

豆渣膳食纤维制备工艺的研究^{*}

陈 霞¹ 杨香久¹ 徐永华¹ 赵 伟¹ 赵贵兴¹
王树林¹ 张延坤²

(1. 黑龙江省农业科学院大豆研究所加工室 150086; 2. 军事医学科学院
卫生学环境医学研究所 300050)

摘要 本项目以新鲜豆渣为原料,通过 $L_9(3^4)$ 正交实验设计方法,就影响膳食纤维含量的碱浓度、温度、时间和酶用量四项因素进行了实验。研究确立了制备豆渣纤维的最佳工艺条件。利用本工艺,湿豆渣经浸泡、碱处理、酶解、干燥和超微粉碎等程序,即得到豆渣膳食纤维,工艺产率为 85%,产品纤维素含量是 80%。

关键词 膳食纤维;豆渣;酶解

中图分类号 S 文献标识码 A 文章编号 1000-9841(2001)02-0128-05

0 前言

我国是大豆的故乡,黑龙江省是我国大豆的主要产区,年产大豆达 400—500 万吨,其中部分大豆用于加工豆腐、豆乳、豆奶等豆制品,年产豆渣量约 80 万吨,多年来,这些豆渣一直未能得到充分开发利用,除少部分豆渣作饲料外,大部分作为废料弃掉,资源浪费极大,同时又造成环境污染,豆渣富含膳食纤维,是一种十分理想的纤维素源^[3]。通常,膳食纤维具有较强的持油、持水、增容,诱导肠道微生物,解毒和增加肠蠕动等系列功能,可用于防治便秘、降血脂、防癌等^[1,2,3,4],因而,纤维素被营养学家称之为“第七营养素”^[1,5]。世界上一些发达国家十分重视膳食纤维研究,日本自 60 年代末至今,豆渣应用在食品工业方面的专利已达 50 余项,我国在豆渣的综合利用方面几乎还是空白,只有少量作为食品添加剂制成丸子。80 年代以来,人民膳食结构发生变化,大、中城市出现膳食纤维摄入不足的现象,出现一些“富贵病”^[1],因此积极开展对膳食纤维的应用研究,对提高人民的健康水平是十分有益的。

鉴于国内外豆渣利用现状,我们于 1996—1998 年承担了国家“九五”期间重点科技攻关项目“大豆纤维食品的研制”,同时对豆渣膳食纤维制备

工艺进行研究。

1 材料与方法

1.1 材料

新鲜豆腐(原产地)

胰蛋白酶(Difco 公司 2—4 单位/mg1; 250)

氢氧化钠(A、R)

仪器:JM-2 型胶体磨,LD5-10 型低速大容量离心机,101-4 型电热鼓风干燥箱,9101 型旋风式粉碎机,230-1 型原子荧光光谱仪。

1.2 方法

新鲜豆渣用清水冲洗去除杂质后,用胶体磨均质处理,按原料重量的 5.5% (W/W) 加入 5% NaOH 溶液,加热至 80℃,保温 60 分钟后,将温度降至 50℃左右,用 NaOH 调 pH 值至 8.5。加入原料重 0.3% (W/W) 的胰蛋白酶在温度 45—50℃保温、酶解 3 小时,用离心机分离,去除水分,再用清水洗涤滤渣,甩干去水,收集滤渣,于 80—85℃烘干。粉碎机粉碎,过 70 目筛,得大豆膳食纤维粉产品。

1.3 产品质量的分析测定方法

蛋白质含量测定采用 GB5009.5—85 方法;脂肪含量测定采用 GB5009.6—85 方法;水分含量测

^{*} 收稿日期:2001-02-23

作者简介:陈霞(1955—),女,副研究员,从事大豆品质分析及加工研究

定采用 GB500 9.3—85 方法; 灰分含量测定采用 GB500 9.4—85 方法; 纤维素含量测定采用 GB500 9.10—85 方法; 微生物指标测定采用 GB4789. 2. 3.4. 5. 10. 11—94 方法; 有害元素 Pb、Hg、As 测定采用原子荧光光谱仪。

2 结果与讨论

2.1 豆渣膳食纤维制备工艺的研究与确立

通常, 豆渣中含有一定量的蛋白质和脂肪, 蛋白质直接影响产品纯度, 脂肪经氧化后, 会使产品产生异味, 因此制备豆渣纤维素时, 应尽量将两者去除, 以提高产品的质量。

本试验采用碱处理, 结合胰蛋白酶酶解, 除去豆渣中的蛋白质和脂肪。为了确定工艺条件, 我们分别就氢氧化钠和胰蛋白酶用量, 碱浸温度, 时间等影响去除蛋白质和脂肪的因素进行了研究。

2.1.1 碱液浓度对膳食纤维含量的影响

实验中加入 5 倍量湿豆渣重的 NaOH 水溶液, 碱液浓度分别是 2%、3%、4%和 5%。于 40℃搅拌处理 40 分钟。升温至 45℃, 调 pH 值至 8.5, 加入 0.4%胰蛋白酶酶解 3 小时。水洗至中性, 烘干得产品, 并分别测定其纤维素含量, 结果见图 1。

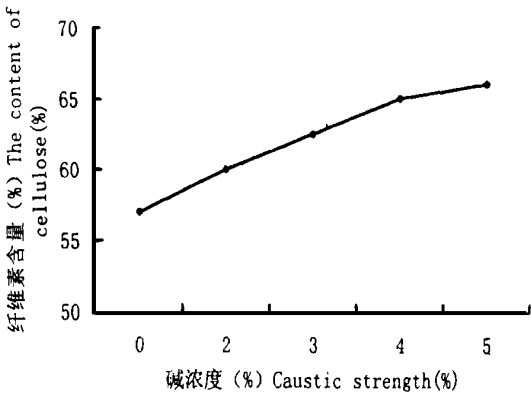


图 1 碱浓度对膳食纤维含量的影响

Fig.1 Effect of caustic strength on the content of natural cellulose

由图 1 结果可见, 随着碱浓度的增加, 产品的纤维含量也随之增加。但碱浓度过高, 会影响产品的色泽和质量。因此, 我们选用 3%—5% NaOH 浓度作为正交实验的碱量因素水平。

2.1.2 胰酶用量对膳食纤维含量的影响

取适量鲜豆渣原料, 加入 5 倍量 3% NaOH 水溶液, 在 40℃加热处理 40 分钟。升温至 45℃, 调 pH 值至 8.5。分别加入 0.2%、0.3%、0.4%和

0.5%浓度的胰酶, 酶解 3 小时。水洗至中性, 干燥后分别测定产品中纤维的含量。(见图 2)

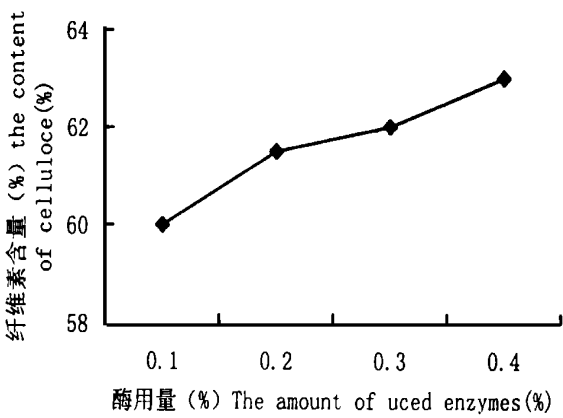


图 2 酶用量对膳食纤维含量的影响

Fig. 2 Effect of the amount of used enzymes on the content of natural cellulose

结果表明, 酶用量对产品纤维素含量有一定影响, 但酶量增加, 产品纤维素含量增加不大显著。为此, 我们将酶用量因素水平确定为 0.3%—0.5%。

2.1.3 碱浸温度对膳食纤维含量的影响

在一定量豆渣原料中加入 5 倍量 3% NaOH 水溶液, 分别于温度 40、60、80 和 100℃条件下加热处理 40 分钟。保持温度 45℃, 调 pH 值至 8.5, 加入 0.4%胰酶, 于 45℃酶解 3 小时, 水洗干燥后再分别测定产品的纤维素含量。(见图 3)

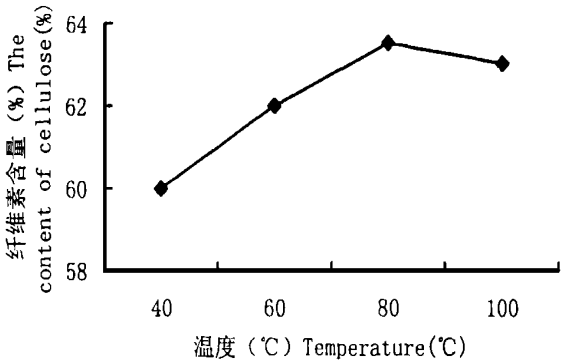


图 3 温度对膳食纤维含量的影响

Fig.3 Effect of temperature on the content of natural cellulose

从结果可以看出(图 3), 当碱浸温度为 80℃时, 纤维素含量达到较高值, 因此, 本文选择 40—80℃作为正交实验的温度因素水平。

2.1.4 碱浸时间对膳食纤维含量的影响

于适量鲜豆渣原料中加 5 倍量 3% NaOH 水

溶液, 分别于 40℃加热处理 20、40、60 和 80 分钟。再升温至 45℃, 调 pH 值至 8.5, 加入 0.4%胰酶, 于 45℃酶解 3 小时, 水洗至中性, 烘干, 分别测定产品的纤维素含量(见图 4)。

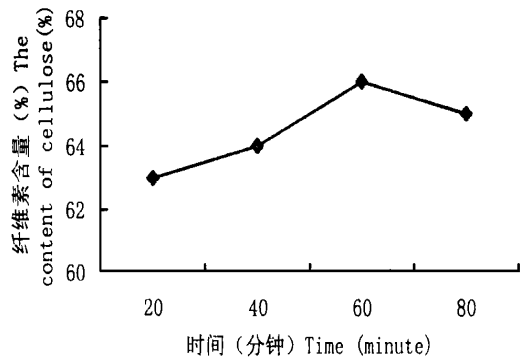


图 4 碱浸时间对膳食纤维含量的影响

Fig. 4 Effect of time of caustic extraction on the content of natural cellulose

由图 4 可见, 产品纤维含量在碱浸 60 分钟时已达最高。故此, 我们选择 40—80 分钟作为碱浸时间的因素水平。

表 1 膳食纤维制备工艺正交实验因素水平表

Table 1 The factor levels of the right angle experiment for extraction of the meal natural cellulose

水平 Level	因素 Factors			
	A NaOH (%)	B 温度(℃) Temperature (℃)	C 时间(分钟) Time(min)	D 酶浓度(%) The strength of enzymes (%)
1	3	40	40	0.3
2	4	60	60	0.4
3	5	80	80	0.5

2.2 膳食纤维制备工艺的正交实验

根据以上单因素实验条件的测定结果, 我们发现 NaOH 用量(A)、碱浸温度(B)、碱浸时间(C)和胰酶用量(D), 四项因素对产品的纤维素含量影响较大。因此, 根据正交实验设计原则, 我们采用四因素三水平即 $L_9(3^4)$ 正交实验方法对膳食纤维制备工艺条件进行了研究, 其设计方案见表 1、2。

按照正交实验设计方案表中实验序号的工艺条件进行膳食纤维的提取实验, 并分别测定了产品的纤维素含量, 每次实验平行三份样品, 取其平均

值, 结果见表 3。

从正交实验的结果看出, 工艺条件各因素作用的主次顺序是 $A > D > C > B$ 。各因素的最优水平为 $A_3B_3C_2D_1$ 即 NaOH 浓度为 5%, 反应温度 80℃, 反应时间 60 分钟, 胰酶用量(或加入量)0.3%, 我们以最佳条件做验证实验, 可得到纤维素含量为 80%的产品。

表 2 大豆纤维制备工艺 $L_9(3^4)$ 正交实验方案表

Table 2 The plan of $L_9(3^4)$, the right angle experiment for extraction of soybean nature cellulose

实验号 Experi- mental number	因素 Factors			
	A HaOH (%)	B 温度(℃) Temperature (℃)	C 时间(分钟) Time(min)	D 酶浓度(%) The strength of enzymes (%)
1	3	40	40	0.3
2	3	60	60	0.4
3	3	80	80	0.5
4	4	40	60	0.5
5	4	40	60	0.3
6	4	80	40	0.4
7	5	60	40	0.4
8	5	60	40	0.5
9	5	80	60	0.3

2.3 产品的理化指标测定结果

经过碱浸、酶解等工艺, 提取的膳食纤维, 其蛋白质、脂肪含量与原料中蛋白质, 脂肪含量相比很低, 说明膳食纤维纯度较高, 并且膳食纤维含量明显高于原料中纤维含量。

2.4 产品感官指标

豆渣膳食纤维素为乳白色, 微细粉末, 无异味, 遇水膨胀, 但不溶于水。

2.5 产品微生物指标测定结果

豆渣膳食纤维产品的细菌微生物指标, 均符合食品添加剂有关规定, 结果见表 5。

2.6 产品有害元素的测定结果

用原子荧光光谱法测定结果可见表 6, 豆渣膳食纤维产品中 Pb、Hg、As 等有害元素的含量, 均在食品添加剂规定的安全限量范围之内。

表 3 大豆膳食纤维制备工艺 $L_9(3^4)$ 正交实验结果分析
Table 3 The analysis the right angle experiment $L_9(3^4)$

实验号 Experimental number	因素 Factors				纤维素(%) Cellulose(%)
	A NaOH (%)	B 温度(℃) Temperature(℃)	C 时间(分钟) Time(min)	D 酶用量(%) The amount of used enzymes(%)	
1	3	40	40	0.3	72.32
2	3	60	60	0.4	70.55
3	3	80	80	0.5	71.63
4	4	40	60	0.5	74.48
5	4	60	80	0.3	76.17
6	4	80	40	0.4	75.86
7	5	40	80	0.4	76.64
8	5	60	40	0.5	73.05
9	5	80	60	0.3	79.84
K1	214.51	223.44	221.23	228.34	
K2	226.51	219.77	224.87	223.05	
K3	229.53	227.33	224.44	219.16	
K2	71.50	74.48	73.74	76.11	
K3	75.50	73.26	74.96	74.35	
K3	76.51	75.78	74.81	73.05	
极差 R	50.1	2.52	1.22	2.06	

表 4 豆渣膳食纤维及其原料理化指标测定结果(%)
Table 4 The physical and chemical examination
of soybean dregs natural cellulose (%)

样品 Sample	蛋白质 Protein	脂肪 Fat	水分 Water	灰分 Ash	总纤维 The total cellu- lose
豆渣纤维素 Soybean dregs cellulose	1.4	0.4	3.0	2.5	79.5
豆渣原料(干重) Soybean dregs (dry weight)	21.0	18.0	3.5	2.9	50.0

表 5 豆渣膳食纤维细菌指标检测结果
Table 5 The bacteria level in soybean
dregs natural cellulose

细菌种类 The kind of bacteria	指标 Level
菌落总数 The number of total bacteria	20 个/g
大肠菌群 Coliform bacteria	< 30 个/100g
致病菌 Malignant bacteria	未检出 None

表 6 豆渣膳食纤维有害元素的测定结果(mg/kg)
Table 6 The harmful elements in soybean
dregs natural cellulose (mg/kg)

样品 Sample	Pb	Hg	As
豆渣膳食纤维 Soybean dregs natural cellulose	0.210	0.003	0.050
豆渣原料(干重) Soybean dregs (dry weight)	0.280	0.005	0.090

3 结论

3.1 利用豆腐、豆乳加工过程中的副产物豆渣为原料,制备豆渣膳食纤维,通过 $L_9(3^4)$ 正交试验结果表明,影响产品含量主要因素是碱浓度,其次是温度,最佳反应工艺条件为:NaOH 浓度 5%、反应温度 80℃、反应时间 60 分钟、胰酶加入量 0.3%。利用本工艺条件制备的豆渣膳食纤维含量是 80%(干基)。

3.2 豆渣膳食纤维素为乳白色,微细粉末,低脂肪、低蛋白质,产品中有毒元素含量及细菌指标和其他各项理化指标均符合食品添加剂的有关规定,本豆渣膳食纤维产品是一种较理想的食物添加剂。

3.3 研究结果表明,本工艺具有简单易行、成本低、能耗小、基本无工业污染、宜推广应用等特点,是国内较先进的豆渣纤维产品制备工艺,本工艺一经推广应用,将会为国内豆渣资源的深入开发利用开辟一条新途径,也必将获得较广泛的社会效益和较高经济效益。

参 考 文 献

1. 胡田华,黄绍华.可溶性膳食纤维的分析[J].粮食与饲料工业.

1997, (5): 39

2 张延坤. 关于豆渣的综合开发利用[J]. 天津农业科学, 1994, (4): 23

3 王西伟, 鲁新洁. 酶法水解纤维素的进展[J]. 食品与发酵工业, 1981, (3): 84

4 钟耕, 王白永, 赵竹娟, 等. 纤维食品的研制[J]. 中国粮油学报, 1995, (1): 38

5 伍立居, 李平, 汪锦邦. 从玉米皮及豆皮中制取食用纤维的研究[J]. 食品与发酵工业, 1996, (5): 44

THE RESEARCH OF CONDITIONS FOR EXTRACTION
OF SOYBEAN DREGS NATURAL CELLULOSE

Chen Xia¹ Yang Xiangjiu¹ Xu Yonghau¹ Zhao Wei¹ Zhao Guixing¹
Wang Shulin¹ Zhang Yankun²

(1. *Processing Division of Soybean Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086; 2. Institute of Epidemic Science and Surroundings Medicine, Academy of War Medicine Science*)

Abstract The new soybean dregs were used as materials in the study. Four factors affecting the content of natural cellulose was tested with right angle experiment. These factors are caustic strength, temperature, time and the amount of used enzymes. The research established the optimum conditions for extracting soybean dregs. Soybean dregs natural cellulose was made through caustic treatment, hydrolyzation, drying and superpulverization. The production percentage was 85 %. The content of cellulose is 80% in the product.

Key words Natural cellulose; Soybean dregs; Hydrolyzation