

菊芋中菊粉提取工艺的研究

肖仔君, 朱定和, 王小红, 张梦丹

(韶关学院英东食品科学与工程学院, 广东韶关 512005)

摘要: 本文采用微波辅助提取、热水浸提法从菊芋中提菊粉, 从而筛选出最好的提取方法。通过单因素和正交试验确定最佳的菊粉提取工艺。试验结果表明, 最佳微波辅助提取工艺为: 料液比1:18, 微波处理时间6 min, 微波功率450 W。菊粉得率达12.2%。

关键词: 菊芋; 菊粉; 微波提取法; 热水浸提法

文章编号: 1673-9078(2013)2-315-318

Study on Extraction Process of Inulin from *Helianthus tuberosus*

XIAO Zi-jun, ZHU Ding-he, WANG Xiao-hong, ZHANG Meng-dan

(School of Yingdong Food Science and Technology, Shaoguan University, Shaoguan, 512005, China)

Abstract: Inulin of *Helianthus tuberosus* were extracted via microwave and hot water extraction method, respectively. The microwave extraction was testified the better method by using the single factor and orthogonal experiments and the optimization conditions were showed as follows: the ratio of solid to liquid 1:18, extracted time 6 minutes and microwave power 450 W. Under the optimum conditions, Inulin rate reached 12.2%.

Key words: *Helianthus tuberosus*; inulin; microwave extraction; hot water extraction

菊芋(*Helianthus tuberosus*), 俗称洋姜、鬼子姜; 属于向日葵属, 菊科; 为多年生草本植物的块茎, 资源丰富, 菊粉含量高, 约占其块茎干重的70%^[1-2], 是生产菊粉的主要原料之一。菊粉是一种生物多糖, 由D-呋喃果糖经 $\beta(1\rightarrow2)$ 糖苷键连接而成的链状多糖, 末端含有葡萄糖基, 每个菊粉分子约含30~50个果糖残基^[3]。菊粉是一类天然果聚糖的混合物, 作为水溶性膳食纤维, 具有膳食纤维和生物活性前体的生理功能; 菊粉中含有少量的低聚果糖, 可作为益生菌的增殖因子, 预防肠道感染; 菊粉还能控制血脂, 减小心血管疾病的危害; 降低血氨的浓度; 促进矿物质的吸收^[4-7]; 并可作为脂类替代物应用于食品生产中^[8]。

从菊芋中提取菊粉的研究一般是用热水浸提的方法^[9-12], 该方法得率较低, 用水量较大、耗能较高, 对菊粉产业化有一定的制约。近年来, 超声波、微波提取技术在食品工业中被广泛应用, 其中也有采用超声波提取技术研究菊粉的提取^[13]。本试验通过对微波和热水浸提方法进行比较分析, 考察菊芋中菊粉的得率, 得出最佳的提取方法和工艺参数, 为菊芋的深加工利用探索一条新的工艺方案。

1 材料与方法

1.1 材料及预处理

菊芋产自广东韶关黎市。新鲜的菊芋洗净、热烫(100 °C, 5 min灭酶)、65 °C下干燥, 再粉碎、并过100目筛得到菊芋干粉, 称质量, 备用。

1.2 菊粉的提取

以菊芋干粉为原料, 以水为溶剂, 采用不同的固液比、提取温度和时间, 分次热水浸提和分次过滤(或采用微波辅助浸提方法), 合并提取液。石灰乳法除去大分子杂质, 减压浓缩; 将浓缩液脱蛋白、醇沉、复溶后再用树脂脱色, 热风干燥得菊芋菊粉成品。采用正交设计法优化提取条件, 研究影响因素, 探讨不同提取条件对菊粉得率的影响。

1.3 分析方法

1.3.1 总糖含量的测定: 采用蒽酮-硫酸法^[14]

1.3.2 还原糖含量的测定: 采用斐林氏法^[15]

1.3.3 菊粉含量测定的相关公式

菊粉含量(%)=总糖含量(%) - 还原糖含量(%)^[16]

总糖(%)=[(C×V₁×D)/(m×V₂×10³)]×100%^[6]

注: V₁为样液总体积, mL; V₂为测定体积, mL; D为稀释倍数; m为测定所需菊粉的质量, g。

还原糖(%)=[A/(m×V₃/V₄×1000)]×100%^[15]

注: A为碱性酒石酸铜甲、乙液相当于葡萄糖的质量, mg; V₃为消耗样液体积, mL; V₄为样液总体积, mL。

收稿日期: 2012-11-12

基金项目: 韶关学院科研项目(2009014), 韶关学院科研项目(201006)

作者简介: 肖仔君(1973-), 男, 博士, 副教授

通讯作者: 朱定和(1969-), 男, 博士生, 副教授

$$\text{菊粉得率}(\%) = \frac{(\omega_1 - \omega_2) \times m_1}{m_2} \times 100\% \quad [16]$$

注： ω_1 为总糖含量，%； ω_2 为还原糖含量，%； m_1 为提取所得粗菊粉质量，g； m_2 为菊芋干粉质量，g。

2 结果与讨论

2.1 热水浸提法提取菊粉

2.1.1 提取温度对菊粉得率的影响

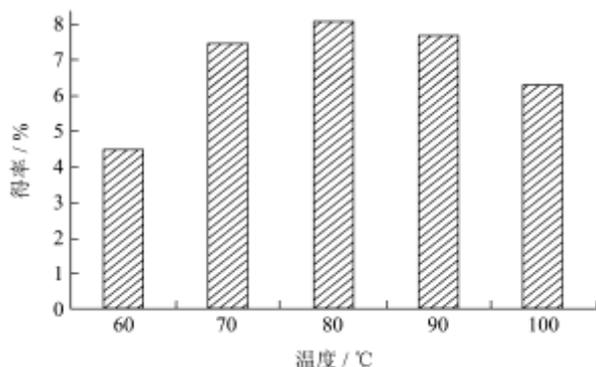


图1 提取温度对菊粉得率的影响

Fig.1 The effect of temperature on the yield of *Helianthus tuberosus*

在料液比为 1:14 (g/mL)，提取时间为 80 min 不变的条件下，分别采用温度为 60 °C、70 °C、80 °C、90 °C、100 °C 不同的浸提温度提取菊粉。由图 1 可知，在 60 °C~80 °C 范围内，升高温度有利于提高菊粉得率，在 80 °C 左右，菊粉得率较高，随后升高温度，菊粉的得率降低，故 80 °C 的提取菊粉的温度为最佳。

2.1.2 提取时间对菊粉得率的影响

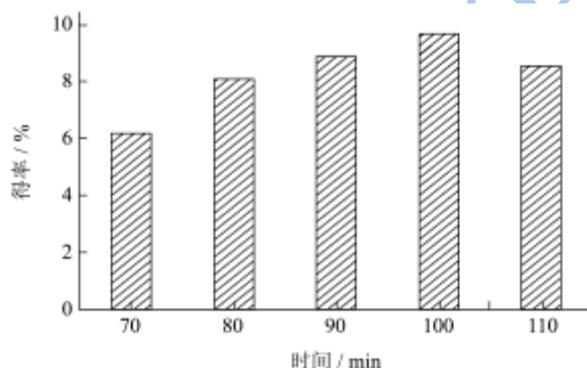


图2 提取时间对菊粉得率的影响

Fig.2 Effect of extraction time on the yield of *Helianthus tuberosus*

在确定提取温度为 80 °C，料液比为 1:14 (g/mL) 不变的条件下，分别在 70 min、80 min、90 min、100 min、110 min 不同的时间下提取菊粉。由图 2 可知，在提取时间为 100 min 内，随着提取时间增长，菊粉得率也增加。提取时间大于 100 min 后，得率下降，故提取时间 100 min 为最佳。

2.1.3 料液比对菊粉得率的影响

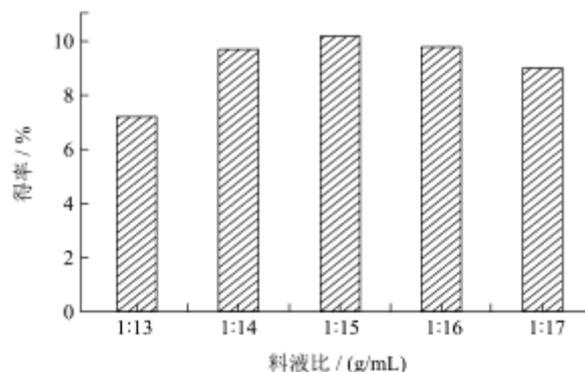


图3 料液比对菊粉得率的影响

Fig.3 Effect of the ratio of water to raw materials on the yield of *Helianthus tuberosus*

在确定浸提温度为 80 °C，提取时间为 100 min 不变的条件下，分别采用 1:13、1:14、1:15、1:16、1:17 不同料液比提取菊粉。由图 3 可知，在料液比为 1:15 范围内，料液比越大，菊粉得率也越高，随后料液比继续增大，其得率下降，故料液比为 1:15，菊粉的得率最佳。

2.1.4 热水浸提的正交试验

为了优化提取工艺条件，在单因素试验的基础上采用正交试验（表 1）进行优化设计。从正交试验结果（表 2）分析表明：菊粉最佳提取条件组合为 $A_3B_2C_2$ ，即料液比为 1:15、提取温度为 85 °C、提取时间为 100 min。从极差 R 值的大小，各因素作用主次顺序是：提取时间>浸提温度>料液比。

表 1 热水浸提正交试验因子与水平表

水平	A (提取温度/°C)	B (提取时间/min)	C (料液比/g mL)
1	75	90	1:14
2	80	100	1:15
3	85	110	1:16

2.1.5 验证实验

按正交试验所得结果，经验证实验可以得到，菊粉的得率为 10.8%，这一结果高于正交实验中所有组的结果。所以，实验结论可靠。

2.2 微波辅助法提取菊粉

2.2.1 微波处理时间对菊粉得率的影响

在确定 300 W 的微波功率，料液比为 1:15 (g/mL) 的条件下，分别以 2.5 min、3.5 min、4.5 min、5.5 min、6.5 min 进行微波提取。由图 4 可见，在提取时间 5.5 min 内，菊粉的得率随微波处理时间的延长而增加，提取时间超过 5.5 min，由于水分挥发过快，使得率下降迅速。故选择提取时间 5.5 min 做后续的试验。

表 2 热水浸提正交试验结果表

Table 2 Results of the $L_9(3^4)$ orthogonal test

实验号	A	B	C	得率/%
1	1	1	1	9.1
2	1	2	2	9.4
3	1	3	3	7.2
4	2	1	2	8.5
5	2	2	3	10.7
6	2	3	1	8.3
7	3	1	3	9.7
8	3	2	1	9.3
9	3	3	2	10.0
K_1	8.567	9.100	8.900	
K_2	9.167	9.800	9.300	
K_3	9.667	8.500	9.200	
R	1.100	1.300	0.400	

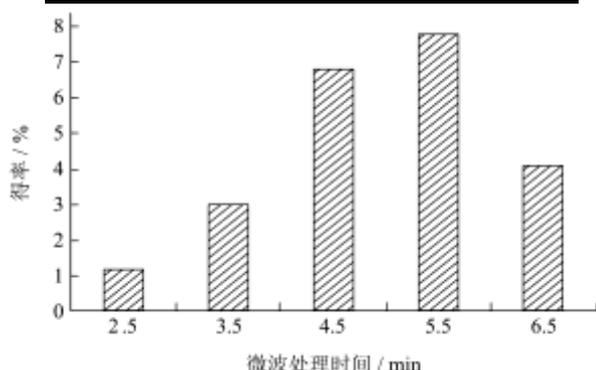


图 4 微波处理时间与菊粉得率关系曲线

Fig.4 The relationship between the microwave time and the yield of *Helianthus tuberosus*

2.2.2 料液比对菊粉得率的影响

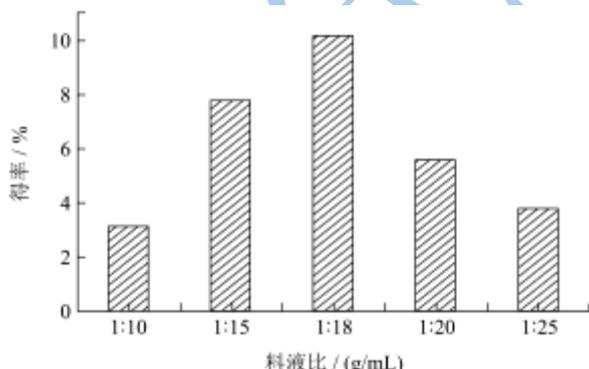


图 5 料液比与菊粉得率关系曲线

Fig.5 The relationship between the ratio of water to raw materials and the yield of *Helianthus tuberosus*

在确定 300 W 的微波功率，处理时间 5.5 min 的条件下，分别以 1:10 (g/mL)、1:15、1:18、1:20、1:25 的料液比提取菊粉。由图 5 可见，在料液比为 1:18 范围内，菊粉得率随着料液比的增大而呈上升趋势，料

液比超过 1:18 后，菊粉的得率下降。故选择料液比 1:18 做后续的试验。

2.2.3 微波功率对菊粉得率的影响

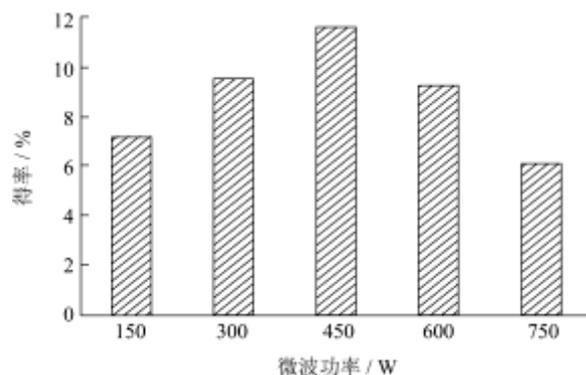


图 6 微波功率与菊粉得率关系曲线

Fig.6 The relationship between the microwave frequency and the yield of *Helianthus tuberosus*

在确定料液比 1:18 (g/mL)，处理时间 5.5 min 的条件下，分别以 150 W、300 W、450 W、600 W、750 W 的微波功率提取菊粉。由图 6 可见，在微波功率为 450 W 范围内，菊粉得率随着微波功率的增大而呈上升趋势，但微波功率大于 450 W 后，由于水分蒸发太快，使得率下降。故微波功率为 450 W 菊粉得率为最佳。

2.2.4 微波辅助提取的正交试验

为了优化菊粉的提取工艺条件，在单因素试验的基础上采用正交试验(表 3)。通过微波辅助提取菊粉的正交试验结果(表 4)分析表明：菊粉最佳的提取工艺条件组合为 $A_3B_2C_2$ ，即具体工艺为料液比 1:18、微波处理时间 6 min，微波功率 450 W。从极差 R 值的大小，各因素作用主次顺序是：料液比 > 处理时间 > 微波功率。

表 3 微波辅助提取的正交试验因子与水平表

Table 3 The factors and levels of $L_9(3^4)$ orthogonal test

水平	A (处理时间/min)	B (料液比/g/mL)	C (微波功率/W)
1	5	1:15	300
2	5.5	1:18	450
3	6	1:20	600

2.2.5 验证实验

按正交试验所得结果，经验证实验可以得到，菊粉的得率为 12.2%，这一结果高于正交实验中所有组的结果。所以，实验结论可靠。

3 结论

3.1 对于热水浸提法，最佳提取工艺是：提取时间 100 min、浸提温度 85 °C、料液比 1:15，菊糖的得率为 10.8%。

表4 微波辅助提取的正交试验结果表

Table 4 Results of $L_9(3^4)$ orthogonal test

实验号	A	B	C	得率/%
1	1	1	1	7.8
2	1	2	2	11.6
3	1	3	3	10.7
4	2	1	2	11.0
5	2	2	3	9.9
6	2	3	1	10.5
7	3	1	3	8.2
8	3	2	1	12.0
9	3	3	2	11.8
K_1	10.033	9.000	10.100	
K_2	10.467	11.167	11.467	
K_3	10.667	11.000	9.600	
R	0.634	2.167	1.867	

3.2 对于微波辅助提取法,最佳提取工艺是:料液比为1:18,微波作用时间为6 min,微波功率为450 W。菊粉得率为12.2%。

3.3 微波辅助提取法与热水浸提法相比,菊粉的得率分别为12.2%和10.8%。微波辅助提取法的得率略高,但热水浸提法所需时间为100 min,而微波辅助提取法只需要6 min,时间成本可大大降低,对于生产实际有指导意义。

参考文献

- [1] 王文亮,张奇志.菊粉的开发与利用研究[J].农产品加工.学刊,2007,10:90-91
- [2] 花城,陈立祥.菊粉的生理功能与应用进展[J].饲料研究,2008,4:17-20
- [3] 王金刚,杜宁娟.菊粉的工业化生产技术与发展前景[J].食品工业科技,2008,(11):308-312
- [4] 王姗姗,孙爱东,何洪巨.菊粉的功能性作用及开发利用[J].中国食物与营养,2009,11:57-59
- [5] Villegas B, Costell E. Flow behavior of inulin-milk beverages. Influence of inulin average chain length and of milk fat content [J]. International Dairy Journal, 2007, 17(7): 776-781
- [6] Vasiliki Evageliou, Georgia Tseliou, Ioanna Mandala, et al. Effect of inulin on texture and clarity of gellan gels [J]. Journal of Food Engineering, 2010, 101: 381-385
- [7] 曾小宇,罗登林,刘胜男等.菊糖的研究现状与开发前景[J].中国食品添加剂,2010,4:222-227
- [8] 殷洪,林学进.菊粉低聚果糖的研究进展[J].中国食品添加剂,2008,(3):97-101
- [9] 胡娟,金征宇,王静.菊芋菊糖的提取与纯化[J].食品科技,2007,4:62-65
- [10] 胡蝶,邓钢桥,彭伟正等.菊糖提取工艺的研究[J].湖南农业科学,2006,(1):71-72
- [11] 高健,彭斌,徐虹.菊芋中菊糖的提取分离研究[J].安徽农业科学,2009,37(1):184-185
- [12] 杨振,杨富民,王雪燕.菊芋中菊粉提取工艺优化研究[J].甘肃农业大学学报,2009,44(5):147-151
- [13] 赵琳静,宋小平.菊芋菊糖的提取与纯化研究[J].上海工程技术大学学报,2007,21(4):331-333
- [14] 陈钧辉,陶力,朱婉华.生物化学实验书(第三版)[M].北京:北京科学出版社,2003
- [15] 张水华.食品分析实验书[M].北京:化学工业出版社,2006
- [16] 孔涛,吴祥云,刘璇等.菊芋菊糖最佳提取工艺[J].辽宁工程技术大学学报,2009,z1:229-230

欢迎订阅中文核心期刊 《现代食品科技》

邮发代号: 46-349 刊号: ISSN 1673-9078/CN 44-1620

每期定价15元,全年12期仅180元。欢迎食品及相关行业的机构和科学工作者到各地邮局订阅,并踊跃投稿或建立广告宣传 and 产学研合作关系。

地址:广州五山华南理工大学轻工与食品学院麟鸿楼508,邮编:510640

电话:020-87112373, 87114555, 87113352, 87112532

E-mail: xdspkj@vip.sohu.com