

玉竹百合蛤蜊汤煎煮工艺及抗疲劳作用的研究

程颖¹, 王欣之^{1,2}, 刘睿^{1,2}, 吴皓^{1,2*}, 程建明^{1,2}, 邱韵萦^{1,2}, 杨小林^{1,2}, 陈丽叶¹, 冯子芳¹

(1.南京中医药大学江苏省海洋药用生物资源研究与开发重点实验室,江苏南京 210023;2.江苏省中药资源产业化过程协同创新中心,江苏南京 210023)

摘要:目的 研究经典食疗方玉竹百合蛤蜊汤的最佳煎煮方法及其抗疲劳的作用,为今后以该方为基础的抗疲劳保健食品的开发提供理论依据。方法 为优选玉竹百合蛤蜊汤的煎煮工艺,以浸膏得率,总多糖、牛磺酸的含量为考察指标,以加水量、提取时间、提取次数为考察因素,采用正交试验优选其煎煮方法;并按照 2003 版《保健食品检验与评价技术规范实施手册》的要求,设正常组、模型组、阳性组及玉竹百合蛤蜊汤低、中、高 3 个剂量组,经口给予样品,采用小鼠游泳疲劳模型,对比各组小鼠负质量游泳时间、不负质量游泳后血清乳酸(LA)、肌酸激酶(CK)、乳酸脱氢酶(LDH)、超氧化物歧化酶(SOD)、丙二醛(MDA)指标的差异,观察玉竹百合蛤蜊汤对小鼠的抗疲劳能力影响。结果 玉竹百合蛤蜊汤最佳煎煮工艺为加 10 倍量水,提取 3 次,每次 60 min,在最佳煎煮工艺下,总多糖含量为(79.48±7.82)mg/g,牛磺酸含量为(1.95±0.02)mg/g,干浸膏得率为(26.82±0.53)%。高、中剂量组的玉竹百合蛤蜊汤能显著延长小鼠负质量游泳时间($P<0.05$);与模型组相比,3 个剂量组的玉竹百合蛤蜊汤能显著降低小鼠血清乳酸($P<0.01$)及丙二醛($P<0.01$)的含量,且呈剂量依赖性,并能显著降低肌酸激酶($P<0.01$)、乳酸脱氢酶($P<0.01$)的活力,并升高超氧化物歧化酶的活力。结论 本实验确定了玉竹百合蛤蜊汤的最佳煎煮工艺,并证明了该食疗方具有较好的抗疲劳功效,为该方作为保健食品进一步开发提供依据。

关键词:玉竹百合蛤蜊汤;煎煮工艺;抗疲劳;保健食品

中图分类号:R285.5 文献标志码:A 文章编号:1672-0482(2016)02-0186-05

DOI:10.14148/j.issn.1672-0482.2016.0186

Study on Decoction Process and Antifatigue Effect of Polygonatum Lilium Meretrix Decoction

CHENG Ying¹, WANG Xin-zhi^{1,2}, LIU Rui^{1,2}, WU Hao^{1,2*}, CHENG Jian-ming^{1,2}, QIU Yun-ying^{1,2}, YANG Xiao-lin^{1,2}, CHEN Li-ye¹, FENG Zi-fang¹

(1.Jiangsu Key Laboratory of Research and Development in Marine Bio-resource Pharmaceuticals, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing, 210023, China; 2.Jiangsu collaborative Innovation Center of Chinese Medicinal Resources Industrialization, Nanjing, 210023, China)

ABSTRACT: OBJECTIVE To determine the best water-coction extract technology of Polygonatum Lilium Meretrix Decoction (PLMD) and investigate the anti-fatigue effect of PLMD in mice. **METHODS** The preparation condition of PLMD was optimized by orthogonal design with extractive yield, amount of polysaccharides and taurine as index. At the same time, mice were randomly divided into six groups: normal group, model group, positive group and administrated groups. In administrated groups, mice were given different doses of PLMD. Swimming model was established after orally administrated daily for 15 days, loaded-swimming time and serum indicators were conducted to explore PLMDs antifatigue effect. **RESULTS** The best decoction technique was adding 10-fold of water, decocting three times 60minutes each time, in which the polysaccharides and taurine content was (79.48±7.82), (1.95±0.02) mg/g crude drug, respectively, extractive yield was (26.82±0.53)%. The medium and high doses group of PLMD could obviously prolong the loaded-swimming time, significantly decreased LA, MDA, LDH, CK levels, and the enzyme activity of SOD was ehanced in dose groups than in model group. **CONCLUSION** The PLMD's best decoction process was identified and its antifatigue effect was also confirmed. This result provided the basis for the further development of PLMD.

KEY WORDS: Polygonatum Lilium Meretrix Decoction; decoction process; anti-fatigue; health food

收稿日期:2015-11-13;修稿日期:2016-02-18

基金项目:国家公益性行业专项基金(201305007,201405017);国家高新技术研究发展计划("863"计划)项目(2013AA093003);江苏高校优势学科建设项目(PAPD)

作者简介:程颖(1990-),女,湖北孝感人,南京中医药大学 2013 级硕士研究生。* 通信作者:wuhao5795@vip.sina.com

玉竹百合蛤蚧汤,始载于《动物类食疗方》,主治阴虚所致的心烦、失眠等症状^[1]。中医认为玉竹性微寒,味甘平,归肺、胃经,具有养阴润燥,生津止渴之功;百合味甘,归心、肺经,可养阴润肺,清心安神;蛤蚧味甘、咸,归胃、肝经,有润五脏、止消渴的功效^[2];3者配伍成方,可缓解心、肺、肝、肾阴不足所致的形体和精神上的疲劳、倦怠等虚证。由于玉竹百合蛤蚧汤的滋阴、补益脏腑的功效与中医上所称的“虚则补之”相契合^[3-4],因此我们推测服用玉竹百合蛤蚧汤会具有较好的抗疲劳功效,然而目前尚缺乏该方抗疲劳作用的现代药理研究。

多糖广泛存在于各种动植物体内,现代药理研究表明,多糖类成分药理功能活性广泛,并且能有效提高小鼠运动能力,增加能源物质的储备,加速乳酸、含氮代谢产物及脂质过氧化物的分解、清除,有良好的抗疲劳作用^[5]。牛磺酸是一种普遍存在于机体组织细胞中的含硫 β -氨基酸,参与生物体内多种生理功能的维持和调节,对心血管系统、神经系统等有显著的保护功能。除此之外,作为多种抗疲劳功能产品的主要添加成分,牛磺酸可通过调节中枢神经递质的释放、保护生物膜、稳定机体内支链氨基酸浓度等途径来有效抵抗疲劳^[6]。玉竹、百合和蛤蚧中均含有大量多糖成分,且已有研究证实百合多糖有抗疲劳作用^[7],并且蛤蚧软体中含有丰富的天然牛磺酸^[8],因此本实验以多糖、牛磺酸两种抗疲劳功效成分含量和浸膏得率为综合指标,筛选玉竹百合蛤蚧汤最佳煎煮工艺,并对玉竹百合蛤蚧汤抗疲劳功效进行评价,以期后期抗疲劳保健产品的开发提供理论依据。

1 材料

1.1 动物

SPF级ICR雄性小鼠,体质量18~22g,由上海斯莱克SLAC公司提供,合格证号:SCXK(沪)2012-0002。

1.2 药物及试剂

玉竹百合蛤蚧汤由蛤蚧肉50g,百合30g,玉竹20g组成,蛤蚧软体,采自江苏省南通市吕四港(批号:20130711),由江苏省海洋水产研究所提供,经江苏省海洋水产研究所万夕和研究员鉴定为帘蛤科动物菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*)。玉竹(批号:20140301),百合(批号:20140301),均购自安徽福春堂中药饮片有限公司。D-无水葡萄糖对照

品(中国食品药品检定研究院,纯度>99.5%,批号110833-201205),95%乙醇(南京鹏程化玻仪器有限公司),硫酸(上海凌峰化学试剂有限公司),萘酮(国药集团化学试剂有限公司),牛磺酸(上海阿拉丁试剂有限公司),试剂均为分析纯。灵芝西洋参口服液,购自先声再康大药房(批号:4205003),血清乳酸试剂盒(LA)(批号:20150511)、LDH、CK、SOD、MDA试剂盒(批号:20150509),均购自南京建成生物工程研究所。

1.3 实验仪器

Waters 2695-2489型高效液相色谱仪(美国Waters公司);UNIQUE-s15型超纯水机(厦门锐思捷科学仪器有限公司);Buchi R210型落地式旋转蒸发仪(瑞士步琦有限公司);1510型全波长酶标仪(美国Thermo公司);KQ-200KDE型高功率数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司);12号灌胃针头;1mL注射器;手术剪;镊子;游泳桶;温度计;计时器;铅丝;电子计重称;恒温水浴锅;96孔板;微量移液器(美国Thermo公司)。

2 方法

2.1 总多糖的含量测定

采用萘酮-硫酸法对样品中多糖含量进行测定。

2.2 牛磺酸的含量测定

采用邻苯二甲醛柱前衍生化-HPLC法^[8]测定样品中牛磺酸含量。

2.3 浸膏得率的测定

取混合均匀的样品溶液100mL,置已干燥的蒸发皿中,水浴蒸干后于105℃恒温干燥箱中干燥10h,置干燥器中冷却30min后称质量。浸膏得率=浸膏质量/药材质量 $\times 100\%$ 。

2.4 工艺条件及参数的优选

2.4.1 煎煮工艺路线优化

2.4.1.1 加水量考察 称取蛤蚧50g,百合30g,玉竹20g共4份,分别加入5倍量水、10倍量水、15倍量水和20倍量水,提取2次,每次60min,过滤,合并滤液,测定浸膏得率、多糖和牛磺酸含量。

2.4.1.2 提取时间考察 称取蛤蚧50g,百合30g,玉竹20g共4份,加入10倍量水,提取2次,分别提取30、60、90、120min,过滤,合并滤液,测定指标同2.4.1.1。

2.4.1.3 提取次数考察 称取蛤蚧50g,百合30g,玉竹20g共4份,加入10倍量水,每次提取60

min, 分别提取 1 次、2 次、3 次, 过滤, 合并滤液, 测定指标同 2.4.1.1。

2.4.2 正交试验优选煎煮工艺 以单因素实验结果拟定各因素的 3 水平(见表 1), 称取蛤蚧 50 g, 百合 30 g, 玉竹 20 g, 共 9 份, 按 $L_9(3^4)$ 正交表进行试验, 滤过, 合并滤液, 以浸膏得率、多糖和牛磺酸含量为评价指标进行综合评价(浸膏得率、多糖和牛磺酸含量的权重系数分别为 0.3、0.3、0.4)。煎煮工艺正交实验结果见表 2, 方差分析结果见表 3。

表 1 煎煮正交试验因素和水平

水平	因素		
	A 加水量/倍	B 提取时间/min	C 提取数/次
1	5	30	1
2	10	60	2
3	15	90	3

2.4.3 最佳煎煮工艺的验证 按处方比例称取 5 倍量药材 3 份, 每次加入 10 倍量水, 提取 3 次, 每次 60 min, 合并滤液, 测定相应指标。

2.5 抗疲劳功能评价

2.5.1 动物分组与给药 按照《保健食品检验与评价技术规范》^[9]及相关文献记载, 按体质量将小鼠随机分为正常对照组(简称正常组)、模型组、阳性对照组(简称阳性组)、玉竹百合蛤蚧汤(简称 PLMD 组)汤低、中、高 3 个剂量组(8.33、16.67、33.33 g/kg), 相当于人体推荐剂量的 5 倍、10 倍、20 倍, 正常组、模型组灌胃等体积蒸馏水, 阳性组按推荐剂量(3 mL/kg)给予小鼠相同体积的灵芝西洋参口服液。各组小鼠灌胃 15 d。

2.5.2 负质量游泳时间的测定 各组小鼠(除正常组外)分别取 10 只, 于末次给药 30 min 后, 于鼠尾根部负其体质量 4% 的铅丝, 在水深不低于 30 cm, 水温为(25±1)℃ 的游泳桶中进行负质量游泳实验, 记录小鼠自游泳开始至死亡的时间, 即小鼠负质量游泳时间。时间延长率=(实验组负质量游泳时间-模型组负质量游泳时间)/模型组负质量游泳时间×100%。

2.5.3 指标测定 正常组小鼠于末次灌胃 90 min 后眼眶取血, 其余各组小鼠于末次灌胃 30 min 后, 在(25±1)℃ 的游泳桶中游泳 60 min 后, 眼眶取血,

血液 3500 r/min 离心 10 min, 取血清, 分别测定血清中相关指标含量。乳酸增加率=(实验组乳酸含量-正常组乳酸含量)/正常组乳酸含量×100%。

2.5.4 统计学处理 数据采用 SPSS 16.0 软件中的 Descriptives 进行统计, 实验结果采用 $\bar{x} \pm s$ 的方式表示; 与正常组、模型组比较采用软件中的 t 检验进行统计分析。

3 结果

3.1 玉竹百合蛤蚧汤提取工艺优化结果

3.1.1 加水量考察 浸膏得率、牛磺酸及多糖含量随着加水量的增加而不断增加, 加水量在 15 倍后, 浸膏得率及多糖含量增幅减缓, 出于节约资源考虑, 选择加水量为 15 倍。

3.1.2 提取时间考察 牛磺酸含量在提取时间为 90 min 时达到最高, 但浸膏得率、多糖含量在 60 min 后增幅缓慢, 故选择提取时间为 60 min。

3.1.3 提取次数考察 浸膏得率、牛磺酸及多糖含量随提取次数不断增加, 但牛磺酸含量在提取 2 次时, 基本提取完全, 考虑到实际生产所用能源及时间, 选择提取次数为 2 次。

3.1.4 正交试验结果分析 由直观分析可知, 各因素对玉竹百合蛤蚧汤水提工艺影响顺序为 C>B>A, 方差分析表明因素 C 对试验结果具有显著性影响, 确定玉竹百合蛤蚧汤水提工艺为 $A_2B_2C_3$, 即加 10 倍量水煎煮 3 次, 每次 60 min。

3.1.5 最佳煎煮工艺验证 最佳煎煮工艺得到的样品, 测得浸膏得率为(26.82±0.53)%, 多糖含量为(79.48±7.82)mg/g, 牛磺酸含量为(1.95±0.02)mg/g, 说明优选的煎煮工艺稳定、可靠。

3.2 玉竹百合蛤蚧汤抗疲劳功能评价

3.2.1 玉竹百合蛤蚧汤对小鼠负质量游泳时间的影响 在水温为(25±1)℃, 30 cm 深的水中, 各剂量组与模型组相比, 游泳时间均有延长。中剂量, 高剂量组以及阳性药组小鼠的负质量游泳时间相对于模型组小鼠分别延长了 35.28%、68.04%、37.58%; 中、高剂量组效果较阳性组效果更佳, 与模型组相比有显著性差异, 结果表明不同剂量玉竹百合蛤蚧汤均可加强小鼠的运动耐力。见表 4。

表2 玉竹百合蛤蚧汤煎煮工艺正交试验分析

No	A 加水量/倍	B 提取时间/min	C 提取次数	D 空白	指标			综合评分
					浸膏得率/%	牛磺酸含量/ (mg·g ⁻¹)	多糖含量/ (mg·g ⁻¹)	
1	1	1	1	1	15.67	1.46	39.86	57.97
2	1	2	2	2	22.4	1.74	65.24	78.64
3	1	3	3	3	25.64	1.86	81.45	89.52
4	2	2	3	3	21.72	1.94	64.33	81.33
5	2	3	1	1	25.98	2.08	89.6	100
6	2	1	2	2	21.1	1.67	54.28	72.55
7	3	3	2	2	24.96	1.93	74.11	87.76
8	3	1	3	3	20.39	1.79	62.75	76.57
9	3	2	1	1	25.16	1.77	79.2	86.53
K1	75.38	75.69	69.03	81.5				
K2	84.63	85.07	82.17	79.65				
K3	83.62	82.87	92.43	82.47				
R	9.25	9.38	23.4	2.82				

表3 玉竹百合蛤蚧汤煎煮工艺方差分析

方差来源	SS	F	P
A	154.53	12.52	>0.05
B	144.45	11.71	>0.05
C	825.24	66.87	<0.05
D(误差)	12.34		

注: $F_{0.05}(2,2)=19$ 。表4 玉竹百合蛤蚧汤对小鼠负质量游泳时间的影响($\bar{x} \pm s$)

组别	剂量/ (g·kg ⁻¹)	游泳时间/s	时间延长率/%
模型组	—	457.71±137.55	—
阳性组	—	629.71±352.04	37.58
低剂量组	8.33	509.33±112.58	11.28
中剂量组	16.67	619.17±149.86*	35.28
高剂量组	33.33	769.14±223.36**	68.04

注:与模型组比较,* $P<0.05$,** $P<0.01$ 。

3.2.2 玉竹百合蛤蚧汤对小鼠血清乳酸(LA)含量的影响 由表5可知,灌胃给药15d后游泳,模型组小鼠血清中乳酸相对于正常组增幅可达到20.72%,与正常组相比,有统计学意义($P<0.05$),低、中、高剂量组小鼠血清乳酸含量与模型组相比,均有极显著性下降($P<0.01$),由此可见玉竹百合蛤蚧汤可减少乳酸在体内的积累量,减缓疲劳的产生。

3.2.3 玉竹百合蛤蚧汤对小鼠血清乳酸脱氢酶(LDH)、肌酸激酶(CK)活力的影响

LDH、CK是一类存在于机体组织细胞中的、不能直接进入循环系统的大分子蛋白质。当细胞破损

时,会从细胞中逸出,通过淋巴系统进入到血液中,血液中LDH、CK活力升高^[10]。从表6可以看到,低、中、高3个给药组与模型组相比,可以显著降低小鼠血清LDH活力($P<0.01$),效果优于阳性药。阳性组可以显著降低CK活力,4个给药组均能降低CK活力,但仅有高剂量组与模型组相比有极显著性差异($P<0.01$),且剂量越大,血清中CK活力越低,呈现一定的剂量依赖性。

表5 玉竹百合蛤蚧汤对小鼠血清LA含量的影响($\bar{x} \pm s$)

组别	剂量/ (g·kg ⁻¹)	乳酸含量/ (mmol·L ⁻¹)	增加率/%
正常组	—	14.53±2.94	—
模型组	—	17.54±3.00 [#]	20.72
阳性组	—	14.52±1.83*	0
低剂量组	8.33	13.3±3.19**	-8.47
中剂量组	16.67	12.45±3.49**	-14.32
高剂量组	33.33	12.12±2.15**	-16.59

注:与模型组比较,* $P<0.05$,** $P<0.01$;与正常组比较,[#] $P<0.05$ 。

3.2.4 玉竹百合蛤蚧汤对小鼠血清超氧化物歧化酶(SOD)活力及丙二醛(MDA)的影响 由表7可知,玉竹百合蛤蚧汤可以提高小鼠体内SOD的活力,剂量越高,SOD活力越高,清除氧自由基的能力越强,同时,玉竹百合蛤蚧汤还能显著降低小鼠血清MDA含量($P<0.01$),阻止细胞的脂质过氧化反应,保护细胞膜的完整性。

表6 玉竹百合蛤蜊汤对小鼠血清 LDH、CK 活力的影响($\bar{x} \pm s$)

组别	剂量/ (g · kg ⁻¹)	LDH/ (U · L ⁻¹)	CK/ (U · L ⁻¹)
正常组	—	339.78 ± 53.77	602.14 ± 503.52
模型组	—	649.89 ± 53.58 [#]	1703.71 ± 702.31 [#]
阳性组	—	566.88 ± 71.14 [*]	1051.14 ± 560.88
低剂量组	8.33	537.78 ± 100.88 ^{**}	1436.9 ± 569.94
中剂量组	16.67	513.00 ± 47.91 ^{**}	1404.5 ± 568.76
高剂量组	33.33	481.82 ± 97.19 ^{**}	729.1 ± 212.44 ^{**}

注:与模型组比较, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$;与正常组比较, # $P < 0.05$, ## $P < 0.01$ 。

表7 玉竹百合蛤蜊汤对小鼠血清 SOD、MDA 的影响($\bar{x} \pm s$)

组别	剂量/ (g · kg ⁻¹)	SOD/ (U · L ⁻¹)	MDA/ (nmol · L ⁻¹)
正常组	—	100.15 ± 12.94	13.85 ± 4.89
模型组	—	84.95 ± 9.95 [#]	22.29 ± 3.84 [#]
阳性组	—	99.64 ± 17.10	16.38 ± 5.77 [*]
低剂量组	8.33	88.93 ± 7.47	10.56 ± 1.16 ^{**}
中剂量组	16.67	89.11 ± 10.89	10.39 ± 3.20 ^{**}
高剂量组	33.33	89.45 ± 7.40	9.64 ± 3.58 ^{**}

注:与模型组比较, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$;与正常组比较, # $P < 0.05$, ## $P < 0.01$ 。

4 结论

本实验确定了玉竹百合蛤蜊汤的最佳煎煮工艺,并按照最佳工艺进行了3次验证实验,验证的结果基本一致,说明此工艺条件合理可行,稳定可靠,具有可操作性和重现性。与此同时,药理研究结果表明,该方抗疲劳作用显著,不仅可以显著延长小鼠运动耐力,还可以减少代谢产物的积累,并清除体内过多的氧自由基,避免细胞受到氧自由基的攻击,保护细胞不受损伤。

本实验的结果为日后玉竹百合蛤蜊汤这一经典食疗方的进一步研究奠定了理论基础,也为其相关保健品的研制开发提供了较好的基础和保障。

参考文献:

- [1] 严泽湘. 动物类食疗方[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005: 334-338.
Yan ZX. Animal Dietotherapy Prescription[M]. Beijing: Agricultural press of China, 2005: 334-338.
- [2] 南京中医药大学. 中药大辞典[S]. 上海: 上海科学技术出版社,

2006: 771-774, 1174-1177, 3323.

Nanjing University of Chinese Medicine. Chinese Materia Medica Diction [S]. Shanghai: Shanghai scientific and technical publishers, 2006, 771-774, 1174-1177, 3323.

- [3] 周宝宽. 中医对疲劳的认识[J]. 中华中医药学刊, 2007, 25(11): 2385-2387.
Zhou BK. The understanding of fatigue by traditional Chinese medicine[J]. Chin Arch Tradit Chin Med, 2007, 25(11): 2385-2387.
- [4] 鞠宝兆. 中药抗疲劳机制及方药的筛选规律[J]. 中国临床康复, 2004, 8(18): 3656-3657.
Ju BZ. The anti-fatigue mechanism of Chinese medicine and the screening rule of prescription[J]. Chin J Clin Rehab, 2004, 8(18): 3656-3657.
- [5] 罗轩, 林翠梧, 陈洁晶, 等. 牛大力多糖对小鼠抗疲劳作用的研究[J]. 天然产物研究与开发, 2014, 26(3): 324-328.
Luo X, Lin CW, Chen JJ, et al. In vivo Anti-fatigue Effect of Polysaccharides from *Millettia speciosa Champ* [J]. Natur Product Res Develop, 2014, 26(3): 324-328.
- [6] Goodman CA, Horvath D, Stathis C, et al. Taurine supplementation increases skeletal muscle force production and protects muscle function during and after high-frequency in vitro stimulation[J]. J Appl Physiol (1985), 2009, 107(1): 144-154.
- [7] 何莲蓬, 杨小红, 黄浩, 等. 百合多糖的抗疲劳作用[J]. 湖南师范大学学报: 医学版, 2009, 6(3): 9-11, 15.
He CL, Yang XH, Huang H, et al. Anti-weary pharmacological action of Lily Polysaccharide[J]. J Hunan Normal Univ: Med Sci, 2009, 6(3): 9-11, 15.
- [8] 李娜, 王欣之, 吴皓, 等. 江苏东部沿海四种低值贝类软体中牛磺酸动态积累规律与适宜采收期研究[J]. 食品工业科技, 2015, 36(3): 54-59.
Li N, Wang XZ, Wu H, et al. Study on the dynamic accumulation of taurine in four shellfish flesh of Jiangsu East costal and the appropriate harvest times[J]. Sci Technol Food Indust, 2015, 36(3): 54-59.
- [9] 中华人民共和国卫生部. 保健食品检验与评价技术规范(2003版)[S]. 2003-02-14.
Ministry of Health, P. R. China. Technical Standards for Testing and Assessment of Health Food(2003)[S]. 2003-02-14.
- [10] 郝利民, 郭长江, 何锦凤, 等. 一种抗疲劳泡腾饮料对游泳大鼠生理生化变化的干预作用[J]. 食品与发酵工业, 2002, 28(7): 50-53.
Hao LM, Guo CJ, He JF, et al. Intervention of physiological and biochemical changes of swimming rats by an anti-fatigue drink[J]. Food and Ferment Ind, 2002, 28(7): 50-53.

(编辑: 董宇)