

膳食纤维对油脂、胆固醇、胆酸钠和亚硝酸根离子吸附作用的研究

钟希琼, 胡文娥, 林丽超

(佛山科学技术学院食品科学系, 广东佛山 528231)

摘要:采用离体实验模拟人体胃和肠道的 pH 条件, 探讨了麦麸、米糠、豆渣、甘薯、大薯、葛根、香芋和马铃薯膳食纤维对油脂、胆固醇、胆酸钠和亚硝酸根离子的吸附能力。结果表明, 在酸性条件下清除胆固醇能力最强的是马铃薯膳食纤维, 为 28.5mg/g; 对猪油和中性条件下胆固醇吸附效果最好的是麦麸纤维, 分别为 1.57g/g 和 21.6mg/g; 对胆酸钠 (浓度为 3mg/mL 和 2mg/mL) 吸附能力最强的是豆渣膳食纤维, 其吸附量分别为 143.8mg/g 和 66.8mg/g; 清除 NO_2^- 能力最强的是大薯膳食纤维, 其清除率在 45min 后达 100%。

关键词:膳食纤维, 吸附, 油脂, 胆固醇, 胆酸钠, 亚硝酸根离子

Study on the adsorption of dietary fiber for oil and fat, cholesterol, sodium cholate and NO_2^-

ZHONG Xi-qiong, HU Wen-e, LIN Li-chao

(Department of Food Sciences, Foshan University, Foshan 528231, China)

Abstract: An in vitro study was carried out to test adsorption capacity of dietary fiber prepared from wheat bran, rice bran, soybean residue, sweet potato, big yam, kudzu vine root, taro and potato for oil and fat, cholesterol, sodium cholate, NO_2^- . The results showed that potato fiber had the strongest adsorption capacity for cholesterol in acidic pH; wheat bran fiber had the best adsorption effect for lard and cholesterol in neutral pH; soybean residue fiber had the most adsorption capacity for sodium cholate; big yam fiber had the strongest scavenging capacity for NO_2^- .

Key words: dietary fiber; adsorption; oil and fat; cholesterol; sodium cholate; NO_2^-

中图分类号: TS201.2⁺3

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2010)05-0134-03

不能被人体内源酶消化吸收的可食用植物细胞多糖、木质素以及相关物质的总和称为膳食纤维 (Dietary Fiber, 简称 DF)。膳食纤维的大分子结构赋予它高持水性、吸附作用等一些独特的物化特性, 从而使膳食纤维具有降低血清胆固醇、预防结肠癌等生理功能。已有研究表明^[1-3], 膳食纤维具有清除外源有害物质的功效。我国以大米和面粉作为主食, 稻谷和小麦加工后的副产品——米糠和麦麸大部分作为饲料, 经济价值不高。而随着大豆、甘薯、马铃薯等农产品的深加工, 产生的下脚料——废渣也越来越多。这些副产品和下脚料都含有大量的膳食纤维, 如果作为天然膳食纤维源开发, 将具有广阔的前景。本实验以麦麸、米糠、豆渣、甘薯、大薯、马铃薯、香芋和葛根为主要原料, 提取它们的膳食纤维, 并研

究了各种膳食纤维对油脂、胆固醇、胆酸钠和亚硝酸根离子的吸附作用, 为复合型膳食纤维保健产品的研制提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料

麦麸 购自南海面粉厂; 米糠 购自南海丹灶粮库; 豆渣 购自佛山一品香蒸包连锁店; 甘薯、大薯、马铃薯、香芋 市售; 葛根 购自高明区合水镇; 花生油 金龙鱼牌; 猪油 自制; 胆固醇、胆酸钠生化试剂; 邻苯二甲醛、糠醛、 NaNO_2 均为分析纯。

1.2 实验方法

1.2.1 膳食纤维的提取^[4] 原料→清洗→碱解(4%的 NaOH)→漂洗至中性→酸解(用 HCl 调 pH=2)→漂洗至中性→过滤→烘干(70℃)→粉碎→过 40 目筛→成品

1.2.2 膳食纤维对油脂吸附作用的测定 按 Sangnark^[5]的方法进行。分别取 2.00g (W_1) 各膳食纤维于离心管中, 加入食用花生油 (或猪油) 18g, 37℃ 静置 1h, 4000r/min 离心 20min, 去掉上层油, 用滤纸

收稿日期: 2009-03-06

作者简介: 钟希琼 (1965-), 女, 硕士, 副教授, 研究方向: 食品化学及食品添加剂。

吸干残渣上游离的花生油(或猪油),称重得 W_2 。

1.2.3 膳食纤维对胆固醇吸附作用的测定 取市售鲜鸡蛋的蛋黄,用9倍量蒸馏水充分搅打成乳液。分别取1.00g各膳食纤维于100mL的三角瓶中,加入25g稀释蛋黄液,搅拌均匀,调节体系pH至2.0或7.0,置摇床中,37℃振荡2h,4000r/min下离心20min(沉淀膳食纤维),吸取0.02mL清液,采用邻苯二甲醛法^[6]在550nm下比色测定胆固醇含量。标准曲线的线性方程: $y = 16.013x + 0.011, R^2 = 0.993$ 。

1.2.4 膳食纤维对胆酸钠吸附作用的测定 在100mL锥形瓶中分别加入含0.100g和0.150g胆酸钠的0.15mol/L的NaCl溶液50mL,胆酸钠的浓度分别为2mg/mL和3mg/mL,调pH为7.0,分别加入膳食纤维0.50g,搅拌均匀,37℃振荡2h,4000r/min离心20min,准确取1mL上清液测定残余胆酸钠的量,根据反应前后的浓度差计算吸附量,同时做空白实验,采用糠醛比色法^[2]测定胆酸钠的含量。标准曲线的线性方程为: $y = 0.2576x - 0.0443, R^2 = 0.990$ 。

1.2.5 膳食纤维对亚硝酸根离子吸附作用的测定^[7]

在100mL干燥锥形瓶中,加入50mL 100 μ mol/L NaNO₂溶液和膳食纤维1.00g,调pH为2,控制恒温37℃,分别振荡5、10、15、30、45、60min后,立即过滤,弃去初滤液20mL,取滤液5mL,按盐酸萘乙二胺方法测定其中NO₂⁻含量,计算吸附后溶液中残余NO₂⁻的浓度。标准曲线的线性方程为: $y = 0.0462x + 0.0311, R^2 = 0.998$ 。

1.3 数据处理

膳食纤维对油脂吸附作用的计算:吸油量 = $(W_2 - W_1) / W_1$ 。膳食纤维对外源物(胆固醇、胆酸钠、亚硝酸根离子)吸附作用的计算:吸附量 = (吸附前外源物的量 - 吸附后上清液中残留量) / 膳食纤维重量。

2 结果与分析

2.1 膳食纤维对油脂的吸附作用

由图1可知,几种膳食纤维对花生油和猪油的吸附能力各不相同,其中麦麸、甘薯膳食纤维对猪油的吸附能力明显高于花生油,米糠、香芋膳食纤维对猪油的吸附能力略高于花生油;而马铃薯、豆渣、葛根和大薯膳食纤维吸附花生油的能力比猪油强。在对两类油脂的吸附能力方面,麦麸膳食纤维对猪油的吸附作用是豆渣膳食纤维的9.2倍,米糠膳食纤维对花生油的吸附作用是香芋膳食纤维的3.7倍。其中,大薯和葛根膳食纤维对油脂的吸附能力呈中等水平,而且对花生油和猪油的吸附能力相近。

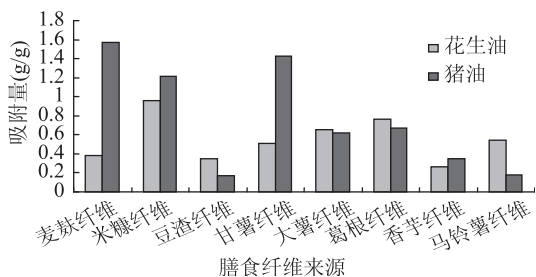


图1 各膳食纤维对花生油和猪油吸附能力的比较

2.2 膳食纤维对胆固醇的吸附作用

由图2可知,不同膳食纤维对胆固醇的吸附存在差异,体系的酸碱度对膳食纤维吸附胆固醇的能力亦有较大的影响。在中性条件下(模拟小肠pH环境),麦麸、大薯和香芋膳食纤维吸附胆固醇的能力较强,其中,麦麸和香芋膳食纤维对胆固醇的吸附能力是酸性条件下(模拟胃的pH环境)的2.3倍,大薯是1.4;而马铃薯膳食纤维在酸性条件下对胆固醇的吸附能力很强,是中性条件下的2.5倍;其余4种膳食纤维对胆固醇的吸附能力较弱。

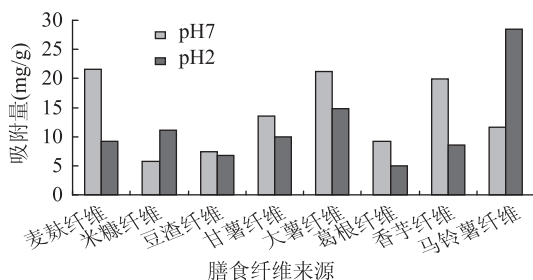


图2 各膳食纤维在不同的酸碱度下对胆固醇吸附能力的比较

2.3 膳食纤维对胆酸钠的吸附作用

由图3可知,无论胆酸钠浓度为3mg/mL或2mg/mL,豆渣、甘薯、大薯、香芋膳食纤维对胆酸钠的吸附能力均较强,吸附量是其他四种膳食纤维的1倍多。同种膳食纤维对胆酸钠的绝对吸附量与胆酸钠浓度有很大关系,胆酸钠浓度越高,各种膳食纤维对它的吸附量越大。

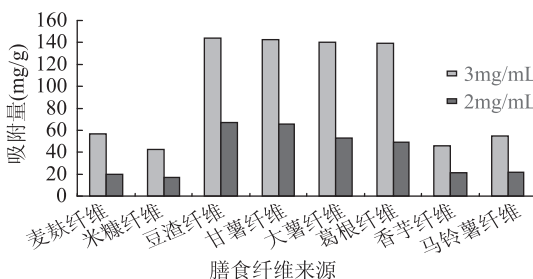


图3 各膳食纤维对不同浓度胆酸钠吸附能力的比较

2.4 膳食纤维对亚硝酸根离子的吸附作用

结果见表1,在酸性条件下(模拟胃的pH环境),膳食纤维对NO₂⁻的吸附在最初5min较强,经过一定时间(约50~60min)吸附作用趋于平稳。其中麦麸和大薯膳食纤维对NO₂⁻的吸附能力最强,约45min后清除率就达100%。

表1 各膳食纤维对NO₂⁻的清除率(%)

膳食纤维	时间 (min)					
	5	10	15	30	45	60
麦麸	61	73	81	90	100	100
米糠	47	63	71	74	85	85
豆渣	44	54	60	66	70	90
甘薯	39	45	52	69	79	81
大薯	47	64	78	98	100	100
葛根	34	41	50	59	78	79
香芋	30	40	48	65	72	86
马铃薯	30	33	40	55	65	70

3 讨论与结论

随着人们饮食中动物性食物的不断增加,肥胖人群的比例也在逐年的上升,血脂和血清胆固醇超标者众多。胆汁酸在肝脏中合成并储存于胆囊中,在食物刺激下由胆囊排入小肠,与胆固醇代谢有关。另外,胆汁酸在肠道细菌作用下可生成致癌物质次生胆汁酸。本实验结果显示,在模拟肠道的 pH 条件下,体系胆酸钠浓度高时,膳食纤维对胆酸盐的吸附量也高,浓度相对较低时,吸附量也低。说明膳食纤维对维持人体对食物中脂类物质的正常代谢有利。

亚硝酸是人和动物的致癌物,膳食纤维对 NO_2^- 的吸附在酸性条件下较强^[1],食物对 NO_2^- 的清除可能主要发生在胃部。本实验结果显示,溶液中 NO_2^- 的残余浓度随膳食纤维作用时间的延长而减少,特别是麦麸和大薯膳食纤维,作用 45min 后清除率达 100%。

膳食纤维具有较强的持水力和膨胀力(数据未列出),易引起饱腹感,可缩短粪便在肠道的停留时间,能吸附油脂、胆固醇、 NO_2^- 等,可有效降低心血管疾病和癌症的发病率。本实验结果表明:酸性条件下清除胆固醇能力最强的是马铃薯膳食纤维;对猪油和中性条件下的胆固醇吸附效果最好的是麦麸膳食纤维;对胆酸钠吸附能力最强的是豆渣膳食

纤维;清除 NO_2^- 能力最强的是大薯膳食纤维。可见,不同来源的膳食纤维各有其优点,日常生活中应摄取各种粗粮。在开发膳食纤维保健产品时,可以混合使用几种膳食纤维,生产出功能优良的复合型产品。

参考文献

- [1] 欧仕益,高孔荣,黄惠华. 麦麸水不溶性膳食纤维对 NO_2^- 清除作用的研究[J]. 食品科学,1997,18(3):6-9.
- [2] 胡国华,黄绍华. 米糠膳食纤维对胆酸钠吸附作用的研究[J]. 中国食品添加剂,2001(2):10-12.
- [3] 欧仕益. 酵解和酶解麦麸吸附脂肪和胆固醇的研究[J]. 食品科技,2005(2):91-93.
- [4] 邵佩兰,徐明. 麦麸膳食纤维提取的影响因素研究[J]. 宁夏农学院学报,2003(2):60-62.
- [5] Sangnark A, Noomhorm A. Effect of particle sizes on functional properties of dietary fibre prepared from sugarcane bagasse[J]. Food Chemistry,2003,80:221-225.
- [6] 陈钧辉,陶力,李俊. 生物化学实验[M]. 第三版. 北京:科学出版社,2003:38-39.
- [7] 潘英明,李海云,王刚,等. 花生麸水不溶性膳食纤维的提取及其吸附亚硝酸根离子的研究[J]. 中国食品添加剂,2005(4):32-34.

(上接第 133 页)

有贡献。2-戊基-呋喃是亚油酸自动氧化的产物,可能是含脂食品中的重要香味物质^[14]。

3 结论

采用顶空固相微萃取-气质联用对猪脂控制氧化的挥发性成分进行分析,鉴定出 59 种化合物,质量分数为 69.12%。其中占主要份额(58.54%)的羰基化合物共 22 种,醛类 18 种,酮类 4 种,它们将与氨基酸、肽、多肽、蛋白质等含氨基化合物进行 Mallard 反应,可产生猪肉的特征风味。此外还鉴定出 6 种醇类化合物(2.44%),5 种酸类化合物(3.16%),4 种酯类化合物(0.75%),2 种呋喃类化合物(1.41%)等对猪肉香味有贡献的挥发性成分。

本研究采用固相微萃取结合气质联用测定猪脂控制氧化的挥发性成分,操作方便,无需有机溶剂,灵敏度高,分析结果对研究以脂肪为原料,通过脂肪控制氧化制备具有特征风味的肉味香精提供依据。

参考文献

- [1] 欧阳杰,武彦文. 脂肪香精——一种新型天然肉类香精的制备和研究[J]. 香料香精化妆品,2001(5):12-14.
- [2] F Shahidi 著,李洁,朱国斌,译. 肉制品与水产品的风味[M]. 第二版. 北京:中国轻工业出版社,2001:5-46.
- [3] Donald S, Mottram. Flavour formation in meat and meat products: a review[J]. Food Chemistry,1998,62(4):415-424.

- [4] 肖作兵,等. 肉味香精研究进展[J]. 香料香精化妆品,2007(4):27-30.
- [5] Aishma T, Nobuhara A. Beef flavor substance, process for producing same and beef flavoring agent [P]. US,4094997.1978-6-13.
- [6] Petrus Gerardus Mafia H. Process for the preparation of a flavored foodstuff as well as a foodstuff obtainable by such a process [P]. EP,298552.1989-01-11.
- [7] Sinmons J, Charles III S, Visser J. Process for the preparation of flavoring mixtures [P]. US,5178892.1993-01-12.
- [8] 孙宝国. 肉味香精技术进展[J]. 食品科学,2004,25(10):339-342.
- [9] Farmer L J, Patterson R I S. Compounds contributing to meat flavor [J]. Food Chemistry,1991,40:201-205.
- [10] Mottram D S. Flavor formation in meat and meat products: a review [J]. Food Chemistry,1998,62(4):415-424.
- [11] 彭秋菊,等. 牛脂氧化制备肉味香精的研究进展[J]. 食品科学,2005,26(2):245-249.
- [12] 林翔云. 食用香料手册[M]. 北京:化学工业出版社,2006:137.
- [13] 文志勇,等. 脂质氧化产生香味物质[J]. 中国油脂,2004,29(9):41-43.
- [14] Saxby MJ. Food Taints and Off-Flavours [M]. Glasgow: Blackie Academic and Professional,1993:150-201.