

论著

不同种类的膳食蛋白对血浆同型半胱氨酸浓度的影响

刘轶群,韩枫,孙丽翠,卢佳希,黄振武

(中国疾病预防控制中心营养与健康所营养与代谢研究室,北京 100050)

摘要:目的 探讨不同种类膳食蛋白对血浆同型半胱氨酸(Hcy)水平的影响。方法 48只健康Wistar大鼠随机分为6组:酪蛋白组、乳清蛋白组、卵白蛋白组、大豆分离蛋白组、小麦蛋白组、玉米蛋白组。分别给予含有不同膳食蛋白的饲料喂养10d后处死动物,采集血液样品,测定血浆中同型半胱氨酸(Hcy)、半胱氨酸(Cys)、谷胱甘肽(GSH)及半胱氨酰甘氨酸(Cys-Gly)等指标的浓度。结果 小麦蛋白组的体质量增长低于蛋白含量相同的酪蛋白组、乳清蛋白组、卵白蛋白组及大豆分离蛋白组,玉米蛋白组的体质量呈现负增长,且与其他各组比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。小麦蛋白组和玉米蛋白组血浆Hcy浓度低于其他蛋白组,且差异均有统计学意义($P < 0.05$)。与酪蛋白组比较,乳清蛋白组血浆Hcy浓度也有所降低。结论 膳食蛋白的种类能够影响大鼠血浆中的Hcy水平,可能与蛋白中氨基酸组成有关。高Cys含量的膳食蛋白能提高促进Hcy代谢的酶活性,增加Hcy的代谢消耗,从而降低血浆中的Hcy水平。

关键词:膳食蛋白;同型半胱氨酸;蛋氨酸;半胱氨酸;毒理实验

中图分类号:R155;Q51 文献标志码:A 文章编号:1004-8456(2015)03-0223-05

DOI:10.13590/j.cjfh.2015.03.001

Effects of different dietary protein species intake on plasma homocysteine concentration in rats

LIU Yi-qun, HAN Feng, SUN Li-cui, LU Jia-xi, HUANG Zhen-wu

(Division of Nutrition & Metabolism, National Institute for Nutrition and Health, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China)

Abstract: Objective In order to investigate the effects of different dietary protein species intake on plasma homocysteine concentration in rats. **Methods** 48 Wistar rats were fed with casein, lactalbumin, egg albumin, SPI, wheat gluten and zein diets for 10 days, and sacrificed to collect blood sample for analyzing the concentration of plasma homocysteine, cysteine, GSH and Cys-Gly. **Results** Body weight gain of wheat gluten group was significantly lower than casein, lactalbumin, egg albumin and SPI, while negative growth was observed in zein group ($P < 0.05$). The plasma homocysteine concentration of wheat gluten and zein group was significantly lower than other groups, and the plasma homocysteine concentration in lactalbumin group was significantly lower than casein group. **Conclusion** The effects of different dietary protein species intake on plasma homocysteine concentration mainly depends on protein species and the contents of amino acid. The main mechanism is that the increased cysteine concentration promote enzyme activities of homocysteine metabolism, and increase the consumption of homocysteine.

Key words: Dietary protein; homocysteine; methionine; cysteine; toxicological experiment

同型半胱氨酸(homocysteine, Hcy)是必需氨基酸——蛋氨酸(methionine, Met)代谢过程中的重要中间产物(见图1)。Met代谢障碍可导致Hcy累积,引起高同型半胱氨酸血症。高同型半胱氨酸血

症与某些神经、精神疾患如阿尔茨海默病、帕金森病、抑郁症及认知障碍等疾病的发病、发展和预后有一定的联系^[1-2]。近年来大量的流行病学调查和基础研究表明,Hcy的升高是心血管疾病的独立危险因素之一^[3]。人体Hcy的正常浓度在5~15 μmol/L, Hcy浓度每升高5 μmol/L将会导致冠心病的发病率上升60%~80%^[2]。

Verhoef^[4]的研究表明摄入高蛋白饮食后体内血浆Hcy水平明显升高。而Haulrik^[5]和Noakes^[6]在高蛋白饮食和低蛋白饮食中并没有观察到血浆Hcy水平的明显变化,表明Met含量的高低不是影

收稿日期:2014-12-09

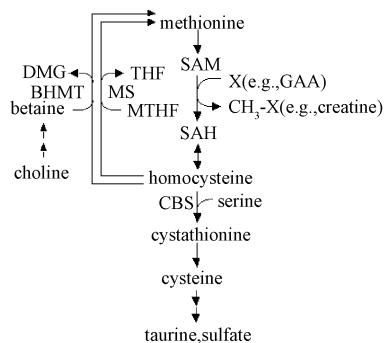
基金项目:中国营养学会营养科研基金-蒂斯曼专项科研基金(2014-059)

作者简介:刘轶群 女 助理研究员 研究方向为营养代谢

E-mail: farmerone_l@hotmail.com

通讯作者:黄振武 男 研究员 研究方向为分子生物学

E-mail: zhenwuhuang@sina.com



注:DMG:二甲基甘氨酸;BHMT:同型半胱氨酸甜菜碱甲基转移酶; betaine:甜菜碱;choline:胆碱;THF:四氢叶酸;MS:甲硫氨酸合成酶;MTHF:甲基四氢叶;methionine:蛋氨酸;SAM:S-腺苷甲硫氨酸; X(E. G., GAA):甲基供体(例如,肌基乙酸);CH₃-X(e. g., creatine):甲基受体(例如,肌酸);SAH:S-腺苷同型半胱氨酸; homocysteine:同型半胱氨酸;CBS:胱硫醚β-合成酶;serine:丝氨酸;cystathionine:胱硫醚;cysteine:半胱氨酸;taurine:牛磺酸;sulfate:硫酸盐

图1 Met与Hcy代谢示意图

Figure 1 Metabolism of Met and Hcy

响血浆Hcy水平的唯一因素。随着人们生活水平的提高,膳食中动物蛋白的比重大大增加。由于动物蛋白中Met含量较高,对其是否在体内代谢产生Hcy的研究引起关注。

日本静岡大学营养化学实验室建立了不同的高同型半胱氨酸血症动物模型,并对此展开深入的研究^[7-11]。在肌基乙酸添加和胆碱缺乏诱导的高同型半胱氨酸血症大鼠模型中,Met、丝氨酸以及甜菜碱的摄入抑制了Hcy水平的升高^[7-9]。而叶酸和甜菜碱的添加可有效改善由叶酸或胆碱缺乏诱导的高同型半胱氨酸血症^[10-11]。但是如何通过调整膳食结构或添加营养素来维持体内血浆Hcy的正常水平,有待进一步探索。

本研究以Wistar大鼠为研究对象,通过摄入动物性蛋白酪蛋白、乳清蛋白、卵白蛋白以及植物蛋白大豆分离蛋白、小麦面筋蛋白、玉米蛋白这6种具

有代表性的膳食蛋白,探讨不同种类膳食蛋白对血浆Hcy水平的影响。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 实验动物及分组

6周龄SPF级Wistar雄性大鼠购自中科院实验动物中心[许可证号:SCXK(军)2007-0004],共48只,体重110~130g。饲养于中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所动物房[二级,合格证号:SYXK(京)2014-0043],室温(25±2)℃、相对湿度(55±5)%。

以基础饲料(含25%酪蛋白)适应性饲养5d后,将大鼠按体重随机分为6组,每组8只,分别为25%酪蛋白组(25C)、27%乳清蛋白组(27L)、27%卵白蛋白组(27E)、25%大豆分离蛋白组(25S)、29%小麦面筋蛋白组(29G)、25%玉米蛋白组(25Z)。

1.1.2 仪器与试剂

高效液相色谱分析仪(日本岛津)、Model L-8500A氨基酸自动生化分析仪(日本日立)、冷冻高速离心机、超低温冰箱、水浴控温摇床。

酪蛋白(casein,美国Nacalai Tesque),大豆分离蛋白(SPI,日本Fuji Oli),矿物质(AIN-93G)、维生素(AIN-93)及膳食纤维均购自日本Oriental Yeast,乳白蛋白(lact albumin)、卵白蛋白(egg albumin)、小麦面筋蛋白(wheat gluten)、玉米蛋白(zein)和其他化学分析试剂均购自日本Wako。

1.2 方法

1.2.1 饲料配方及各蛋白质中Met和半胱氨酸(Cys)含量

基础饲料(25C)中各成分组成参考AIN-93配方,所有饲料成分(玉米淀粉、酪蛋白、膳食纤维)均为食品级,维生素、矿物质为饲料专用。实验饲料配方以及各蛋白质中Met和Cys含量参见表1和2。

表1 各组实验饲料组成表(g/100g)

Table 1 Composition of experimental diet

组别	酪蛋白	乳清蛋白	卵白蛋白	大豆分离蛋白	小麦面筋蛋白	玉米蛋白	糖	玉米淀粉	玉米油	矿物质(AIN-93G)	维生素(AIN-93)	膳食纤维	重酒石酸胆碱	总量
25%酪蛋白组	25	—	—	—	—	—	20	43.25	5	3.5	1	2	0.25	100
27%乳清蛋白组	—	27	—	—	—	—	20	41.25	5	3.5	1	2	0.25	100
27%卵白蛋白组	—	—	27	—	—	—	20	41.25	5	3.5	1	2	0.25	100
25%大豆分离蛋白组	—	—	—	25	—	—	20	43.25	5	3.5	1	2	0.25	100
29%小麦面筋蛋白组	—	—	—	—	29	—	20	39.25	5	3.5	1	2	0.25	100
25%玉米蛋白组	—	—	—	—	—	25	20	43.25	5	3.5	1	2	0.25	100

注:—为不添加

1.2.2 动物处理

6周龄Wistar大鼠单笼饲养,自由进食和饮水,每天称重并记录大鼠进食量。饲喂实验饲料10d后,结束试验。各组大鼠禁食12h后称量体重,断

头处死,取血(肝素抗凝),3000 r/min离心15 min,分离红细胞和血浆,将血浆放于-30℃冻存备用。

1.2.3 生化分析

血浆中Hcy、Cys、谷胱甘肽(GSH)和半胱氨酰

表2 各膳食蛋白中 Met 与 Cys 含量(g/100 g)

Table 2 Content of methionine and cysteine in different dietary protein

膳食蛋白	Met	Cys
酪蛋白	2.87	0.35
乳清蛋白	1.81	2.57
卵白蛋白	4.53	1.60
大豆分离蛋白	1.33	1.23
小麦面筋蛋白	1.69	2.11
玉米蛋白	1.13	1.10

甘氨酸 (Cys-Gly) 浓度参照文献 [12] 中的部分方法,通过高效液相色谱分析仪 (HPLC) 检测。

取 200 μ l 血浆加入 20 μ l 10% TBP-DMF 溶液混合,置于冰水中 30 min,切断血浆中 S-S 键的结合。然后加入 10% PCA (含 1 mmol/L EDTA-2Na) 200 μ l,促使血浆中蛋白变性。3 000 r/min 离心 10 min,取上清 50 μ l,加入 30 μ l 1.55 mol/L NaOH、125 μ l 0.125 mol/L 硼酸 (pH = 9.5) 混合,将荧光衍生剂 SBD-F (2 mg/ml) 溶于 0.125 mol/L 硼酸 (pH = 9.5) 中充分混合,再吸取 50 μ l 此混合液,锡纸遮光于 60 $^{\circ}$ C 摇床中反应 1 h,通过 HPLC 荧光检测血浆 Hcy、Cys、GSH、Cys-Gly 浓度。

1.3 统计学分析

数据均采用 Mac 1.5 统计软件进行分析。各项指标均以 $\bar{x} \pm s$ 表示。两组以上均数之间差异的比较,采用单因素方差分析和 *t* 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同种类膳食蛋白的摄入对大鼠体质量和进食量的影响

29% 小麦面筋蛋白组的大鼠体质量增长低于 25% 酪蛋白组、27% 乳清蛋白组、27% 卵白蛋白组以及 25% 大豆分离蛋白组,且差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。玉米蛋白组的大鼠体质量出现负增长,较其他 5 组差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。玉米蛋白组的饲料摄入量和肝系数也明显低于其他各蛋白组,见表 3。

表3 各组大鼠体质量增长量、饲料摄入量、肝系数以及蛋白质功效比值的比较($\bar{x} \pm s, n = 8$)

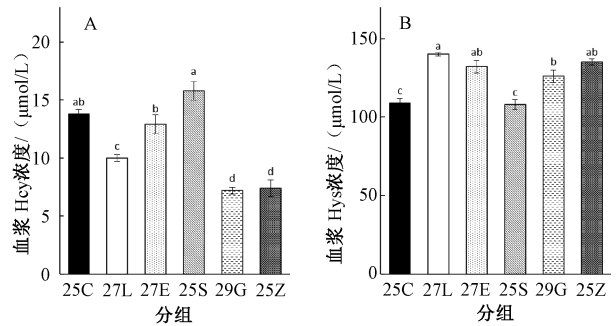
Table 3 Body weight gain, food intake, liver weight and protein efficiency ratio (PER) of rats fed the experimental diets

组别	体质量增长量 /(g/10 d)	饲料摄入量 /(g/10 d)	肝系数 /(g/100 g BW)	蛋白质功 效比值 (PER)
25% 酪蛋白组	39 \pm 2 ^a	155 \pm 6 ^a	4.34 \pm 0.07 ^{ab}	1.01
27% 乳清蛋白组	36 \pm 2 ^a	160 \pm 7 ^a	4.52 \pm 0.07 ^a	0.83
27% 卵白蛋白组	35 \pm 2 ^a	137 \pm 6 ^a	4.48 \pm 0.08 ^a	0.95
25% 大豆分离蛋白组	41 \pm 2 ^a	154 \pm 4 ^a	4.07 \pm 0.03 ^b	1.06
29% 小麦面筋蛋白组	23 \pm 2 ^b	156 \pm 5 ^a	4.29 \pm 0.08 ^{ab}	0.51
25% 玉米蛋白组	-15 \pm 2 ^c	108 \pm 3 ^b	3.30 \pm 0.06 ^c	-0.55

注:标有不同字母者表示组间差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 标有相同字母者表示组间差异无统计学意义 ($P > 0.05$)

2.2 不同种类膳食蛋白的摄入对血浆 Hcy、Cys 浓度的影响

小麦面筋蛋白和玉米蛋白的摄入降低了血浆 Hcy 浓度,较其他 4 组差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 27% 乳清蛋白组相较于 25% 酪蛋白组血浆 Hcy 浓度也有所降低,且差异有统计学意义 ($P < 0.05$),见图 2-A。乳清蛋白、卵白蛋白、小麦面筋蛋白和玉米蛋白的摄入,使其对应蛋白组血浆 Cys 浓度高于 25% 酪蛋白组和 25% 大豆分离蛋白组,且差异有统计学意义 ($P < 0.05$),见图 2-B。



注:25C:25% 酪蛋白组、27L:27% 乳清蛋白组、27E:27% 卵白蛋白组、25S:25% 大豆分离蛋白组、29G:29% 小麦面筋蛋白组、25Z:25% 玉米蛋白组;标有不同字母者表示组间差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 标有相同字母者表示组间差异无统计学意义 ($P > 0.05$)

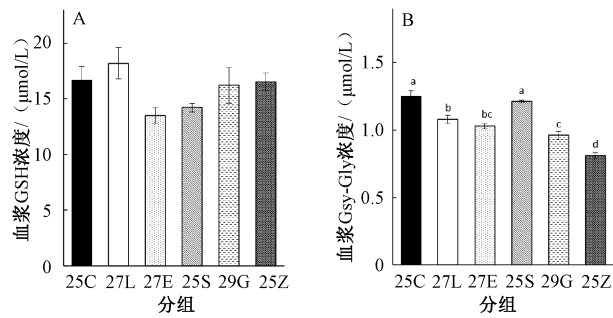
图2 不同膳食蛋白对血浆 Hcy 和 Cys 浓度的影响
Figure 2 Effects of different dietary protein intake on the concentrations of plasma Hcy and Cys in rats

2.3 不同种类膳食蛋白的摄入对血浆 GSH 和 Cys-Gly 浓度的影响

血浆 GSH 浓度并未因不同种类膳食蛋白的摄入出现明显变化,各蛋白组间差异无统计学意义 ($P > 0.05$),见图 3-A。与其他蛋白组比较,玉米蛋白可降低血浆 Cys-Gly 浓度,且差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 29% 小麦面筋蛋白组的血浆 Cys-Gly 浓度低于 25% 酪蛋白组、25% 大豆分离蛋白组以及 27% 乳清蛋白组,差异均有统计学意义 ($P < 0.05$),见图 3-B。

3 讨论

本研究中,小麦蛋白、玉米蛋白、乳清蛋白和酪蛋白的摄入可降低血浆 Hcy 浓度,说明膳食蛋白的种类确实可以影响血浆 Hcy 水平,其原因可能与蛋白质中氨基酸的组成有关。Hcy 是 Met 代谢的中间产物,通常认为 Met 的含量是影响 Hcy 水平的重要因素。但本研究发现 Met 含量同样较低的大豆分离蛋白对血浆 Hcy 浓度的降低却不如小麦蛋白效果明显,提示小麦蛋白等膳食蛋白对血浆 Hcy 浓度的影响除了 Met 含量较低外,还可能与其氨基酸的组



注:25C:25%酪蛋白组,27L:27%乳清蛋白组,27E:27%卵白蛋白组、25S:25%大豆分离蛋白组、29G:29%小麦面筋蛋白组、25Z:25%玉米蛋白组;标有不同字母者表示组间差异有统计学意义($P < 0.05$),标有相同字母者表示组间差异无统计学意义($P > 0.05$)

图3 不同膳食蛋白对血浆 GSH 和 Cys-Gly 浓度的影响
Figure3 Effects of different dietary protein intake on the concentrations of plasma GSH and Cys-Gly in rats

成有关。膳食蛋白根据含硫氨基酸的组成可以分为两种类型:一种是以卵白蛋白或酪蛋白为代表的动物蛋白,其 Met 含量较高,Cys 含量较低,即高 Met-低 Cys 型;另一种是以小麦蛋白或玉米蛋白为代表的植物蛋白,其 Met 含量较低,Cys 含量较高,即低 Met-高 Cys 型。有研究表明,Met 摄入量的增加可升高血浆中 Hcy 水平^[13],低蛋白饲料中添加 Cys 能降低血浆 Hcy 浓度,导致低同型半胱氨酸血症的发生^[14]。推测高 Cys 含量的膳食蛋白能抑制胱硫醚-β-合成酶活性^[15-16],进而抑制巯基转移通路,激活 Hcy 的代谢通路^[17-19],从而降低血浆 Hcy 水平。之前的动物实验结果发现^[7-8],饲料中添加甘氨酸或丝氨酸等氨基酸也可明显降低血浆 Hcy 水平,表明添加的各种蛋白质中自身氨基酸的构成比可影响血浆 Hcy 水平。

本研究结果显示,27%乳清蛋白组、29%小麦面筋蛋白组、25%玉米蛋白组的血浆 Hcy 浓度较低,血浆 Cys 浓度较高。提示血浆 Cys 浓度上升导致血浆中的 Cys 和 Hcy 发生拮抗,造成结合型 Hcy 蛋白在肾脏的消耗加大,不能转化成非结合型 Hcy 蛋白,造成血浆 Hcy 浓度降低,这与 Kawakami^[14]的研究一致。

值得注意的是,本研究还观察到玉米蛋白和小麦面筋蛋白的摄入均可抑制大鼠的生长发育。可见动物蛋白对于成长发育的重要性。因此,尽管在本研究中植物蛋白也明显降低了血浆 Hcy 水平,考虑到植物蛋白通常缺乏赖氨酸、Met、苏氨酸和色氨酸等必需氨基酸,其营养价值相对较低。如若长时间只摄入植物蛋白,必将造成体内氨基酸失衡,体内蛋白质利用率降低。动物蛋白和植物蛋白的比例适宜才更利于人体健康。

综上所述,膳食蛋白的种类能够影响大鼠血浆中 Hcy 水平,原因可能与蛋白中氨基酸组成有关。高

Cys 含量的膳食蛋白可提高促进 Hcy 代谢的酶的活性,增加 Hcy 的代谢消耗,从而降低血浆中 Hcy 水平。

参考文献

- [1] Ansari R, Mahta A, Mallack E, et al. Hyperhomocysteinemia and neurologic disorders: a review [J]. *J Clin Neurol*, 2014, 10(4): 281-288.
- [2] FANG P, ZHANG D, CHENG Z, et al. Hyperhomocysteinemia potentiates hyperglycemia-induced inflammatory monocyte differentiation and atherosclerosis [J]. *Diabetes*, 2014, 63(12): 4275-4290.
- [3] Llevadot J. Homocysteine and atherothrombotic coronary disease [J]. *Med Clin (Barc)*, 2007, 129(8): 295-296.
- [4] Verhoef P, Vliet T, Olthof M R, et al. A high-protein diet increases postprandial but not fasting plasma total homocysteine concentrations: a dietary controlled, crossover trial in healthy volunteers [J]. *Am J Clin Nutr*, 2005, 82(2): 553-558.
- [5] Haulrik N, Toubro S, Dyerberg J, et al. Effect of protein and methionine intakes on plasma homocysteine concentrations: a 6-mo randomized controlled trial in overweight subjects [J]. *Am J Clin Nutr*, 2002, 76(6): 1202-1206.
- [6] Noakes M, Keogh J B, Foster P R, et al. Effect of an energy-restricted, high-protein, low-fat diet relative to a conventional high-carbohydrate, low-fat diet on weight loss, body composition, nutritional status, and markers of cardiovascular health in obese women [J]. *Am J Clin Nutr*, 2005, 81(6): 1298-1306.
- [7] LIU Y Q, LIU Y, Sugiyama K, et al. Methionine and serine synergistically suppress hyperhomocysteinemia induced by choline deficiency, but not by guanidinoacetic acid, in rats fed a low casein diet [J]. *Biosci Biotechnol Biochem*, 2011, 75(12): 2333-2339.
- [8] LIU Y Q, LIU Y, Sugiyama K, et al. Factors contributing to the resistivity of higher casein diet against choline deficiency-induced hyperhomocysteinemia in rats [J]. *J Nutr Sci Vitaminol*, 2012, 58(2): 78-87.
- [9] LIU Y Q, JIA Z, HUANG Z W, et al. Suppression effects of betaine-enriched spinach on hyperhomocysteinemia induced by guanidinoacetic acid and choline deficiency in rats [J]. *J Scieific World*, 2014, 10: 1155.
- [10] LIU Y, LIU Y Q, Sugiyama K, et al. Effect of dietary supplementation with folate on choline deficiency-induced hyperhomocysteinemia in rats [J]. *J Nutr Sci Vitaminol*, 2012, 58(1): 20-28.
- [11] LIU Y, LIU Y Q, Sugiyama K, et al. Effects of betaine supplementation and choline deficiency on folate deficiency-induced hyperhomocysteinemia in rats [J]. *J Nutr Sci Vitaminol*, 2012, 58(2): 69-77.
- [12] Durand P, Fortin L J, Lussier-Cacan S, et al. Hyperhomocysteinemia induced by folic acid deficiency and methionine load: applications of a modified HPLC method [J]. *Clinica Chimica Acta*, 1996, 252(1): 83-93.
- [13] Fukuda S, Shimada Y, Morita T, et al. Suppression of methionine-induced hyperhomocysteinemia by glycine and serine in rats [J]. *Biosci Biotechnol Biochem*, 2006, 70(10): 2403-2409.

- [14] Kawakami Y, Ohuchi S, Morita T, et al. Hypohomocysteinemic effect of cysteine is associated with increased plasma cysteine concentration in rats fed diets low in protein and methionine levels[J]. *J Nutr Sci Vitaminol(Tokyo)*, 2009, 55(1):66-74.
- [15] Ohuchi S, Morita T, Mori M, et al. Hepatic cystathionine beta-synthase activity does not increase in response to methionine supplementation in rats fed a low casein diet; association with plasma homocysteine concentrations[J]. *J Nutr Sci Vitaminol(Tokyo)*, 2009, 55(2):178-185.
- [16] Ohuchi S, Matsumoto Y, Morita T, et al. High-casein diet suppresses guanidinoacetic acid-induced hyperhomocysteinemia and potentiates the hypohomocysteinemic effect of serine in rats [J]. *Biosci Biotechnol Biochem*, 2008, 72(12):3258-3264.
- [17] Setoue M, Ohuchi S, Morita T, et al. Hyperhomocysteinemia induced by guanidinoacetic acid is effectively suppressed by choline and betaine in rats[J]. *Biosci Biotechnol Biochem*, 2008, 72(7):1696-1703.
- [18] Okawa H, Morita T, Sugiyama K. Effect of dietary soybean protein level on the plasma homocysteine concentration in rats [J]. *Biosci Biotechnol Biochem*, 2008, 72(6):1607-1610.
- [19] M6dis K, Coletta C, Asimakopoulou A, et al. Effect of S-adenosyl-L-methionine (SAM), an allosteric activator of cystathionine- β -synthase (CBS) on colorectal cancer cell proliferation and bioenergetics in vitro[J]. *Nitric Oxide*, 2014, 41:146-156.

论著

添加赖氨酸和苏氨酸对小麦面筋蛋白降低大鼠同型半胱氨酸效果的影响

向雪松,冯甘雨,邢青斌,刘轶群,崔璐,王竹

(中国疾病预防控制中心营养与健康所,北京 100050)

摘要:目的 在小麦面筋蛋白中添加赖氨酸和苏氨酸,探讨两种限制氨基酸在小麦面筋蛋白中降低大鼠血浆高同型半胱氨酸(Hcy)血症的影响。**方法** 32只健康Wistar大鼠随机分为4组,分别为大豆分离蛋白组(25S)、酪蛋白组(25C)、小麦面筋蛋白组(29G)、赖氨酸+苏氨酸添加组(29GLT)。各组大鼠分别给予不同饲料喂养14d后处死,采集血液、肝脏等样品,用于测定生化、酶学指标。**结果** 添加赖氨酸和苏氨酸可有效改善大鼠因摄入小麦面筋蛋白导致的体重、血浆中Hcy的降低,可抑制血浆S-腺苷蛋氨酸(SAM)和肝脏甜菜碱高半胱氨酸甲基转移酶(BHMT)活性的升高,但对胱硫醚 β -合成酶(CBS)活性无影响。蛋氨酸含量较低的大豆分离蛋白组,血浆中同型半胱氨酸的含量并未降低。**结论** 小麦面筋蛋白对大鼠血浆同型半胱氨酸浓度的影响可能与其氨基酸的组成特点有关。小麦面筋蛋白的高半胱氨酸和低赖氨酸及低苏氨酸的氨基酸组成是小麦面筋蛋白降低同型半胱氨酸水平的可能因素。

关键词:赖氨酸;苏氨酸;蛋氨酸;小麦面筋蛋白;同型半胱氨酸;半胱氨酸;毒理实验

中图分类号:R155;Q51 文献标志码:A 文章编号:1004-8456(2015)03-0227-05

DOI:10.13590/j.cjfh.2015.03.002

Effects of lysine and threonine fortification in wheat gluten on plasma homocysteine concentration decrease in rats

XIANG Xue-song, FENG Gan-yu, XING Qing-bin, LIU Yi-qun, CUI Lu, WANG Zhu

(National Institute for Nutrition and Health, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China)

Abstract: Objective To investigate the effect of limiting amino acid on plasma homocysteine concentration in rats by adding lysine and threonine to wheat gluten. **Methods** 32 Wistar rats were fed 25S, 25C, 29G and 29GLT diets with different dietary protein species for 14 days. At the end of the experiment, the rats were sacrificed, and blood and liver samples were subject to biochemical analysis. **Results** Body weight gain in rats fed with wheat gluten dietary was significantly lower than casein and soybean protein dietary, but the decrease in body weight gain was significantly suppressed by adding lysine and threonine. The plasma homocysteine concentration in rats fed with wheat gluten was

收稿日期:2015-01-13

基金项目:“十二五”国家科技支撑项目(2012BAD33B01)

作者简介:向雪松 男 助理研究员 研究方向为食物营养 E-mail:sterling25@163.com

通讯作者:王竹 女 研究员 研究方向为食物营养 E-mail:wzblue@163.com