

超微粉碎对苦瓜渣理化性质与体外降糖活性的影响*

于 滨 和法涛 葛邦国 吴茂玉

(中华全国供销总社济南果品研究院, 济南 250014)

摘要: 研究了超微粉碎处理对苦瓜膳食纤维的理化性质与体外降糖活性的影响。分析了超微细苦瓜膳食纤维的可溶性膳食纤维含量、持水率和溶胀性随粉碎时间的变化,并测定膳食纤维组分对葡萄糖扩散、 α -淀粉酶及 α -葡萄糖苷酶活力的影响。结果表明,当超微粉碎膳食纤维 d_{50} 达到20 μm 时,苦瓜纤维的持水率为17.04%、溶胀性为16.29 mL/g,可溶性膳食纤维含量达到17.20%。X射线衍射图谱表明,超微粉碎后苦瓜纤维非结晶区比例增加。相对未处理样品,超微粉碎具有提高苦瓜膳食纤维抑制葡萄糖扩散、降低 α -淀粉酶和 α -糖苷酶酶解效果的作用。苦瓜膳食纤维中的各组分具有不同程度的降血糖活性,其中以果胶的效果较好。超微粉碎处理可有效提高苦瓜纤维理化性质及体外降糖活性。

关键词: 苦瓜纤维 超微粉碎 理化性质 降糖活性

中图分类号: TS255.36 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2014)02-0233-06

引言

膳食纤维作为一种功能性食品配料具有多种保健作用,能够降低高血压、中风、肥胖、高血脂及糖尿病等疾病的患病风险^[1-5]。苦瓜渣中不仅含有部分活性物质,而且膳食纤维含量高达70%,是功能性膳食纤维良好来源之一^[6]。

超微粉碎使得颗粒向微细化发展,导致物料比表面积和孔隙率增加,因此超微粉体具有独特的物理和化学性质,如良好的溶解性、分散性和吸附性等^[7]。超微粉碎技术已较多地应用于膳食纤维的加工中^[8-10],使膳食纤维粗糙的颗粒感消失,能广泛地应用于各类食品中,特别是作为低热量食品的重要配料^[7]。目前,关于苦瓜膳食纤维超微细粉制备已有研究^[6,11],而相关活性研究较少,仅有苦瓜膳食纤维的体外抗氧化活性,超微细苦瓜粉的体内降血糖活性的相关研究^[12-13]。

本文在前期研究的基础上,以苦瓜膳食纤维为原料,制备苦瓜膳食纤维超微细粉,并对其组分的体外降血糖活性进行分析,了解苦瓜膳食纤维超微细粉的优越性,为超微粉碎技术在膳食纤维的加工利用提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

苦瓜膳食纤维: 苦瓜榨汁后的残渣,经干燥

(60℃)处理后,物料含水率为6%,粉碎过80目,经双螺杆挤压机(螺杆长度1 m,直径5 cm)挤压处理,挤压条件为:含水率25%,螺杆转速140 r/min,挤压温度135℃。

3,5-二硝基水杨酸(DNS)(国药集团化学试剂有限公司);对硝基苯基- α -D-吡喃葡萄糖苷(PNPG)(Sigma公司); α -淀粉酶(天津佳益酶制剂新技术有限公司); α -葡萄糖苷酶(Sigma公司);其他分析试剂均为国产分析纯。

1.2 仪器与设备

SX3000-100型双螺杆挤压膨化机(山东赛信膨化机械有限公司);BFM-6型贝利微粉机(济南倍力粉体技术工程有限公司);Bettersize2000LD型智能激光粒度仪(丹东市百特仪器有限公司);D/Max-III A型X-射线衍射仪(日本理学公司);SP-756型紫外可见分光光度计(上海光谱仪器有限公司)。

1.3 试验方法

1.3.1 检测方法

可溶性膳食纤维采用GB/T 5009.88—2008测定^[14]。还原糖含量采用3,5-二硝基水杨酸比色法测定^[15]。

膳食纤维溶胀性按下述方法测定。称取膳食纤维0.10 g,置于10 mL量筒中,准确吸取5 mL的蒸馏水加入其中,振荡均匀后室温放置24 h,读取液体

收稿日期: 2013-03-13 修回日期: 2013-05-30

* 国家农业科技成果转化资金资助项目(2008GB24420474)

作者简介: 于滨,助理研究员,主要从事农产品加工研究, E-mail: yubin107@126.com

通讯作者: 吴茂玉,研究员,博士,主要从事果蔬加工研究, E-mail: wmyu1972@sohu.com

中膳食纤维的体积^[16],计算公式为

$$s = \frac{V_1 - V_0}{m_0}$$

(1)

式中 s ——溶胀性, mL/g
 V_1 ——溶胀后纤维体积, mL
 V_0 ——干品体积, mL
 m_0 ——干品质量, g

膳食纤维持水率测定参照文献[17],膳食纤维 1.0 g 置入 100 mL 烧杯中,加入蒸馏水 75 mL,20℃ 水浸泡 24 h,在分离因数 1 790(转速 4 000 r/min)条件下离心 15 min,倾去上清液,滤纸上沥干后将其转移到表面皿中称质量,持水率计算公式为

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100\%$$

(2)

式中 W ——持水率, %
 m_1 ——样品湿质量, g
 m_2 ——样品干质量, g

1.3.2 苦瓜膳食纤维的超微粉碎

取挤压膨化处理的苦瓜膳食纤维 200 g,使用 BFM-6 型贝利微粉机粉碎 5~30 min,经激光粒度测定仪测定粒径 d_{50} 为 16~57 μm。

1.3.3 苦瓜膳食纤维超微细粉 X 射线衍射

采用 D/Max-ⅢA 型 X-射线衍射仪对不同样品进行 X-射线衍射分析。单色器:铜阳极、石墨单色器;波长 1.541 8 Å;电压 45 kV;电流 40 mA;狭缝:DS 为 1°,SS 为 1°,S 为 0.15 nm;扫描速度 5(°)/min;扫描范围 2θ:10°~40°;测定结果如图 1 所示。纤维结晶度^[18]为

$$I = \frac{I_{002} - I_{am}}{I_{002}} \times 100\%$$

(3)

式中 I ——结晶度, %
 I_{002} ——002 面衍射强度
 I_{am} ——衍射角 $2\theta = 18^\circ$ 的衍射强度

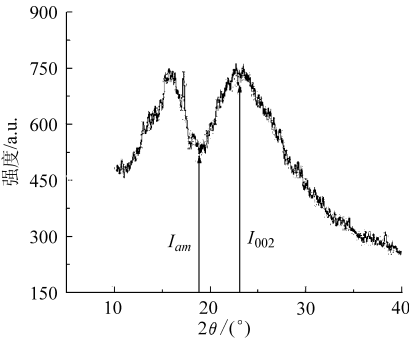


图 1 苦瓜膳食纤维的 X 射线衍射图谱
Fig.1 XRD spectrogram of DFBP

1.3.4 苦瓜膳食纤维组分的提取

苦瓜膳食纤维的主要组成成分包括果胶、纤维素、半纤维素和木质素,其提取方法按文献[19-

20]进行。
1.3.5 超微粉碎苦瓜膳食纤维体外降糖活性测定
参照文献[21],取截留分子量为 8 000~14 000 的渗析膜管 6 个,每管盛 5 mL 的 100 mmol/L 葡萄糖溶液,并分别加入 0.2 g 纤维素、半纤维素 A、半纤维素 B、木质素和果胶,其中 1 管只装 5 mL 的 100 mmol/L 葡萄糖溶液作对照。渗析在盛 40 mL 去离子水的烧杯中进行,温度 37℃。渗析开始后 10、20、30、60、90、120、150、180 和 300 min 取样,采用 3,5-二硝基水杨酸比色法测定葡萄糖渗出量。
取 100 mL 三角瓶 7 个,分别加入马铃薯淀粉悬浊液(0.02 g/mL)20 mL,各膳食纤维 0.2 g,一个不加膳食纤维作对照,而后在各瓶中加入 1.0 g α-淀粉酶制剂,30 min 后取样用 3,5-二硝基水杨酸比色法测定还原糖含量(数据处理时都折合成葡萄糖)。反应温度 37℃,反应中采用磁力搅拌器搅拌^[21]。

参照文献[22],在 96 孔板中加入 58 μL 缓冲液(pH 值为 6.8),分别添加果胶、纤维素、半纤维素 A、半纤维素 B 和木质素,每组样品配成 60 mg/mL 质量浓度,分别加入上述待测液 80 μL、8 μL 谷胱甘肽,加入 60 μL α-葡萄糖苷酶,37℃ 水浴反应 10 min 后迅速加入 4 μL 对硝基苯基-α-D-吡喃葡萄糖苷,在波长 400 nm 处测定酶作用下释放出对硝基苯的量,用蒸馏水代替待测品溶液作为空白对照,每 2 min 记录 1 次,记录 15 个值。每个样品同时做 3 个平行,取平均值,然后作吸光度随时间变化的关系曲线,可以发现吸光度与时间呈正比例关系。取关系曲线斜率 K 值计算抑制率,计算公式为

$$Y = \frac{K_0 - K_1}{K_0} \times 100\%$$

(4)

式中 Y ——抑制率, %
 K_0 ——空白组斜率
 K_1 ——样品组斜率

1.3.6 数据分析

对原始数据进行标准化处理,用 Origin 7.5 软件进行方差分析及绘图。

2 结果与分析

2.1 超微粉碎对膳食纤维理化性质的影响

超微粉碎的微细化过程使得膳食纤维的结构和理化性质发生显著变化。苦瓜膳食纤维粒度对可溶性膳食纤维含量、持水率和溶胀性的影响,如表 1 所示。从表 1 可以看出,超微粉碎膳食纤维粒度对持水率影响较大。未经超微粉碎的苦瓜膳食纤维颗粒 d_{50} 为 162 μm,持水率为 14.5%;超微粉碎 20 min,苦瓜膳食纤维颗粒 d_{50} 为 20 μm,持水率为 17.1%。这

可能是由于物料紧密的结构被粉碎过程中的多种作用力所松散,同时粒度的减小使得吸水的表面积增大,物料间的孔隙增多使水分更容易渗入,从而增大了其持水率^[23]。超微粉碎也可较大程度地提高苦瓜膳食纤维溶胀性,这是因为超微粉碎后膳食纤维粒度变小,颗粒数目增加,溶于水后各自膨胀伸展产生更大的容积,从而提高其溶胀性。当苦瓜膳食纤维粉 d_{50} 为 $57\text{ }\mu\text{m}$,苦瓜膳食纤维的溶胀性略有提

高;而当苦瓜膳食纤维粉 d_{50} 为 $20\text{ }\mu\text{m}$,溶胀性达到 16.8 mL/g 。随着膳食纤维粉 d_{50} 的减小,可溶性膳食纤维含量不断增加,当苦瓜膳食纤维粉 d_{50} 为 $20\text{ }\mu\text{m}$,可溶性膳食纤维含量由超微粉碎之前的 15.5% 增加到超微粉碎之后的 17.2% 。超微粉碎过程中可溶性膳食纤维含量的增加,可能是粉碎过程由于受到剪应力作用,不溶性膳食纤维发生热降解,半纤维素转化为水溶性膳食纤维^[24]。

表 1 超微粉碎对苦瓜膳食纤维理化性质的影响
Tab.1 Effect of superfine grinding on physicochemical properties of DFBP

理化参数	苦瓜膳食纤维粒径 $d_{50}/\mu\text{m}$						
	162	57	38	25	20	17	16
持水率/%	14.5 ± 0.1	15.1 ± 0.2	16.3 ± 0.1	16.5 ± 0.1	17.1 ± 0.2	16.8 ± 0.1	16.6 ± 0.1
溶胀性/ $(\text{mL}\cdot\text{g}^{-1})$	13.9 ± 0.2	14.3 ± 0.3	15.7 ± 0.3	16.3 ± 0.3	16.8 ± 0.3	16.4 ± 0.2	15.9 ± 0.2
可溶性膳食纤维含量/%	15.5 ± 0.1	15.9 ± 0.1	16.3 ± 0.2	16.7 ± 0.2	17.2 ± 0.2	17.3 ± 0.2	17.5 ± 0.1

2.2 超微粉碎对苦瓜膳食纤维结晶度的影响

纤维的结晶度是指纤维所形成结晶区占纤维整体的百分数,它反映了纤维形成结晶的程度^[18],可由 X-射线衍射分析得到。苦瓜膳食纤维经超微粉碎处理,其 X 射线衍射图谱如图 2 所示。在 X 射线衍射图谱各有一个主要峰和次要峰,分别代表的结晶区的衍射强度和无定形区的衍射强度。随着苦瓜膳食纤维粒径不断减小,主峰的衍射强度不断减小,而次要峰的衍射强度相对增强。通过计算结晶区的含量由 d_{50} 为 $162\text{ }\mu\text{m}$ 时的 31.79% ,下降为 d_{50} 为 $16\text{ }\mu\text{m}$ 时的 22.26% 。这说明超微粉碎处理使得纤维的结晶结构改变较大,影响了非结晶区的结构,加大了苦瓜膳食纤维中水溶性成分的溶出;也可能是苦瓜膳食纤维水溶性成分部分被包围在紧密的结晶纤维素结构内,超微粉碎处理对结晶区造成部分破坏,使结晶区纤维素分子间的氢键破坏,纤维素分子发生部分降解,使得水溶性成分得以溶出^[25]。

苦瓜膳食纤维的降糖活性。以苦瓜膳食纤维及组分对葡萄糖扩散的影响表征其降糖活性,结果如表 2 所示。由表 2 可知,各试验组在不同时间内的葡萄糖的渗出量均小于对照组,由此可见苦瓜膳食纤维及其组分对葡萄糖扩散均有抑制性作用。对照不同时间内膳食纤维各组分对葡萄糖扩散的影响,发现在膳食纤维组分中,果胶等可溶性膳食纤维对葡萄糖扩散的抑制作用最明显,而纤维素、半纤维素和木质素等不溶性膳食纤维对葡萄糖扩散的影响相差不明显。苦瓜膳食纤维经超微粉碎后,抑制葡萄糖扩散的能力得到提高,这与其中果胶等可溶性膳食纤维含量增加有关。因此超微粉碎有利于提高苦瓜膳食纤维抑制葡萄糖扩散的能力,但由于试验中采用的是葡萄糖的简单扩散,而不像活体中主动吸收的形式^[26],所以并不能完全凭试验数据来断定膳食纤维在活体中的运动形式以及抑制葡萄糖扩散的机理。

2.4 苦瓜膳食纤维对 α-淀粉酶和 α-葡萄糖苷酶酶解效果的影响

为了进一步研究超微粉碎苦瓜膳食纤维的降糖活性,分别研究其对 α-淀粉酶和 α-葡萄糖苷酶酶解效果的影响试验,结果如表 3 所示。由表可知,苦瓜膳食纤维对 α-淀粉酶酶解效果抑制作用较强,经过超微粉碎后,其降低 α-淀粉酶酶解效果得到提高,但粉碎前、后的苦瓜膳食纤维降低 α-淀粉酶酶解效果均低于果胶。膳食纤维各组分都会对 α-淀粉酶的酶解作用产生一定程度的抑制作用,纤维素和木质素对 α-淀粉酶的抑制效果较差,而半纤维素和果胶对 α-淀粉酶的抑制能力较强。苦瓜膳食纤维抑制 α-淀粉酶酶解效果可能与其溶胀性和持水率较强有关,较高的溶胀性和持水率能降低体系流动性,

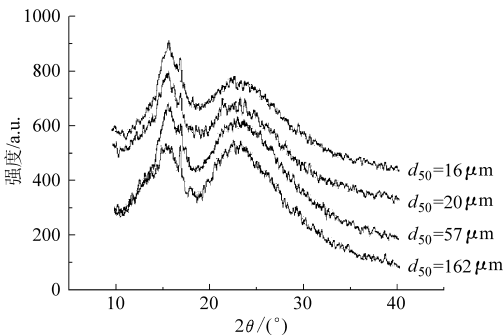


图 2 超微粉碎苦瓜膳食纤维 X 射线衍射图
Fig.2 XRD spectrogram of SFDFBP

2.3 膳食纤维对葡萄糖扩散的影响

苦瓜膳食纤维的主要组成成分包括纤维素、半纤维素、木质素和果胶,这些成分的降糖活性影响到

减少酶与底物发生碰撞的机会,因而降低 α -淀粉酶的酶解效果。苦瓜膳食纤维经超微粉碎后,对 α -葡萄糖苷酶的抑制率稍有提高,膳食纤维各组分对酶解效果的抑制性较为接近,果胶的抑制活性是最大的,木质素的抑制活性其次,半纤维素 A 和半纤维素 B 两者差距不是很大。

表 2 苦瓜膳食纤维对葡萄糖渗出量的影响

Tab.2 Effect of DFBP on glucose diffusion									μg
膳食纤维与组分	时间/min								
	10	20	30	60	90	120	150	180	300
对照	107 ± 1	153 ± 1	198 ± 2	325 ± 1	380 ± 2	459 ± 1	506 ± 1	540 ± 1	616 ± 1
膳食纤维	82 ± 1	137 ± 1	162 ± 1	207 ± 2	265 ± 1	290 ± 2	320 ± 2	336 ± 1	373 ± 1
超微粉碎膳食纤维	77 ± 1	126 ± 1	153 ± 1	198 ± 2	252 ± 1	279 ± 1	311 ± 2	327 ± 1	364 ± 2
纤维素	94 ± 1	133 ± 1	150 ± 3	223 ± 1	272 ± 1	288 ± 2	312 ± 2	332 ± 1	371 ± 1
半纤维素 A	80 ± 1	86 ± 2	169 ± 1	258 ± 2	318 ± 2	342 ± 2	380 ± 1	392 ± 1	416 ± 2
半纤维素 B	87 ± 1	159 ± 1	174 ± 2	201 ± 1	291 ± 2	332 ± 2	358 ± 1	379 ± 2	411 ± 2
木质素	85 ± 2	151 ± 2	178 ± 1	294 ± 2	344 ± 1	368 ± 2	384 ± 2	385 ± 3	442 ± 2
果胶	71 ± 1	143 ± 3	155 ± 1	181 ± 2	237 ± 2	270 ± 3	304 ± 2	311 ± 3	351 ± 2

表 3 苦瓜膳食纤维对 α -淀粉酶及 α -葡萄糖苷酶酶解效果的影响

Tab.3 Influence of DFBP on enzymatic effect of α -amylase and α -glucosidase								
参数	对照	膳食纤维	超微粉碎 膳食纤维	纤维素	半纤维素 A	半纤维素 B	木质素	果胶
葡萄糖量/ μg	545.2 $\pm$ 0.4	415.7 $\pm$ 0.3	411.4 $\pm$ 0.1	437.3 $\pm$ 0.1	415.1 $\pm$ 0.2	418.5 $\pm$ 0.4	494.7 $\pm$ 0.5	396.5 $\pm$ 0.3
抑制率/%	0	40.79 $\pm$ 0.47	41.35 $\pm$ 0.41	36.48 $\pm$ 0.53	37.23 $\pm$ 0.46	37.86 $\pm$ 0.51	39.85 $\pm$ 0.38	42.54 $\pm$ 0.61

3 结 论

(1)对预挤压苦瓜纤维进行了超微粉碎处理,粉碎过程中膳食纤维粒径 d_{50} 不断降低,最小达到 16 μm ,可溶性膳食纤维含量不断增加,最高达到 17.9%。

(2)当膳食纤维粒径 d_{50} 为 20 μm 时,持水率和溶胀性达到较高水平,分别为 17.04% 和 16.29 mL/g。

(3)X 射线衍射图谱表明,随着超微粉碎的进行,膳食纤维中非结晶区的含量不断增加,使得纤维素的氢键释放出来,这与其持水率与溶胀性的提高有着一定联系。

(4)经过超微粉碎后,苦瓜纤维在抑制葡萄糖的扩散、降低 α -淀粉酶及 α -葡萄糖苷酶酶解效果方面均有所提高。

参 考 文 献

1 Whelton S P, Hyre A D, Pedersen B, et al. Effect of dietary fiber intake on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled clinical trials[J]. Journal of Hypertension, 2005, 23(3): 475 – 481.

2 Steffen L M, Jacobs D R, Stevens J, et al. Associations of whole-grain, refined-grain, and fruit and vegetable consumption with risks of all-cause mortality and incident coronary artery disease and is-chemic stroke: the atherosclerosis risk in communities (ARIC) study[J]. The American Journal of Clinical Nutrition, 2003, 78(3): 383 – 390.

3 Tucker L A, Thomas K S. Increasing total fiber intake reduces risk of weight and fat gains in women[J]. Journal of Nutrition 2009, 139(3): 576 – 581.

4 Brown L, Rosner B, Willett W W, et al. Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis[J]. The American Journal of Clinical Nutrition, 1999, 69(1): 30 – 42.

5 Anderson J W, Randles K M, Kendall C W, et al. Carbohydrate and fiber recommendations for individuals with diabetes: a quantitative assessment and meta-analysis of the evidence [J]. Journal of the American College of Nutrition, 2004, 23(1): 5 – 17.

6 吴茂玉,葛邦国,和法涛,等.高活性苦瓜膳食纤维粉的研究[J].食品研究与开发,2007,28(2):4 – 7.

Wu Maoyu, Ge Bangguo, He Fatao, et al. Study of the high activity balsam pear dietary fiber[J]. Food Research and Developent, 2007,28(2):4 – 7. (in Chinese)

7 张慙,王亮.超微粉碎在食品加工中的研究进展[J].无锡轻工大学学报,2003,22(4):106 – 110.

Zhang Min, Wang Liang. The research progress of super micro-milling in food processing[J]. Journal of Wuxi University of Light

- Industry, 2003, 22(4): 106–110. (in Chinese)
- 8 孙颖. 小麦麸皮膳食纤维的脱色及超微粉碎加工[D]. 无锡: 江南大学, 2008.
Sun Ying. Study on the decoloration and micronization of wheat bran dietary fibre[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2008. (in Chinese)
- 9 高虹, 史德芳, 何建军, 等. 超微粉碎对香菇柄功能成分和特性的影响[J]. 食品科学, 2010, 31(5): 40–43.
Gao Hong, Shi Defang, He Jianjun, et al. Effect of superfine grinding on functional components and properties of *Lentinus edodes* stems[J]. Food Science, 2010, 31(5): 40–43. (in Chinese)
- 10 Zhu K X, Huang S, Qian P W, et al. Effect of ultrafine grinding on hydration and antioxidant properties of wheat bran dietary fiber[J]. Food Research International, 2010, 43(4): 943–948.
- 11 吴茂玉, 葛邦国, 和法涛, 等. 苦瓜超微膳食纤维粉的研究[J]. 食品科技, 2007, 32(3): 72–75.
Wu Maoyu, Ge Bangguo, He Fatao, et al. Study on ultramicro smashing balsam pear dietary fiber[J]. Food Science and Technology, 2007, 32(3): 72–75. (in Chinese)
- 12 张志旭, 陈岳文, 刘东波. 苦瓜膳食纤维的抗氧化活性研究[J]. 现代食品科技, 2012, 28(8): 933–935.
Zhang Zhixu, Chen Yuewen, Liu Dongbo. Antioxidant activity of dietary fiber from balsam pear[J]. Modern Food Science and Technology, 2012, 28(8): 933–935. (in Chinese)
- 13 Zhu Y, Dong Y, Qian X, et al. Effect of superfine grinding on antidiabetic activity of bittermelon powder[J]. International Journal of Molecular Sciences, 2012, 13(11): 14 203–14 218.
- 14 GB/T 5009.88—2008 食品中膳食纤维的测定[S]. 2008.
GB/T 5009.88—2008 Determination of dietary fiber in foods[S]. 2008. (in Chinese)
- 15 赵凯, 许鹏举, 谷广烨. 3,5-二硝基水杨酸比色法测定还原糖含量的研究[J]. 食品科学, 2008, 29(8): 534–536.
Zhao Kai, Xu Pengju, Gu Guangye. Study on determination of reducing sugar content using 3,5-dinitrosalicylic acid method[J]. Food Science, 2008, 29(8): 534–536. (in Chinese)
- 16 Femema A, Lefebvre C, Thebaudin Y, et al. Physical and sensory properties of model foods supplemented with cauliflower fiber [J]. Journal of Food Science, 1997, 62(4): 635–639.
- 17 Esposito F, Arlottib G, Bonifati A M, et al. Antioxidant activity and dietary fiber in durum wheat bran by—products[J]. Food Research International, 2005, 38(10): 1 167–1 173.
- 18 詹怀宇. 纤维素化学与物理[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- 19 Pasangulapati V, Ramachandriya K D, Kumar A. Effects of cellulose, hemicellulose and lignin on thermochemical conversion characteristics of the selected biomass[J]. Bioresource Technology, 2012, 114(7): 663–669.
- 20 Chen W H, Kuo P C. Isothermal torrefaction kinetics of hemicellulose, cellulose, lignin and xylan using thermogravimetric analysis[J]. Energy, 2011, 36(11): 6 451–6 460.
- 21 欧仕益, 高孔荣, 赵谋明. 膳食纤维抑制餐后血糖升高的机理探讨[J]. 营养学报, 1998, 20(3): 332–334.
Ou Shiyi, Gao Kongrong, Zhao Mouming. Mechanism of hyperglycemia inhibited by dietary fiber[J]. Acta Nutrimenta Sinica, 1998, 20(3): 332–334. (in Chinese)
- 22 舒向荣. 红杉醇等肌醇类物质降血糖作用机制的研究[D]. 长沙: 中南大学, 2009.
Shu Xiangrong. Study on the hypoglycemic mechanism by sequoyitol and its analogues[D]. Changsha: Central South University, 2009. (in Chinese)
- 23 张慧, 卞科, 万小乐. 超微粉碎对谷朮粉理化特性及功能特性的影响[J]. 食品科学, 2010, 31(1): 127–131.
Zhang Hui, Bian Ke, Wan Xiaole. Effect of ultrafine comminution on physico-chemical and functional properties of vital wheat gluten[J]. Food Science, 2010, 31(1): 127–131. (in Chinese)
- 24 龙道崎, 邹妍, 赵国华. 挤压提高膳食纤维水溶性的研究进展[J]. 食品工业科技, 2013, 34(1): 354–357.
Long Daoqi, Zou Yan, Zhao Guohua. Research advances of increasing soluble dietary fiber by extrusion[J]. Science and Technology of Food Industry, 2013, 34(1): 354–357. (in Chinese)
- 25 周丽珍, 孙海燕, 刘冬. 改性方法对豆渣膳食纤维的结构影响研究[J]. 食品科技, 2011, 36(1): 143–147.
Zhou Lizhen, Sun Haiyan, Liu Dong. Influence of modification methods on the structure of dietary fiber from soybean residue[J]. Food Science and Technology, 2011, 36(1): 143–147. (in Chinese)
- 26 Ou S Y, Kwok K-Cr, Yan L, et al. In vitro study of possible role of dietary fiber in lowering postprandial serum glucose[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2001, 49(2): 1 026–1 029.

Effect of Superfine Grinding on Physicochemical Properties and Hypoglycemic Activities in vitro of Dietary Fiber of Balsam Pear Processed by Extrusion

Yu Bin He Fatao Ge Bangguo Wu Maoyu

(Jinan Fruit Research Institute, All China Federation of Supply and Marketing Cooperatives, Ji'nan 250014, China)

Abstract: The effects of superfine grinding on physicochemical properties and hypoglycemic activities in vitro of dietary fiber of balsam pear (DFBP) processed by extrusion were studied. Soluble dietary fiber content, water holding capacity and swell ability of superfine grinded dietary fiber of balsam pear (SGDFBP) in different time were analyzed. Glucose diffusion, α -amylase and α -glucosidase activity were also analyzed to assess the hypoglycemic activities of SGDFBP. The results showed that the soluble dietary fiber content, water holding capacity and swelling capacity of SGDFBP were 17.04%, 16.29 mL/g, and 17.20% respectively, when the d_{50} of SGDFBP was 20 μm . X-ray diffraction pattern showed that the ratio of non-crystalline area of SGDFBP increased during superfine grinding. Inhibition of glucose diffusion and reduction in enzymatic effect of α -amylase and α -glucosidase induced by DFBP were intensified by superfine grinding. Different ingredients of SGDFBP had different functions in hypoglycemic activity, especially pectin had better one. Superfine grinding processing could effectively improve the physicochemical properties and hypoglycemic activity in vitro of DFBP.

Key words: Dietary fiber of balsam pear Superfine grinding Physicochemical properties Hypoglycemic activity