

高 F 值寡肽抗疲劳作用的研究及其饮料的开发

张铁华^{1,2}, 殷涌光¹, 刘静波², 陈玉江^{1,2}, 叶海青², 王海波²

(1. 吉林大学生物与农业工程学院, 吉林 长春 130001; 2. 吉林大学农学部, 吉林 长春 130062)

摘 要: 本研究通过复合酶可控水解玉米蛋白粉制得高 F 值寡肽(F 值为 21.7), 对其抗疲劳功能进行评价, 并开发了功能性饮料。结果表明, 实验组与对照组相比, 高、中剂量组游泳时间分别提高了 54% ($p < 0.01$) 和 38% ($p < 0.05$), 尿素氮含量分别降低了 18% ($p < 0.01$) 和 12% ($p < 0.05$), 肝糖原含量分别为对照组的 3.2 倍 ($p < 0.001$) 和 2.3 倍 ($p < 0.01$), 肌糖原含量分别为对照组的 1.7 倍 ($p < 0.01$) 和 1.4 倍 ($p < 0.01$); 游泳后 0min 和 15min 实验组与对照组相比, 小鼠血乳酸含量分别降低了 31% ($p < 0.01$) 和 27% ($p < 0.05$), 证明了玉米高 F 值寡肽的抗疲劳功能。其饮料最佳工艺配方为 A₂B₂C₂, 即添加果汁 5%, 砂糖 8%, 柠檬酸 0.15%, 最终产品符合质量标准。

关键词: 玉米蛋白粉; 高 F 值寡肽; 抗疲劳; 功能评价; 饮料

Study on Function of Anti-fatigue High F Ratio Oligo-peptide from Corn Gluten Meal and Preparation of Its Beverage

ZHANG Tie-hua^{1,2}, YIN Yong-guang¹, LIU Jing-bo², CHEN Yu-jiang^{1,2}, YE Hai-qing², WANG Hai-bo²

(1. School of Biological and Agricultural Engineering, Jilin University, Changchun 130001, China

2. Agronomy Department, Jilin University, Changchun 130062, China)

Abstract: On the basis of the production of high F ratio (Fischer ratio) oligo-peptide (F ratio is 21.7) from corn gluten meal hydrolysis by multi-enzymes, the function of anti-fatigue of high F ratio oligo-peptide was appraised and its beverage was produced. The results indicated that comparing test groups with the control groups, the swimming times in the high-dosage groups and mid-dosage groups increase 54% ($p < 0.01$) and 38% ($p < 0.05$) respectively. Urea nitrogen contents decrease 18% ($p < 0.01$) and 12% ($p < 0.05$) respectively. Liver glucogen contents are 3.2 times ($p < 0.001$) and 2.3 times ($p < 0.01$) higher respectively. Muscle glucogen contents are 1.7 times ($p < 0.01$) and 1.4 times ($p < 0.01$) respectively. After swimming, the test groups compared with the control groups in 0 min and 15 min, the mice contents of lactates decreased 31% ($p < 0.01$) and 27% ($p < 0.05$) respectively. The function of anti-fatigue of high F ratio oligo-peptide is proved. The optimum formula of the beverage is A₂B₂C₂ (fruit juice 5%, granulated sugar 8% and citric acid 0.15%). The product meets the quality standards.

Key words corn gluten meal; high F ratio oligo-peptide; anti-fatigue; function evaluation; beverage

中图分类号: TS201.4 TS275.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2007)05-0308-05

现代生物代谢研究表明: 人类摄取的蛋白质经过消化道的多种酶水解后, 大多是以寡肽的形式, 而不仅仅以氨基酸的形式直接吸收的。其中某些低聚肽不仅能

提供人体生长发育所需要的营养物质, 而且还具有重要的生理功能。高 F 值寡肽就是其中的一种功能活性肽。高 F 值寡肽混合物是一个由 2~5 个氨基酸残基所组成的

收稿日期: 2006-04-29

基金项目: 吉林省科学技术厅科技发展计划项目(20020207)

作者简介: 张铁华(1970-), 男, 博士研究生, 研究方向为营养与功能食品开发。

立及其优化[J]. 暨南大学学报, 2006, 27(2): 214-218.

[7] 张在军, 毛露甜, 向军俭, 等. Dot-ELISA法同时检测多种食品过敏原的实验研究[J]. 食品科技, 2005(4): 69-73.

[8] 白文林, 郑玉才, 王杰, 等. 中国荷斯坦牛牛乳生化组成及乳蛋白遗传多态性[J]. 四川畜牧兽医, 2002, 29(3): 23-24.

[9] 唐传核, 彭志英. 低过敏以及抗过敏食品研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2000, 26(4): 44-49.

[10] 上野川修一, 樱井捻夫. 食品と容器(日), 1998, 39(10): 574-580.

[11] BOHLE B, VIETHS S. Improving diagnostic tests for food allergy with recombinant allergens[J]. Methods, 2004, 32(3): 292-299.

混合小肽(或称寡肽)体系,在该混合物中,支链氨基酸(BCAA: Val、Ile、Leu)与芳香族氨基酸(AAA: Tyr、Phe)的含量的克分子数比值称为F值(Fischer ratio)^[1]。高F值寡肽混合物在临床和现实生活中都具有特殊的功效,经过动物实验和临床实验表明,高F值寡肽混合物能够通过纠正血浆及脑中氨基酸的病态模式、降低血氨等方面来帮助辅助治疗肝性脑病;改善手术后和卧床病人的蛋白质营养状况;同时还能抗疲劳、耐缺氧、降血脂等生理功能^[2-7]。因此,近几年已引起国内外不少学者的研究兴趣,并取得了一定的研究进展。Yamashita M等首次利用胃蛋白酶和链酶蛋白酶从鱼蛋白和大豆蛋白中制取了低苯丙氨酸含量的寡肽混合物; Soichi A等研究了胃蛋白酶、链酶蛋白酶、木瓜蛋白酶以及 α -胰凝乳蛋白酶修饰乳清蛋白制取低苯丙氨酸寡肽的各种生产工艺和方法,并确定出最佳水解工艺参数; Shinya T等采用嗜碱蛋白酶和肌动蛋白酶降解玉米醇溶蛋白研制出无苦味的高F值寡肽; Shi ji A等以牛乳酪蛋白为原料也成功地制取了高F值寡肽混合物^[12];王梅等首次采用碱性蛋白酶和木瓜蛋白酶降解玉米黄粉制备高F值寡肽混合物^[10]。陈石良等认为动植物蛋白均可提取高F值寡肽,他采取凝胶过滤色谱法去除芳香族氨基酸,并与活性炭法进行比较^[11]。谷文英不仅成功开发出高F值寡肽,还进行了动物实验,证明了高F值寡肽制品在疗效上优于一般的氨基酸制品^[12]。何慧等将大豆蛋白和玉米蛋白按一定的比例复配,用碱性蛋白酶水解,得到F值为2.92的酶解液,可作为生产高F值寡肽的原料^[13]。但是,目前这一研究尚处于起步阶段,高F值寡肽的制备还停留在实验规模,有关它的工程化技术,工业化制备方法,功能特性等有待进一步研究。此外,还要发掘和扩大制备高F值寡肽的蛋白资源,进一步提高产品得率,开发高F值寡肽功能食品。

本实验是采用玉米蛋白粉为原料,通过复合酶可控水解制备高F值寡肽混合物,对其抗疲劳功效进行评价研究,并通过正交试验设计确定了F值寡肽饮料的科学配方。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

玉米蛋白粉 长春大成玉米有限公司; Alcalase酶(酶活力2.4AU/g) NovoNordisk公司; Papain LG100(酶活力>100TU/mg) Bicorn Indialimited公司; 活性炭 吉林省通化信鹏活性炭厂。

TDL-5型低速台式大容量离心机 上海安亭科学仪器厂; WFZ800-D2C型紫外-可见分光光度计 北京瑞利分析仪器公司; B-490旋转蒸发仪 瑞士BUCHI; B-191喷雾干燥塔 瑞士BUCHI公司; ME99-3自动液相

色谱分离层析柜 上海沪西; 835-50型氨基酸自动分析仪 日立公司。尿素氮测定试剂盒(二乙酰-肟法) 北京化工厂; 其他试剂均为国产分析纯, 水为双蒸水。

昆明种雄性小鼠, 6~8周龄, 体重18~22g, 长春生物制品所提供。

1.2 方法

1.2.1 玉米高F值寡肽混合物的制备

玉米蛋白→预处理→酶水解→去除AAA→脱盐→脱苦→浓缩纯化→喷雾干燥→高F值寡肽混合物^[8]

将玉米蛋白粉采用还原剂法(Na_2SO_3)进行预处理, 然后加入Alcalase酶水解蛋白粉(水解条件为: $[\text{S}]=5\%$ 、 $\text{E}/\text{S}=2.5\%$ 、温度 50°C 、 $\text{pH}8.5$ 、 90°C 水浴, 灭酶10min); 接着再用木瓜蛋白酶水解(水解条件为: $[\text{S}]=5\%$ 、 $\text{E}/\text{S}=4.5\%$ 、温度 45°C 、 $\text{pH}6.5$ 、 90°C 水浴, 灭酶10min); 用活性炭吸附芳香族氨基酸2h, 离心10min(3000r/min)取上清液; 将上清液脱盐(采用阴阳离子交换树脂)、脱苦(0.15%的苹果酸和 β -环糊精)、浓缩干燥即得高F值寡肽^[8, 10]。

1.2.2 玉米高F值寡肽抗疲劳动物实验模型建立

将小鼠随机分为4组, 每组12只, 组间体重经t检验无显著差异。对照组、低剂量、中剂量组和高剂量组饲养受试物量分别对应为: 0、0.1、0.3和1.0g/kg的玉米寡肽, 对照组给同体积的蒸馏水。每10g体重给药0.2ml。采取灌胃法, 连续给予受试物28d后, 测定各指标^[9]。

1.2.2.1 游泳试验

末次给予受试物30min后, 给小鼠负体重5%重量, 将小鼠放于水深不少于30cm, 水温 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 的游泳箱中。记录自游泳开始至头部全部沉入水中8s不能浮出水面的时间作为小鼠游泳时间。

1.2.2.2 血尿素的测定

末次给予受试物30min后, 将小鼠放于水温 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 的游泳箱中游泳90min, 休息60min后摘眼球取血, 取血清用试剂盒(二乙酰-肟法)测定。

1.2.2.3 血乳酸的测定

末次给予受试物30min后, 将小鼠放于水温 $30 \pm 1^\circ\text{C}$ 的水中负重4%游泳10min停止, 分别从游泳前、游泳之后0、15、60min的小鼠眼内眦静脉丛取血。于5ml离心管中加入1% NaF溶液0.48ml, 准确吸取全血20 μl 加入试管底部。用试管上清液冲洗微量吸管数次, 再加入蛋白沉淀剂1.5ml, 振荡混匀, 3000r/min离心10min, 取上清液测定。

1.2.2.4 肝糖原的测定

末次给予受试物30min后, 将小鼠放于水温 $30 \pm 1^\circ\text{C}$ 的水中游泳60min后停止, 立即处死小鼠取出肝

脏,精确称取200mg;加入TCA 4ml,每管匀浆1min,3000r/min离心15min,取上清液转移至另一试管内。在沉淀中加入TCA 4ml,匀浆1min,再次离心15min,取上清液;与第一次离心的上清液合并,充分混匀。取1ml上清液,每管加入95%的乙醇4ml,充分混匀至两种液体间不留有界面。室温放置过夜。沉淀完全后将试管于3000r/min离心15min。小心倒掉上清液并使试管放置10min,用1ml蒸馏水振荡溶解后测定。

1.2.2.5 肌糖原的测定

末次给予受试物30min后,将小鼠放于水温30±1℃的水中游泳60min后停止,立即处死小鼠取出肌肉;以0.9% NaCl溶液冲洗后,用滤纸吸干;准确称取肌肉1g,放入盛有3ml 30% KOH的试管中,置沸水浴煮20min,取出冷却后,将其转移至50ml容量瓶中,用水多次洗涤试管,一并收入容量瓶,加水至刻度,摇匀待用。置沸水浴中10min,冷却后在620nm波长处测量光吸收值,空白管调零点。

1.2.2.6 数据处理

使用统计软件SPSS对实验数据进行统计分析。

1.2.3 玉米高F值寡肽饮料的制备工艺过程

高F值寡肽溶液→混料→罐装→杀菌→成品

↑

果汁、砂糖、柠檬酸等

选用添加高F值寡肽的水溶液作为基料,通过添加果汁、砂糖、柠檬酸等配料罐装到玻璃容器中,采用高温短时杀菌方法(95℃,3s)进行杀菌,避免长时间加热使营养物质和风味受到较大影响。

1.2.4 玉米高F值寡肽饮料配方设计方法

饮料的配方受很多因素的影响。选用添加高F值寡肽的水溶液作为基料,分别对影响饮料风味和稳定性果汁、柠檬酸和砂糖三因素的添加量进行正交试验,设计方法见表1。以感官评定作为比较指标,找出各因素的最佳添加量。

表1 正交试验因素水平表
Table 1 Factors and levels table of orthogonal test

水平	A 果汁(%)	B 砂糖(%)	C 柠檬酸(%)
1	4	6	0.10
2	5	8	0.15
3	6	10	0.20

1.2.5 玉米高F值寡肽饮料质量指标的测定方法

1.2.5.1 感官指标

根据饮料的组织状态、气味、口感等综合评分,10位有经验教师和研究生参加评定,总分100分。

1.2.5.2 理化指标测定

蛋白质含量测定采用GB2905—82法;总酸的测定(以柠檬酸计)按下式进行。

$$\text{总酸}\%(\text{g}/100\text{ml})=(cVK/V_{\#})\times 100$$

式中,c为氢氧化钠标准溶液浓度(mol/L);V为滴定消耗的氢氧化钠的量(ml);K为换算为适当酸的系数,饮料以柠檬酸计,为0.064。

2 结果与分析

2.1 玉米高F值寡肽的氨基酸组成

经上述工艺过程制得的高F值寡肽中氨基酸的种类及含量见表2。由表2可知,制得的高F值寡肽中BCAA的含量为38.043mg/L,AAA的含量为1.753mg/L,BCAA与AAA的比值即F值为21.7,大于20^[8],并经凝胶色谱分析测定寡肽分子量在200~1000D之间。因此产品符合高F值寡肽的要求。

表2 高F值寡肽中氨基酸的种类及含量(mg/L)
Table 2 Components and contents of amino acids in high F ratio oligo-peptide (mg/L)

氨基酸种类	组成氨基酸含量	氨基酸种类	组成氨基酸含量
天门冬氨酸Asp	5.956	异亮氨酸Ile	4.458
苏氨酸Thr	6.705	亮氨酸Leu	22.655
丝氨酸Ser	5.103	酪氨酸Tyr	0.859
谷氨酸Glu	50.652	苯丙氨酸Phe	0.894
甘氨酸Gly	2.746	赖氨酸Lys	1.644
丙氨酸Ala	21.711	组氨酸His	2.3878
缬氨酸Val	10.930	精氨酸Arg	3.307
蛋氨酸Met	2.587	脯氨酸Pro	2.720
BCAA	38.043		
AAA	1.753		
BCAA/AAA	21.7		

2.2 玉米高F值寡肽对小鼠游泳时间、血清尿素氮、肝糖原和肌糖原含量的影响

实验组与对照组相比,高剂量组游泳时间提高了54%($p<0.01$),中剂量组游泳时间提高了38%($p<0.05$);高剂量组尿素氮含量降低了18%($p<0.01$),中剂量组降低了12%($p<0.05$);中剂量组肝糖原含量为对照组的2.3倍($p<0.01$),高剂量组肝糖原含量为对照组的3.2倍($p<0.001$),中剂量组肌糖原含量为对照组的1.4倍($p<0.01$),高剂量组肌糖原含量为对照组的1.7倍($p<0.01$),结果见表3。从表3结果看出,玉米高F值寡肽对小鼠游泳时间、血清尿素氮、肝糖原和肌糖原的影响,实验组与对照组相比游泳时间显著提高;血清尿素氮明显降低;肝糖原和肌糖原含量显著性提高,表明玉米高F值寡肽具有延缓疲劳出现的作用。

2.3 玉米高F值寡肽对小鼠血乳酸含量的影响

高剂量组游泳后0min和15min实验组与对照组相比,血乳酸含量分别降低了31%($p<0.01$)和27%($p<$

表3 玉米寡肽对小鼠游泳时间、血清尿素氮、肝糖原和肌糖原含量的影响($\bar{X} \pm SD$, $n=12$)Table 3 Corn oligo-peptide effects on swimming time and contents of Urea nitrogen, liver glycogen and muscle glycogen ($\bar{X} \pm SD$, $n=12$)

组别	小鼠数(n)	游泳时间(s)	尿素氮含量(肝脏)(mg/ml)	肝糖原(肝脏)(%)	肌糖原(肌肉)(%)
对照组	12	360 \pm 46	27.2 \pm 1.8	0.8 \pm 0.5	0.30 \pm 0.05
低剂量组	12	408 \pm 37	25.9 \pm 1.7	0.9 \pm 0.5	0.33 \pm 0.04
中剂量组	12	485 \pm 54*	23.9 \pm 2.0*	1.9 \pm 0.7**	0.44 \pm 0.07**
高剂量组	12	553 \pm 68**	22.3 \pm 2.2**	2.6 \pm 1.2***	0.51 \pm 0.05**

注:与对照组相比较 * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ 。

表4 玉米肽对小鼠血乳酸含量的影响($\bar{X} \pm SD$, $n=12$)Table 4 Corn oligo-peptide effects on lactates of mice ($\bar{X} \pm SD$, $n=12$)

组别	小鼠数(n)	游泳前	游泳后0min	游泳后15min	游泳后60min
对照组	12	23.8 \pm 5.3	44.6 \pm 4.1	30.0 \pm 6.2	18.7 \pm 3.1
低剂量组	12	22.6 \pm 4.6	40.2 \pm 5.2	24.6 \pm 3.3	17.9 \pm 4.3
中剂量组	12	21.4 \pm 3.7	34.8 \pm 4.9*	24.0 \pm 3.4	16.9 \pm 3.0
高剂量组	12	22.8 \pm 4.2	30.6 \pm 4.4**	21.7 \pm 3.1*	16.0 \pm 3.7

注:与对照组相比较 * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ 。

0.05),并且趋于游泳前的乳酸含量,结果见表4。从表4玉米高F值寡肽对小鼠血乳酸的影响的结果表明,运动后15min内血乳酸含量分别降低并趋于正常对照组,说明玉米高F值寡肽具有调整体内代谢和促进体力疲劳消除的积极作用^[15]。

2.4 玉米高F值寡肽饮料配方的确定

由于高F值寡肽溶液的溶解性好,其添加量可适当高一些,一般蛋白饮料的蛋白质含量为 $\geq 1\%$,综合考虑营养、功效和成本,本研究采用高F值寡肽浓度为5%。

果汁、柠檬酸、砂糖直接影响饮料的色泽、风味、滋味和稳定性等,采用三因素三水平正交试验,经多组人员进行品尝评定,试验安排及结果如表5。由正交表极差分析得出结果表明,各因素对饮料质量的影响顺序为: $C > A > B$ 。最佳工艺配方为 $A_2B_2C_2$,即添加果汁5%、砂糖8%、柠檬酸0.15%。对结果进行

表5 确定高F值寡肽饮料配方的正交试验 $L_9(3^4)$ Table 5 Orthogonal test determining high F ratio oligo-peptide drink formula $L_9(3^4)$

试验号	A 果汁(%)	B 砂糖(%)	C 柠檬酸(%)	感官评分
1	1(4)	1(6)	1(0.1)	70
2	1	2(8)	2(0.15)	90
3	1	3(10)	3(0.2)	83
4	2(5)	1	3	93
5	2	2	1	85
6	2	3	2	84
7	3(6)	1	2	87
8	3	2	3	82
9	3	3	1	86
K_1	243	250	241	
K_2	262	257	261	
K_3	255	253	258	
k_1	81.0	83.3	80.3	
k_2	87.3	85.7	87.0	
k_3	85.0	84.3	86.0	
R	4.0	2.4	6.7	

验证表明此配方可行,饮料口感风味均佳。

2.5 玉米高F值寡肽饮料质量指标的测定

按照上述饮料质量指标的检测方法和标准,玉米高F值寡肽饮料质量指标的检测结果如表6。从质量指标结果可以看出,此玉米高F值寡肽饮料完全符合产品标准。

表6 玉米高F值寡肽饮料质量指标

Table 6 Quality standards of high F ratio oligo-peptide drink

质量指标	内 容
感官指标	色泽呈乳黄色,澄清,无肉眼可见的外来杂质;口感清甜,无异味,具有水果香味。
理化指标	蛋白质含量为5.68%;高F值寡肽为5%;总酸(以柠檬酸计)为0.35%。

3 结 论

3.1 通过Alcalase酶和PapainLG100复合酶可控水解玉米蛋白粉制得的高F值寡肽,通过氨基酸分析可知F值为21.7。

3.2 通过对制得的玉米高F值寡肽对小鼠游泳时间、血清尿素氮、肝糖原和肌糖原含量和血乳酸的影响结果表明,实验组与对照组相比游泳时间显著提高;血清尿素氮明显降低;肝糖原和肌糖原含量显著性提高,运动后15min内血乳酸含量分别降低并趋于正常对照组,表明玉米高F值寡肽具有调整体内代谢和抗疲劳作用。

3.3 通过对玉米高F值寡肽饮料配方的研究,可以看出果汁、柠檬酸、砂糖三因素对饮料质量的影响顺序为: $C > A > B$,最佳工艺配方为 $A_2B_2C_2$,即添加果汁5%,砂糖8%,柠檬酸0.15%,最终产品符合质量标准。

参考文献:

[1] FISCHER J E. The utilization of BCAA in the treatment of hepatic coma

甘薯糖蛋白 SPG-1 抗肿瘤及免疫调节作用研究

刘 主, 朱必凤*, 彭 凌, 高建林
(韶关学院英东生物工程学院, 广东 韶关 512005)

摘 要: 目的: 研究甘薯糖蛋白 SPG-1 对 H22 荷瘤小鼠的抗肿瘤作用及免疫调节作用。方法: 从“广薯 98”中提取 SPG-1, 通过灌胃给药, 研究 SPG-1 对 H22 荷瘤小鼠的抑瘤率、存活期、肿瘤细胞有丝分裂指数和脾脏指数、胸腺指数、腹腔巨噬细胞活性的影响。结果: SPG-1 对 H22 实体瘤小鼠具有明显的抑瘤作用 ($p < 0.05$), 对 H22 腹水瘤小鼠具有明显的延长存活期作用 ($p < 0.05$), 对 H22 腹水瘤小鼠的肿瘤细胞有丝分裂具有非常明显的抑制作用 ($p < 0.01$); SPG-1 能明显增加 H22 实体瘤小鼠的脾脏指数 ($p < 0.01$)、胸腺指数 ($p < 0.05$), 能明显增强 H22 实体瘤小鼠的腹腔巨噬细胞活性 ($p < 0.01$)。结论: SPG-1 对 H22 荷瘤小鼠具有明显的抗肿瘤作用且能明显增强 H22 荷瘤小鼠的免疫功能。

关键词: 甘薯; 糖蛋白; 抗肿瘤; 免疫调节

Experimental Study of SPG-1 on Antitumor and Immune Activity of Tumor Mice

LIU Zhu, ZHU Bi-feng, PENG Ling, GAO Jian-lin
(Yinyong College of Bioengineering, Shaoguan University, Shaoguan 512005, China)

Abstract: Object: To study the antitumor and immune activity of SPG-1 on H22 tumor mice. Methods: Sweet potato glycoprotein (SPG-1) was extracted from the cultivar Guangdong 98. The kunming H22 tumor mice were given SPG-1 by intragastrical injection (i. g.) then the inhibiting rate of tumor growth, life prolongation rate, karyokinesis index of tumor cells, spleen index, thymus index and the activity on macrophage of celiac plexus were studied. Results: SPG-1 can significantly inhibit the tumor growth ($p < 0.05$) on H22 entity-tumor mice, significantly prolong life ($p < 0.05$) on H22 bearing-tumor mice. SPG-1 can obviously inhibit karyokinesis of tumor cells ($p < 0.01$) on H22 bearing-tumor mice, and notably enhanced the spleen index ($p < 0.01$), the thymus index ($p < 0.05$) and the activity on macrophage of celiac plexus ($p < 0.01$) on H22 entity-tumor mice.

收稿日期 2006-04-30

* 通讯作者

作者简介: 刘主(1977-), 男, 讲师, 硕士, 研究方向为生物化学与分子生物学。

- [C]//CAO IACCUA L, FISCHER J E, ROSSI-FANELLI F. Hepatic encephalopathy in chronic liver failure. New York: Plenum, 1984: 11-21.
- [2] 李志远. 从玉米黄浆中回收食用蛋白质[J]. 粮食与饲料工业, 1992 (4): 28-30.
- [3] 翟瑞文, 李雁群, 余世望. 用玉米渣生产玉米蛋白肽饮料[J]. 食品科学, 1997, 18(9): 31-33.
- [4] 刘民力, 丁晓红, 何长青, 等. 病毒性肝炎血清氨基酸谱与病理改变关系的研究[J]. 临床肝胆病杂志, 2000, 16(2): 116-117.
- [5] DESAI S P, BISTRAN B R, PALOMBO J D, et al. Branched-chain amino acid administration in surgical patients[J]. Arch Surg, 1987, 122 (7): 760-764.
- [6] CERRA F B, UPAON D, ANGELICO R. Branched-chain amino acids support postoperative synthesis[J]. Surgery, 1982, 92: 119.
- [7] 渡边道子. 日本营养粮食学会志[M]. 1997(5): 343-348.
- [8] 韩继福, 任建波, 王海波, 等. 活性炭吸附芳香族氨基酸制备高F值寡肽混合物的研究[J]. 安徽农业大学学报, 2005, 32(1): 77-80.
- [9] 首都医学院. 医用生物化学实验[M]. 天津: 天津科学技术出版社, 1987: 133-134, 98-99, 96-98.
- [10] 王梅, 谷文英. 活性炭色谱法分离制备高F值寡肽混合物[J]. 无锡轻工大学学报, 1998, 17(4): 41-45.
- [11] 陈石良, 吴建平, 谷文英, 等. 高F值寡肽的研究进展[J]. 食品与机械, 1998(2): 12-14.
- [12] 谷文英. 肝性脑病防治肽——高F值低聚肽的研究[J]. 中国食品添加剂, 2000, 16(2): 69-73.
- [13] 何慧, 谢笔钧, 杨卓, 等. 大豆蛋白和玉米蛋白酶解肽及其活性研究[J]. 粮油食品科技, 2002, 10(1): 14-16.
- [14] 王梅, 谷文英. 高F值寡肽混合物的制备及抗疲劳与抗缺氧作用[J]. 粮油食品科技, 1999, 17(3): 6-7.
- [15] 金宏, 许志勤, 王先远, 等. 支链氨基酸提高大鼠游泳耐力作用探讨[J]. 营养学报, 2001, 23(1): 48-50.