

蛹虫草对运动员身体机能状态的影响研究

王锐*

(陕西能源职业技术学院, 咸阳 712000)

摘要: 目的 研究蛹虫草对运动员身体机能状态的影响。**方法** 通过实验设计, 对180名游泳运动员在疲劳后身体机能指标和疲劳恢复期机体免疫指标进行研究, 验证蛹虫草中的主要成分对运动员身体机能状态的影响。**结果** 蛹虫草的有效成分确实可以提高运动员无氧能力, 表现在最大功率和平均输出功率的提升, 经全血血红蛋白(hemoglobin, Hb)、全血白细胞(white blood cell, WBC)、肌酸激酶(creatine kinase, CK)测试, 服用蛹虫草可以加快运动员疲劳恢复, 进一步的血清IL-4、IFN- γ 蛋白表达水平表明, 服用蛹虫草可以改善高强度运动后运动员的免疫系统。**结论** 蛹虫草的有效成分可以通过调节机体能量消耗和身体代谢及内分泌系统, 起到延缓疲劳和维持运动员机体免疫平衡的作用, 增强运动员身体机能, 有效保证运动员的身体健康。

关键词: 蛹虫草; 运动员; 运动疲劳; 免疫系统

Effects of *Cordyceps militaris* effective substances on the physical function of athletes

WANG Rui*

(Shaanxi Energy Vocational and Technical College, Xianyang 712000, China)

ABSTRACT: Objective To study the effects of *Cordyceps militaris* on the physical function of athletes. **Methods** Through the experimental design, the body function indexes of 180 swimmers after fatigue and the body immune indexes during fatigue recovery period were studied to verify the influence of the main components of *Cordyceps militaris* on the physical function of athletes. **Results** The effective components of *Cordyceps militaris* could indeed improve the anaerobic ability of athletes, which was manifested in the increase of maximum power and average output power, and the increase of total blood hemoglobin (Hb), white blood cell (WBC) and creatine kinase (CK) test, taking *Cordyceps militaris* could speed up the recovery of athletes fatigue, further serum IL-4, IFN- γ protein levels showed that taking *Cordyceps militaris* could improve the immune system of athletes after high-intensity exercise. **Conclusion** The effective components of *Cordyceps militaris* can delay fatigue and maintain the immune balance of athletes by regulating the energy consumption, metabolism and endocrine system of the body, enhance the physical function of athletes, and effectively ensure the health of athletes.

KEY WORDS: *Cordyceps militaris*; athletes; exercise fatigue; immune system

0 引言

蛹虫草(*Cordyceps militaris*)又称北冬虫夏草, 主要

产地是陕西、吉林和河北等省^[1]。蛹虫草的主要成分虫草素和虫草多糖在抗肿瘤、增强免疫力、抗感染、降血脂血糖等方面有重要作用, 进而被广泛用于功能性食品和

*通信作者: 王锐, 副教授, 主要研究方向为运动机能等。E-mail: nywangrui@163.com

*Corresponding author: WANG Rui, Associate Professor, Shaanxi Energy Vocational and Technical College, Shaanxi, Xianyang 712000, China. E-mail: nywangrui@163.com

医药方面^[2]。

近年来关于蛹虫草保健饮品的研究很多,如蛹虫草桑叶复合保健饮料的研制、蛹虫草花生乳的工艺研究、蛹虫草保健酱油的研制^[3],但关于蛹虫草对运动员身体机能的研究鲜有报道。随着竞技运动水平的提高,运动员通过高强度长时间的训练来提高运动成绩,容易导致运动疲劳和免疫力下降是困扰他们的一个重要问题^[4-5]。因此,本研究通过测试服用蛹虫草和不服用蛹虫草两组运动员训练过程中运动疲劳产生和恢复过程,以及免疫能力的下降和恢复过程来判断蛹虫草对运动员身体机能的影响,了解蛹虫草在抑制运动疲劳发生以及运动疲劳后维持机体免疫平衡方面的影响,对于进一步了解蛹虫草的功能作用、提高运动员成绩和运动员身体健康有重要意义。

1 材料与方 法

1.1 材料与试剂

蛹虫草:吉林省永吉县口前镇食用菌种植基地。

稀释液、白细胞溶血素、肌酸激酶试剂盒、尿素测定试剂盒、睾酮测定试剂盒、RIA ZLRNA 试剂盒、EasyScript cDNA 第一链合成试剂盒、SYBR green PCR 试剂盒、人 IL-4、IFN- γ 酶联免疫分析试剂盒(武汉默沙克生物科技有限公司)。

1.2 仪器与设备

828E 功率自行车(瑞典 MONARK 公司);1500 SPORT 血乳酸仪(上海益联医学仪器发展有限公司);AC-920 三分类全自动血球计数仪(瑞典 SWELAB 公司);URIT-800Vet 半自动生化分析仪(武汉医盾医疗器械有限公司);UniCel_DXI800 全自动微粒子化学发光免疫分析系统(德国 Beckman 公司);ABI PRISM 7300 定时荧光定量 CPR 分析系统(北京百泰克生物技术有限公司);ELX800BioTek 酶标仪(北京普天新桥技术有限公司)。

1.3 实验方法

(1)实验设计

本研究选某市游泳青年队男女共 180 名游泳运动员为研究对象,研究对象基本信息如表 1 所示。其中男性 120 名,女性 60 名,分为 2 组,对照组(A 组)和蛹虫草组(B 组),每组都是男性 60 名,女性 30 名^[6]。

表 1 研究对象基本信息

Table 1 Basic information of research objects

性别	平均年龄/岁	平均训练年限/年	身高/cm	体重/kg
男	17.5±1.3	5.2±0.7	173.3±5.6	65.0±5.7
女	16.3±1.1	5.5±0.5	161.7±2.3	55.0±4.8

实验在某游泳训练中心进行,训练时间为 7 周,每天训练 4 节课,上午 2 节,下午 2 节,每节课 2 h,每周训练 6 d。

A 组:按照训练饮食安排,正常饮食

B 组:实验开始前 1 个月及实验期间,每天晚餐比 A 组增加蛹虫草(蛹虫草 8 g,加水 300 mL,煮沸 3 min,食用)。

(2)无氧功测试方法:无氧功率实验最常用的 3 个指标是最大功率、平均输出功率、运动后的最大血乳酸值。通过让受试者以最快和最大功力蹬 30 s 阻力系数设置为 0.8 的功率自行车,记录最大功率与平均输出功率,然后 2 min 测试 1 次血乳酸,血乳酸值开始下降时停止测试^[7]。

(3)运动疲劳测试方法:运动员分别在训练第 1、3、7 周运动后 36 h 内取静脉血 0.5 mL 置于含抗凝剂的 EP 管内,检测白细胞(white blood cell, WBC)、血红蛋白(hemoglobin, Hb);取静脉血 1 mL 置于试管内,经过 3500 r/min 离心 15 min 后取血清,检测肌酸激酶(creatine kinase, CK)、血尿素氮(blood urea nitrogen, BUN)等指标^[8]。

(4)免疫能力测试方法:第 7 周运动后 36 h 内取 5 mL 静脉血,用酶联免疫分析法检测其蛋白水平指标,用实时荧光定量 PCR 技术检测血清 IL-4、IFN- γ 蛋白表达,进而判断免疫能力^[9]。

1.4 数据统计方法

用 Excel 2010 软件处理实验数据,用 SPSS 17.0 进行数据分析,所有测试结果均采用平均值±标准差来表示。以 $P < 0.05$ 表示差异性显著, $P < 0.01$ 表示差异性非常显著^[10]。

2 结果与分析

2.1 无氧功测试结果

游泳运动员无氧能力测试结果与运动成绩存在相关性,因此采用无氧功率实验对竞速类项目运动员进行无氧能力评定是一种常用的方法。无氧能力测试的 3 个指标中,最大功率反映了肢体肌肉在短时间内产生高机械功率的能力,平均输出功率反映了肌肉维持高功率的耐力。两组运动员无氧能力的测试结果见表 2,由表可以看出,2 组游泳运动员最大功率相比,B 组最大功率大于 A 组,最大功率进行独立样本 T 检验, $P < 0.05$,表示有显著性差异。平均功率进行独立样本 T 检验, $P < 0.05$,有显著性差异,且数据结果显示 B 组大于 A 组。最大血乳酸值经独立样本 T 检验, $P > 0.05$,所以虽然检测结果是 B 组大于 A 组,但并无显著性差异。说明蛹虫草可以增强运动员体能,研究发现蛹虫草的这种功能来源于其有效含量中虫草酸、多酚、超氧化物歧化酶等物质具有清除自由基的功能。并且蛹虫草胞外多糖粗品中比纯品多了硒和类胡萝卜素等成分,这 2 种成分对多糖的抗氧化效果产生协同增效作用^[11]。

表2 无氧能力测试结果
Table 2 Test results of anaerobic capacity

指标	A组	B组
最大功率/W	851.72±140.51	1137.32±78.19*
平均输出功率/W	543.91±93.10	715.21±51.47*
最大血乳酸值/(mol/L)	11.93±0.53	13.07±0.53

注:同行中有*代表 $P < 0.05$, 具有显著性差异;同行中有**代表 $P < 0.01$, 具有高度差异;下同。

2.2 全血 Hb、全血 WBC 测试结果

第1、3、7周训练后36h测得的运动员全血Hb结果如表3所示,全血WBC结果如表4所示。由表3可以看出,第7周训练后运动员Hb明显下降($P < 0.05$),但B组明显高于A组,说明重复长时间高强度训练后,运动员达到运动疲劳状态,机体血液携带及运输氧能力下降,B组数据最终还是高于A组,说明蛹虫草的有效成分可以提高运动员Hb,进而加快其疲劳恢复^[12]。

由表4可以看出,第1、3周训练后各运动员WBC数量升高,但无明显差异,第7周训练后,运动员全血WBC明显下降($P < 0.01$),但B组明显高于A组,说明运动员在重复长时间高强度运动后处于免疫下降状态,但蛹虫草提高了B组运动员全血WBC水平。

结合相关研究^[13-15],B组运动员免疫力有所提升是因为蛹虫草有效成分中的核苷类化合物具有抑菌、抗肿瘤、免疫调节等作用。

表3 全血 Hb 实验结果
Table 3 Results of whole blood Hb test

分组	第1周	第3周	第7周
A组	148.50±4.66	136.98±3.56	115.50±4.13*
B组	151.26±4.89	140.64±2.75	131.72±2.27*

表4 全血 WBC 实验结果
Table 4 Results of WBC test in whole blood

分组	第1周	第3周	第7周
A组	8.77±0.46	10.25±1.36	5.48±0.92*
B组	8.24±1.33	11.09±1.65*	7.11±0.37*

2.3 运动疲劳测试结果

7周游泳训练运动员血清CK变化如图1所示。在7周训练过程中,运动员血清CK在第7周训练后36h明显升高($P < 0.01$);但B组运动员CK明显低于A组($P < 0.01$)。且A组在第7周训练后36h比较其第3周训练36h,CK明显升高($P < 0.05$),B组CK值在第3周训练后36h下降趋势明显($P < 0.01$)。说明游泳运动员在高负荷运动训练中

处于运动疲劳状态,而蛹虫草可以显著降低运动员的CK值,也就是说可以缓解运动员的疲劳状态^[16]。

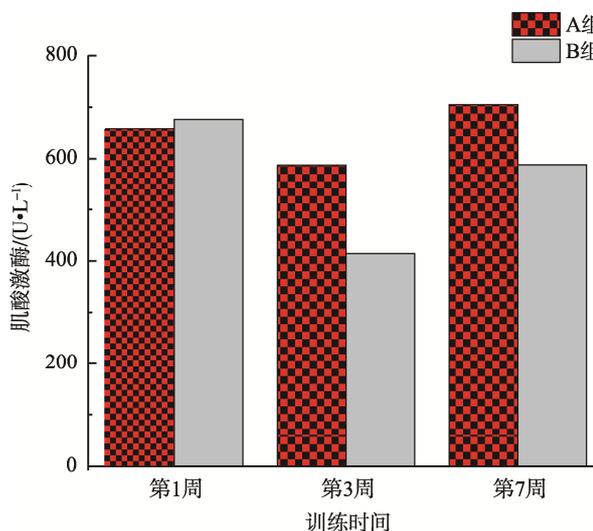


图1 运动员血清CK变化图
Fig.1 Changes of serum CK in athletes

7周游泳训练运动员血清BUN变化如图2所示。运动员在实验过程中,血清中BUN明显呈现升高趋势,说明运动员处于疲劳状态,第1周以后,B组明显低于A组($P < 0.05$),且B组第3周后上升趋势减缓,说明蛹虫草的有效成分可以显著降低血清BUN,缓解运动疲劳。

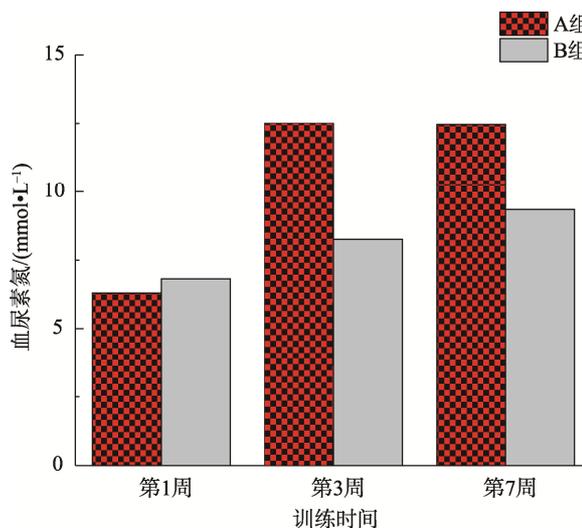


图2 运动员血清BUN变化图
Fig.2 Changes of serum BUN in athletes

7周游泳训练运动员血清T变化如图3所示。游泳运动员在第3周训练以后,血清T开始下降,第7周运动后36h,B组血清T明显高于A组。说明经过7周训练,运动员处于运动疲劳状态,蛹虫草的有效成分可以明显改善运动疲劳后运动员血清T水平^[16]。

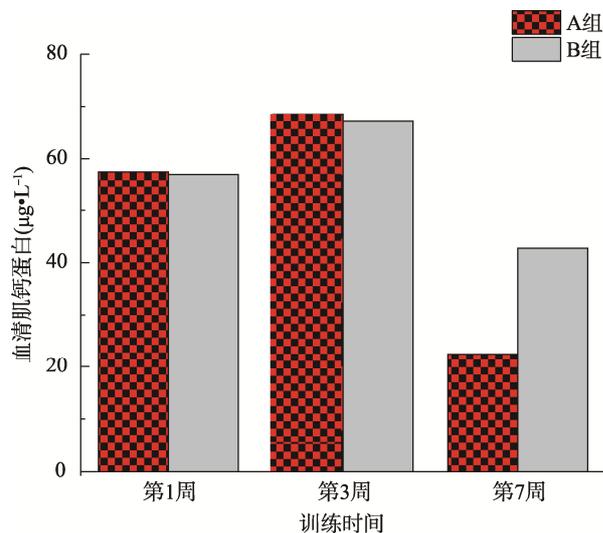


图 3 运动员血清 T 变化图
Fig.3 Changes of serum T in athletes

以上数据说明蛹虫草有抗疲劳、抗氧化的作用, 结合相关研究, 蛹虫草的这种功能来源于其成分中核苷类、草酸、等物质具有抗氧化功能。

2.4 免疫系统测试结果

运动员第 7 周运动 36 h 测量血清 IL-4、IFN- γ 蛋白表达水平, 休息 1 周后再次检测, 结果如表 5~6 所示。持续 7 周长时间大强度运动后 36 h, 2 组游泳运动员血清 IL-4、IFN- γ 蛋白表达水平无明显差异, 第 7 周力竭运动后 36 h, IL-4 蛋白水平表达稍有下降, IFN- γ 蛋白表达水平有所提高, 在恢复 1 周后, 2 组运动员血清 IL-4 也无明显变化, IFN- γ 蛋白表达水平明显上升($P < 0.05$)。

说明蛹虫草的有效成分可以明显改善高强度运动后运动员的免疫系统。虫草饲料添加剂活性成分及生物学作用相关的研究证明, 蛹虫草对免疫功能的作用是因为其有效成分中的虫草多糖、甾醇类物质有提高免疫力、抗肿瘤、抗病毒等作用^[17-19]。

表 5 运动员在不同时期 IL-4 蛋白表达变化
Table 5 Changes of IL-4 protein expression of athletes in different periods

分组	IL-4		
	实验前 36 h	36 h	1 周后
A 组	84.38±2.77	82.46±2.77	78.39±2.25
B 组	82.16±7.16	78.47±2.07	84.36±2.07

表 6 运动员在不同时期 IFN- γ 蛋白表达水平变化
Table 6 IFN- γ protein level expression changes of athletes in different periods

分组	IFN- γ		
	实验前 36 h	36 h	1 周后
A 组	990.24±8.27	1006.928.18	1074.948.41
B 组	879.4746.13	960.3946.13	1028.476.131

3 结论与讨论

寻找不合违禁成分与副作用的药物与食物来增强和提高运动能力、有效降低运动的疲劳性与疾病发生率, 是当前运动医学界急需解决的问题之一。本研究结果表明, 运动员服用蛹虫草后, 在长时间、高强度运动表现中, 其无氧能力有所提升, 表现在肢体肌肉最大功率和平均输出功率的提升。通过测定全血 Hb、和全血 WBC 测试后, 发现服用蛹虫草相对对照组 A 其 Hb 值和 WBC 值均有上升, 说明运动员的免疫能力得到一定提升。最后, 测试组的 CK 值相对对照组有下降, 说明服用蛹虫草有利于机体的疲劳性恢复。这些也验证了其他研究中得出的蛹虫草有抗氧化和提高免疫力的作用。

随着人们养生意识的提升, 蛹虫草的应用越来越广泛, 本研究虽然验证了蛹虫草对运动员身体机能的影响, 因缺乏蛹虫草相应的有效成分含量以及在摄入量上的研究, 同时, 也没有深入分析上述有效成分的具体影响机制, 蛹虫草作为药物原料的临床验证还有待丰富, 本研究可以让人们进一步了解蛹虫草的功能作用, 为运动员服用蛹虫草保健品提高身体机能提供指导作用。

参考文献

- [1] 李天娇, 程碧君, 文连奎. 蛹虫草对非酒精性脂肪肝的改善作用及机制研究进展[J]. 农产品加工, 2020, (5): 93-97.
LI TJ, CHENG BJ, WEN LK. Research progress on improving effect and mechanism of *Cordyceps militaris* on nonalcoholic fatty liver disease [J]. Acad Period Farm Prod Process, 2020, (5): 93-97.
- [2] 黄学惠. 冬虫夏草多糖提取物对缓解小鼠运动急性性疲劳的影响[J]. 中国食用菌, 2019, 38(12): 43-45, 49.
HUANG XH. Effect of polysaccharide extract of *Cordyceps sinensis* on relieving acute fatigue induced by exercise in mice [J]. Chin Edible Fungi, 2019, 38(12): 43-45, 49.
- [3] 查昱, 李玉玲. 冬虫夏草多糖测定方法的研究进展[C]// 中国菌物学会, 2018: 179.
CHA Y, LI YL. Research progress on determination methods of *Cordyceps polysaccharide* [C]// Chinese Society of Mycology, 2018: 179.
- [4] 查昱, 李玉玲. 冬虫夏草多糖测定研究进展[J]. 青海畜牧兽医杂志, 2018, 48(2): 55-56.
CHA Y, LI YL. Research progress in determination of polysaccharide from *Cordyceps sinensis* [J]. Qinghai J Anim Husb Vet Med, 2018, 48(2):

- 55–56.
- [5] 钟丽萍. 虫草素对非酒精性脂肪肝与急性肝衰竭的保护作用及机制研究[D]. 阿拉尔: 塔里木大学, 2017.
ZHONG LP. Protective effect and mechanism of *Cordycepin* on nonalcoholic fatty liver disease and acute liver failure [D]. Alar: Tarim University, 2017.
- [6] 田雪文, 吴春燕, 何明, 等. 蛹虫草对运动疲劳大鼠 Th1/Th2 免疫调节的作用研究[C]// 中国体育科学学会运动生理与生物化学分会. 2014 年中国运动生理生化学术会议论文集, 2014: 117–118.
TIAN XW, WU CY, HE M, *et al.* Study on the effect of *Cordyceps militaris* on Th1/Th2 immune regulation in rats with exercise fatigue [C]// Sports Physiology and Biochemistry Branch of Chinese Society of Sports Sciences. Proceedings of 2014 Chinese Academic Conference on sports physiology and biochemistry, 2014: 117–118.
- [7] 宋晶, 刘爱东, 郭家娟, 等. 基于 IgG 因子探讨中药对机体免疫的影响[J]. 吉林中医药, 2020, 40(5): 655–658.
SONG J, LIU AD, GUO JJ, *et al.* Effect of traditional Chinese medicine on immunity based on IgG factor [J]. Jilin Tradit Chin Med, 2020, 40(5): 655–658.
- [8] 师景双, 袁超, 程月红, 等. 水提醇沉法提取蛹虫草多糖的工艺优化及体外抗氧化效果研究[J]. 食品与药品, 2020, 22(2): 124–129.
SHI JS, YUAN C, CHENG YH, *et al.* Optimization of extraction process of *Cordyceps militaris* polysaccharide by water extraction and alcohol precipitation and study on its antioxidant effect *in vitro* [J]. Food Drug, 2020, 22(2): 124–129.
- [9] 矫春晓, 刘伟伟, 崔磊, 等. 临床营养支持方式对慢性肾脏病患者营养状态、肾功能及免疫功能的影响[J]. 临床医学, 2020, 40(3): 45–47.
JIAO CX, LIU WW, CUI L, *et al.* Effect of clinical nutritional support on nutritional status, renal function and immune function of patients with chronic kidney disease [J]. Clin Med, 2020, 40(3): 45–47.
- [10] 陶思雨, 姜石松, 申元英, 等. 机体抗结核分枝杆菌的免疫机制研究进展[J]. 中国病原生物学杂志, 2020, 15(2): 233–237.
TAO SY, JIANG SS, SHEN YY, *et al.* Research progress of immune mechanism against *Mycobacterium tuberculosis* [J]. Chin J Pathog Biol, 2020, 15(2): 233–237.
- [11] 姜书慧. 东北野生榛蘑氨基酸对运动性疲劳的影响[J]. 中国食用菌, 2020, 39(2): 76–77, 80.
JIANG SH. The effect of amino acids of wild hazelnut mushroom on exercise fatigue in Northeast China [J]. Chin Edible Fungi, 2020, 39(2): 76–77, 80.
- [12] 张娉婷, 孟佳珩. 运动营养对身体机能改善的研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(23): 7882–7886.
ZHANG PT, MENG JH. Research progress of sports nutrition on improving body function [J]. J Food Saf Qual, 2019, 10(23): 7882–7886.
- [13] WINSTON N, AHMED AE, SUN YF. Can *Cordyceps cicadae* be used as an alternative to *Cordyceps militaris* and *Cordyceps sinensis*?—A review [J]. J Ethnopharmacol, 2020, 257: 112879.
- [14] TOMONOBU N, JIANG F, CHEN YY. Xylitol acts as an anticancer monosaccharide to induce selective cancer death via regulation of the glutathione level [J]. Chem Biol Interact, 2020, 324: 109085.
- [15] 柯迎妹, 周树波, 葛锋. 兰坪虫草多糖组分分析及免疫活性研究[J]. 食品与机械, 2020, 15(2): 243–247.
KE YM, ZHOU SB, GE F. Component analysis and immune activity of *Cordyceps lanping* polysaccharide [J]. Food Mach, 2020, 15(2): 243–247.
- [16] 王迦琦, 许梦然, 高婧文, 等. 北虫草多糖提取工艺优化及其细胞氧化损伤保护作用[J]. 食品与机械, 2020, (12): 16.
WANG JQ, XU MR, GAO JW, *et al.* Optimization of extraction process of polysaccharide from *Cordyceps militaris* and its protective effect on cell oxidative damage [J]. Food Mach, 2020, (12): 16.
- [17] 贺莹, 赵建英, 顾梦恩. 复方蛹虫草含片的研制[J]. 食品工业, 2018, 39(2): 71–75.
HE Y, ZHAO JY, GU ME. Preparation of compound *Cordyceps militaris* buccal tablets [J]. Food Ind, 2018, 39(2): 71–75.
- [18] 金明昌, 黄炜乾. 虫草饲料添加剂活性成分及生物学作用[J]. 中国饲料, 2020, (5): 15–18.
JIN MC, HUANG WQ. Active ingredients and biological effects of *Cordyceps* feed additive [J]. Chin Feed, 2020, (5): 15–18.
- [19] 左锦辉, 贡晓燕, 董银卯, 等. 蛹虫草的活性成分和药理作用及其应用研究进展[J]. 食品科学, 2018, 39(21): 330–339.
ZUO JH, GONG XY, DONG YM, *et al.* Research progress on active components, pharmacological action and application of *Cordyceps militaris* [J]. Food Sci, 2018, 39(21): 330–339.

(责任编辑: 于梦娇)

作者简介



王锐, 副教授, 主要研究方向为运动机能等。

E-mail: nywangrui@163.com