

木耳膳食纤维营养成分测定和结构表征

王松君^{1,2}, 曹林^{2*}, 侯天平³, 侯悦⁴, 张桂英⁵

1. 苏州科技学院化学与生物工程学院, 江苏 苏州 215011

2. 北京科技大学材料物理系, 北京 100083

3. 吉林工程技术师范学院信息工程学院, 吉林 长春 130052

4. 爱荷华州立大学工程学院, 美国 埃姆斯市 50011

5. 吉林大学公共卫生学院, 吉林 长春 130021

摘要 电感耦合高频等离子体发射光谱法测定木耳膳食纤维多种微量元素的方法。采用湿法酸消解制备样品, 硝酸-高氯酸(10:1), 120℃恒温消化溶解, 酸度控制<10%, 满足ICP-AES测定的要求。经检测国家标准物质GBW07602验证, 方法的准确度在1.12%~6.15%之间, 精密度在0.41%~5.69%之间。实验数据表明, 该方法是木耳中微量元素检测简便有效的方法。同时应用扫描电子显微镜进行木耳膳食纤维表面结构测定, 并采用化学分析方法测定木耳膳食纤维中蛋白质、粗脂肪、粗纤维及水分的含量, 其相关性研究为木耳膳食纤维开发利用提供了新途径。

关键词 木耳膳食纤维; 营养成分; ICP-AES; 结构表征

中图分类号: O657.3 文献标识码: A DOI: 10.3964/j.issn.1000-0593(2010)04-1109-04

引言

目前我国膳食纤维的研究大部分在谷类、豆类和果皮等方面, 而对自然资源丰富的木耳研究大部分基于其多糖类营养成分方面, 木耳膳食纤维研究的报道极少。在人类天然营养食物中, 木耳是一种营养极其丰富的食用菌, 富含膳食纤维和矿物质, 对人体的微量元素的补充、促进胃肠蠕动, 增加消化液的分泌, 减少有害物质的吸收, 其水溶性成分能有效地阻止血小板凝集, 对高胆固醇血症和动脉硬化有预防作用。木耳含有较多核酸和大量维生素B、维生素C具有抗衰老作用。此外, 黑木耳所含的酸性异葡萄糖主要成分具有抗肿瘤活性, 对某些肿瘤有一定的抑制作用, 是生产膳食纤维素的良好原料^[1-5]。

1 实验部分

1.1 实验仪器和试剂

美国Jarrell-Ash公司AtomCompSeries 800电感耦合等离子体光谱仪, 配置586型计算机, 在Windows95环境下控

制整个测试过程; 日本日立835-50型氨基酸自动分析仪; 日本JEM-2000FX分析型透射扫描电子显微镜。主要试剂有优级纯硝酸、高氯酸, 水为二次蒸馏水。

1.2 样品处理方法

1.2.1 干法样品制备

用电子分析天平准确称取0.2000g黑木耳样品、灌木叶标样各2份于石英坩埚中, 同时做双份试剂空白。置于高温炉中, 从低温逐渐升温到200℃, 保持1h; 继续升至300℃, 保持1~2h, 至黑烟冒尽后, 关闭炉门逐渐升温到480℃灼烧2h。取出坩埚, 此时样品呈灰白色, 加1.00mL硝酸溶解灰分, 定容到10.00mL容量瓶中。若是样品灰化不完全, 冷却后加1.00mL HNO₃, 在电炉上消化溶解后, 重新置于高温炉中继续灼烧, 直到样品呈灰白色, 加1.00mL硝酸溶解灰份, 定容到10.00mL容量瓶中, 酸度控制在10%左右^[6], 摇匀待测。

1.2.2 湿法样品制备

用电子分析天平准确称取0.1000g黑木耳样品、灌木叶标样各2份于聚四氟乙烯坩埚中, 同时做双份试剂空白。加入5.00mL硝酸及0.50mL高氯酸, 盖上坩埚盖, 放置过夜。第2天取下坩埚盖, 将坩埚置于120℃可控恒温电热板

收稿日期: 2009-03-28, 修订日期: 2009-06-29

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973)项目(2006CR701403-03)资助

作者简介: 王松君, 女, 1956年生, 苏州科技学院化学与生物工程学院高级实验师 e-mail: wangsongjun@sina.com

*通讯联系人 e-mail: dzxkw@sina.com

上,消化溶解。待试样溶解完全,呈透明液时浓缩至体积约为 1.00 mL,取下,冷却后用蒸馏水定容到 10.00 mL 容量瓶中,酸度控制在 10 %^[6]摇匀待测。

2 结果与讨论

2.1 方法检出限、准确度和精密度实验

方法检出限是将试剂空白溶液连续测量 10 次由计算机自动报出统计数据。准确度和精密度实验是按 1.2.2 所述,

平行称取 GBW07602 标准物质 10 份,测量结果如表 1 所示。

表 1 中数据表明 2 种样品处理方法精密度相近,但干法灰化相对误差较大,因此本方法采用酸消化湿法处理样品。

2.2 木耳膳食纤维样品测试

称取超微粉末状黑木耳样品 1、2、3 号(不同产地),采用常规化学方法测定木耳膳食纤维中蛋白质、粗脂肪、纤维、水分和灰分;另分别称取 1、2、3 号样品,按 1.2.2 操作程序,电感耦合等离子体光谱仪测定木耳膳食纤维中元素含量,检测结果列于表 2。

Table 1 Data of the detection limits and the accuracy and the precision($n = 10$, $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)

El.	Limit (reagent blank)	GBW07602 reference	GBW average (Dry)	GBW average (Wet)	RE % (Dry)	RE % (Wet)	SD (Dry)	SD (Wet)	RSD % (Dry)	RSD % (Wet)
Al	0.099 8	2 140	2109	2 116	- 1.45	- 1.12	119	45.5	5.62	2.15
Fe	0.015 6	1 020	979	985	- 4.02	- 3.43	54.6	10.0	5.58	1.02
Ca	0.094 1	22 220	21 420	21 380	- 3.60	- 3.78	1 197	462	5.59	2.16
Mg	0.092 6	2 870	2 989	2 937	4.15	2.33	130	90.8	4.36	3.09
B	0.012 8	34	36	35	5.00	3.82	0.60	0.71	1.68	2.01
Ba	0.006 9	19	18	20	- 3.68	3.68	0.07	0.08	0.39	0.41
Cd	0.008 1	0.14	0.13	0.15	- 7.14	5.71	0.01	0.007	8.62	4.65
Co	0.002 1	0.39	0.40	0.40	2.56	2.56	0.02	0.01	5.68	2.22
Cr	0.018 4	2.3	2.3	2.4	- 1.74	3.48	0.10	0.10	4.46	4.15
Cu	0.015 7	5.2	5.4	5.4	4.04	3.08	0.17	0.11	3.16	2.04
La	0.033 3	1.23	1.30	1.28	5.69	4.07	0.08	0.05	6.30	3.68
Mn	0.005 1	58	56	60	- 2.93	2.76	0.31	0.31	0.55	0.52
Mo	0.023 7	0.26	0.28	0.28	7.69	6.15	0.02	0.02	8.87	5.69
Ni	0.009 9	1.7	1.6	1.8	- 4.71	3.53	0.07	0.07	4.39	4.13
P	0.228 0	830	879	857	5.94	3.24	28.0	22.1	3.18	2.58
Pb	0.012 5	7.1	6.6	7.5	- 7.18	5.07	0.56	0.33	8.54	4.36
Sr	0.005 7	345	339	350	- 1.74	1.51	2.10	2.07	0.62	0.59
Ti	0.011 4	95	92	92	- 3.58	- 3.15	1.25	1.42	1.36	1.54
V	0.048 0	2.4	2.6	2.5	6.67	4.58	0.04	0.04	1.48	1.62
Y	0.006 0	0.63	0.67	0.66	6.35	4.76	0.03	0.03	4.21	3.95
Zn	0.003 6	20.6	21.6	21.3	4.85	3.40	0.44	0.46	2.06	2.14

2.3 木耳膳食纤维表面形状观察

用透射扫描电子显微镜进行测试。加速电压为 20 kV, 1 500 倍下比较观察,标尺为 10 μm 。选择 1, 2, 3 号样品,经平整处理后喷碳,然后在 JEM-2000FX 电镜的扫描附件上观察,木耳膳食纤维样品表面结构如图 1~图 3 所示。

由电子显微镜观察可知:1 号样品的图象显示出细小的乳突状结构,由纤维状或鳞片状集合体形成;2 号样品为有棱角的方粒状集合体结构;3 号样品为无棱角的圆滑粒状结构。可见,木耳经超微粉碎除了植物细胞壁破碎外,颗粒的表面积增大,其分散性、吸附能力、表明活性等都起了综合性变化。

2.4 木耳膳食纤维综合评价

实验结果表明,木耳膳食纤维含丰富的粗脂肪、粗纤维及多种微量元素,植物蛋白较多;比较 3 种样品微量元素测定及电镜扫描结果可知,1 号样品中 Fe, Ca, Co, Cu, Mn, P, Sr, Zn 含量明显高于 2 号和 3 号样品,而 Al, Pb, Cd 等含量依次递增,Fe, Ca, Mn, P, Sr, Zn 等元素为人体必需

的有益元素,而 Al, Cd 和 Pb 是对人体有害的元素;电镜扫描结果显示,1 号样品具有纤维状或粒状集合体型的乳突状细粒结构的木耳更有利于储存有益微量元素,其结构特点有利于粘附肠胃中的绒毛物质,具体是哪种元素有助于木耳膳食纤维清除人体血管血脂,还有待进一步研究。

3 结 论

膳食纤维是当前国际上公认的一种功能性食品基料,在人体中具有独特的营养功能,因此被称为除了水、蛋白质、糖类、脂类、维生素、矿物质六大营养素之外的“第七营养素”,并被誉为 21 世纪食品工业中最受关注,具有特殊保健功能和食品改性作用的一种食品添加剂^[7]。膳食纤维是一种复杂混合物,原料来源不同,表现出的物理化学性质也存在差别,所起的生理活性作用也有强弱。实验中的 3 个木耳膳食纤维样品中,1 号样品含有膳食纤维和矿物质更加丰富,在一定程度上可说明黑木耳是生产膳食纤维的良好来源。

Table 2 Results of nutrients in fungus and trace elements

Component	Fungus nutrient dietary fiber(η %)		
	No. 1	No. 2	No. 3
Protein	11. 51	2. 1	12. 4
Crude fat	1. 36	1. 25	1. 30
Crude fiber	17. 3	16. 5	16. 8
Moisture	7. 84	7. 83	7. 45
Ash	4. 54	3. 49	3. 62
Trace elements(μg · g ⁻¹ , n=10)			
Element	No. 1	No. 2	No. 3
Al	188. 5	296. 3	304. 5
Fe	462. 24	223. 7	185. 6
Ca	5 373. 4	3 505	2 640
Mg	2 358. 6	2 864	1 925
B	3. 818	7. 76	6. 15
Ba	54. 42	60. 24	12. 42
Cd	1. 31	4. 5	4. 67
Co	0. 713	0. 45	0. 38
Cr	48. 16	3. 41	3. 42
Cu	4. 196	4. 7	1. 57
Mn	31. 76	88. 45	22. 26
Mo	1. 07	0. 85	0. 91
Ni	1. 64	2. 17	1. 89
P	4 639	71. 4	41. 23
Pb	6. 49	8. 12	7. 06
Sr	48. 1	21. 65	7. 48
Ti	32. 75	25. 12	21. 33
V	3. 78	3. 01	3. 35
Y	0. 12	0. 15	0. 11
Zn	25. 42	34. 44	17. 41

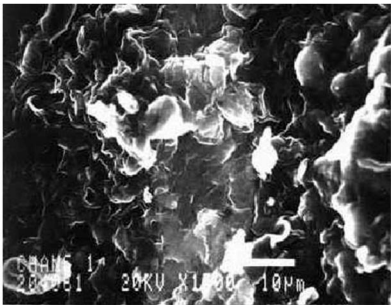


Fig 1 No. 1 Phosphor piece shape

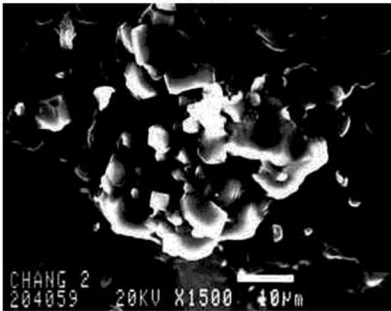


Fig 2 No. 2 Square grain shape aggregate

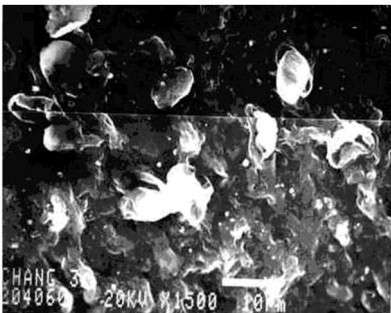


Fig 3 No. 3 Round smooth shape distributing

参 考 文 献

[1] ZHANG Gui-ying, ZHAO Lin-yi, LIU Ya, et al(张桂英, 赵林伊, 刘 娅, 等). Journal of Jilin University(Medicine Edition) (吉林大学学报·医学版), 2005, 31(2): 220.

[2] WANG Xiufeng, HUANG Bao-mei, TANG Jie, et al(王秀峰, 黄宝美, 唐 杰, 等). Food Science and Technology(食品科技), 2007, (7): 213.

[3] ZHAO Yin, ZHANG Yue(赵 因, 张 悦). Primary Journal of Chinese Materia Medica(基层中药杂志), 2001, 15(1): 49.

[4] CHEN Feng-lian, YANG Chun-yu, LIU Ke-wei(陈凤莲, 杨春瑜, 刘科伟). Science and Technogogy of Food Industry(食品工业科技), 2006, 27(6): 84,205.

[5] ZHAO Jing, PAN Zu-guang, HUANG Zu-liang, et al(赵 进, 潘祖光, 黄祖良, 等). Studies of Trace Elements and Health(微量元素与健康研究), 2006, 23(1): 24.

[6] WANG Song-jun, CHANG Ping, WANG Pu-jun, et al(王松君, 常 平, 王璞珺, 等). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2007, 27(1): 151.

[7] LIU Li-xing, SHEN Churyu, ZHAO Congfeng(刘立行, 沈春玉, 赵崇峰). Physical Testing and Chemical Analysis Part B(Chemical Analysis)(理化检验-化学分册), 2001, 37(12): 563.

Determination of Nutrient Fungus Dietary Fiber and Structural Characterization

WANG Song-jun^{1,2}, CAO Lin^{2*}, HOU Tian-ping³, HOU Yue⁴, ZHANG Gui-ying⁵

1. College of Chemistry and Bioengineering, Suzhou University of Science and Technology, Suzhou 215009, China

2. Department of Materials Physics, University of Science and Technology of Beijing, Beijing 100083, China

3. College of Information Engineering, Jilin Teachers Institute of Engineering and Technology, Changchun 130052, China

4. College of Engineering, Iowa State University, Ames, IOWA 50011, USA

5. College Public Health, Jilin University, Changchun 130021, China

Abstract The simultaneous determination of trace elements in ultrafine agaric was carried out by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP-AES). The experiments were done using wet acid digestion sample preparation. The samples were dissolved at 120 °C constant temperature. The requirements of determination by ICP-AES can be satisfied at an acidity controlled less than 10 %. The method is simple, rapid and economic. National standard material GBW07602 was detected by authentication. Its accuracy is between 1.12 % and 6.15 %. The precision is between 0.41 % and 5.69 %. At the same time, the surface structure of ultrafine agaric powder was examined by scanning electron microscope. And the dietary fiber was determined for fungus protein, crude fat, crude fiber, moisture and ash content by chemical analysis. The study on external and internal relevance of agaric could provide a new approach to scientific research on the development and application of fungus dietary fiber.

Keywords Fungus dietary fiber; Nutrient composition; ICP-AES; Structural characterization

(Received Mar. 28, 2009; accepted Jun. 29, 2009)

* Corresponding author