

## 棉籽多肽缓解体力疲劳的研究

姜晓娇,王承明\*

(华中农业大学食品科学技术学院,农业部食品安全评价重点开放实验室,湖北武汉 430070)

**摘要:**为了开发利用棉籽多肽资源,研究了棉籽多肽缓解体力疲劳活性。对小鼠体重、负重游泳时间、血乳酸含量、血清尿素氮、肝糖原、超氧化物歧化酶含量及丙二醛含量进行了测定。结果表明:棉籽多肽能延长小鼠的负重游泳时间,提高小鼠体内超氧化物歧化酶(SOD)的活性,降低小鼠体内丙二醛(MDA)的含量,提高小鼠肝糖原的储备量,降低小鼠运动后血清尿素氮和血乳酸水平,说明棉籽多肽具有较好的缓解体力疲劳效果。

**关键词:**棉籽多肽,缓解体力疲劳

## Study on anti-fatigue activities of cottonseed peptides

JIANG Xiao-jiao, WANG Cheng-ming\*

(College of Food Science and Technology, Huazhong Agricultural University,  
Key Laboratory of Food Safety Evaluation, MOA, Wuhan 430070, China)

**Abstract:** In order to exploit the resource of cottonseed peptides, the anti-fatigue activities of cottonseed peptides were studied. The effects of cottonseed peptides on the body weight and the swimming time of mice, the content of Lactic acid, plasma urea, liver glycogen, SOD and MDA were studied. The results showed that the cottonseed peptides enforced the swimming durability; the contents of liver glycogen, SOD and MDA were increased; and the content of Lactic acid and plasma urea were lower. So the cottonseed peptides had anti-fatigue activities.

**Key words:** cottonseed peptides; anti-fatigue

中图分类号:TS201.4

文献标识码:A

文章编号:1002-0306(2011)11-0414-03

疲劳是机体复杂的生理生化变化过程。1982年,于美国举行的第五届国际运动生物化学会议将疲劳的概念定义为:由机体运动本身所引起的“机体生理过程不能持续其功能在特定水平上和/或不能维持预定的运动强度”而导致运动能力下降的现象<sup>[1]</sup>。研究表明疲劳的发生与一些生化指标的变化相联系,主要包括能量物质(如血糖、肝糖原、肌糖原等)<sup>[2]</sup>,代谢调节物质(如酶、激素等)和代谢产物(如血液和肌肉中的乳酸、血尿素氮等)。中国卫生部1996发布的中国《保健食品功能学评价程序和检验方法》<sup>[3]</sup>功能评价的指标包括运动耐力实验(负重游泳和爬杆)和生理生化指标(血乳酸、血清尿素氮、肌/肝糖原等)作为抗疲劳功能的评价指标。除以上生化指标外,还可检测血糖、乳酸脱氢酶、血红蛋白以及磷酸肌酸等指标。缓解体力疲劳是指延缓疲劳的产生或加速疲劳的消除<sup>[4-6]</sup>,具有此类功能的物质称缓解体力疲劳活性物质。多肽的缓解体力疲劳活性的研究已经很多<sup>[7-9]</sup>,但棉籽多肽的缓解体力疲劳活性尚未研究。本文以脱酚棉籽多肽为实验原料,研究棉籽多肽的缓解体力疲劳活性。

## 1 材料与方法

## 1.1 材料与仪器

萘酚,硫脲,氯化钠,95%乙醇,乙酸 国药集团化学试剂有限公司;浓硫酸 信阳市化学试剂厂;三氯乙酸 国药集团化学试剂有限公司;超氧化物歧化酶(SOD)测定试剂盒,丙二醛(MDA)测定试剂盒,血乳酸(全血)测定试剂盒,血清尿素氮测定试剂盒。

722可见分光光度计 上海欣毛仪器有限公司;HWS2B型电热恒温水浴锅 金坛市杰瑞尔电器有限公司;AL204分析天平 梅特勒-托利多仪器(上海);TDL-60B型提速台式离心机 上海安亭科学仪器厂。

## 1.2 实验动物

SPF级昆明鼠,雌雄各半,体重18~22g,购于湖北省疾病预防控制中心;动物饲料购于湖北省疾病预防控制中心。

## 1.3 实验方法

1.3.1 棉籽多肽的制备 棉籽粕→粉碎→筛分→酸性乙醇浸提→离心→沉淀→60℃烘箱烘干→脱酚棉籽粕→加入蒸馏水→30℃水浴1h→调pH至酶解pH→加入碱性蛋白酶→滴加NaOH保持pH恒定,酶解→pH调至7→105℃灭酶10min→冷却→4000r/min离心20min→上清液,加入3倍体积无水乙醇→离心→上清→旋转蒸发→冷冻干燥→多肽粗品

1.3.2 小鼠实验分组与受试方式 取50只体重为(20±2)g雌雄各半的健康昆明鼠,在实验条件下适

收稿日期:2010-08-09 \* 通讯联系人

作者简介:姜晓娇(1983-),女,硕士研究生,主要从事天然产物研究。

应喂养 3d 后随机分成 4 组: 即棉籽多肽低剂量组、中剂量组、高剂量组和空白组。低剂量组每天一次性灌胃 50mg/kg 棉籽多肽溶液, 中剂量组每天一次性灌胃 100mg/kg 棉籽多肽溶液, 高剂量组每天一次性灌胃 200mg/kg 棉籽多肽溶液, 空白组每天一次性灌胃等体积生理盐水。各组连续灌胃 15d, 灌胃期间自由取水和饮食。隔天灌胃结束 0.5h 后进行无负重游泳训练。游泳后用吹风机将小鼠吹干。

1.3.3 棉籽多肽对小鼠体重的影响 分别于实验第 1d 与实验最后 1d 灌胃之前分别称量小鼠体重, 并计算小鼠在实验期间体重的增长值。

小鼠体重的增长值 (g) = 实验结束时体重 (g) - 实验前体重 (g)

1.3.4 小鼠负重游泳实验<sup>[10-11]</sup> 连续灌胃 15d 后, 于末次灌胃结束 30min 后, 尾根部负重 5% 体重的铁丝, 置于水温为 28℃ 左右的水桶中游泳, 记录小鼠自游泳开始至头部全部没入水中 7s 不能浮出水面的时间。准确记录运动时间并避免各小鼠之间的相互影响。小鼠力竭后, 迅速将其捞出水池, 用吹风机将小鼠吹干。

1.3.5 小鼠全血乳酸含量的测定<sup>[12]</sup> 小鼠休息 5d 后, 各组灌胃结束 30min 后, 不承重在温度为 28℃ 左右的水中游泳 10min 后停止, 建立高血乳酸模型。断尾取血, 分别测定游泳前、游泳后的血乳酸含量。取血结束后, 用吹风机将小鼠吹干。全血乳酸含量测定方法参照试剂盒说明。休息期间正常灌胃。

1.3.6 其它指标的测定<sup>[12]</sup> 小鼠休息 2d 后, 于末次灌胃结束 30min 后将小鼠置于水温为 28℃ 左右的水中不承重游泳 30min, 建立高尿酸模型。摘眼球取血, 分离血清。置 4℃ 冰箱约 3h, 血浆凝固后 2000r/min 离心 15min, 取血清备用。准确称取小鼠肝 0.2g 备用。测定小鼠的血清尿素氮含量、超氧化物歧化酶 (SOD) 含量、丙二醛 (MDA) 含量及肝糖原含量。血清尿素氮含量、超氧化物歧化酶含量与丙二醛含量的测定严格按照试剂盒操作, 肝糖原含量的测定采用蒽酮法。

## 2 结果与讨论

### 2.1 棉籽多肽对小鼠体重的影响

由表 1 可知, 实验各组初期小鼠体重无显著性差异 ( $p > 0.05$ ); 实验结束时, 低剂量组小鼠的体重显著的增加 ( $p < 0.05$ ), 而中浓度与高浓度小鼠体重有增加趋势但并无显著性差异。这种现象的原因可能是由于棉籽粗多肽种某些成分对小鼠体重的影响。

表 1 棉籽多肽对小鼠体重的影响

组别	初期体重 (g)	末期体重 (g)
对照组	24.3608 ± 1.31498	31.6637 ± 3.92893
低剂量组	24.3043 ± 1.72038	38.3096 ± 5.66145*
中剂量组	24.5256 ± 0.99673	32.1243 ± 5.27126
高剂量组	24.4744 ± 0.65852	33.5023 ± 4.66052

注: 各剂量组与对照组比较, \*  $p < 0.05$ ; 表 2~表 7 同。

### 2.2 棉籽多肽对负重游泳时间的影响

由表 2 可以看出, 棉籽多肽各剂量组小鼠的负

重游泳时间与对照组小鼠负重游泳时间相比皆具有显著性。说明棉籽多肽能显著延长小鼠负重游泳时间, 在直观上体现出棉籽多肽良好的缓解体力疲劳作用。

表 2 棉籽多肽对小鼠负重游泳时间的影响

组别	负重游泳时间 (min)
对照组	19.1667 ± 1.94625
低剂量组	36.6667 ± 2.05971*
中剂量组	45.4167 ± 1.72986*
高剂量组	57.5000 ± 3.00640*

### 2.3 棉籽多肽对全血乳酸含量的影响

乳酸在体内的积累取决于乳酸的产生速度与消除速度, 血乳酸水平可以反映有氧代谢能力、疲劳的产生和消除速度。通过测定动物剧烈运动前、后血乳酸含量可以评价实验对象的疲劳程度。因此可用血乳酸作为评价缓解体力疲劳功能食品的一项指标。

由表 3 可知, 运动前, 低剂量组、高剂量组的血乳酸含量与对照组相比无显著性差异, 而高剂量组的血乳酸含量显著 ( $p < 0.05$ ) 低于对照组; 运动后各组小鼠血乳酸含量显著 ( $p < 0.05$ ) 低于对照组, 说明棉籽多肽在一定程度上减少乳酸的生成, 具有一定的缓解体力疲劳效果。

表 3 棉籽多肽对小鼠血乳酸含量的影响

组别	运动前血乳酸含量 (mmol/L)	运动后血乳酸含量 (mmol/L)
对照组	3.5762 ± 0.27877	18.8070 ± 2.82723
低剂量组	3.7100 ± 0.14900	15.8533 ± 0.96677*
中剂量组	3.4192 ± 0.85536	9.9619 ± 1.45212*
高剂量组	3.0750 ± 0.45578*	8.6779 ± 1.37577*

### 2.4 棉籽多肽对肝糖原含量的影响

机体内糖的运输形式与贮存形式分别是血糖与糖原, 机体内的血糖水平与糖原贮存含量直接影响机体的运动耐力。当机体内血糖水平降低时, 肝糖原加速分解成葡萄糖以维持血糖水平的相对稳定。当糖原被大量消耗时, 机体活动能力降低, 体能下降, 从而导致疲劳的产生。运动时间越长, 疲劳越明显。运动中, 肝糖原的耗竭, 血糖浓度下降是导致疲劳的关键因素, 肝糖原含量是检测保健食品缓解体力疲劳作用的重要指标之一。

由表 4 可以看出, 灌喂棉籽多肽的各剂量组的小鼠肝糖原含量显著高于对照组, 说明棉籽多肽能提高肝糖原的储备量, 具有一定的缓解体力疲劳效果。

表 4 棉籽多肽对小鼠肝糖原含量影响

组别	肝糖原含量 (mg/g)
对照组	6.2271 ± 0.38935
低剂量组	7.9263 ± 0.71123*
中剂量组	11.2004 ± 1.03210*
高剂量组	11.4515 ± 0.92983*

### 2.5 棉籽多肽对血清尿素氮含量的影响

当机体剧烈运动时, 体内的能量供应平衡遭到破坏, 蛋白质等含氮物质参与功能。蛋白质等含氮物质通过分解代谢脱下氨基后在肝脏内转化为尿

素,尿素氮经血液循环从肾脏排出体外。正常活动强度时,尿素氮(BUN)含量相对稳定;运动体力过度消耗时会导致蛋白质分解代谢增强,蛋白质等物质的分解代谢加强,尿素含量增多,BUN含量升高。当长时间大强度运动时,BUN变化明显,因而可作为运动机体蛋白质分解代谢的评价指标,也作为评价运动性疲劳强度的重要指标<sup>[13-14]</sup>。身体对运动负荷的适应性越差,BUN含量上升越高。

由表5可知,棉籽多肽各剂量组的BUN含量显著低于对照组的BUN含量,从一定程度上说明棉籽多肽具有一定的缓解体力疲劳作用。从表中可以看出,中剂量组小鼠的血清尿素氮含量最高,低剂量组与高剂量组小鼠的血清尿素氮含量均高于中剂量组。这种现象的原因可能是与低剂量组小鼠、对照组小鼠相比,中剂量组小鼠能防止机体内蛋白质分解,故血清尿素氮含量较少;高剂量组小鼠与中剂量组小鼠相比摄入更多的棉籽多肽,虽机体内蛋白质分解较其它组相比减少,但参与代谢的总蛋白含量增加,故高剂量组小鼠的血清尿素氮含量高于中剂量组。

表5 棉籽多肽对小鼠血清尿素氮含量的影响

组别	血清尿素氮( mmol/L)
对照组	6.7092 ± 0.63690
低剂量组	5.1517 ± 0.84703*
中剂量组	4.3290 ± 0.64162*
高剂量组	5.6614 ± 0.42789*

## 2.6 棉籽多肽对超氧化物歧化酶(SOD)含量的影响

超氧化物歧化酶(SOD)是广泛存在于细胞中的细胞膜系统保护酶。SOD能催化体内超氧自由基发生歧化反应,清除体内过多的自由基,起到保护细胞的作用<sup>[15]</sup>,延缓疲劳的产生或加快疲劳的恢复,是有效的自由基清除剂。

由表6可知,灌喂棉籽多肽各剂量组的SOD含量显著高于对照组的SOD含量。可知小鼠食用棉籽多肽后,清除自由基、抗氧化方面效果显著提高,从而具有一定的缓解体力疲劳效果。

表6 棉籽多肽对小鼠SOD活力的影响

组别	血清SOD含量( U/mL)
对照组	285.3867 ± 7.55058
低剂量组	303.3025 ± 4.36843*
中剂量组	331.8417 ± 11.25307*
高剂量组	334.9207 ± 7.15864*

## 2.7 棉籽多肽对丙二醛(MDA)含量的影响

MDA是体内脂质过氧化代谢产物,它能反映体内脂质过氧化代谢情况,一般都将其作为评定自由基生成及其对膜脂质双层破坏结果的指标。体内MDA含量越多,表明机体脂质过氧化程度越高,自由基产生越多,越容易破坏细胞结构与功能,ATP生成减少,而导致疲劳产生。

由表7可知,棉籽多肽能显著降低小鼠体内MDA含量,说明了棉籽多肽能抑制脂质过氧化产物的产生。

表7 棉籽多肽对小鼠MDA含量的影响

组别	血清MDA含量( nmol/mL)
对照组	20.5867 ± 1.98532
低剂量组	13.7983 ± 0.83074*
中剂量组	12.0467 ± 0.64731*
高剂量组	9.4107 ± 0.84863*

## 3 结论

3.1 棉籽多肽能显著延长小鼠负重游泳时间,从宏观上说明棉籽多肽具有缓解体力疲劳效果。

3.2 棉籽多肽能显著减少乳酸的蓄积,说明棉籽多肽能在一定程度上延缓疲劳发生。

3.3 棉籽多肽显著提高小鼠肝糖原蓄积,降低血清尿素氮含量,说明棉籽多肽能增加能源物质的储备,减少蛋白质等物质在运动过程中的消耗,从一定程度上缓解疲劳。

3.4 灌喂棉籽多肽各剂量组小鼠的SOD含量显著高于对照组,MDA含量显著低于对照组,说明棉籽多肽具有良好的抗氧化能力。

## 参考文献

- [1]冯炜权,冯美云,宋成忠,等.运动生物化学[M].北京:人民体育出版社,1999:195.
- [2]文镜,陈文,金宗镰.用血糖动态变化评价抗疲劳功能食品可行性的研究[J].食品科学,1997,18(11):6-10.
- [3]卫生部.保健食品功能学评价程序和检验方法[M].1996:9.
- [4]Remesy,Christian,et al.Cecal fermentation in rats fed oligosaccharides( inulin) are modulated by dietary calcium level[J].Am J Physiol,1993,264(51):855-862.
- [5]陈博,金瓯.冬虫夏草及其草菌粉中核苷成分HPLC测定[J].中国生化药物杂志,1998,19(2):88-90.
- [6]余谦,李明富,宋开源,等.中医药抗体性疲劳的整体思辨与应用前景[J].中国运动医学杂志,2001,20(1):3-4.
- [7]昌友权.玉米肽抗疲劳作用的实验研究[J].食品科学,2004,25(9):173-178.
- [8]温红珊,昌友权,曹柏营.蚕蛹蛋白多肽抗疲劳作用的实验研究[J].食品科学,2009,30(19):291-293.
- [9]郑鸿雁.玉米肽抗疲劳作用的实验研究[J].中国粮油学报,2005,20(1):33-35.
- [10]冯炜权.运动性疲劳和疲劳恢复过程研究的新进展[J].中国运动医学杂志,1993,12(3):16.
- [11]Gopalakrishnan J,Decker E A,Means W J. Antioxidant activity of mechanically separated pork extracts[J].Meat Sci,1999,52:101-110.
- [12]首都医学院.医用生物生化实验[M].天津科学技术出版社,1987:133-134,96-99.
- [13]张东杰,冯坤,张爱武,等.刺五加茶饮料抗疲劳作用的实验研究[J].营养学报,2003,25(3):309-311.
- [14]回晶,尚德静,李庆伟.西藏人参果对小鼠抗疲劳及抗缺氧能力的影响[J].营养学报,2003,25(2):218-219.
- [15]陈鸿鹏,谭晓风.超氧化物歧化酶(SOD)研究[J].经济林研究,2007,25(1):59-65.