

doi:10.3969/j.issn.2095-6002.2016.04.015

文章编号:2095-6002(2016)04-0085-06

引用格式:陈楠楠,陈珍,卜黎明,等.丝胶枸杞保健饮料的研制[J].食品科学技术学报,2016,34(4):85-90.



CHEN Nannan, CHEN Zhen, BU Liming, et al. Production of healthy beverage of sericin and wolfberry[J]. Journal of Food Science and Technology, 2016,34(4):85-90.

## 丝胶枸杞保健饮料的研制

陈楠楠<sup>1</sup>, 陈珍<sup>1</sup>, 卜黎明<sup>2</sup>, 廖鲜艳<sup>1</sup>, 黄俊逸<sup>1,\*</sup>

(1. 上海大学 生命科学学院, 上海 200444; 2. 河南省蚕业科学研究所, 河南 郑州 450008)

**摘要:**以丝胶蛋白和枸杞提取液为原料,采用单因素实验和正交试验,确定丝胶枸杞饮料中主原料的优化配方为:枸杞浸出物为10%、丝胶蛋白1.0%、柠檬酸为0.10%、阿斯巴甜为0.050%;所制得的饮料色泽呈淡黄色,有枸杞的清香味,具有抗菌、促进肠胃道消化、抗氧化等功效,是一款有开发前景的保健饮料。

**关键词:**丝胶蛋白;枸杞;乳铁蛋白;功能性饮料

**中图分类号:**TS275.4

**文献标志码:**A

丝胶(sericin)蛋白是蚕丝的副产物,其占家蚕茧层质量的20%~30%,其中敲除丝素基因的家蚕或自然选育出的多胶量茧层中含量更高。丝胶蛋白由18种氨基酸组成,在8种必需氨基酸中,甘氨酸、丝氨酸、丙氨酸以及酪氨酸含量较高,由于丝胶蛋白具有独特的保健功能和营养价值,被誉为“贵族蛋白质”<sup>[1]</sup>。例如,丝胶蛋白具有良好的抗氧化性<sup>[2-3]</sup>,丝胶作为食品添加剂具有抗便秘、抗肥胖和抗肿瘤的作用<sup>[4]</sup>,丝胶及其水解物对大肠癌和皮肤癌有明显的抑制作用<sup>[5]</sup>,并且丝胶具有抗菌消炎<sup>[6]</sup>以及降血糖<sup>[7]</sup>作用等等。

正是由于丝胶蛋白具有多种重要的生理功能,它受到了食品、生物医药以及化妆品等多个行业的青睐,特别是在食品行业越来越受到重视。例如,Norinisa等<sup>[8]</sup>利用丝胶蛋白的抗氧化,将其添加到乳制品中以延长其保质期;Sasaki等<sup>[5]</sup>用含有3%丝胶的饲料喂养雄鼠,发现丝胶蛋白可增强动物肠道对矿物质和微量元素的吸收和利用;在日本,将丝胶添加在蒸煮米饭用水中可以使米饭在硬度、保质期、咀嚼性等方面更好,能防止米饭的水分蒸发,抑

制食味下降<sup>[4]</sup>。山田英幸<sup>[3]</sup>开发了一种添加丝胶或丝胶水解物的饮用水,这种饮用水能抑制自体氧化,在食品中添加后起到杀菌、防腐等作用,而且这种食品品质稳定、美味、能长期保存,可用作食物蒸煮、炊饭、沏茶、饮料加工、化妆品等的水源。还有人将丝胶蛋白添加到冰冻、冷饮食品中,其凝胶状果冻蚕丝食品,口感极为美味、柔软、滑爽、可口<sup>[9]</sup>。这些研究结果暗示了丝胶蛋白在食品行业的开发大有可为,特别是保健食品方面的开发具有巨大的发展潜力。

枸杞,被国家食品药品监督管理局归属到“既是食品又是药品的物品名单”中,是一种传统的滋补强壮药。中医认为枸杞味甘,性平,补肾益精,养肝明目,补血安神,生津止渴,润肺止咳<sup>[10]</sup>。现代药理学证明枸杞具有保肝护肝作用<sup>[10-12]</sup>,抗疲劳、耐缺氧功能<sup>[13]</sup>,抗肿瘤作用<sup>[14]</sup>,抗衰老<sup>[15-16]</sup>、降血脂<sup>[17]</sup>、降血糖<sup>[18]</sup>、增强免疫力<sup>[19]</sup>等多种保健功能。目前,枸杞已被应用于多种食品中。枸杞不仅是众多泡茶、泡酒人士的首选<sup>[20]</sup>,更是制作功能性饮料的重要原料<sup>[21]</sup>,如灵芝枸杞疗效保健饮料<sup>[22]</sup>、薏米

收稿日期:2015-08-03

基金项目:上海市教委科研创新项目(11YZ18)。

作者简介:陈楠楠,女,硕士研究生,研究方向为食品的营养与功能;

\*黄俊逸,男,副教授,博士,主要从事天然产物的研究与开发。通信作者。

莲子枸杞红枣复合保健饮料<sup>[23]</sup>、榛子枸杞复合饮料<sup>[24]</sup>、黄芪枸杞复合饮料等<sup>[25]</sup>。

因此,本研究将营养价值丰富的丝胶蛋白与具有多重保健功能的枸杞提取物结合,并辅助乳铁蛋白、维生素 C 等开发出一款新型的集营养、保健与美味于一体的保健饮料,弥补了我国在丝胶蛋白饮料开发上的不足。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

材料:丝胶蛋白粉,湖州新天丝生物技术有限公司;枸杞,购于沃尔玛超市;维生素 C,上海鹤善实业有限公司;乳铁蛋白,上海惠成生物科技公司。

试剂:柠檬酸,上海试剂一厂;阿斯巴甜,上海卓锐化工有限公司;果冻粉,上海权旺生物科技有限公司;羧甲基纤维素钠(CMC- $\text{Na}_2$ ),珠海天鸿润生物工程有限公司。各项原料均为食品级,符合食品添加

剂卫生标准和国家食品卫生标准。

实验用水:纯净饮用水。

### 1.2 主要仪器设备

YLD-2000 型恒温水浴锅,上海华连医疗器械有限公司;202-2-A 型恒温干燥箱,上海跃进医疗器械厂;DZG-303A 型自动纯水系统,上海越磁电子科技有限公司;XS105 型微量电子天平,梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司;GYB40-10S 型均质机,上海申鹿均质机有限公司;AvantiJ-30I 型高速冷冻离心机,Beckman Coulter, INC;LDZX-50KBS 型立式压力蒸汽灭菌锅,上海申安医疗器械厂;WYT-1 型手持性折光计,成都泰华光学仪器有限公司;FE20/EL20 型 pH 计,梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司;SW-CJ-1FD 型洁净工作台,苏净集团苏州安泰空气技术有限公司。

### 1.3 生产工艺流程

丝胶中药功能饮料的生产工艺流程如图 1。



图 1 丝胶中药保健饮料的生产工艺流程

Fig. 1 Production process of healthy beverage

### 1.4 实验方法

#### 1.4.1 枸杞提取液的制备

选取一定量色泽鲜艳的新疆产优质干枸杞,要求无发霉及果梗等其他不可用杂质,用清水充分洗净后,将枸杞用 40~45℃ 温水浸泡 2 h,以软化枸杞组织,然后加入打浆机中打浆,所得浆液加热至 70~80℃,保温浸提 2 h,其间不断搅拌,以便获得更好的香味,然后经过多次过滤洗涤沉淀,在滤液中加入纯净水至干重的 10 倍体积,得到枸杞浸提液,4℃ 保存备用。

#### 1.4.2 单因素实验

美味可口,且具有功能性饮料的最重要环节是确定主原料的适用范围,以及不同主原料之间的配比。故该饮料先对枸杞提取液、柠檬酸、阿斯巴甜 3 种主原料分别进行了单因素实验。单因素实验的基本条件初步定为枸杞提取液质量比 10%,柠檬酸质量比 0.10%,阿斯巴甜质量比 0.050%。实验时固定其他条件,一次改变其中一个条件,以分析各因素对饮料风味的影响。各因素梯度质量比分别为枸杞

提取液 5%, 10%, 15% 和 20%; 柠檬酸 0.05%, 0.10%, 0.15% 和 0.20%; 阿斯巴甜 0.025%, 0.050%, 0.075% 和 0.010%。

#### 1.4.3 正交试验

根据以上单因素实验的结果,确定枸杞提取物、柠檬酸和阿斯巴甜 3 个因素的合适水平,分别设定 3 个水平,即采用 3 因素 3 水平的  $L_9(3^3)$  正交试验,以产品滋味等作为考核指标,组织 20 位食品专业的老师和学生对其综合评分,并进行结果分析。

#### 1.4.4 感官评价

通过专业人员对饮料的色泽、焦糖香、枸杞香味、酸甜度等基本指标的感官评价,给出不同组合的样品一定的分值,并对其结果进行方差分析。具体的感官评价评分标准参见表 1。

#### 1.4.5 辅料添加量的确定

1) 维生素 C: 为保证饮料风味及延长货架期,以及防止饮料中黄酮类活性成分的氧化失效和颜色变化,故添加维生素 C 以增加饮料的稳定性,并参照其他饮料、人的需求以及价格等因素,确定维生素

C的质量比为0.1%,即100 mL饮料中含有100 mg的维生素C。

表1 保健饮料的感官评分标准

Tab.1 Sensory evaluation criteria for healthy beverage

序号	项目	评分标准	满分
1	透明度	澄清、透明、无可见颗粒物	20
2	色泽	呈淡的橙黄色	20
3	香气	有枸杞清香或焦糖香气	20
4	滋味	无杂味、酸甜适宜	20
5	口感	爽口、圆润、无不良口感	20

2) 乳铁蛋白:根据日本研究人员对乳铁蛋白服食量的探讨结果,即正常人每天服食150 mg即可保持良好的健康状态,综合成本与实际饮用量的考虑,确定乳铁蛋白的质量比为0.05%,即100 mL饮料中含有50 mg的乳铁蛋白。

3) 丝胶蛋白:根据Norinisa等<sup>[8]</sup>、Sasaki等<sup>[5,26]</sup>的研究结果,人实际饮用量以及饮料制作工艺的特点,确定丝胶蛋白的质量比为1.0%,即100 mL饮料中含有1.0 g的丝胶蛋白。

4) 果冻粉与羧甲基纤维素钠:参照陈文文<sup>[27]</sup>的研究结果,原料的价格以及其他市售产品的添加量,确定果冻粉的质量比为0.05%,羧甲基纤维素钠的质量比为0.1%。

#### 1.4.6 微生物指标检测

微生物指标的检测参照GB 4789.2—2010菌落总数测定和GB 4789.3—2010大肠菌群测定。菌落总数的测定步骤包括稀释不同浓度梯度的饮料,倒入计数琼脂平板培养基混匀,计算菌落总数。大肠菌群的测定步骤包括选择适宜3个连续稀释度的饮料匀液,接种LST肉汤管,经过36℃±1℃、48 h±2 h的初发酵和同样条件的复发酵后,若产气则判断为大肠菌群阳性管,不产气则判断为大肠菌群阴性管,然后根据大肠杆菌阳性管数参照MPN表

(most probable number)确定每毫升饮料中大肠菌群的数量。

### 1.5 保健饮料的研制工艺

#### 1.5.1 丝胶蛋白与胶体的溶解

先将果冻粉、CMC-Na<sub>2</sub>和丝胶蛋白按一定量干混均匀,然后缓慢将其加入一定量的热水中,并充分搅拌,使之充分溶胀,尽量避免胶类物质包芯。

#### 1.5.2 调配

在胶体等充分溶解后,按量加入枸杞浸提液、乳铁蛋白、柠檬酸、阿斯巴甜、维生素C等,并用纯水稀释到所设定的体积。

#### 1.5.3 均质

将调配液过滤掉杂质后预热至50℃,进行均质处理,进一步细化饮料的颗粒物质,防止产品出现分层、沉淀现象,以增强稳定性。连续均质2次,均质压力为20 MPa。

#### 1.5.4 罐装与封口

罐装前先将均质好的饮料粗品预热,并趁热将其灌装入已经处理好的容器内,然后封口。

#### 1.5.5 灭菌、冷却与保存

饮料封口后,置于121℃条件下灭菌10 min,迅速冷却至室温,得饮料成品,然后贴标并于室温保存。

## 2 结果与分析

### 2.1 枸杞提取液添加量对饮料的影响

固定柠檬酸(0.10%)和阿斯巴甜(0.050%)的质量比,按照表1的评价标准,评价了枸杞提取液对饮料风味的影响,结果见表2。由表2可知,随着枸杞提取液添加量的增加,饮料的枸杞香味与甜味也相应增加,但增加到20%时,饮料的色泽呈深褐色,外观形象受损,不利于更好地吸引顾客。评价得分最高的是10%组,为90分。故选择质量比为10%的枸杞提取液作为较适添加量。

表2 枸杞提取液对饮料风味的影响

Tab.2 Effects of different amounts of wolfberry extracts on flavor of beverage

因素	添加量				
质量比/%	0	5	10	15	20
评价得分值	70	80	90	88	85
评价结果	白色透明,无枸杞的清香与甜味	淡黄色,略有枸杞清香,有甜味	淡黄色,有枸杞清香,酸甜可口	橙黄色,有枸杞清香与焦糖香,酸甜可口	黄褐色,有枸杞清香与焦糖香,甜度较高

## 2.2 柠檬酸添加量对饮料风味的影响

固定枸杞提取液(10%)和阿斯巴甜(0.050%)的质量比,按照表1的评价标准,评价了柠檬酸的添加量对饮料风味的影响,结果见表3。由表3可知,随

着柠檬酸添加量的增加,饮料的酸味也相应增强,由甜味较浓,到酸甜适口,最后到酸味较强。其中0.10%的口觉得酸甜可口,评分也稍高,达到91分。故选择质量比0.10%的柠檬酸作为较适添加量。

表3 柠檬酸添加量对饮料风味的影响

Tab.3 Effects of different amounts of citric acid on flavor of beverage

因素	添加量				
质量比/%	0	0.05	0.10	0.15	0.20
评价得分值	75	83	91	87	85
评价结果	淡黄色,有枸杞清香,甜味较浓	淡黄色,有枸杞清香,甜味稍浓	淡黄色,有枸杞清香,甜味适口	淡黄色,有枸杞清香,甜味稍淡	淡黄色,有枸杞清香,甜味较淡

## 2.3 阿斯巴甜添加量对饮料风味的影响

固定枸杞提取液(10%)和柠檬酸(0.10%)的质量比,按照表1的评价标准,评价了阿斯巴甜的添加量对饮料风味的影响,结果见表4。由表4可知,随着阿斯巴甜添加量的增加,饮料的甜味也相应增

强,由酸味较浓,到酸甜适口,最后到甜味较强。其中阿斯巴甜的质量比在0.050%时,口感酸甜可口,评分也达到92分。故选择质量比为0.050%的阿斯巴甜作为较适添加量。

表4 阿斯巴甜添加量对饮料风味的影响

Tab.4 Effects of different amounts of aspartame on flavor of beverage

因素	添加量				
质量比/%	0	0.025	0.050	0.075	0.100
评价得分值	72	85	92	89	81
评价结果	淡黄色,有枸杞清香,甜味较浓	淡黄色,略有枸杞清香,有甜味	淡黄色,有枸杞清香,酸甜可口	橙黄色,有枸杞清香,酸甜可口	黄褐色,有枸杞清香,甜度较高

## 2.4 单因素实验和正交试验

为了进一步确定丝胶枸杞保健饮料中主料的最佳用量,本实验在单因素的基础上,以枸杞提取液、柠檬酸和阿斯巴甜为3个关键因素,通过3因素3水平的正交试验制成的样品分别由20位食品专业的师生按照表1的评分标准进行评价,具体的分析结果见表5和表6。

实验在单因素实验基础上确定以枸杞提取物、柠檬酸和阿斯巴甜为3个关键因素,通过 $L_9(3^3)$ 正交试验制成的9个样品并按照表1的评分标准进行打分,分析结果见表5和表6。从表5的极差值R中得出各因素的主次关系如下:A(枸杞提取液)>B(柠檬酸)>C(阿斯巴甜),即枸杞提取液的添加量对丝胶中药保健饮料的品质具有显著性影响。由表5的评分结果可知,实验的较优化组合为 $A_2B_2C_3$ ,但通过极差的分析结果发现较优化的组合为 $A_2B_2C_2$ 。

按2种组合方式再一次分别制成饮料,组织人员按照评分标准进行打分,两者依次得分为:组合

表5 正交试验的设计与结果分析

Tab.5 Design and result analysis of orthogonal test

实验号	A	B	C	评分
	$w$ (枸杞提取物)/%	$w$ (柠檬酸)/%	$w$ (阿斯巴甜)/%	
1	5	0.05	0.025	82.7
2	5	0.10	0.050	87.7
3	5	0.15	0.075	85.3
4	10	0.05	0.050	88.3
5	10	0.10	0.075	90.0
6	10	0.15	0.025	87.3
7	15	0.05	0.075	86.7
8	15	0.10	0.025	88.0
9	15	0.15	0.050	89.0
$k_1(K_1/3)$	85.2	85.9	86.0	
$k_2(K_2/3)$	88.6	88.5	88.3	
$k_3(K_3/3)$	87.9	87.2	87.3	
R	3.3	2.7	2.3	

$A_2B_2C_3$ 是90分,组合 $A_2B_2C_2$ 是92分,所以最终优化组合确定为 $A_2B_2C_2$ ,即枸杞提取物的质量比为10%,柠檬酸的质量比为0.10%,阿斯巴甜的质量

比为 0.050%。

表 6 正交试验结果方差分析

Tab. 6 Analysis of variance for orthogonal tests

因素	偏差平方和	自由度	F 比	F 临界值	显著性
枸杞提取液	19.069	2	1.995	4.460	$p > 0.05$
柠檬酸	10.936	2	1.144	4.460	$p > 0.05$
阿斯巴甜	8.222	2	0.960	4.460	$p > 0.05$
误差	38.23	6			

依照  $A_2B_2C_2$  的组合方式重复 3 次实验, 重复效果良好。由表 6 的方差分析结果发现, 各主成分内的差异不显著。

## 2.5 微生物指标检测

参照 GB 4789.2—2010 和 GB 4789.3—2010, 分别对饮料中的菌落总数和大肠菌群的数量进行了测定, 结果发现细菌总数和大肠杆菌的数量, 均符合国家卫生标准, 同时也没有检测出致病菌。

## 2.6 综合评价

感官评价: 色泽呈淡黄色, 澄清透明, 具有枸杞的清香和焦糖香气, 酸甜可口, 无苦味和其他后味。

理化指标: 可溶性固形物的质量比  $\geq 5\%$  (以折光度计), pH 值在 4.5 ~ 5.5。

## 3 总结与讨论

实验通过单因素和正交试验得到了丝胶枸杞保健饮料的较佳配料比, 即质量比以枸杞提取物为 10%, 柠檬酸为 0.10%, 阿斯巴甜为 0.050%, 维生素 C 为 0.1%, 乳铁蛋白为 0.05%, 丝胶蛋白为 1.0%, 果冻粉为 0.05%, 羧甲基纤维素钠为 0.1%。

该饮料呈色泽鲜明的淡黄色, 既有丝胶蛋白所特有的丝滑, 也具有枸杞特有的滋味和清香味, 糖酸比适中, 澄清度良好, 符合现代人对天然、安全、健康的功能性饮料的要求。

本功能性饮料加工工艺和配方简单, 生产成本低, 饮品营养丰富、风味独特, 具有抗氧化等保健功能, 其开发前景极为广阔。

本丝胶中药功能性饮料是利用枸杞提取物作为主要成分之一, 也可以利用菊花提取物、茶叶提取物等其他药食同源材料进行替代, 开发系列保健饮料, 为保健饮料家族添加新成员奠定了坚实的基础。

## 参考文献:

[1] 靳春平, 邓连霞, 朱良均. 蚕丝丝胶蛋白: 一种功能性

化妆品原料[J]. 蚕桑通报, 2013, 44(2): 13 - 15.

JIN C P, DENG L X, ZHU L J. Silk sericin: a functional cosmetic raw material [J]. Bulletin of Sericulture, 2013, 44(2): 13 - 15.

[2] 相入丽, 张雨青, 阎海波. 蚕丝丝胶蛋白的抗氧化作用[J]. 丝绸, 2008(5): 23 - 27.

XIANG R L, ZHANG Y Q, YAN H B. Antioxidation of silk sericin protein [J]. Silk Monthly, 2008(5): 23 - 27.

[3] 山田英幸. 抗酸化剂[N]. 公开特许公报, 1998, 10 - 140154.

[4] KATO N, KAYASHITA J, SASAKI M. Physiological functions of buckwheat protein and sericin as resistant proteins[J]. Journal of the Japanese Society of Nutrition and Food Science, 2000, 53(2): 71 - 75.

[5] SASAKI M, KATO N, WATANABE, et al. Silk protein, sericin, suppresses colon carcinogenesis induced by 1,2-dimethylhydrazine in mice[J]. Oncology Reports, 2000, 7(5): 1049 - 1052.

[6] 陈复生, 徐凤梅, 陈远平, 等. 一种功能性化妆品原料: 纯天然纯丝胶蛋白质[J]. 中国化妆品(行业), 2009(6): 24 - 29.

[7] 付秀美, 马宝君, 赵立军, 等. 丝胶对 2 型糖尿病大鼠血糖的影响[J]. 承德医学院学报, 2008, 25(4): 351 - 353.

FU X M, MA B J, ZHAO L J, et al. Effects of sericine on blood sugar of type 2 diabetes mellitus rat model [J]. Journal of Chengde Medical College, 2008, 25(4): 351 - 353.

[8] NORINISA Kato, SEIJI Sato, ATSUSHI Yamanaka, et al. Silk protein, sericin, inhibits lipid peroxidation and trypanase activity[J]. Biosci Biotechnol Biochem, 1998, 62(1): 145 - 147.

[9] 董雪, 盛家镛, 邢铁玲. 丝胶蛋白的研究与应用综述[J]. 丝绸, 2011, 48(12): 16 - 21.

DONG X, SHENG J Y, XING T L, et al. Overview of sericin protein's research and application [J]. Silk Monthly, 2011, 48(12): 16 - 21.

[10] 齐彦, 郭丽新, 周迎春, 等. 枸杞子对四氯化碳所致小鼠急性肝损伤的作用研究[J]. 中医药学报, 2006, 34(4): 34.

[11] 边纶, 新生, 燕荣, 等. 枸杞多糖对四氯化碳所致小鼠肝损伤修复作用的形态学研究[J]. 宁夏医学杂志, 1996, 18(4): 196.

[12] 田丽梅, 张利群, 申梅素, 等. 枸杞子对大剂量饮酒造成肝损伤保护作用的研究[J]. 牡丹江医学院学报, 1998, 19(3): 6 - 7.

[13] 王宁元, 刘斌钰, 李丽芬. 杞子对小鼠耐寒冷耐缺氧耐疲劳的影响[J]. 齐齐哈尔医学院报, 2002, 23(1): 1 - 2.

WANG N Y, LIU B Y, LI L F, et al. Effects of wolf-

- berry fruit on rat's cryotolerance oxytolerance and fatigue-tolerance [J]. *Journal of Qiqihar Medical College*, 2002, 23(1):1-2.
- [14] 何彦丽, 应逸, 许艳丽, 等. 枸杞多糖对荷瘤小鼠肿瘤微环境 T 淋巴细胞亚群及树突状细胞的影响 [J]. *中西医结合学报*, 2005, 3(5):374-377.
- HE Y L, YING Y, XU Y L, et al. Effects of lycium barbarum polysaccharide on tumor microenvironment t-lymphocyte subsets and dendritic cells in H22-bearing mice [J]. *Journal of Chinese Integrative Medicine*, 2005, 3(5):374-377.
- [15] 王建华, 王汉中, 张民, 等. 枸杞多糖延缓衰老的作用 [J]. *营养学报*, 2002, 24(2):189-190, 194.
- WANG J H, WANG H Z, ZHANG M, et al. Anti-aging function of polysaccharides from fructus lycii [J]. *Acta Nutrimenta Sinica*, 2002, 24(2):189-191, 194.
- [16] 李贵荣. 枸杞多糖的提取及其对活性氧自由基的清除作用 [J]. *中国现代应用药学*, 2002, 9(2):94-96.
- LI G R. Study on isolation of lycium barbarum polysaccharide and its effects on anti-active oxygen free radicals [J]. *The Chinese Journal of Modern Applied Pharmacy*, 2002, 19(2):94-96.
- [17] 张民, 朱彩平. 枸杞多糖-4 的提取、分离及其对雌性下丘脑损伤性肥胖小鼠的减肥作用 [J]. *食品科学*, 2003, 24(3):114-117.
- [18] 古丽热·玉苏甫. 枸杞子提取物对四氧嘧啶诱发的小鼠糖尿病模型的影响 [J]. *中国临床医药研究杂志*, 2007, 175:1-2.
- [19] 李岩, 王丽华. 枸杞子多糖增强免疫与抗脂质过氧化作用的实验研究 [J]. *中医药学报*, 2003, 31(2):25.
- [20] 吉学锐. 枸杞养生功效多 [J]. *农村新技术*, 2012(11):43.
- [21] 孙晓娟. 枸杞饮料研制研究进展 [J]. *贮藏加工*, 2009(24):36-37.
- [22] 李基洪, 范天厚. 灵芝枸杞子疗效保健饮料的研制 [J]. *中国食物与营养*, 2003(4):41-42.
- LI J H, FAN T H. Development of curative health drink of ganoderma lucidum and Chinese wolfberry [J]. *Food and Nutrition in China*, 2003(4):41-42.
- [23] 肖玫, 李毅念, 陈振伟. 薏米莲子枸杞红枣复合保健饮料的生产工艺 [J]. *江苏农业科学*, 2011, 39(4):342-346.
- [24] 王国军, 郝为民, 金俊艳. 榛子枸杞复合饮料的研制 [J]. *农产品加工: 学刊*, 2011(10):74-76.
- WANG G J, HAO W M, JIN J Y. Preparing of hazelnut and wolfberry compound beverage [J]. *Academic Periodical of Farm Products Processing*, 2011(10):74-76.
- [25] 叶文峰. 黄芪枸杞复合饮料的研制 [J]. *饮料工业*, 2012, 15(8):22-25.
- YE W F. Study on a compound drink of Chinese wolfberry and *Astragalus* [J]. *The Beverage Industry*, 2012, 15(8):22-25.
- [26] SASAKI M, YAMADA H, KATO N. Consumption of silk protein, sericin elevates intestinal absorption of zinc, iron, magnesium and calcium in rats [J]. *Nutrition Research*, 2000, 20(10):1505-1511.
- [27] 陈文文. 生姜-红枣-红糖复合饮料的研制 [J]. *食品科学技术学报*, 2015, 33(3):70-73, 78.
- CHEN W W. Development of ginger-red jujube-brown sugar compound beverage [J]. *Journal of Food Science and Technology*, 2015, 33(3):70-73, 78.

## Production of Healthy Beverage of Sericin and Wolfberry

CHEN Nannan<sup>1</sup>, CHEN Zhen<sup>1</sup>, BU Liming<sup>2</sup>, LIAO Xianyan<sup>1</sup>, HUANG Junyi<sup>1,\*</sup>

(1. School of Life Science, Shanghai University, Shanghai 200444, China;

2. Institution of Sericultural Research, Zhengzhou 450008, China)

**Abstract:** One kind of healthy beverage was researched using the sericin and wolfberry extracts as materials. Through the single factor test and orthogonal test, the optimized recipe was as follows: 10% wolfberry extracts, 1% sericin protein, 0.10% citric acid, and 0.050% aspartame. The color of the beverage was bright yellow with fresh scent of wolfberry. The beverage had antibacterial and antioxidant activities and could promote gastrointestinal digestion, which had the development prospect.

**Key words:** sericin protein; wolfberry; lactotransferrin; healthy beverage

(责任编辑: 檀彩莲)