

# Anti-Fatigue Effect of Traditional Korean Soybean Paste

Xin Qi<sup>1</sup>, Dejun Shi<sup>1,2</sup>, Qingmei Cui<sup>1</sup>, Jun Jiang<sup>1,2</sup>, Chengbi Cui<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Agricultural College, Yanbian University, Yanji Jilin

<sup>2</sup>Key Laboratory of Changbai Mountain Biological Resources and Functional Molecular Education, Yanbian University, Yanji Jilin

Email: 727105885@qq.com, \*cuichengbi@ybu.edu.cn

Received: Aug. 30<sup>th</sup>, 2017; accepted: Sep. 13<sup>th</sup>, 2017; published: Sep. 21<sup>st</sup>, 2017

---

## Abstract

The research mainly studied the anti-fatigue effect of the Korean soybean paste. 40 male Kunming mice weighing 18 - 22 g were taken and randomly divided into the control group, the low dose, middle dose and high dose group (0.2 g/kg/d, 0.4 g/kg/d, 0.8 g/kg/d). The weight of mice in each group was measured every three days and the three dose paste samples were gavaged for 4 weeks. At the end of the experiment, the pole-climbing time and load-swimming time were measured, and hepatic glycogen content and muscle glycogen content after swimming were also measured. Organ coefficient in each group of mice and body weight in each group was analyzed. Results showed that after 4 weeks' gavage with different dose of Korean soybean paste, the pole-climbing and load-swimming time was significantly prolonged compared with the control group ( $P < 0.01$ ), and the contents of hepatic glycogen ( $P < 0.01$ ) and muscle glycogen ( $P < 0.05$ ) significantly increased compared with the control, but there was no significant difference among the 4 groups in body weight and organ coefficient ( $P > 0.05$ ). Thus the anti-fatigue effect of Korean soybean paste is proved.

## Keywords

Korean Soybean Paste, Soybean Peptides, Anti-Fatigue

---

# 朝鲜族传统大酱抗疲劳作用的研究

齐欣<sup>1</sup>, 史得君<sup>1,2</sup>, 崔清美<sup>1</sup>, 姜君<sup>1,2</sup>, 崔承弼<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>延边大学农学院, 吉林 延吉

<sup>2</sup>延边大学长白山生物资源与功能分子教育部重点实验室, 吉林 延吉

Email: 727105885@qq.com, \*cuichengbi@ybu.edu.cn

---

\*通讯作者。

## 摘要

试验研究了朝鲜族传统大酱的抗疲劳作用。将40只体重为18~22 g的雄性清洁级昆明种小鼠随机分为4组, 即空白对照组, 朝鲜族大酱低、中、高三个剂量组(0.2 g/kg/d、0.4 g/kg/d、0.8 g/kg/d), 每3 d称量一次小鼠体重, 连续灌胃4周。4周后, 对各组小鼠爬杆时间、负重游泳时间以及游泳后肝糖原和肌糖原含量进行测定, 比较各组小鼠脏器系数及体重的变化。结果显示经口给予小鼠不同剂量的大酱4周后, 大酱高、中、低剂量组小鼠爬杆时间和负重游泳时间均极显著长于空白对照组( $P < 0.01$ ), 三个剂量组小鼠肝糖原储备量均极显著高于空白对照组, 肌糖原储备量均显著高于空白对照组。而在各组小鼠的体重和脏器系数之间 $P > 0.05$ , 并无显著性差异。由此证明了朝鲜族大酱具有一定的抗疲劳作用。

## 关键词

朝鲜族传统大酱, 大豆多肽, 抗疲劳

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

大豆作为一年生豆科植物, 其种子含有丰富的蛋白质、脂肪等成分。我国是大豆的原产地, 尤其以东北地区为主要栽培区, 是我国人民膳食中主要食品之一。从古至今, 中华民族已研发制作出各种各样的大豆制品。其中大豆发酵食品, 例如大酱, 纳豆等, 不仅有独特的风味, 而且滋味鲜美, 营养也极其丰富。据已有研究表明, 这些发酵大豆制品中富含的独特生物活性物质, 对人体有多种好处, 各种活性物质间相互作用, 使得大豆发酵食品能够拥有独特的生理功能[1]。

朝鲜族大酱是我国的一种传统食品, 就是以大豆为主要原料, 加入面粉等辅助原料经过破碎, 制曲等步骤在低温下发酵而制成。研究表明: 它可以起到降低胆固醇、抗突变、抗疲劳、抗氧化、抗癌、抗肿瘤等多种生理功能。具有这些功能的主要生理功能性物质分为两类: 其中一类是大豆本身的固有成分, 即异黄酮类、多肽类、多酚类、皂苷类[2]。另一类则是在微生物及多种酶的共同作用下, 使得大豆原料中的蛋白质等大分子有机物, 进行分解和重组, 经过一系列复杂的生化作用, 从而形成了独特的生物活性物质, 这就是发酵过程中形成的二次成分, 也是发酵大酱生理活性更高的实质所在。

疲劳是指机体生理不能保持其机能在一特定水平上和不能维持预定的运动强度[3]。运动能力快速降低是其主要表现形式, 包括能量和做功无法达到目的水平。现已开发的抗疲劳功能成分有辣椒素、抗疲劳肽及牛磺酸等。

大豆多肽作为抗疲劳肽产品之一, 已受到广泛的认可。大豆多肽的制备, 首先是选择优质大豆蛋白为主要原料, 然后经过水解、分离和精制等一系列操作最终获得低肽混合物, 其通常由3~10个氨基酸组成, 这些氨基酸的结构几乎与大豆蛋白一样, 其氨基酸中必需氨基酸平衡且良好、含量非常丰富, 具有很高的营养价值, 是一种较理想的抗疲劳产品[4] [5] [6]。促进红细胞的复原, 提高红细胞携氧能力或直接向肌肉供能, 抑制氧自由基等为其抗疲劳机理所在[7]。与传统大豆蛋白相比, 大豆多肽更易于人体消

化吸收,能够迅速给机体供能。在医药、食品等行业有广阔的应用和发展前景。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 大酱的制作

取实验室自制酱曲 2505 g 破碎后入坛,加入 6000 mL 的水(自来水煮沸 100℃后冷却至 40℃再加入)搅拌均匀,接种地衣芽孢杆菌 0.06 g,地衣芽孢杆菌购自延吉市西市场。放置低温冷藏箱中发酵一周后加无碘盐 1270 g,使酱中盐浓度控制在 13%左右。于低温冷藏箱中发酵。

### 2.2. 试验动物及饲养条件

本次试验选用的小鼠由延边大学动物实验中心提供的,均为健康的雄性清洁级昆明种小鼠,数量 40 只,小鼠体重维持在  $20 \pm 2$  g,在延边大学食品研究中心动物室饲养,相对湿度为 45%~65%,室温  $24^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ,要及时供给食物和饮水,使其适应 1 周,方可开始试验。动物实验操作均符合相关伦理标准。

### 2.3. 仪器设备

SW-CJ-2FD 双人单面净化工作台(苏州净化设备有限公司);  
HH-6 数显恒温水浴锅(金坛市科析仪器有限公司);  
U-3900 分光光度计(日立仪器有限公司);  
DY89-II 电动玻璃匀浆机(宁波新芝生物科技股份有限公司);  
MJ-60BM01A 搅拌机(广东美的精品电器制造有限公司);  
8O-2 高速离心机(上海手术器械厂);  
K0409-120309 低速离心机(湖南省凯达实业发展有限公司);  
FA2004 分析天平(上海上平仪器有限公司)。

### 2.4. 试剂

0.9%的生理盐水、95%的乙醇溶液、5%的三氯乙酸、硫酸(分析纯)、蒽酮(分析纯)、葡萄糖(分析纯)、硫脲(分析纯)。

蒽酮试剂:用 72%的浓硫酸配制,溶液中含 0.05%的蒽酮,1%的硫脲,配成后用锡箔纸包好存置冰箱中。

### 2.5. 受试物剂量设计

本试验将 40 只小鼠按体重随机分成了 4 组,每组 10 只(且每只小鼠用黄色记号笔标上号,以便作区分),即空白对照组、低浓度大酱溶液组、中浓度大酱溶液组、高浓度大酱溶液组。将其低、中、高剂量分别设定为 0.2 g/kg/d、0.4 g/kg/d、0.8 g/kg/d [8],经口灌胃摄入受试物,同时空白对照组灌以等体积的蒸馏水。

### 2.6. 试验方法

#### 2.6.1. 大酱溶液的制备

从酱坛中取出发酵两个月后的大酱约 30 g(经测定,本实验大酱含水量为 50%左右),置于搅拌机中搅碎后分别取 4 g、8 g、16 g 各加入蒸馏水 200 mL 定容,分别配置成浓度分别为 0.02 g/mL、0.04 g/mL、0.08 g/mL 的溶液,即大酱低、中、高剂量。

### 2.6.2. 小鼠爬杆时间的测定

在末次灌胃 30 min 后, 分别将各组小鼠依次放置于爬杆架的有机玻璃圆柱上(爬杆架放置在  $100 \times 80 \times 50$  cm 规格的塑料容器中, 容器内装入约 15 cm 高度的水), 圆柱直径 0.8~1.0 cm, 下端距水面约 20 cm, 用秒表记录小鼠从被放上圆柱到滑落水中间隔的时间(一开始小鼠不会爬, 可多练几次), 累计 3 次作为小鼠的爬杆时间[9]。若实验剂量组爬杆时间明显长于空白组爬杆时间, 则可以判定大酱溶液有一定的抗疲劳作用。

### 2.6.3. 小鼠负重游泳时间的测定

在末次灌胃 30 min 后, 在各组小鼠尾部负重 5% 体重的铅皮(根据各小鼠体重来算), 分别将负重小鼠依次放于游泳箱中, 游泳箱规格为  $90 \times 45 \times 45$  cm、水深约 35 cm、水温为  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  (试验过程中要控制好水温, 防止太凉对试验结果有所影响), 进行力竭性游泳试验[10] [11]。力竭标准为小鼠的嘴和鼻子在水面下 8 s 不抬头, 则可判定小鼠力竭。记录每只小鼠自游泳开始至力竭沉入水中死亡的时间[12], 将其作为小鼠的游泳时间。若实验剂量组游泳时间明显长于空白组游泳时间, 则可以判定大酱溶液有一定的抗疲劳作用。

### 2.6.4. 小鼠体重及脏器系数的测定

试验过程中, 每 3 d 进行一次小鼠体重的测量, 解剖后测定不同试验剂量组小鼠不同脏器的湿重, 计算它们与单位体重(100 g)的比值, 计算出脏器系数[13]。

### 2.6.5. 小鼠肝糖原、肌糖原储备量的测定

#### 1) 葡萄糖标准曲线的绘制

首先配制浓度分别为 0 mg/mL、0.5 mg/mL、1.0 mg/mL、1.5 mg/mL、2.0 mg/mL 和 2.5 mg/mL 的标准葡萄糖溶液各 100 mL, 然后分别取 2 mL 加入 6 支编号好的试管中, 再在各试管中分别加入 10 mL 蒽酮试剂, 在沸水浴中放置 15 min, 之后冷却至室温, 测定其在 620 nm 波长下的吸光度(OD 值), 以标准葡萄糖溶液的浓度为横坐标, 吸光度值为纵坐标, 绘出标准曲线, 标准曲线方程为:  $y = 2.3751x + 0.082$

#### 2) 小鼠肝糖原、肌糖原的测定

在小鼠力竭性游泳后, 摘眼球取血处死, 血液立刻冷藏于  $4^{\circ}\text{C}$  冰箱。解剖取小鼠肝脏, 用生理盐水浸泡去除血液, 并去除多余脂肪组织, 用滤纸吸干后称量剪取, 放入  $-20^{\circ}\text{C}$  冰箱保存, 严格按照试剂盒方法测量肝糖原和肌糖原储备量[14] [15] [16]。

将各组试管的吸光度代入标准方程, 用下式计算各组小鼠肝糖原和肌糖原的含量:

$$\text{肝/肌糖原含量}(\text{mg}/100\text{g肝/肌}) = \frac{\text{OD} - 0.0822}{2.3751} \times 2 \times \frac{\text{V}}{\text{m}} \times 0.9 \times 100 \quad (1)$$

其中, OD: 样品管吸光度

2: 溶解糖原时用的蒸馏水体积(mL)

V: 提取液体积(mL)

m: 取肝脏/肌肉组织的质量(g)

0.9: 葡萄糖和糖原转换系数

各剂量组和对照组的肝/肌糖原量测出后, 即可对比出大酱的抗疲劳作用。

### 2.6.6. 统计方法

试验所得数据用 SPSS18.0 软件进行统计分析, 选择最小显著差数法(LSD)进行多重比较。P < 0.05 表示有显著性差异, P < 0.01 则表示有极显著性差异; P > 0.05 为无统计学意义。

### 3. 结果

#### 3.1. 大酱对小鼠体重的影响

大酱对各组小鼠体重的影响如表 1 所示。

由表 1 可知, 对试验中的小鼠连续灌胃 4 W 期间, 各试验剂量组小鼠的体重都显示出了逐步增长的趋势, 高中低剂量组和空白组比较并无明显差别。用 SPSS18.0 软件处理数据并进行多重比较, 结果发现: 不同灌胃时期各组小鼠体重之间并不存在显著性差异, 表明在一段时间内, 小鼠摄入一定剂量的大酱并未对小鼠的体重造成影响。

#### 3.2. 大酱对小鼠脏器系数的影响

大酱对各组小鼠脏器系数的影响如表 2 所示。

用 SPSS18.0 软件进行多重比较后发现, 高、中、低剂量组小鼠的不同脏器系数与空白对照组的脏器系数间均不存在显著性差异, 表明一段时间内一定剂量大酱的摄入未对小鼠的脏器系数造成影响。

#### 3.3. 大酱对小鼠爬杆时间的影响

大酱对小鼠爬杆时间的影响如表 3 所示。

由表 3 可以看出, 随着大酱剂量的增加, 爬杆时间也逐渐增加, 大酱高、中、低剂量组小鼠爬杆时间均极显著长于空白对照组, 其中以高剂量组效果最为明显, 它与低、中剂量组差异极显著。

#### 3.4. 大酱对小鼠负重游泳时间的影响

大酱对小鼠游泳时间的影响如表 4 所示。

由表 4 可以看出, 大酱高、中、低三个剂量组小鼠的负重游泳时间均极显著长于空白对照组, 其中以中剂量组效果最为明显, 它与高、低剂量组相比均差异极显著。

#### 3.5. 大酱对小鼠肝糖原储备量的影响

大酱对小鼠肝糖原储备量的影响如表 5 所示。

由表 5 可知, 大酱高、中、低三个剂量组小鼠肝糖原储备量均极显著高于空白对照组, 其中以中剂量组效果最为明显, 它与低剂量组和高剂量组均差异极显著。

#### 3.6. 大酱对小鼠肌糖原储备量的影响

大酱对小鼠肌糖原储备量的影响如表 6 所示。

由表 6 知, 大酱高、中、低三个剂量组小鼠肌糖原储备量均显著高于空白对照组, 其中以中剂量组效果最为明显, 它与高剂量组差异极显著, 与低剂量组差异显著。

### 4. 讨论

疲劳是指机体生理过程不能将其机能持续在一特定水平, 或各器官不能维持其预定的运动强度, 总体表现为运动能力快速降低、能量和做功无法达到标准的水平。疲劳通常分两类, 一类为躯体性疲劳, 另一类则是心理性疲劳, 而抗疲劳是指延缓疲劳的产生或加速消除疲劳。运动耐力的提高是缓解体力疲劳最有力、最直观的反映。运动耐力的强弱, 通常以爬杆时间和游泳时间的长短作为指标。在评价缓解体力疲劳的功能性食品时, 会进行这两项指标的测定。游泳试验和爬杆试验作为运动耐力测试中的两项检测试验, 生化指标主要包括血清尿素氮、肝糖原与肌糖原、血乳酸和乳酸脱氢酶活性等。受试物具有

**Table 1.** Effect of soybean paste on the weight of mice (g) ( $X \pm SD$ )**表 1.** 大酱对小鼠体重的影响(g) ( $X \pm SD$ )

时间	空白对照组(g)	低剂量组(g)	中剂量组(g)	高剂量组(g)
灌胃前	23.95 ± 1.59	23.45 ± 1.67	25.10 ± 1.98	25.10 ± 0.84
3 d	28.90 ± 1.37	27.40 ± 0.88	29.50 ± 1.78	30.05 ± 1.54
6 d	33.50 ± 2.17	32.95 ± 1.30	34.25 ± 1.95	35.05 ± 2.18
9 d	36.45 ± 2.97	34.80 ± 1.87	35.35 ± 3.16	36.15 ± 3.09
12 d	38.95 ± 3.07	37.65 ± 1.86	37.15 ± 2.99	39.05 ± 4.13
15 d	41.35 ± 3.34	39.30 ± 2.21	37.95 ± 2.66	41.20 ± 4.35
18 d	42.55 ± 3.72	40.95 ± 2.67	39.55 ± 2.66	41.80 ± 4.76
21 d	44.10 ± 3.91	42.20 ± 2.79	40.80 ± 2.97	43.30 ± 5.25
24 d	45.95 ± 4.50	43.50 ± 2.66	41.55 ± 3.02	43.10 ± 5.67
27 d	46.40 ± 4.06	43.70 ± 3.09	42.55 ± 3.30	44.60 ± 5.71

**Table 2.** Effect of soybean paste on the visceral weight ratio of mice ( $X \pm SD$ ) (g/100g)**表 2.** 大酱对小鼠脏器系数的影响( $X \pm SD$ ) (g/100g)

组别	肝脏/体重(%)	心脏/体重(%)	肾脏/体重(%)	脾脏/体重(%)
空白对照组	5.190 ± 0.56	0.533 ± 0.04	0.703 ± 0.08	0.312 ± 0.08
低剂量组	5.431 ± 0.87	0.452 ± 0.06	0.685 ± 0.06	0.278 ± 0.03
中剂量组	5.201 ± 0.36	0.480 ± 0.05	0.710 ± 0.10	0.333 ± 0.06
高剂量组	4.680 ± 0.38	0.469 ± 0.05	0.789 ± 0.31	0.283 ± 0.04

**Table 3.** Multiple comparisons of climbing time of mice in each group ( $X \pm SD$ )**表 3.** 各组小鼠爬杆时间多重比较表( $X \pm SD$ )

组别	爬杆时间(min)	显著性	
		0.05	0.01
空白对照组	4.793 ± 1.30	c	C
低剂量组	7.370 ± 1.67	b	B
中剂量组	7.469 ± 1.90	b	B
高剂量组	9.948 ± 2.58	a	A

注：凡有相同字母的表示差异不显著，无相同字母的均表示差异显著。

**Table 4.** Multiple comparisons of swimming time of mice in each group ( $X \pm SD$ )**表 4.** 各组小鼠负重游泳时间多重比较表( $X \pm SD$ )

组别	游泳时间(min)	显著性	
		0.05	0.01
空白对照组	4.140 ± 2.27	d	D
低剂量组	9.695 ± 3.05	c	C
中剂量组	17.110 ± 4.05	a	A
高剂量组	13.237 ± 3.36	b	B

注：凡有相同字母的即为差异不显著，凡无相同字母的即为差异显著。

**Table 5.** Multiple comparisons of hepatic glycogen content in each group of mice ( $X \pm SD$ )  
**表 5.** 各组小鼠肝糖原储备量多重比较表( $X \pm SD$ )

组别	肝糖原含量 (mg/100g)	显著性	
		0.05	0.01
空白对照组	1341.22 ± 394.7	d	D
低剂量组	3819.59 ± 348.4	c	C
中剂量组	5457.17 ± 281.7	a	A
高剂量组	4251.04 ± 265.3	b	B

注：凡有相同字母的即表示差异不显著，无相同字母的表示为差异显著。

**Table 6.** Multiple comparisons of muscle glycogen content in each group of mice ( $X \pm SD$ )  
**表 6.** 各组小鼠肌糖原储备量多重比较表( $X \pm SD$ )

组别	肌糖原含量 (mg/100g)	显著性	
		0.05	0.01
空白对照组	561.97 ± 176.96	d	C
低剂量组	661.73 ± 173.88	b	A
中剂量组	693.84 ± 137.55	a	A
高剂量组	620.54 ± 193.38	c	B

注：有相同字母的表示差异不显著，无相同字母的表示差异显著。

抗疲劳活性的标准为：不少于一项运动耐力试验和不少于两项生化指标为阳性时，即可判定其具有抗疲劳活性[17]。

糖类是肌肉活动时能量的重要来源，人体内的糖存在形式主要有三种，血液中的葡萄糖称为血糖，而多余的葡萄糖则大部分存在于肝脏和肌肉细胞中，主要以颗粒的形式存在[18]。当机体剧烈运动时，首先由肌肉组织中现有的 ATP 供能，但只能持续 1~2 S，此时如果机体继续高强度运动，机体会启动无氧糖酵解临时供能系统。肌组织周围毛细血管中的葡萄糖和肌细胞中储存的肌糖原分解产生的葡萄糖开始无氧酵解。在短时间运动时却是十分重要的供能系统。大约 3 min 后，持续糖酵解积累了大量的乳酸，使肌浆 pH 明显下降，无氧糖酵解终止，此时完全由有氧呼吸系统供给能量供机体继续运动。由于长时间的剧烈运动，导致血糖水平降低，中枢神经系统供能不足，这时则通过肝糖原和肌糖原分解生成葡萄糖，进入血液来维持血糖平衡。如果肌肉中葡萄糖磷酸酶含量过低，肌糖原分解生成的葡萄糖不能通过细胞膜到达血管，只能先酵解生成丙酮酸，再以丙氨酸的形式运输到肝脏，经过糖异生作用生成葡萄糖，再通过血液循环返回肌组织氧化供能。这便是著名的葡萄糖 - 丙氨酸循环，即糖异生循环。体内肝糖原和肌糖原持续大量消耗会使糖原含量急剧减少，导致低血糖，机体不能维持运动的进行从而产生疲劳[19]。因此，评价机体运动耐力常以肝糖原和肌糖原的含量作为重要指标[20]。

## 5. 结论

本次试验通过对三个剂量组小鼠灌胃不同剂量的大酱，并与空白组灌蒸馏水的小鼠作比较得出，小鼠的爬杆时间和游泳时间在一定剂量的大酱作用下能够显著延长，小鼠肝糖原和肌糖原的储备量也有所增加，即两项运动耐力试验和两项生化指标检验均为阳性，由此证明朝鲜族大酱具有一定的抗疲劳效果。但因大酱中含盐量较高，故摄入时应控制在一定范围内，抗疲劳效果才最好。

## 基金项目

国家自然科学基金资助项目(3156100329)。

## 参考文献 (References)

- [1] 范俊峰, 李里特, 张艳艳, 等. 传统大豆发酵食品的生理功能[J]. 食品科学, 2005(26): 250-254.
- [2] 武俊瑞, 顾采东, 田甜, 等. 豆酱自然发酵过程中蛋白质和氨基酸的变化规律[J]. 食品科学, 2017, 38(8): 139-144.
- [3] 邱阳. 抗疲劳功能食品的研究分析[J]. 食品安全导刊, 2016, 24(52): 76.
- [4] 陈琛. 大豆多肽的生物功能研究进展[J]. 华达专栏, 2010(11): 28-31.
- [5] 赵九永. 传统大豆发酵食品的营养价值与保健功能[J]. 粮食科技与经济, 2017, 42(2): 71-76.
- [6] 王君. 猴头菌发酵大豆多肽及其生理功能的研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2013.
- [7] 崔换天, 王丽, 王洪武, 等. 常用抗疲劳中药作用机制及研究进展[J]. 吉林中医药, 2015, 35(4): 415-418.
- [8] Cui, C.B., Choi, H.T., Lee, H.J., Mon, S.Y., Kim, S.H., Lee, B.G., Lee, D.S. and Ham, S.S. (2004) Hypoglycemic Effect of the Functional Food Manufactured by Fermented Soybean as Main Materials in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, **33**, 1126-1132.
- [9] 杨硕. 运动疲劳恢复机理浅述[J]. 现代交际, 2015(418): 134.
- [10] Matsumoto, K., Ishihara, K., Tanaka, K., Inoue, K. and Fushiki, T. (1996) An Adjustable-Current Swimming Pool for the Evaluation of Endurance Capacity of Mice. *Physical Therapy Reviews*, **81**, 1843-1849.
- [11] 胡馨予, 赵冰, 孙晓琪, 等. 枸杞子多糖抗疲劳活性研究[J]. 食品科技, 2015, 40(7): 197-200.
- [12] 姚根兰, 张娅萍, 欧阳柳凤, 等. 人参抗疲劳作用的研究进展[J]. 世界中西医结合杂志, 2015, 10(8): 1174-1177.
- [13] 邓炳楠. 大豆异黄酮抗疲劳作用及相关机制的实验研究[D]. 北京: 中国人民解放军军事医学科学院, 2015.
- [14] 于婷, 李晓东, 崔承弼, 等. 桔梗提取物对小鼠的抗疲劳作用[J]. 食品工业科技, 2012(24): 394-396.
- [15] 金亚香, 张研, 刘天戟. 茶树菇提取物抗疲劳及耐缺氧作用研究[J]. 时珍国医国药, 2016, 27(3): 608-611.
- [16] 童敏, 龚莉, 张逸. 甘蔚乐对小鼠抗疲劳作用的研究[J]. 中南药学, 2017, 15(4): 440-442.
- [17] 李峰, 韩晨霞, 吴凤芝, 等. 疲劳的现代研究[J]. 中国科学: 生命科学, 2016, 46(8): 903-912.
- [18] 赵传凯, 姜国良, 赵静, 等. 南极大磷虾油脂的提取及其脂肪酸组成分析[J]. 食品工业科技, 2012, 33(3): 207-209.
- [19] Mishra, A., Paul, S. and Swarnakar, S. (2011) Downregulation of Matrix Metalloproteinase-9 by Melatonin during Prevention of Alcohol-Induced Liver Injury in Mice. *Biochimie*, **93**, 854-866.  
<https://doi.org/10.1016/j.biochi.2011.02.007>
- [20] 施佳慧, 薛亮, 陈雁虹, 等. 低值海洋鱼类酶解产物抗疲劳作用研究[J]. 食品科技, 2016, 41(6): 149-152.

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2166-613X, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [hjfn@s-hanspub.org](mailto:hjfn@s-hanspub.org)