



# 碱法提取生姜中不溶性膳食纤维的工艺研究

雷登凤<sup>1,2</sup>, 范文垒<sup>1</sup>, 张情亚<sup>1</sup>, 余德顺<sup>1,2\*</sup>

(1.贵州大学化学化工学院, 贵阳 550025;

2.中国科学院地球化学研究所环境地球化学国家重点实验室, 贵阳 550002)

**摘要:** 以生姜为原料, 对碱法提取其中不溶性膳食纤维的工艺进行了实验研究。考察了料液比、碱液浓度、浸提温度、提取时间对水不溶性膳食纤维得率的影响, 通过正交实验优化出提取的最优工艺条件为: 碱液浓度0.2%, 提取时间90 min, 提取温度60 ℃, 料液比1:35(g/mL)。在此条件下, 生姜不溶性膳食纤维得率达到64.1%, 生姜不溶性膳食纤维的持水力为9.68 g/g, 膨胀力为6.69 mL/g, 高于标准麸皮纤维的相关功能性指标, 显示生姜的水不溶性纤维有较高的利用价值。

**关键词:** 生姜; 不溶性膳食纤维; 提取; 碱法

中图分类号: TS 255.1 文献标志码: A 文章编号: 1005-9989(2014)12-0273-04

DOI:10.13684/j.cnki.spkj.2014.12.057

## Study on the extraction technology of insoluble dietary fiber from ginger by alkaline hydrolysis

LEI Deng-feng<sup>1,2</sup>, FAN Wen-lei<sup>1</sup>, ZHANG Qing-ya<sup>1</sup>, YU De-shun<sup>1,2\*</sup>

(1.College of Chemistry and Chemical Engineering, Guizhou University, Guiyang 550025;

2.State Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Institute of Geochemistry, The Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002)

**Abstract:** The extraction technology of insoluble dietary fiber from ginger by alkaline hydrolysis was investigated in this paper. The effects of the ratio of material to solution, alkali concentration, extraction temperature, extraction time on the insoluble dietary fiber yield were studied. The optimal extraction technology was obtained by orthogonal methodology as follows: alkali concentration was 0.2%, extraction time was 90 min, extraction temperature was 60 ℃, the ratio of material to solution was 1:35, by which the yield of obtained dietary fiber was 64.1%, water-holding capacity and swelling ratio were 9.68 g/g and 6.69 mL/g respectively, higher than those of standard bran fiber, which shows insoluble dietary fiber of ginger has a high value.

**Key words:** ginger; insoluble dietary fiber; extraction; alkaline hydrolysis

膳食纤维(Dietary Fiber简称DF)是一类在人体内难以被酶消化的高分子多糖, 它能够防止成

收稿日期: 2014-08-04

\*通讯作者

基金项目: 科技部科技人员服务企业项目(2009GJF20039); 贵州省毕节市中科院省市区院科技合作项目(省市院合2013-1)。

作者简介: 雷登凤(1990—), 女, 硕士研究生, 研究方向为分离工程。



人病,具有多种生理功能,被医学、营养学及食品界所关注,并被确认为“第七营养素”<sup>[1-2]</sup>。膳食纤维的总类较多,按其水溶性的不同可分为水溶性膳食纤维(Soluble dietary fiber, SDF)和水不溶性膳食纤维(Insoluble dietary fiber, IDF)2大类。水不溶性膳食纤维是指不溶于温水或热水的那部分纤维,主要是细胞壁的组成部分,包括纤维素、半纤维素、木质素、原果胶、壳聚糖和植物蜡等<sup>[3-4]</sup>。

生姜为藨荷科多年生宿根草本植物姜(Zingiber Officinale Roscoe)的根茎,具有抗氧化、消炎、抗菌、保肝利胆、健胃止吐等药用保健功能<sup>[5-7]</sup>。生姜组成成分丰富,除含有姜油酮、姜烯酚、姜醇、桉油精等生理活性物质外,还含有糖、脂肪、蛋白质,纤维素、胡萝卜素、维生素等多种成分,尤其富含大量的膳食纤维,集营养、调味、保健于一身<sup>[8-9]</sup>。但作为生姜深加工后的残渣,其膳食纤维综合利用程度不深,相关文献报道较少,特别是对其不溶性的膳食纤维。膳食纤维的提取分离方法与原料及成本有关,大致分为4类即:化学分离法、化学-酶结合分离法、膜分离法和发酵法<sup>[10]</sup>,苗敬芝等<sup>[11]</sup>用超声结合酶法对生姜中水溶性膳食纤维进行了提取分离及功能性研究。本文采用较易产业化的化学分离法中的碱法对生姜中不溶性膳食纤维进行提取分离的实验研究,探讨碱法提取的最佳工艺参数,以期为提高生姜资源的综合利用程度及其高附加值产品的产业化开发奠定一定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

生姜:将购买于贵州长顺的生姜洗净、切片、干燥,粉碎,密封常温保存备用;NaOH、石油醚均为分析纯。

Anke TDL-40B离心机:上海安亭科学仪器厂;DZKW-4电子恒温水浴锅:上海科析实验仪器厂;FA2004B电子天平:上海越平科学仪器有限公司;101-1型电热鼓风干燥箱:北京科伟永兴仪器有限公司;FW-100高速万能粉碎机:天津市泰斯特仪器有限公司。

### 1.2 实验方法

1.2.1 生姜不溶性膳食纤维制备工艺 生姜预处理→碱液处理→水洗至中性→过滤→滤渣干燥→粉碎过筛→不溶性膳食纤维(IDF)成品。

1.2.2 实验设计 原料预处理:姜粉用石油醚脱油脂,脱油脂姜粉加入清水浸泡12 h,过8层纱布,滤渣水洗2~3次干燥,过40目筛备用。

碱液处理:称取3 g样品,采用不同料液比(1:20、1:25、1:30、1:35、1:40),不同碱液浓度(0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%),不同提取时间(60、90、120、150、180 min),不同的提取温度(40、50、60、70、80 °C),进行水不溶性膳食纤维的提取,干燥称重并计算膳食纤维的得率。

### 1.2.3 不溶性膳食纤维得率

水不溶性膳食纤维的产率(%) =  $\frac{\text{产品干物质质量}}{\text{原料干物质质量}} \times 100$

1.2.4 生姜不溶性膳食纤维的理化性能测定<sup>[12]</sup> 持水力的测定:准确称取1 g过40目筛的食用纤维,置于100 mL烧杯中,加蒸馏水75 mL浸泡24 h后,在3000~4000 r/min的转速下离心分离0.5 h,倾去上层清液,甩干水分称重。

$$\text{持水力(WHC)} = \frac{\text{样品湿重(g)} - \text{样品干重(g)}}{\text{样品干重(g)}}$$

膨胀力的测定:准确称取过40目筛的食用纤维0.1 g,置于10 mL量筒中,用移液管准确移取5 mL蒸馏水加入其中,振荡均匀后放置24 h,读取液体中食用纤维体积。

$$\text{膨胀力(SW)} = \frac{\text{溶胀后纤维体积(mL)} - \text{干品体积(mL)}}{\text{样品干重(g)}}$$

## 2 结果与分析

### 2.1 单因素实验

2.1.1 料液比的影响 确定反应时间60 min、温度60 °C、碱液浓度0.2%,改变料液比进行单因素实验,结果如图1所示。

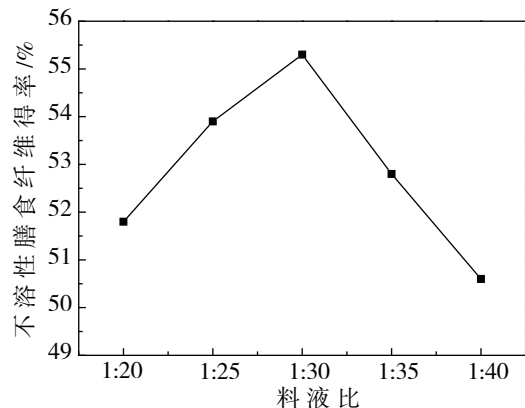


图1 料液比对IDF得率的影响

由图1可知,生姜中水不溶性膳食纤维的得率在碱液浓度、温度和浸提时间不变的情况下随着料液比的增加而增大,当料液比达到1:30时水不



溶性膳食纤维得率达到最大值，1:30之后随着料液比的增加，得率逐渐降低，这可能是IDF的溶出率已达平衡，过多的溶剂造成IDF损失。因此料液比可以选取1:25、1:30、1:35进行正交试验。

2.1.2 提取时间的影响 在提取温度为60、料液比1:30、碱液浓度0.2%的条件下，改变提取时间进行单因素实验，结果如图2所示。

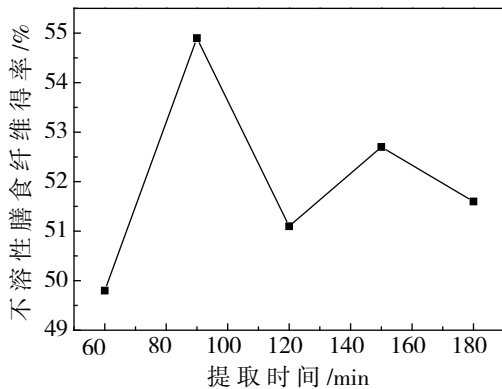


图2 提取时间对IDF得率的影响

由图2可知，膳食纤维的得率随着提取时间的增大呈现先上升后下降的趋势，当提取时间为90 min时，膳食纤维的得率最高。随着浸泡时间的继续增加，得率会降低，因为部分膳食纤维会被水解而损失。故提取时间可选为60、90、120 min进行正交试验。

2.1.3 提取温度的影响 在提取时间60 min、料液比1:30、碱液浓度0.2%的条件下，改变提取温度进行单因素实验，结果如图3所示。

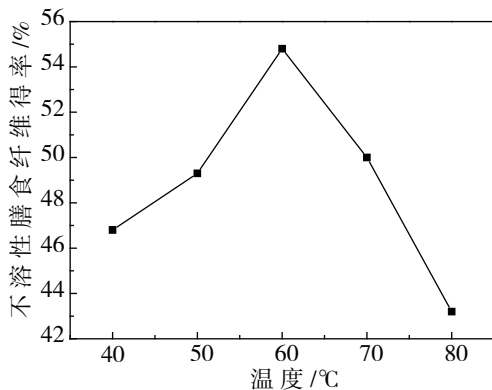


图3 提取温度对IDF得率的影响

由图3可知，随浸泡温度的升高膳食纤维得率增加，在60 时达到最大；温度继续上升膳食纤维得率下降，这是因为随着温度的升高，受热过高会使得部分不溶性膳食纤维溶解，使得率降低。故选取提取温度50、60、70 进行正交实验。

2.1.4 碱液浓度的影响 确定提取温度为60、料液比1:30、提取时间为60 min，改变碱液的浓度

进行单因素实验，结果如图4所示。

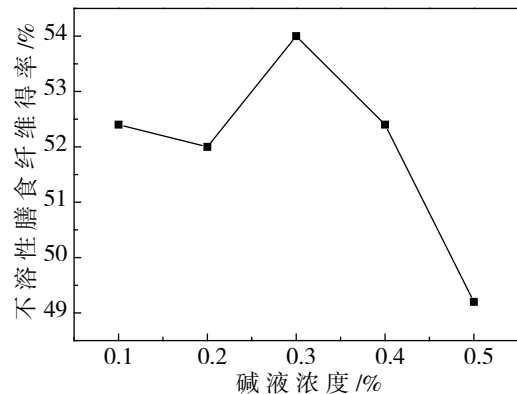


图4 碱液浓度对IDF得率的影响

由图4可知，随着碱液浓度的增大，IDF的得率上升，当碱浓度为0.3%时得率达到最大；之后随碱液浓度的增大而显著下降，这可能是由于碱液浓度较大时，纤维素和半纤维素等物质发生水解使得得率降低，并且碱液浓度过大提取液黏度很高，使得固液分离困难。碱液浓度选取0.2%、0.3%、0.4%进行正交实验。

## 2.2 正交实验结果分析

在以上单因素实验结果基础上，对提取时间、提取温度、碱液浓度、料液比4个因素作3水平正交试验 $L_9(3^4)$ 。正交实验因素水平表及正交实验结果表如表1、表2所示。

表1 正交实验因素与水平

水平	因素			
	料液比/(g/mL)	提取时间/min	提取温度/°C	碱液浓度/%
	A	B	C	D
1	1:25	60	50	0.2
2	1:30	90	60	0.3
3	1:35	120	70	0.4

表2 正交实验结果

实验号	因素				IDF得率/%
	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	59.1
2	1	2	2	2	60.4
3	1	3	3	3	49.6
4	2	1	2	3	52.4
5	2	2	3	1	57.7
6	2	3	1	2	56.2
7	3	1	3	2	54.1
8	3	2	1	3	58.9
9	3	3	2	1	61.6
$k_1$	56.367	55.200	58.067	59.467	
$k_2$	55.433	59.000	58.133	56.900	
$k_3$	58.200	55.800	53.800	53.633	
R	2.767	3.800	4.333	5.834	



由表2极差分析可知,在碱法提取生姜水不溶性膳食纤维的各个因素中,影响程度大小为D>C>B>A,其最优组合为D<sub>1</sub>C<sub>2</sub>B<sub>2</sub>A<sub>3</sub>,即碱液浓度为0.2%、提取温度60、提取时间90 min、料液比1:35。正交实验中没有该组合,故按此组合重新进行实验,二次测得水不溶性膳食纤维的平均得率为64.1%。高于正交实验中的最高得率,故选择该组合作为提取的最优工艺。

### 2.3 生姜水不溶性膳食纤维的性能测定结果

按照文献[12]实验测得的水不溶性膳食纤维的持水力为9.68 g/g,溶胀度为6.69 mL/g。

### 3 结论

实验研究结果表明,碱液浓度是影响生姜不溶性膳食纤维提取的最主要因素,最优的提取工艺为:碱液浓度为0.2%、提取温度60、提取时间90 min、料液比1:35。在此工艺下生姜水不溶性膳食纤维的得率为64.1%,持水力为9.68 g/g,溶胀度为6.69 mL/g,比西方国家常用的标准麸皮膳食纤维的功能性指标(膨胀力4 mL/g,持水力4 g/g)<sup>[13]</sup>要高,表明用碱法提取得到的生姜不溶性膳食纤维有较高的生理活性,生姜膳食纤维可以作为一种优良的膳食纤维来源。

#### 参考文献:

[1] Ferguson L R, Harris P J. The dietary fiber debate: more food

for thought[J]. The Lancet,2003,361(5):1487-1488

[2] 邹玉红,高登征,吕英海.膳食纤维对疾病防治作用的研究[J].食品科技,2008,(8):254-260

[3] 宋欢,石文娟,孟祥燕,等.膳食纤维抗肿瘤作用研究[J].粮食与油脂,2006,(5):46-48

[4] 邓红,宋纪蓉,史红兵.苹果渣水不溶性膳食纤维的提取及脱色工艺研究[J].食品与发酵工业,2002,28(5):10-13

[5] 何文珊,严玉霞,郭宝江.生姜的化学成分及生物活性研究概况[J].中药材,2001,24(5):376-379

[6] Y J Surh. Molecular mechanisms of chemopreventive effects of selected dietary and medicinal phenolic substances[J]. Mutation Research,1999,428:305-327

[7] 邹磊.生姜中生物活性物质及其研究进展[J].中国酿造,2009,(12):6-9

[8] 陈传红,金卫根,杨柏云,等.蔗糖和多效唑对试管生姜形成的影响[J].热带亚热带植物学报,2006,14(2):146-150

[9] 吴晓慧,顾龚平,张卫明,等.姜综合利用及深加工技术研究进展[J].中国野生植物资源,2003,22(3):6-8

[10] 苗敬芝,冯金和,董玉玮.超声结合酶法提取生姜中水溶性膳食纤维及其功能性研究[J].食品科学,2011,(24):120-125

[11] 付全意,刘冬,李坚斌,等.膳食纤维提取方法的研究进展[J].食品科技,2008,(2):225-228

[12] 郭东辉,刘四新,李从发.腰果梨渣不溶性膳食纤维的提取[J].食品工业科技,2008,29(11):166-170

[13] 郑建仙,耿立萍.利用苜蓿叶渣制备膳食纤维的研究[J].食品工业,1995,(3):6-8

# 邮 购 启 事

欢迎广大读者作者通过编辑部直订期刊  
**订阅热线: 010-67913893**  
**(各加10%的邮费及包装费用)**

2009年全年300元, 每期25元  
2010年全年300元, 每期25元  
2011年全年300元, 每期25元  
2012年全年300元, 每期25元  
2013年全年300元, 每期25元  
2014年全年300元, 每期25元

**(2015年全年优惠直订无须邮费及包装费)**

**中国邮政储蓄银行 汇款单**

汇款日期:	汇款金额:	汇款:	手续费:
汇款人账号:	商户号:	商户名称:	
收款人姓名:	邮编/地址:		
收款人姓名:	邮编/地址/电话:		
附加业务:	汇款人账号/卡号:		
附言:			
本人已认真阅读“客户须知”, 确认以上打印内容无误。 客户签名: _____			
业务流水号:	汇款日期:		
操作员工号:	授权员工号:		
收款人姓名: <b>食品科技杂志社</b>	汇款方式: <input checked="" type="checkbox"/> 现金 <input type="checkbox"/> 账户扣款	汇款金额:	十 万 千 百 十 元 角 分
请按汇款种类填写:			
<input checked="" type="checkbox"/> 地址汇款: 收款人地址 <b>北京市宣武区广安门内大街316号京粮大厦</b>			
收款人邮编: <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
可选附加服务: <input type="checkbox"/> 投单回执 <input type="checkbox"/> 短信回音 <input type="checkbox"/> 收款人手机号码			
<input type="checkbox"/> 密码汇款: 可透附加服务: <input type="checkbox"/> 短信回音 <input type="checkbox"/> 收款人手机号码			
<input type="checkbox"/> 入账汇款: 汇入账号: _____			
<input type="checkbox"/> 商务汇款: 商户客户号: _____			
汇款人地址/电话: <b>您的地址及电话</b>		汇款人邮编: <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
汇款人姓名: <b>您的姓名</b>		汇出账号/卡号: _____	
凭证人姓名: _____		证件类型: _____	
证件类型: _____		证件号码: _____	
<input checked="" type="checkbox"/> 附言: <b>您的信息及要求</b>			

中国邮政储蓄银行 汇款单 经办员: \_\_\_\_\_ 检查员: \_\_\_\_\_