

振动超微粉碎对毛竹笋干物化特性的影响

李 状^{1,2}, 朱德明², 李积华², 林丽静^{2*}, 黄晓兵², 朱怡婷^{1,2}

(1. 华中农业大学食品科技学院, 武汉 430070; 2. 中国热带农业科学院农产品加工研究所, 湛江 524001)

摘 要: 为研究毛竹笋粉碎后作为食品辅料的可行性, 该研究以毛竹笋干为原料, 通过高频振动超微粉碎处理, 研究振动超微粉碎技术对毛竹笋干物理化学特性的影响, 为竹笋超微粉的应用提供理论参考。结果表明: 毛竹笋干粗粉经振动研磨 30、60 min 后可获得平均粒径约为 18.67 和 10.35 μm 的超微粉, 所得超微粉色泽更均匀, 更白亮; 2 种超微粉的休止角和滑角均变大, 松装密度由 0.372 g/mL 减小到 0.273 和 0.255 g/mL, 振实密度无显著变化, 压缩度增大近 1 倍; 2 种超微粉的持水力、持油力有不同程度减小, 溶胀度减小, 但溶胀速度大幅增加, 平均粒径 10.35 μm 的超微粉在 15 min 时溶胀度可达 3.63 mL/g, 而平均粒径为 298 μm 的竹笋粗粉仅 0.97 mL/g。

关键词: 竹笋; 工艺; 农产品; 振动超微粉碎; 物化特性

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2014.03.034

中图分类号: TS255.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2014)-03-0259-05

李 状, 朱德明, 李积华, 等. 振动超微粉碎对毛竹笋干物化特性的影响[J]. 农业工程学报, 2014, 30(3): 259-263.

Li Zhuang, Zhu Deming, Li Jihua, et al. Influence of micronization on physicochemical properties of dried moso-bamboo shoots[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2014, 30(3): 259-263. (in Chinese with English abstract)

0 引 言

竹笋是一种营养健康的食品, 深受消费者喜爱。由于竹笋收获期短, 采摘不及时或加工处理不当, 常导致大量竹笋老化, 粗纤维含量高, 口感粗糙, 直接食用性较差, 导致大量竹笋原料被废弃^[1-2], 研究表明, 该部分竹笋中含有丰富的蛋白质、膳食纤维等营养物质, 具有一定开发前景^[3-4]。由于粗纤维机械强度较大, 吸水膨胀等原因, 传统的粉碎技术较难将竹笋中的粗纤维细化到使口感较好的程度。近年来超微粉碎技术发展迅速, 气流式、高频振动式、旋转球(棒)磨式、转辊式、胶体磨等超微粉碎技术在食品中应用较为广泛, 该技术对原料要求低, 利用率高, 可将原料粒径减小到 30 μm 以下^[5-7]。国内外已有相关研究报告将豆渣、果渣、骨头、麸皮等传统工艺中较难利用的物料进行超微粉碎^[8-10], 以改善其口感, 促进营养物质的吸收, 增强功能保健作用等。通过超微粉碎所获得的各类超微粉可作为主辅料添加应用到食品深加工中, 增强

产品风味的同时, 对膳食纤维、钙质等营养物质也具有很好的补充作用^[9-11]。而且超微粉碎后原料的理化性质、加工特性也可能发生一定变化^[12-15], 感官特性、持水性、持油性、溶胀能力、吸附性能、营养成分等均有可能产生较大改变, 对原料的加工利用产生直接影响^[14, 16]。本研究利用高频振动超微粉碎技术, 通过振动过程中的高剪切力将毛竹笋干粉碎至超微粉级别, 分析该粉碎工艺下竹笋粉的物料特性, 通过对粉体粒径、流动性、持水性、溶胀性等物化特性的研究, 揭示超微粉碎作用对竹笋物料特性的影响规律, 为食用品质较差, 老化程度较高的竹笋加工成超微竹笋粉, 进一步作为深加工产品提供原料来源和加工改性研究提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

毛竹笋干样品, 由福建丰农食品股份有限公司提供, 于 2013 年 4 月中下旬采自福建龙岩地区, 毛竹笋采后经去壳、水煮、烘干后供粉碎; 市售植物油, 乙醇、丙酮、氢氧化钠等均为国产分析纯。

FW100 万能粉碎机(汇尔仪器设备有限公司); WZJ6 型振动式超微粉碎机(济南倍力粉技术工程有限公司); Mastersizer 2000 激光粒度仪(马尔文仪器有限公司); BT-1000 粉体综合特性测试仪(丹东百特科技有限公司); X-Rite 色差仪(美国爱色丽公司)。

收稿日期: 2013-08-25 修订日期: 2014-01-02

基金项目: 国家工程技术研究中心再建项目(2011FU125Z09)

作者简介: 李 状(1990-), 男, 主要从事农产品加工利用相关研究。
武汉 华中农业大学食品科技学院, 430070。

Email: 1003345646@qq.com

*通信作者: 林丽静(1978-), 男, 副研究员, 主要从事农产品加工和天然产物化学相关研究。湛江 中国热带农业科学院农产品加工研究所, 524001。Email: linlijing3@yahoo.com

1.2 试验方法

1.2.1 毛竹笋干粗粉制备

毛竹笋干先经万能粉碎机粗粉 10 min, 获得竹笋粗粉, 粒径约 300 μm 。

1.2.2 竹笋超微粉制备

以竹笋粗粉为原料, 参考 WZJ6 型粉碎机粉碎规律, 粉碎研磨 30、60 min, 功率 1.1 kW, 获得 2 种超微粉, 研磨棒和研磨室均采用氧化锆陶瓷, 采用循环制冷系统, 使研磨室平均温度维持在 25℃ 以下, 研磨所得样品于 60℃ 烘干 2 h 左右, 使各样品含水率控制在 4.5%±0.2%, 以便长期保存。

1.2.3 粒径、比表面积测定

通过激光粒度仪对制得的 3 种竹笋粉进行粒度和比表面积测定。 D_n 表示有 $n\%$ 的颗粒粒径小于该数值, 粒度分布的离散度 $= (D_{90}-D_{10})/D_{50}$, 得出各样品粒径分布规律。

1.2.4 色度测定

将粉末装于透明比色皿, X-Rite 色差仪经过标准白板黑板标定后, 对样品进行测定, 获得 L^* 、 a^* 、 b^* 、 C^* 和 H^* 。

1.2.5 粉体综合特性测定

对于不同粉碎方法, 不同粉碎时间所获得 3 种竹笋粉, 通过以下方法测定休止角、滑角、松装密度、振实密度。

休止角: 通过粉体振动筛落到下方试验台, 不断堆积形成近似锥形体, 堆面崩塌 2~3 次后重新形成较稳定锥体时, 测量粉体堆积层与水平面形成的夹角, 测量时从 3 个不同位置测定休止角, 然后取平均值。

滑角: 将平板伸入托盘中, 将样品撒落在托盘中, 直到埋没平板, 然后将托盘缓缓降低, 平板与式样托盘完全分离, 此时用测角器测定留在平板上粉体所形成的角度, 测量 3 次, 取平均值。

松装密度 ρ_a : 也称堆积密度, 参考国标 GB/T 20316.2-2006 中堆积密度测定^[17]。

振实密度 ρ_p : 参考国标 GB/T 21354-2008 中振实密度测量通用方法测定^[18]。

1.2.6 持水力测定

准确称取 1.000 g 竹笋粉样品置于 100 mL 烧杯中, 加蒸馏水 40 mL, 电磁搅拌 24 h, 转移至离心管中, 在 3 500 r/min 的速度下离心 30 min, 取出, 倾去上清液, 擦干管壁附着的水分, 称其质量。持水力 $= (\text{湿质量}-\text{干质量})/\text{干质量}$ ^[7,19]。

1.2.7 持油力测定

持油力测量方法与持水力测量同, 仅将 40 mL 蒸馏水改为 40 mL 大豆油。

1.2.8 溶胀速率及溶胀度测定

准确称取约 1 g 样品于 25 mL 量筒中, 记录质量 m 和体积 V_1 , 准确移入蒸馏水 20 mL, 振摇使其均匀分散, 置于 25℃ 的水浴锅恒温, 前 2 h 中每隔 0.25 h 记录溶胀后的体积 V_2 , 用以分析初期的溶胀速率, 在第 24 小时记录充分溶胀后的物料的体积, 获得最终溶胀度, 溶胀度 $= (V_2-V_1)/m$ 。

2 结果与讨论

2.1 超微粉体粒径、比表面积分析

粒径变化是最直接衡量超微粉碎作用效果的指标, 粒径的大小和分布可引起一系列物料特性的改变, 如粉体的颜色、密度、流动性等特性^[5]。从表 1 可以发现, 毛竹笋粗粉 30 min 超微粉碎后, 平均粒径急剧减小到 18.67 μm , 继续粉碎至 60 min, 物料平均粒径仅由 18.67 μm 减小到 10.35 μm 。表明物料所受的机械作用非常剧烈, 对竹笋物料中细胞壁和较大的纤维组织有着较好破碎作用, 一般认为粒径 $<30 \mu\text{m}$ 为超微粉级别, 振动超微粉碎 30 min 即可达到 18.67 μm , 为超微粉级别, 继续粉碎, 物料粒径变化缓慢, 表明振动粉碎机对竹笋的粉碎能力大约为 10 μm 以上。随着竹笋粒径的减小, 物料的比表面积增大 13 倍以上, 比表面积的变化则可能影响到物料对水等物质的吸附作用。离散度越小表示粒度分布范围越窄, 过大和过小的颗粒数越少, 粒径越集中。根据计算的离散度值可知, 超微粉碎 30 min 时, 粒径的离散度较大, 表明超微粉碎尚不完全, 粒径分布还不均匀, 到粉碎至 60 min 时, 离散度显著减小, 超微粉碎程度较高, 颗粒更均匀。

表 1 竹笋粉粒径相关参数

Table 1 Particle diameter of bamboo powder

样品 Sample	粒径 Particle size/ μm			平均粒径 Average particle size/ μm	比表面积 Specific surface area/($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$)	离散度 Dispersion
	D_{10}	D_{50}	D_{90}			
CK	67.79±6.48 a	270.75±18.46 a	568.73±49.51 a	298.02±30.13 a	0.07 c	1.85 b
C30	3.72±0.36 b	13.09±0.49 b	41.98±1.66 b	18.67±0.40 b	0.74 b	2.92 a
C60	3.27±0.18 b	8.61±0.36 c	19.81±0.25 c	10.35±0.17 c	0.94 a	1.92 b

注: CK 为竹笋粗粉; C30 为超微粉碎 30 min 后样品; C60 为超微粉碎 60 min 后样品。 D_{10} 表示样品中有 10% 的颗粒粒径小于该值, D_{50} 、 D_{90} 同理。不同小写字母表示 $P<0.05$ 水平上差异显著。下同。

Note: CK: Coarse powder; C30: Superfine grinding 30 min; C60: Superfine grinding 60 min. D_{10} (D_{50} , D_{90}): The particle size that 10% (50%, 90%) of the sample was smaller than it. Values in the same column with different letters are significantly different ($P<0.05$). The same as below.

2.2 超微粉体色度分析

从表2可见2种超微粉各测量值非常相近,并且与粗粉有较大差异。超微粉的 L^* 值明显升高,而 b^* 则减小了将近一半, a^* 值也显著减小,表明与粗粉的淡黄色相比,超微粉的黄色明显下降,颜色更为白亮。测量过程中,粗粉的色度值变化较大,而超微粉的色度测量值变化波动较小,表明超微粉的颜色较均匀。因此,超微粉碎能很好改善竹笋粗粉颜色不均,偏黄偏暗的不足,相比于化学方法的漂白增白,纯物理作用的超微粉碎更安全,对营养成分影响更小。超微粉色泽显著改善主要由于其粒径减小后,颗粒间混合更均匀,同时比表面积的增大,物料内部会显露出来,从而影响到物料的颜色。粒径和颜色的均匀性是食品辅料的重要指标,竹笋超微粉均匀的粒径和颜色,对于其外观品质有很大提高,使其更适合于作为主辅料应用于食品加工中。

表2 超微粉碎对竹笋颜色的影响

Table 2 Effect of micronization on colour of bamboo shoots

样品 Sample	色度测量值 Chroma values				
	L^*	a^*	b^*	C^*	H^*
CK	79.38b	4.18 a	22.9 a	23.28 a	79.65 b
C30	90.77 a	1.03 b	10.72 b	10.77 b	84.50 a
C60	91.50 a	0.75 c	11.09 b	11.12 b	86.14 a

注: L^* 代表亮度; a^* 代表红色深度; b^* 代表黄色深度; C^* 代表彩色程度; H^* 代表灰度。

Note: L^* , lightness; a^* , red depth; b^* , yellow depth; C^* , saturation; H^* , grayscale.

2.3 超微粉体综合特性分析

粉体综合特性是表征粉体状态的一项基本指标,对粉体的加工特性有较大影响(见表3)。

表3 竹笋粉体综合特性

Table 3 Powder integrated features of bamboo shoots

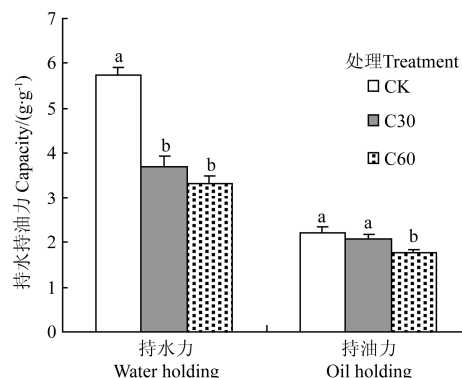
样品 Sample	休止角 Angle of repose/(°)	滑角 Slip angle/(°)	松装密度 Bulk density/ (g·mL ⁻¹)	振实密度 Tap density/ (g·mL ⁻¹)	压缩度 Compressi- bility/%
CK	36.29±1.01a	50.79±0.20a	0.372 b	0.482 a	22.82 a
C30	49.76±0.22b	69.62±0.68b	0.273 a	0.514 a	46.89 b
C60	51.22±0.56b	75.54±0.72c	0.255 a	0.495 a	48.49 b

由表3可知,竹笋超微粉休止角、滑角均大于粗粉,表明超微粉的粉体流动性减弱,在水等介质中较难分散,易结块和生成粉尘。因此在超微粉后续加工中,需要时可添加抗结剂、分散剂进行改善。超微粉在松装状态下,由于其粒径小,颗粒间相互作用力增强,粉体间空气更多,密度变小,与粗粉相比更为蓬松。经过振动后,此时外力作用起主导作用,粉体颗粒间距离立刻减小,使其振实密度稍高于竹笋粗粉。压缩度也是反映粉体流动性的一个指标,压缩度越大,粉体流动性就越差,2种超微粉的压缩度相近,为竹笋粗粉的2倍多,表明超微

粉受外界影响,体积易产生较大波动,在超微粉贮藏加工中,若受较大压力、晃动等作用,易产生板结现象,因此要避免重压和剧烈晃动。

2.4 超微粉的持水力和持油力分析

高膳食纤维食品的一般都具有较高持水、持油和溶胀的能力,从而起到减弱油腻,增强饱腹感等作用^[20]。从图1可以看出,30、60 min超微粉碎竹笋粉持水力明显下降,持油力下降幅度不大,与麦麸超微粉持水力增强^[9]不同。由于超微粉碎破坏了竹笋的细胞结构,较大的纤维组织被破坏,导致竹笋超微粉主要为棒条状,失去了粗粉的保水网状结构,毛细吸水作用减弱,主要依靠溶胀吸水,导致持水力有所下降^[15]。持油性主要由竹笋中亲油物质所决定,超微粉持油力的小幅下降主要由于测量中,超微粉离心后更为紧密,颗粒空隙变小,而粗粉则由于粒径大,形状不规则,离心后有更大空隙,从而使油脂填充其中,因此,超微粉碎对竹笋物料的持油力的影响小于持水力。从图1中可知,虽然竹笋超微粉的持水力和持油力有不同程度下降,但仍可维持在一定水平,每克竹笋超微粉最低可吸收约3.7 g水分和2 g油脂,表明竹笋超微粉依然具有高持水能力和高吸油能力。



注: CK为竹笋粗粉; C30为超微粉碎30 min后样品; C60为超微粉碎60 min后样品。下同。

Note: CK: Coarse powder; C30: Superfine grinding 30 min; C60: Superfine grinding 60 min. The same as blow.

图1 超微粉碎对竹笋粉持水力、持油力的影响

Fig.1 Effect of micronization on water and oil holding capacity

2.5 超微粉的溶胀速率及溶胀度分析

溶胀度主要显示物料吸水后体积的变化情况,由图2可知,竹笋超微粉在前2 h中溶胀度大小和溶胀速率明显高于竹笋粗粉,超微粉在0.25 h溶胀度已达到最终溶胀度一半,在0.75 h以后溶胀度已达较高值,随后溶胀度增加速度缓慢。竹笋粗粉溶胀度在2 h内增速较慢。主要是由于超微粉粒径小,比表面积远大于竹笋粗粉,与水接触面积大,水分在颗粒中运输距离短,导致超微粉溶胀速度明显增

大。溶胀速率增大表明竹笋干超微粉的复水速率要明显高于竹笋粗粉。在第 24 小时,此时样品溶胀达到饱和状态,竹笋粗粉溶胀度大于超微粉,主要原因是超微粉碎破坏了竹笋的细胞持水组织,持水力下降。结合持水力和溶胀度的变化,可以发现竹笋超微粉对水吸收量有所减小,可维持在 6.5~7 mL/g。因此,超微粉在一定程度上减弱高膳食纤维食物增强饱腹感这一特性,但可迅速增加饱腹感并维持一段时间。

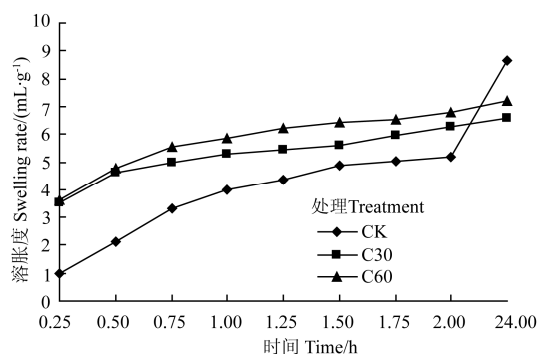


图2 超微粉碎对竹笋粉溶胀速率及溶胀度的影响

Fig.2 Effect of micronization on swelling rate and swelling degree

3 结 论

通过振动超微粉碎所制得竹笋超微粉,平均粒径小于 20 μm ,达到超微粉级别。制备的竹笋超微粉除了具有一般超微粉体粒径小,口感细腻等特性外,许多其他物料特性的变化对竹笋超微粉的加工利用产生较大影响。竹笋超微粉颗粒大小更均匀,比表面积产生数量级增加,由粗粉的 0.07 m^2/g 可增加到 0.94 m^2/g ,为原来的 13 倍以上。超微粉颜色更均匀,更白亮,较好克服了物料本身颜色不均,偏黄发暗的缺点。粉体休止角由 36.29° 增加到 51.22°,滑角由 50.79° 增加到 75.54°,都有不同程度增大;粉体流动性减弱,松装密度变小、压缩度的增大,表明超微粉的易受外力影响。持水力下降,但仍可维持在 6.5~7 mL/g,持油力变化较小,均约为 2 mL/g。超微粉在 0.25 h 溶胀度可达到最终溶胀度一半,在 0.75 h 以后溶胀度已达较高值,溶胀速率的增加有效改善了竹笋干复水速度慢的缺点,为发展速食竹笋粉提供可能。综上相关特性的研究,表明振动超微粉碎对于老化竹笋的加工改性有很强可行性,竹笋超微粉颗粒细腻,颜色均匀,持水持油能力强,溶胀速率快,作为高膳食纤维的食品辅料具有很好的开发前景。

[参 考 文 献]

- [1] 石全太. 我国竹笋加工利用的现状与发展前景[J]. 竹子研究汇刊, 2003, 22(1): 1—2.
Shi Quantai. Processing and utilization of bamboo shoots status and its development prospects[J]. Bamboo Research, 2003, 22(1): 1—2. (in Chinese with English abstract)
- [2] 林倩, 王强, 刘红芝. 竹笋深加工及其功能活性研究进展[J]. 天然产物研究与开发, 2012, 24(1): 136—141.
Lin Qian, Wang Qiang, Liu Hongzhi. Research progress on deep-processing and functional activities of bamboo Shoot[J]. Natural Product Research and Development, 2012, 24(1): 136—141. (in Chinese with English abstract)
- [3] 鲍建民. 竹笋的营养与保健功能[J]. 中国食物与营养, 2006(4): 54—55.
Bao Jianmin. Nutrition and health functions of bamboo shoots[J]. Food and Nutrition in China, 2006(4): 54—55. (in Chinese with English abstract)
- [4] 谢碧霞, 钟海雁, 谢涛, 等. 竹笋膳食纤维开发和主要功能性质的研究[J]. 经济林研究, 2000, 18(2): 8—11.
Xie Bixia, Zhong Haiyan, Xie Tao, et al. Dietary fiber of bamboo shoots and its health functions[J]. Economic Forest Researches, 2000, 18(2): 8—11. (in Chinese with English abstract)
- [5] 张洁, 于颖, 徐桂花. 超微粉碎技术在食品工业中的应用[J]. 农业科学研究, 2010, 31(1): 50—54.
Zhang Jie, Yu Ying, Xu Guihua. Technology of superfine grinding and its application in food industry[J]. Journal of Agricultural Sciences, 2010, 31(1): 50—54. (in Chinese with English abstract)
- [6] 刘树立, 王春艳, 盛占武, 等. 超微粉碎技术在食品工业中的优势及应用研究现状[J]. 四川食品与发酵, 2006(6): 5—7.
Liu Shuli, Wang Chunyan, Sheng Zhanwu, et al. The dvantages and application present situation of superfine grinding technique in food industry[J]. Sichuan Food and Fermentation, 2006(6): 5—7. (in Chinese with English abstract)
- [7] 陈存社, 刘玉峰. 超微粉碎对小麦胚芽膳食纤维物化性质的影响[J]. 食品科技, 2004(9): 88—91.
Chen Cunshe, Liu Yufeng. Effect of super micro-milling on physical and chemical property of wheat germ dietary fiber[J]. Food Science, 2004(9): 88—91. (in Chinese with English abstract)
- [8] Chau C F, Wang Y T, Wen Y L. Different micronization methods significantly improve the functionality of carrot insoluble fibre[J]. Food Chemistry, 2007, 100(4): 1402—1408.
- [9] Wang T, Sun X H, Zhou Z X, et al. Effects of microfluidization process on physicochemical properties of wheat bran[J]. Food Research International, 2012, 48(2): 742—747.
- [10] Chau C F, Wu S C, Lee M H. Physicochemical changes upon micronization process positively improve the intestinal health-enhancement ability of carrot insoluble fibre[J]. Food Chemistry, 2007, 104(4): 1569—1574.
- [11] Sangnark A, Noomhorm A. Effect of particle sizes on functional properties of dietary fibre prepared from sugarcane bagasse[J]. Food Chemistry, 2003, 80(2): 221—229.
- [12] 潘思佚, 王可新, 刘强. 不同粒度超微粉碎米粉理化特性研究[J]. 食品科学, 2004, 25(5): 58—62.
Pan Siyi, Wang Kexing, Liu Qiang. Study on physical and chemical properties of different sizes rice powder[J]. Food Science, 2004, 25(5): 58—62. (in Chinese with English abstract)
- [13] Raghavendra S N, Rastogi N K, Raghavarao KSMS, et al. Dietary fiber from coconut residue: Effects of different treatments and particle size on the hydration properties[J]. Eur Food Res Technol, 2004, 218(6): 563—567.

- [14] 黄建蓉, 李琳, 李冰. 超微粉碎对食品物料的影响[J]. 粮食与饲料工业, 2007(7): 25—27.
Huang Jianrong, Li Lin, Li Bing. The effect of ultra-fine pulverizing on the quality of food products[J]. Cereal and Feed Industry, 2007(7): 25—27. (in Chinese with English abstract)
- [15] 李安平, 谢碧霞, 钟秋平, 等. 不同粒度竹笋膳食纤维功能特性研究[J]. 食品工业科技, 2008, 29(3): 83—85.
Li Anping, Xie Bixia, Zhong Qiuping, et al. Effect of particle sizes on functional properties of dietary fiber prepared from bamboo shoots[J]. Science and Technology of Food Industry, 2008, 29(3): 83—85. (in Chinese with English abstract)
- [16] 陆世广, 张敏, 肖安红. 超细大豆皮膳食纤维部分物理性质的研究[J]. 粮食与饲料工业, 2008(2): 33—34.
Lu Shiguang, Zhang Min, Xiao Anhong. A study on physical properties of super-fine dietary fiber powders made of Soybean Hulls[J]. Cereal and Feed Industry, 2008(2): 33—34. (in Chinese with English abstract)
- [17] GB/T 20316. 2-2006 普通磨料堆积密度的测定第2部分: 微粉[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006: 1—6.
- [18] GB/T 21354-2008 振实密度测量通用方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008: 1—7.
- [19] 李丽, 王白鸥, 罗苍学, 等. 膳食纤维的改性研究[J]. 中国果菜, 2007(3): 47—48.
Li Li, Wang Baiou, Luo Cangxue, et al. The modification of dietary fiber[J]. China Fruit and Vegetable, 2007(3): 47—48. (in Chinese with English abstract)
- [20] 韩俊娟, 木泰华, 张柏林. 膳食纤维生理功能的研究现状[J]. 食品科技, 2008(6): 243—245.
Han Junjuan, Mu Taihua, Zhang Bailin. Physiological functions and current research progress of dietary fiber[J]. Food Science and Technology, 2008(6): 243—245. (in Chinese with English abstract)

Influence of micronization on physicochemical properties of dried moso-bamboo shoots

Li Zhuang^{1,2}, Zhu Deming², Li Jihua², Lin Lijing^{2*}, Huang Xiaobing², Zhu Yiting^{1,2}

(1. College of Food Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

2. Agricultural Product Processing Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agriculture Sciences, Zhanjiang 524001, China)

Abstract: Bamboo shoots are widely used in food processing. Many ageing bamboo shoots, which are rich in dietary fiber and protein, contain crude fiber and are of bad taste. In recent years, the micronization technology has been applied in food industries. The aim of this study was to investigate the effect of micronization on the physicochemical properties of dried bamboo shoots. In this study, the coarse powder was processed by vibrational micronization (with cooling system) after coarse grinding. The new technology, which is more efficient than ball grinding, was applied to obtain micronized powder. By strong- and high- frequency vibration from an eccentric motor, the samples in the grinding chamber were fluidized under the combined effects of high intensity hit, cut and grind from grinder's rod and wall. Huge mechanical force was produced between grinding media and materials, while the cooling system controlled the grinding temperature. The micronized powders were obtained, their particle sizes, powder flowability, water holding capacity, and swelling were studied. The results indicated that the particle sizes of coarse powders become 18.67 μm and 10.35 μm after micronizing for 30 min and 60 min, respectively. The lightness index (L^*) changed from 79 to 90, the yellow depth index (b^*) was reduced from 23 to 11, and the red depth index (a^*) reduced from 4 to 1. Thereby the colour of the micronized powder looked more uniform and brighter, which improves the appearance quality of bamboo shoots powder. The angles of repose of two kinds of ultrafine powders increased from 36.3° to 49.8° and 51.2°, respectively. The sliding angle increased from 50.8° to more than 69.6°. Both were significantly higher than those of coarse powders ($P<0.05$). The bulk density reduced from 0.37 to 0.26 g/mL, but no significant change was found for the rap density. This made the compressibility nearly doubled, which changed from 22.8 to 46.9 and 48.5, It is showed that the flow properties of powders were poor after micronization. Compared to coarse powder, water holding capacity of micronized powders was reduced from 5.75 to 3.71 g/g after micronized for 30 min, it further decreased to 3.35 g/g after 60 min micronization. The effect of micronization on oil holding capacity was smaller than water holding capacity. The oil holding capacity reduced significantly ($P<0.05$) from 2.2 to 1.75 g/g only after 60 min micronization. Micronization decreased the final swelling degree from 8.65 to 6.57 and 7.20 mL/g, but the swelling speed was significantly improved. The micronized powder (particle size of 10.35 μm) can reach to 3.63 mL/g in 15 min, while the shoot's coarse powder (particle size of 298 μm) was only 0.97 mL/g. The above properties suggest that the vibrational micronization is an effective technology. The micronized powder with many characteristic changes can be applied usefully in food industries.

Key words: bamboo shoots; processing; agricultural products; vibration type of micronization; physicochemical properties

(责任编辑: 刘丽英)