	1	2	5.35
7	3(60)	1	3	2	4.98
8	3	2	1	3	4.79
9	3	3	2	1	3.62
K ₁	12.23	14.13	13.42	12.61	
K ₂	16.93	15.45	14.44	15.28	
K ₃	13.39	13.97	15.69	15.66	
R	4.70	1.48	2.27	3.05	

表 3 柿皮水溶性膳食纤维的基本特性

样品	色泽	持水力(g/g)	溶胀性(mL/g)
酸溶性膳食纤维	黄白色	30.81	67.50
碱溶性膳食纤维	棕褐色	21.44	42.56

3 结论

提取酸溶性膳食纤维的适宜工艺条件为:按料液比(重量:体积)1:12 加入 pH1.0 的硫酸溶液于柿皮中,在 80℃ 提取 120min,提取量为 9.57%;提取碱溶性膳食纤维的适宜工艺条件为:按料液比(重量:体积)1:14加入10% NaOH溶液于提取过酸溶性膳食纤

(上接第 257 页)

味气味:有浓郁的咖啡香味,酸甜可口,且具有奶香味;组织状态:质地均匀细腻。

表 4 正交实验结果表

实验号	因素				感官评分
	A 决明子浸提液添加量 (%)	B 蔗糖添加量 (%)	C 柠檬酸添加量 (%)	D 稳定剂添加量 (%)	
1	1(15)	1(6)	1(0.2)	1(0.15)	70
2	1	2(7)	2(0.3)	2(0.20)	89
3	1	3(8)	3(0.4)	3(0.25)	75
4	2(20)	1	2	3	85
5	2	2	3	1	80
6	2	3	1	2	82
7	3(25)	1	3	2	60
8	3	2	1	3	65
9	3	3	2	1	63
k ₁	82.33	71.67	72.33	71.00	
k ₂	78.00	78.00	79.00	77.00	
k ₃	62.67	73.33	71.67	75.00	
R	19.66	6.33	7.33	6.00	

2.10.2 理化指标 蛋白质:3.57%;脂肪:3.32%;总蒽醌含量 1.39mg/100g;总固形物:13.12%。

2.10.3 微生物指标 菌群总数: < 5000cfu/mL,大肠菌群: <30MPN/100mL。

3 结论

3.1 决明子乳饮料的配方

复合稳定剂的配方为:CMC-Na:海藻酸钠:卡拉

维的滤渣中,在 50℃ 提取 90min,提取量为 5.87%。酸溶性膳食纤维的持水力和溶胀力分别为 30.81g/g 和 67.50mL/g,碱溶性膳食纤维的持水力和溶胀力分别为 21.44g/g 和 42.56mL/g。

参考文献:

[1] Elke T, Ronald P M. Water - soluble dietary fibers and cardiovascular disease [J]. Physiology & Behavior, 2008, 94 (2): 285~292 .
[2] 彭章普, 龚伟中, 徐艳. 苹果渣可溶性膳食纤维提取工艺的研究 [J]. 食品科技, 2007 (7): 238~241.
[3] 陈军, 宋维春, 徐云升. 从香蕉皮提取膳食纤维研究 [J]. 食品科学, 2007, 28 (1): 99~101.
[4] 吴晖, 侯萍, 李晓凤, 余以刚, 刘冬梅. 不同原料中膳食纤维的提取及其特性研究进展 [J]. 现代食品科技, 2008 (1): 91~95.
[5] 郑建仙. 膳食纤维的化学分析 [J]. 粮食与油脂, 1994 (1): 17~22.
[6] 邓红, 张宝善, 李小平. 从苹果渣中提取食用纤维和果胶的研究 [J]. 食品科技, 2002 (5): 61~63.
[7] Mohamed A A, Chang Y L. Optimization of phenolics and dietary fibre extraction from date seeds [J]. Food Chemistry, 2008, 108 (3): 977~985.
[8] 袁志发, 周静芋. 试验设计与分析 [M]. 高等教育出版社, 2000. 92~300.

胶 = 2:1:1。决明子乳饮料的最佳配方为:决明子浸提浓缩液 15%, 标准化牛奶 75%, 蔗糖 7%, 柠檬酸 0.3%, 稳定剂 0.2%, 产品风味、口感俱佳。

3.2 决明子乳饮料的工艺参数

决明子的烘烤温度为 170℃, 烘烤时间为 1h; 浸提条件为:20 倍水煮沸浸提 5min, 过 140 目分样筛, 浓缩至 10 倍干质量; 预热条件为:45℃, 搅拌时间 3min; 杀菌条件为:80℃ 下杀菌 15min。

参考文献:

[1] 刘娟, 邓泽元, 于化泓. 决明子水溶性多糖的抗氧化作用 [J]. 食品科学, 2006, 27 (5): 61.
[2] 吕翠婷, 李海彬, 李续娥, 等. 中药决明子的研究进展 [J]. 食品科技, 2006 (8): 295~298.
[3] 庄桂东, 孙 萍, 迟玉森, 等. 用中药决明子制取仿咖啡风味茶的工艺研究 [J]. 现代商贸工业, 2004 (1): 49~50.
[4] 侯长军, 张平平, 霍丹群. 决明子的应用研究进展 [J]. 海峡药学, 2007, 19 (7): 9.
[5] 刘树立, 王春艳, 等. 超微粉碎技术在食品工业中优势及应用研究现状 [J]. 四川食品与发酵, 2006 (6): 5.
[6] 杨黎燕, 杨秉勤, 郎惠云, 等. 决明子蒽醌提取方法的研究 [J]. 西部粮油科技, 2003 (2): 59~61.
[7] 黎海彬, 方昆阳, 李续娥. 中药决明子蒽醌类成分含量测定的研究 [J]. 食品科学, 2007, 28 (7): 427~429.