

芜菁中膳食纤维的提取及其理化性质的研究

孔令明, 秦 菲

(新疆农业大学食品学院, 新疆乌鲁木齐, 830052)

摘 要 以芜菁为原料, 通过生物法与化学法结合除去其中的淀粉、蛋白质、脂肪和碳水化合物, 从而得到较纯净的膳食纤维。研究了 α -淀粉酶水解温度、 α -淀粉酶用量、NaOH 浓度和 NaOH 水解温度等 4 个因素对膳食纤维提取率的影响, 并结合芜菁的物理性质确定了膳食纤维的最佳提取工艺条件。结果表明, 当 α -淀粉酶水解温度为 65℃、 α -淀粉酶量为 0.3%、NaOH 质量分数为 7%、NaOH 水解温度为 60℃时, 膳食纤维的提取率可达到 6.5%, 成品呈浅黄色, 气味淡, 且生理活性好, 溶胀性高达 5.6 mL/g, 持水力为 780%。

关键词 芜菁, 膳食纤维, 提取

膳食纤维是不被胃与小肠消化吸收的多糖类物质, 对人体具有许多重要的特殊功效, 因此被人们称为“第七营养素”, 可以作为一种特殊的食品营养添加剂。但是, 随着人们生活水平的提高和饮食结构的改变, 膳食纤维的摄入量日趋减少, 而与饮食结构有关的冠心病、动脉硬化、高血脂症、糖尿病、肥胖症、便秘等“文明病”的发病率则日渐提高, 成为危害我国人民健康的主要疾病^[1]。现在, 随着对膳食纤维研究的不断深入, 膳食纤维及其食品的研究、开发和应用越来越受到人们的关注。

芜菁是人们普遍食用的一种蔬菜, 它根茎扁圆, 肉质根中含有大量的 V_A、V_B、V_C 及多种糖类、氨基酸、钙、铁、磷等矿物质, 干物质含量也较高^[2], 一般为 9.5%~12.0%。提取芜菁汁后剩下的滤渣中营养成分虽然已大大减少, 但若废弃或作为动物饲料, 不仅降低了利用率, 而且造成了极大的浪费。若对芜菁中的膳食纤维加以提取利用, 则极大地增加了产品的附加值。

膳食纤维生产所采用的处理方法有酸碱法、酶法、高压蒸煮法及挤压法等^[3]。本文采用生物法与化学法相结合的方法, 对芜菁中膳食纤维的提取工艺进行了研究, 为芜菁的综合利用提供了科学的依据和参考。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

芜菁, 乌鲁木齐市北园春市场购得。

NaOH(按要求配制所需浓度), α -淀粉酶(市

售)。

电热鼓风干燥箱(101A-2 型); 上海市实验仪器总厂); 电热恒温水温箱(HH·W21·Cr600 型, 北京长安科学仪器厂); 电磁炉(IC18-E7 型), 广东中山市景南电器制品有限公司); 电子天平(FC204 型), 上海天普分析仪器有限公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 芜菁中膳食纤维的制备工艺流程

原料→清洗→破碎→煮沸→淀粉酶水解→碱水解→水洗→干燥→制得膳食纤维

1.2.2 操作要点

(1)选料: 选择新鲜、无虫蛀、无霉斑变质、成熟度较高的芜菁。

(2)芜菁的预处理: 将芜菁清洗后, 破碎成直径约 3 mm 的颗粒, 加 8 倍于芜菁重量的清水, 加热煮沸 15 min。

(3)淀粉酶水解: 在一定温度下加入一定量的 α -淀粉酶, 恒温搅拌 60 min, 以除去芜菁中的淀粉。

(4)碱水解: 在酶水解后的芜菁中加入一定浓度的 NaOH, 在一定温度下水解 45min, 以除去芜菁中的蛋白质。

(5)后处理: 用蒸馏水洗涤至呈中性为止, 放入干燥箱进行干燥, 即可得到较纯净的膳食纤维。

1.2.3 膳食纤维物化性质分析

1.2.3.1 溶胀性

准确称取 1.0 g 膳食纤维, 置于具塞试管中, 读干品体积(mL), 然后加 25 mL 蒸馏水, 振荡均匀后在室温放置 24h, 读膨胀后纤维的体积^[4], 公式如下:

$$\text{溶胀性}(SW) = \frac{\text{膨胀后的体积}(\text{mL}) - \text{干品体积}(\text{mL})}{\text{干品质量}(\text{g})}$$

1.2.3.2 持水力

第一作者: 讲师, 硕士。

收稿日期: 2007-07-27, 改回日期: 2007-08-28

准确称取 1.0 g 膳食纤维,放入烧杯中,加入 25 mL 蒸馏水,在 80℃ 恒温 2 h,用滤纸沥干后转到表面皿中称重^[5],计算公式为:

$$\text{持水力(WHC)} = \frac{\text{样品湿重(g)} - \text{样品干重(g)}}{\text{样品干重(g)}} \times 100\%$$

1.2.4 膳食纤维中蛋白质和淀粉残留量的测定

1.2.4.1 蛋白质残留量的测定

微量凯氏定氮法。

1.2.4.2 淀粉残留量的测定

菲林试剂法。

1.2.5 单因素试验

1.2.5.1 α -淀粉酶水解温度的确定

称取 5 份芡苳,每份 100 g,清洗后破碎成直径约 3 mm 的颗粒,加 8 倍于芡苳质量的清水,加热煮沸 15 min,分别冷却至 50、55、60、65、70℃,加入 0.4% 的 α -淀粉酶,恒温搅拌 60 min。再加入质量分数 5% 的 NaOH,于 60℃ 水解 45 min,洗涤,干燥,称量并测定溶胀性和持水力。

1.2.5.2 α -淀粉酶用量的确定

称取 5 份芡苳,每份 100 g,清洗后破碎成直径约 3 mm 的颗粒,加 8 倍于芡苳质量的清水,加热煮沸 15 min,冷却至 65℃,分别加入 0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6% 的 α -淀粉酶,恒温搅拌 60 min。再加入

质量分数为 5% 的 NaOH,于 60℃ 水解 45 min,洗涤,干燥,称量并测定溶胀性和持水力。

1.2.5.3 NaOH 质量分数的确定

称取 5 份芡苳,每份 100 g,清洗后破碎成直径约 3 mm 的颗粒,加 8 倍于芡苳质量的清水,加热煮沸 15 min,冷却至 65℃ 加入 0.3% 的 α -淀粉酶,恒温搅拌 60 min。之后分别加入质量分数为 3%、5%、7%、9%、11% 的 NaOH,于 60℃ 水解 45 min,洗涤,干燥,称量并测定溶胀性和持水力。

1.2.5.4 NaOH 水解温度的确定

称取 5 份芡苳,每份 100 g,清洗后破碎成直径约 3 mm 的颗粒,加 8 倍于芡苳质量的清水,加热煮沸 15 min,冷却至 65℃ 加入 0.3% 的 α -淀粉酶,恒温搅拌 60 min。之后加入质量分数为 7% 的 NaOH,分别于 40、50、60、70、80℃ 的温度下水解 45 min,洗涤,干燥,称重并测定溶胀性和持水力。

1.2.6 正交试验

在单因素实验的基础上选择 α -淀粉酶水解温度(A)、 α -淀粉酶含量(B)、NaOH 浓度(C)和 NaOH 水解温度(D)4 个因素及相对应的 3 个较优水平,采用 $L_9(3^4)$ 正交试验研究这 4 个因素的相互作用对膳食纤维提取率的影响。

表 1 因素与水平表

水平	因素			
	(A) α -淀粉酶水解温度/℃	(B) α -淀粉酶质量分数/%	(C)NaOH 质量分数/%	(D)NaOH 水解温度/℃
1	60	0.2	5	50
2	65	0.3	7	60
3	70	0.4	9	70

2 结果与分析

采用生物法与化学法结合工艺,先用酶除去蛋白质网络中的淀粉,再用碱除去蛋白质,从而能使 NaOH 以较快速度渗透到蛋白质网络中,缩短了碱解时间,同时可使蛋白质碱解完全。

2.1 α -淀粉酶水解温度对芡苳中膳食纤维提取效果的影响

α -淀粉酶能有效除去蛋白质网络中的淀粉,而适宜的温度能使淀粉去除更加迅速,从而提高生产效率,但当温度超过这个范围时,有可能破坏蛋白质网络中的其他成分,从而使品质有所下降,故要选择最佳温度来进行酶解。

所用 α -淀粉酶的最适温度在 50~60℃ 之间,故就

此范围确定 5 个值:50、55、60、65、70℃,可以得到不同的膳食纤维提取率(如图 1 所示)。

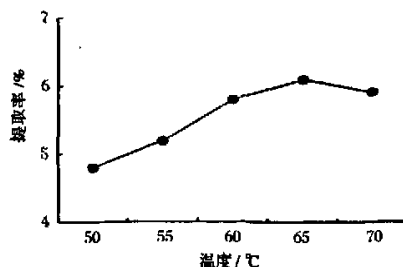


图 1 α -淀粉酶水解温度对膳食纤维提取率的影响

取一定量所得的膳食纤维,分别测定不同酶解温度下膳食纤维的溶胀性和持水力,见图 2。

由图 1 可看出, α -淀粉酶在最适温度范围内水解

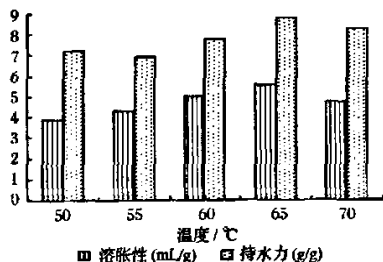


图2 α -淀粉酶水解温度与膳食纤维溶胀性和持水力的关系

温度越高,芜菁中膳食纤维提取率越高,当温度达到65℃时,膳食纤维的提取率最高,达到6.1%,但当温度升高到70℃时,提取率因酶活力下降反而降低了。结合图2可知,在 α -淀粉酶的最适温度范围内,其溶胀性和持水力都较佳。从图1可看出, α -淀粉酶的最适作用温度范围为60~70℃,故选择60、65、70℃作为正交试验的较优水平。

2.2 α -淀粉酶用量对芜菁中膳食纤维提取效果的影响

α -淀粉酶用量并不是越多越好,在用量增加到一定时,膳食纤维的提取率反而会下降,这可能是由于 α -淀粉酶过多的酶解了除淀粉以外的其他成分,这样,不仅过多消耗 α -淀粉酶,而且其品质也会下降,故要选择最适合芜菁中淀粉酶解所需 α -淀粉酶的用量。

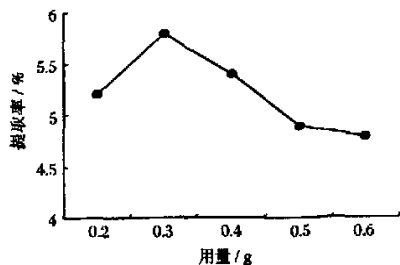


图3 α -淀粉酶用量对膳食纤维提取率的影响

取一定量所得的膳食纤维,测定其溶胀性和持水力,如图4。

由图3可看出,芜菁中膳食纤维的提取率先增加后减小,当 α -淀粉酶用量为0.3%时,其膳食纤维的提取率最高,达到5.8%,超过此用量后,膳食纤维提取率逐渐减少。由图4可看出,除 α -淀粉酶用量在0.5%时持水力较差外,其他用量条件下持水力,溶胀性均较佳。因此, α -淀粉酶的最佳添加量为0.2%~0.4%,故选择0.2%、0.3%、0.4%作为正交试验的3

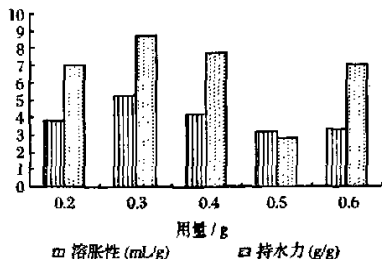


图4 α -淀粉酶用量与膳食纤维的溶胀性和持水力的关系

个较优水平。

2.3 NaOH 质量分数对芜菁中膳食纤维提取效果的影响

NaOH 是碱解蛋白质的重要试剂,质量分数过低,碱解不完全;质量分数过高,有可能破坏其他成分,因为膳食纤维是供人食用的,故在碱解芜菁中的蛋白质时,其质量分数不宜过高,碱解后清洗要彻底,以免残存 NaOH,对人体造成伤害。

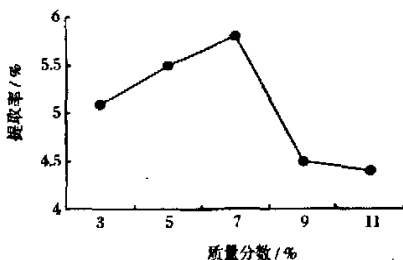


图5 NaOH 质量分数对膳食纤维提取率的影响

取一定量所得的膳食纤维,测定其溶胀性和持水力,如图6。

由图5可看出,随着 NaOH 质量分数增加,芜菁中膳食纤维的提取率呈现先缓慢升高又迅速下降的变化趋势,当 NaOH 质量分数为7%时,其膳食纤维的提取率最高,达到5.8%。由图6可知,NaOH 质量分数为3%和5%时,膳食纤维持水力较低,其余 NaOH 质量分数下溶胀性相对较高。除 NaOH 质量分数为7%时溶胀性较高外,其余 NaOH 质量分数下溶胀性均相对稳定。因此,NaOH 质量分数的最佳范围为5%~9%,故选择5%、7%、9%作为正交试验的3个较优水平。

2.4 NaOH 水解温度对芜菁中膳食纤维提取效果的影响

NaOH 水解温度低于70℃时,其膳食纤维的提取率变化不大,说明在此温度范围内,其碱解能力相

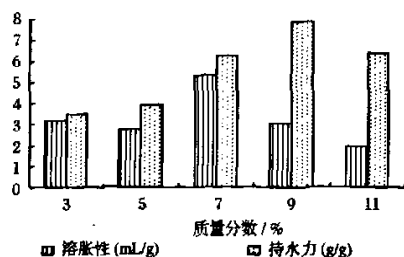


图6 NaOH浓度与膳食纤维的溶胀性和持水力的关系
当,但超过70℃时,膳食纤维的提取率明显降低,过高的温度,可能破坏了NaOH的碱解能力,致使碱解不完全,故应在最适温度范围内找到一个最佳温度,从而使膳食纤维的提取率达到最高。

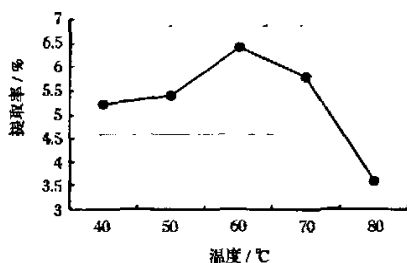


图7 NaOH水解温度对膳食纤维提取率的影响

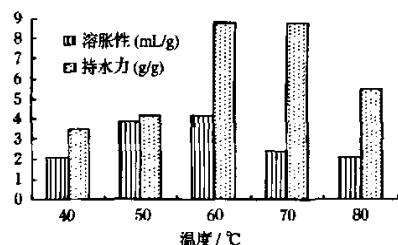


图8 NaOH水解温度与膳食纤维的溶胀性和持水力的关系

取一定量所得的膳食纤维,测定其溶胀性和持水力,如图8。

由图7可看出,随NaOH水解温度的增加,苕菁中膳食纤维的提取率先增加后减小。当NaOH水解温度为60℃时,其膳食纤维的提取率最高,达到6.5%。由图8可看出,当NaOH水解温度在60℃和70℃时,其持水力相同且最好,但70℃时的溶胀性明显低于60℃,其他温度下的溶胀性和持水力较差。因此,NaOH水解温度的最佳范围为50~70℃,故选择50、60、70℃作为正交试验的3个较优水平。

2.5 苕菁中膳食纤维制备工艺的正交试验

表2 $L_9(3^4)$ 正交试验结果

试验号	A	B	C	D	提取率/%
1	1(60)	1(0.2)	1(5)	1(50)	5.3
2	1	2(0.3)	2(7)	2(60)	6.2
3	1	3(0.4)	3(9)	3(70)	5.2
4	2(65)	1	2	3	5.9
5	2	2	3	1	6.1
6	2	3	1	2	5.4
7	3(70)	1	3	2	5.6
8	3	2	1	3	5.5
9	3	3	2	1	5.3
k_1	16.7	16.8	16.2	16.7	
k_2	17.4	17.8	17.4	17.2	
k_3	16.4	15.9	16.9	16.6	
R	1	1.9	1.2	0.6	

从表2可看出,工艺条件各因素作用的主次顺序是 $B>C>A>D$,极差分析所得的膳食纤维制备的最佳工艺条件为 $A_2B_2C_2D_2$,即: α -淀粉酶水解温度为65℃, α -淀粉酶添加量为0.3%,NaOH质量分数为7%,NaOH水解温度为60℃。在此条件下进行验证实验,膳食纤维的提取率达6.5%,溶胀性5.6 mL/g,持水力780%。

2.6 膳食纤维中蛋白质及淀粉残留量的测定结果

2.6.1 蛋白质的残留量

测得蛋白质残留量质量分数为0.04%,达到了指标要求。

2.6.2 淀粉的残留量

测得淀粉残留量质量分数为1.8%,达到了指标要求。

3 结论

本实验以苕菁为原料,采用生物法与化学法结合来除去其中的淀粉、蛋白质、脂肪和碳水化合物,其膳食纤维提取的最佳工艺条件为: α -淀粉酶水解温度为65℃, α -淀粉酶质量分数为0.3%,NaOH质量分数为7%,NaOH水解温度为60℃。在此条件下,提取率可达6.5%,且制得的膳食纤维气味淡,色泽为浅黄色,其溶胀性5.6 mL/g,持水力780%,蛋白质及淀粉残留量均符合标准。

参考文献

- 汪靖超,杨宏,姚海军,等. 利用辣椒渣提取不溶性膳食纤维的研究[J]. 食品与发酵工业,2006,32(4):130~132
- 方万刚. 苕菁[J]. 食品与生活,2005(5):46
- 郑健仙. 功能性食品[M]. 北京:中国轻工业出版社,1999
- 田学森. 影响麦麸膳食纤维得率的因素分析[J]. 食品工业

Studies on the Extraction Method and the Physical and Chemical Properties of the Dietary Fiber in the Turnip

Kong Lingming, Qin Fei

(College of Food Science, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China)

ABSTRACT Biological and chemical method were combined to remove the starch, protein, fat and other carbohydrate contained in turnip to obtained the purer dietary fiber. Four factors on the extraction efficiency of dietary fiber were studied as follows: α -amylase hydrolytic temperature, α -amylase dosage, NaOH density and NaOH hydrolytic temperature. Combined with its physical and chemical character, the best condition of extraction of dietary fiber was confirmed: α -amylase hydrolytic temperature 65°C, α -amylase dosage 0.3%, NaOH density 7%, NaOH hydrolytic temperature 60°C. Under this condition, extraction efficiency of dietary fiber was at least 6.5%. The products smell was light and the color was light yellow, and its expansive capacity was 5.6mL/g and water binding power was 780%(w/w).

Key words turnip, dietary fiber, extraction

市场动态

豆制品市场潜力巨大结构亟待升级

近年来,我国豆制品产量迅速增长,产品品种增多,质量稳步提高,豆制品工业化速度加快;行业管理逐步走上正轨,企业品牌意识加强。但是,豆制品产业在发展过程中也遇到了一些不容忽视的问题,比如,从业人员缺乏应有的食品安全意识和法律知识,个别不法商贩使用劣质和非法食品原料进行加工等。纵观我国豆制品的发展,现在正是机遇与挑战并存的时期。

豆制品的加工,是我国传统的食品加工业之一,具有悠久的历史。新中国建立以来,豆制品行业前店后场的生产经历了较长的计划经济时期。改革开放以来,随着人民生活水平的提高,各地政府为了满足人民群众对豆制品的需求,开始对前店后场的手工作坊进行改造,但豆制品生产经营仍然是计划原料,计划供应,企业从政府得到财政补贴,老百姓凭票证买豆腐,豆制品行业的生产和市场带有较强的计划性和地域性。不过在这个阶段内,豆制品行业在改变生产方式,提高机械化、自动化水平方面做出了很大努力,1980年代,大中城市曾经引进了27条日本制造的豆腐生产线,仅北京市就引进了8条。由于这些设备不适应我国国情,产品不能满足消费需求,大多数引进设备停用或报废,但也有一些企业对这些设备进行了改造和仿制,为我国豆制品生产改进工艺和设备积累了经验和一些技术资料。从1992年开始,我国的豆制品行业进入了一个新的转折点,原来的计划原料和政府财政补贴逐步取消,企业的经营体制、生产状况和市场营销方式发生了较大的变化。从1992~2002年,我国豆制品行业经历了一个转折和徘徊的阶段,其中包括前5年的调整和后5年的恢复性发展。随着我国社会主义市场经济目标的确立和不断完善,近几年我国豆制品产业进入了一个新的发展阶段。纵观我国的豆制品生产和市场,可说是成绩与问题同在,机遇和挑战并存,基本上呈现以下情况。

(1)生产量迅速增长,产品品种增多,存在着巨大的市场潜力。

(2)市场准入等制度开始实施,城市豆制品市场日趋规范,产品质量稳步提高,但部分城市及城乡结合地区的市场监管的任务还十分艰巨。

(3)豆制品工业化速度加快,企业品牌意识加强,小型作坊亟待规范引导。

(4)豆制品工艺技术和设备机械化水平不断提高,但距离国际先进水平仍有较大差距,还须加大研发力度。

(5)行业管理走上正轨,全国豆制品行业协会的作用日益增强,标准化工作亟待加强。