

# 用湖羊胎替代藏羊胎酶解制备羊胎素工艺研究

沈立荣<sup>1\*</sup>, 魏燕<sup>1</sup>, 张燕<sup>1</sup>, 胡夕姣<sup>1</sup>, 黄良<sup>2</sup>

(1. 浙江大学生物系统工程与食品科学学院, 杭州 310058; 2. 浙江康健生物科技有限公司 海宁 314413)

**摘要: 目的** 对以湖羊胎和传统羊胎素生产原料—藏绵羊胎为原料制备的羊胎素进行比较, 提供湖羊胎替代藏羊胎作为羊胎素生产原料的科学依据。**方法** 以产于杭嘉湖地区的湖羊胎为原料, 以传统羊胎素生产原料—藏羊胎为对照, 进行制备羊胎素的酶解正交试验。**结果** 在设定料液比 1:10、酶解时间 4 h 的前提下, 湖羊胎酶解的最佳条件为: 温度 45 °C、酶浓度 40 U/g、pH 值 8.0。在此最佳条件下, 湖羊与藏羊胎的水解度分别为 35.36%和 40.47%, 两种羊胎素冻干粉的产率分别为 17.56%、19.44%, 两者的大分子均得到有效降解, 氨基酸组成和含量无明显差异。**结论** 湖羊胎是一种可以替代藏羊胎的羊胎素生产原料。

**关键词:** 湖羊胎; 藏绵羊胎; 酶解; 羊胎素; 氨基酸组成

## Studies on the enzymatic hydrolysis techniques of preparing lamb placenta extract using Hu sheep placenta to replace Tibet sheep placenta

SHEN Li-Rong<sup>1\*</sup>, WEI Yan<sup>1</sup>, ZHANG Yan<sup>1</sup>, HU Xi-Jiao<sup>1</sup>, HUANG Liang<sup>2</sup>

(1. College of Biosystems Engineering and Food Science, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China;  
2. Zhejiang Kangjian Biological Techniquial Co. Ltd., Haining 314413, China)

**ABSTRACT: Objective** To compare of the lamb placenta extracts (LPE) prepared by using Hu sheep placenta and the traditional raw material (Tibet plecenta), So as to provide scientific evidence for using Hu sheep placenta instead of Tibet sheep placenta as the raw material preparing LPE. **Methods** With the Hu sheep placenta produced in the areas of Hangzhou, Jiaxing and Huzhou as raw material, and the Tibet sheep placenta, the traditional raw material as control, the optimal enzymatic hydrolysis experiments of preparing LPE were conducted. **Results** The optimal enzymatic parameters were as follows: enzymatic hydrolysis of placenta with 40 U/g tripsin at pH 8.0 and 45 °C for 4 h under the designed mixture of one material and ten liquid. Under the optimal condition, the degree of hydrolysis of Hu placenta and Tibet placenta were 17.56% and 19.44%, respectively, the both frozen LPE powder outputs were 35.36% and 40.47%, respectively, and the large molecular proteins of both placentas were degraded into LEP without significant difference in composition of amino acids. **Conclusion** Hu placenta is one raw material to replace Tibet placenta for preparing LPE.

**KEY WORDS:** Hu sheep placenta (*Ovis aries*); Tibet sheep placenta; enzymatic hydrolysis; lamb placenta; amino acid composition

基金项目: 海宁市科技计划项目(2011104)

Fund: Supported by Haining Research Program of Science & Technology (2011104)

\*通讯作者: 沈立荣, 博士, 教授, 主要研究方向为食品营养与安全。E-mail: shenlirong@zju.edu.cn

\*Corresponding author: SHEN Li-Rong, Professor, College of Biosystems Engineering and Food Science, Zhejiang University. No. 866, Yuhangtang Road, Xihu District, Hangzhou 310058, China. E-mail: shenlirong@zju.edu.cn

## 1 引言

中国绵羊(*Ovis aries*)分为三大系,即蒙古羊系、藏绵羊系和哈萨克绵羊系。湖羊是太湖平原重要的家畜之一,在太湖平原的育成和饲养已有八百多年的历史,由于受到太湖自然条件和人为选择的影响,逐渐育成独特的稀有白色羔皮羊品种,产区在浙江、江苏间的太湖流域,所以称为“湖羊”<sup>[1,2]</sup>。湖羊品种形成于10世纪初,由蒙古羊选育而成,属于蒙古羊类群的短脂尾羊,在畜牧学上的分类为羔皮、肉食兼用的粗毛羊,是世界上唯独产白色羔皮羊品种,在我国属于一级保护地方畜禽品种,已被列入首批138个国家级畜禽遗传资源保护品种,是我国南方唯一的国家级绵羊保护品种。近年来,根据“退耕还草”工程的需要,由于湖羊既能适应西北干寒沙漠又能适应江南炎热潮湿的环境,能在全国各地不同的自然条件下舍饲、放牧、半放半舍饲饲养,使得全国都来江浙引种,湖羊已被大批量引种到西北至新疆、西藏、内蒙,东南到湖南、湖北、江西、福建、安徽的广大地区,数量和产量越来越大<sup>[3]</sup>。

羊胎是我国的传统中药,中医认为:羊胎具有养血安神、丰肌泽肤、延年益寿等功效,是大补元气的滋补强壮药。胎盘又名紫河车,含有多种免疫球蛋白、活性肽等生物活性物质及氨基酸、矿物质等成分,羊胎素是以新鲜羊胚胎或羊胎盘为主要原料制备成的活性多肽,安全性好<sup>[4]</sup>,具有抗衰老、增强肌体免疫力、促进人体组织细胞分裂、增强细胞活力、强化皮肤再生能力,调节中枢神经系统、安神助眠、改善记忆力、消除疲劳、迅速恢复体力,有效促进人体新陈代谢等功效<sup>[5,6]</sup>,特别是作为美容保健品,可有效抗击皮肤老化。近30多年来,羊胎素保健品在国内外已广泛应用<sup>[7,8]</sup>。1997年以来,经我国卫生部和食品药品监督管理局批准注册的羊胎素保健食品已有30多个。迄今,国内羊胎素的主要原料是来自草原或高原地区放牧的藏绵羊、蒙古羊和哈萨克绵羊羊胎,而丰富的湖羊胎资源尚未得到重视和开发。本研究首次报道了用湖羊胎替代藏绵羊胎生产羊胎素的研究结果。

## 2 材料与方法

### 2.1 材料与仪器

青海产藏绵羊胎(下称藏羊胎)、浙江产湖羊胎由

浙江康健生物科技有限公司提供;胰蛋白酶购自广西南宁庞博生物工程有限公司。常用化学试剂均为分析纯。

HH-4 数显恒温水浴锅(江苏金坛市安普实验仪器厂), FD1AJ0 冷冻干燥机(北京博医康实验仪器有限公司); PB-10 型 PH 计(赛多利斯科学仪器有限公司); 蛋白电泳仪(美国 Bio-Rad 公司); 改良式微量凯氏定氮仪(上海新嘉电子有限公司); 电热干燥箱(上海福玛实验设备有限公司)。

### 2.2 羊胎的前处理与水解条件单因素试验

将羊胎解冻、切块、绞碎肉糜、去表面水分,按每份3g肉糜用保鲜膜分装,-20℃冻存。实验前解冻羊胎,投入三角瓶中、加入十倍的蒸馏水,按设定的温度(因素一)、pH(因素二)和酶量(因素三),置恒温磁力搅拌水浴中加热反应4h。然后升温至95℃加热20min,灭酶、抽滤。反应结束后分别测定各处理样品水解液的可溶性蛋白含量,选择合适的单因素参数。

### 2.3 羊胎水解条件正交试验

根据单因素试验结果,对温度、pH、酶量进行三因素正交试验分析,以不同水平因素条件下羊胎的水解度为评价指标,确定最优参数。

### 2.4 检测指标

#### 2.4.1 水分和总蛋白含量测定

按“GB 5009.3-2010<sup>[9]</sup> 食品中水分的测定”测定羊胎样品水分含量,按凯氏定氮法“GB/T 5009.5-2010<sup>[10]</sup> 食品中蛋白质的测定”测定羊胎样品粗蛋白含量,每种羊胎平行测定三次。

#### 2.4.2 水解度测定

水解度 DH (degree of hydrolysis) 计算公式如下:

$$DH = \frac{h}{htot} \times 100\% = \frac{\text{水解液中的}-NH_2\text{含量} - \text{原料中的}-NH_2\text{含量}}{htot}$$

式中: h 为水解后每 g 蛋白质被裂解的肽键毫摩尔数(mmol/g), htot 为每克原料蛋白质的肽键毫摩尔数(mmol/g)。

水解液和原料中的 -NH<sub>2</sub> 含量采用甲醛滴定法<sup>[11,12]</sup>测定。

#### 2.4.3 羊胎素产率及 SDS-PAGE 蛋白分析

将经原料定量的湖羊胎与藏羊胎水解液分别冷冻干燥,冻干后马上连容器一起称量,取出冻干品后

再将容器洗净烘干和称量,用差量法计算出水解产物,即羊胎素的产率<sup>[8]</sup>。将两种羊胎原料和羊胎素作15% SDS-PAGE 电泳分析<sup>[10]</sup>,比较湖羊胎与藏羊胎水解前后蛋白质的分子量大小与分布,作水解效果评价。

#### 2.4.4 羊胎素氨基酸分析

将湖羊胎与藏羊胎羊胎素冻干粉送浙江大学饲料科学研究所,按 GB/T18246-2000 饲料中氨基酸的测定方法,用日立 L-8900 氨基酸分析仪作氨基酸组成检测,根据 FAO/WHO(1973年)建议的氨基酸模式(%)计算两者的氨基酸评分(AAS)并进行质量比较<sup>[14,15]</sup>。

### 2.5 数据统计及分析

所有试样均作3组平行测试,所得数据用DPS软件和Excel 2007进行统计处理,最后结果用平均值±标准差表示。

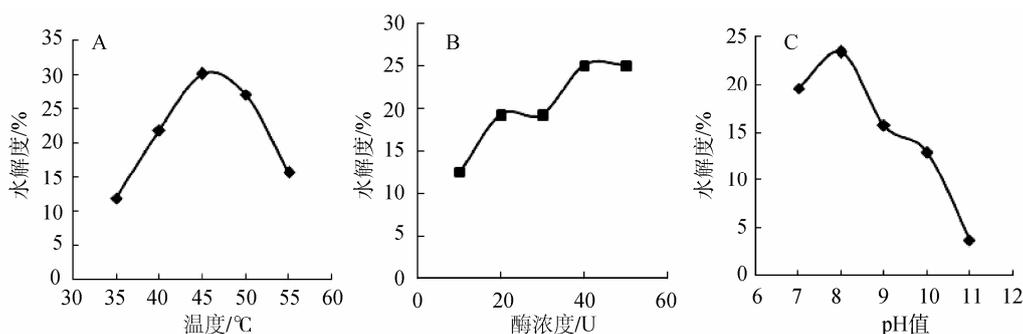


图1 单因素分析试验结果

Fig. 1 Analysis of one-factors experiments

的水解度最高,低于或高于45℃的温度下,水解程度都呈下降趋势。

#### 3.2.2 胰蛋白酶浓度对水解效果的影响

在液料比1:10、温度为45℃、pH9的条件下酶解4h,比较不同酶浓度(10、20、20、40、50U)对水解效果的影响,分析结果(图1B)表明,湖羊胎水解度随着酶浓度的增加缓慢增加,在40U时达到饱和。

#### 3.2.3 pH值对水解效果的影响

在料液比1:10、酶量80U、温度45℃条件下酶解4h,比较不同pH值(7、8、9、10、11)对酶解效果的影响。(图1C)表明,湖羊胎在pH值为8时水解度最高,pH值低于或高于8时水解程度都呈下降趋势。

## 3 结果

### 3.1 湖羊胎与藏羊胎水分和粗蛋白含量比较

湖羊与藏羊胎水分含量分别为83.91%和86.65%,即湖羊胎水分含量略低于藏羊胎,但经 $t$ 检验,两者无显著差异( $P=0.1543$ ,即 $P>0.05$ )。对湖羊与藏羊胎分别作粗蛋白测定,结果显示,以羊胎湿基计,湖羊与藏羊胎粗蛋白含量分别为14.59%和12.50%,即鲜湖羊胎的蛋白含量高于藏羊胎,经 $t$ 检验,两者有极显著差异( $P=0.0005$ ,即 $P<0.01$ )。从水分和粗蛋白含量看,湖羊胎原料质量略优于藏羊胎。

### 3.2 单因素试验

#### 3.2.1 温度对水解效果的影响

在料液比1:10、酶量80U、pH9的条件下酶解4h,比较不同温度(35、40、45、50、55℃)对水解效果的影响,分析结果(图1A)表明,湖羊胎在45℃下

### 3.3 胰蛋白酶水解作用正交试验

根据上述单因素试验结果,选定适宜的正交试验因素水平表如表1所示。正交试验结果(表2)各因素极差分析(图2)表明,影响水解度的因素顺序为:温度>酶量>pH;最佳反应组合为 $A_2B_3C_2$ ,即:酶解温度为45℃、酶浓度为40U、pH值为8,但经方差分析,各因素间的差异无统计学意义( $P=0.1101$ , $P>0.05$ )。综合考虑到生产成本与效率,以及水解效果等方面,选择工艺条件为:料液比1:10、温度45℃、酶浓度40U/g、pH值8.0、水解4h。在上述水解条件下作最优工艺实验验证,结果湖羊胎与藏羊胎水解度分别为 $35.36\% \pm 1.40\%$ 和 $40.47\% \pm 0.34\%$ ,高于所有正交试验组。藏羊胎的水解度高于湖羊胎,但

经  $t$  检验, 两者的差异无统计学意义 ( $P=0.0228$ ,  $P>0.05$ )。

表 1 正交试验因素水平表  
Table 1 Factors and levels for orthogonal design

水平	因素		
	A 温度(°C)	B 酶浓度(U)	C pH 值
1	40	20	7
2	45	30	8
3	50	40	9

再按此工艺做验证试验, 分别作定量鲜湖羊胎、藏羊胎水解, 羊胎素冻干粉称量和得率计算, 结果见表 3。该结果显示, 湖羊和藏羊胎羊胎素的冻干粉得率分别为 17.56% 和 19.44%, 两者十分接近, 与水解度相符。

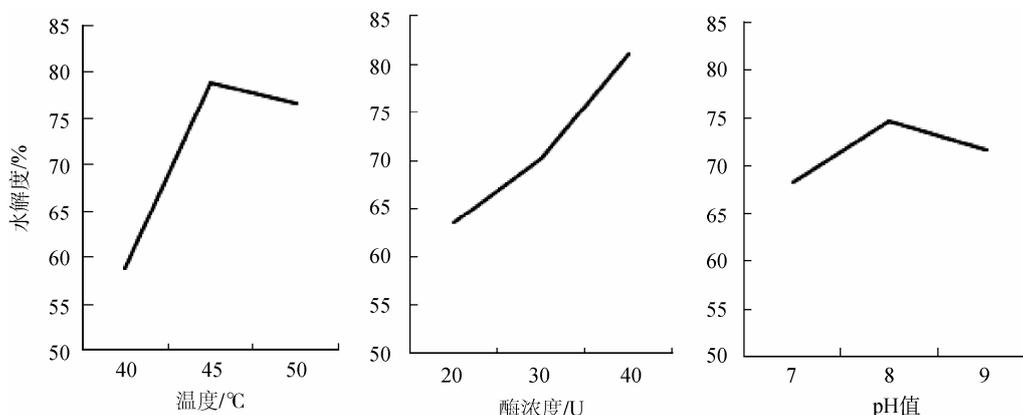


图 2 极差分析结果

Fig.2 Results of range analysis

表 3 最优工艺下湖羊胎和藏羊胎羊胎素的产率(%)比较

Table 3 Comparison of the lamb placenta extract outputs between Hu sheep and Tibet sheep under the optimal techniques

样品	鲜羊胎质量(g)	羊胎素冻干粉(g)	产率(%)
湖羊胎	9.00	1.58	17.56
藏羊胎	9.00	1.75	19.44

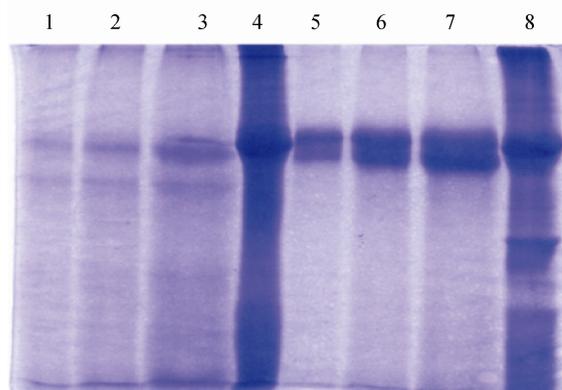
### 3.4 两种羊胎素的 SDS-PAGE 电泳检测

对湖羊胎和藏羊胎羊胎素冻干粉及对应的鲜羊胎分别作 SDS-PAGE 电泳分析, 结果(图 3)显示, 经过胰蛋白酶水解后, 除一条比较明显的大分子蛋白外, 鲜湖羊与藏羊胎的大多数蛋白条带基本消失了, 且两种羊胎未酶解的条带分子量非常接近, 这种蛋白无法被胰蛋白酶彻底水解。综合上述说明通过胰蛋

表 2 正交试验结果分析表

Table 2 Analysis of orthogonal experiment results

编号	A 温度(°C)	B 酶量(U)	C pH 值	水解度(%)
1	1	1	1	16.32
2	1	2	2	18.78
3	1	3	3	23.85
4	2	1	2	25.70
5	2	2	3	26.32
6	2	3	1	26.93
7	3	1	3	21.52
8	3	2	1	25.08
9	3	3	2	30.22
$K_1$	58.95	63.54	68.33	
$K_2$	78.95	70.18	74.70	
$K_3$	76.82	81.00	71.69	
R	6.67	5.82	2.12	



1: 藏羊羊胎素; 4: 鲜藏羊胎, 5-7: 湖羊羊胎素, 8: 鲜湖羊胎

图 3 藏羊和湖羊鲜羊胎及羊胎素 SDS-PAGE 电泳分析图  
Fig.3 SDS-PAGE analysis of the lamb placenta extracts and fresh placentas of Hu sheep and Tibet sheep

白酶的水解作用,羊胎中的主要大分子蛋白质已被降解成为小分子肽。

### 3.5 两种羊胎素的氨基酸营养价值评价

分别对湖羊和藏羊羊胎素冻干粉作氨基酸评分分析。结果表明,两种羊胎素均检测到17种氨基酸,氨基酸总质量分数分别为78.29%和77.60%,其中人体的必需氨基酸占总氨基酸的比值(EAA/TAA)分别为38.56%和39.30%,必需氨基酸与非必需氨基酸的比值(EAA/NEAA)分别为60.94%和64.74%。根据FAO/WHO(1973年)的理想模式,质量较好的蛋白质的EAA/TAA在40%左右,EAA/NEAA在60%以上。结果显示,湖羊和藏羊羊胎素冻干粉的氨基酸组成均符合上述指标。再从必需氨基酸评分(AAS)看(表4),湖羊和藏羊羊胎素的第一限制性氨基酸均为赖氨酸,AAS为0.71;湖羊和藏羊羊胎素的第二限制性氨基酸均为蛋氨酸(胱氨酸),ASS分别为0.76和0.78。对比发现,湖羊羊胎素的异亮氨酸、亮氨酸略高于藏羊,其他必需氨基酸则不如藏羊,但总体来说,两者必需氨基酸的含量非常接近。该结果为用湖羊代替青海藏羊制备羊胎素提供了重要科学依据。

表4 湖羊胎与藏羊胎羊胎素的必需氨基酸营养价值分析  
Table 4 Nutritional value analysis of the essential amino acids of the lamb placenta extracts from Hu sheep and Tibet sheep

必需氨基酸	AA(FAO/WHO, mg/g)	湖羊		藏羊	
		Aa (mg/g)	AAS*	Aa (mg/g)	AAS
异亮氨酸	40	34.6	0.86	32.7	0.82
亮氨酸	70	71.6	1.02	70.7	1.01
赖氨酸	55	39.1	0.71	38.9	0.71
蛋氨酸+胱氨酸	35	26.5	0.76	27.4	0.78
苯丙氨酸+酪氨酸	60	56.8	0.95	59.9	1.00
苏氨酸	40	31.2	0.78	32.3	0.81
色氨酸	10	-	-	-	-
缬氨酸	50	42.5	0.85	43.7	0.87

AAS\* = aa/AA(FAO/WHO), 式中: aa 为实验样品氨基酸总质量分数(%), AA (FAO/WHO)为 FAO/WHO 评分标准模式中同种氨基酸总质量分数(%)。

## 4 讨论

近年来,国外生产的羊胎素产品大举进军我国,如瑞士产的羊胎素针剂、羊胎素胶囊,羊胎素

软胶囊、羊胎素精华胶囊,美国产羊胎素精华胶囊,澳大利亚产澳洲羊胎素胶囊,在上海、北京等大城市已成为高档美容用品。国产羊胎素主要是口服产品,如羊胎素冻干粉胶囊、口服液。原浙江吾老七保健品有限公司的“吾老七”牌羊胎浓缩液和羊胎美容浓缩液是国内最早开发的,将现代生物化学与传统中医药技术相结合研究制备的羊胎素保健食品。但因产地局限性等原因,浙江羊胎素产品一直以产于青海的藏羊胎为原料,而杭嘉湖一带丰富的湖羊羊胎资源没有得到开发利用,甚至作为屠宰场废弃物被丢弃。

湖羊主要分布在江浙两省交界的太湖流域一带,尤以浙江省杭州、嘉兴、湖州等地区较为集中。据2007年不完全统计,产区共有湖羊约200多万只,其中浙江省饲养量有150多万只。湖羊养殖带动了湖羊交易市场、屠宰加工业和皮革加工业的发展,成为农民致富的门路之一。历史上湖羊皮价值昂贵,曾经是重要的出口换汇物资。但20世纪九十年代以后,随着羔皮市场的衰落,湖羊业发展发生逆转,从“皮主肉从”进入“肉主皮从”的时期。进入21世纪以来,随着市场经济的发展和人民生活水平的提高,人们对羊肉的需求与日俱增,加之国家对湖羊品种的政策保护和扶植,农民饲养湖羊的积极性很高,湖羊存栏数大增。近年来,各地已形成了一批从事湖羊养殖的农业企业和专业合作社,湖羊养殖业面临新的发展机遇<sup>[3]</sup>。

本研究对以湖羊胎和藏羊胎为原料制备的羊胎素进行了比较。原料水分和粗蛋白含量分析结果显示,湖羊胎质量略优于藏羊胎;通过酶解正交试验,获得了制备湖羊羊胎素的最佳条件,使大分子得到有效降解,得到了羊胎素冻干粉。氨基酸营养评价结果显示,湖羊与藏羊羊胎素的氨基酸组成和含量非常接近,必需氨基酸和非必需氨基酸比例符合WHO推荐模式。该结果为用湖羊胎替代藏羊胎制备羊胎素,及湖羊胎资源的开发利用提供了重要科学依据,无论对我国湖羊产业产生还是羊胎素保健食品产业的可持续发展均具有十分重要的意义。

## 参考文献

- [1] 安志云,李有龙. 关于湖羊饲养历史的查证[J]. 中国农史, 1995, 14(1): 102-103.
- An ZY, Li YL. Investigation and verification on breeding history

- of Hu sheep [J]. *Agr Hist China*, 1995, 14(1): 102–103.
- [2] 邹介正, 王铭农, 牛家藩, 等. 中国古代畜牧兽医史[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1994, 1: 113–118.  
Zou JZ, Wang MN, Niu JF, *et al.* Ancient history of animal husbandry and veterinary medicine in China [M]. Beijing: Chinese Publication Press of Agricultural Science and Technology, 1994, 1: 113–118.
- [3] 林嘉, 郑军. 浙江省湖羊生产的现状与发展对策[J]. *浙江畜牧兽医*, 2005, (6): 9–11.  
Lin J, Zheng J. The current situation and developmental strategy [J]. *Zhejiang J Anim Sci Vet Med*, 2005, (6): 9–11.
- [4] 张淑二, 张楠, 战汪涛, 等. 羊胎盘复方制剂对小鼠睾丸染色体与骨髓细胞微核的致畸变作用[J]. *中兽医医药杂志*. 2011, 13(3): 13–15.  
Zhang SE, Zhang YH, Tao Y, *et al.* Teratogenic effects of goat placental preparations on testicle chromosome and marrow micronuclear of mice [J]. *J Tradit Chin Vet Med*, 2011, 13(3): 13–15.
- [5] 王炳祥, 顾国生, 李鑫雨, 等. 山羊胎盘小肽的分离及对小鼠抗氧化能力的影响[J]. *西南农业学报*, 2011, 24 (1): 315–318.  
Wang BX, Gu GS, Li XY, *et al.* Separation and Effect of Low molecular placental polypeptide from goats on anti oxidation activity of mice [J]. *Southwest China J Agr Sci*, 2011, 24 (1): 315–318.
- [6] 谷玉, 张淑二, 孙亮, 等. 羊胎盘复方制剂对小鼠免疫功能的影响[J]. *中国中医药科技*, 2009, (3): 180–181.  
Gu Yu, Zhang Shu-Er, Sun Liang, *et al.* Effects of goat placental prescription on mice's immune function [J]. *Chin J Tradit Med Sci Technol*, 2009, (3): 180–181.
- [7] 杨桂芹, 邹兴淮. 胎盘及其提取物的化学成分、药理作用及临床应用研究进展[J]. *沈阳农业大学学报*, 2003, 34(2): 150–154.  
Yang GQ, Zou XH. Research advances on chemical compositions, pharmacological effect and clinic application of placenta and its extract from human and Animals [J]. *J Shenyang Agr Univ*, 2003, 34(2): 150–154.
- [8] 王洪奇, 修翠娟, 冯健, 等. 水溶性羊胎素提取工艺的研究[J]. *辽宁农业职业技术学院学报*, 2007, 9(4): 19–20.  
Wang HQ, Xiu CJ, Feng J, *et al.* The study of extraction for the hydrosoluble lamb placenta extract [J]. *J Liaoning Agr Vocation-Technical College*, 2007, 9(4): 19–20.
- [9] GB 5009.3-2010 食品安全国家标准 食品中水分的测定[S].  
GB 5009.3-2010 National Food Safety Standard Determination of moisture in foods [S].
- [10] GB 5009.5-2010 食品安全国家标准 食品中蛋白的测定[S].  
GB 5009.5-2010 National Food Safety Standard Determination of protein in foods [S].
- [11] 檀志芬, 生庆海, 邱泉若, 等. 蛋白质水解度的测定方法[J]. *食品工业科技*, 2005, 26(7): 174–176.  
Shang ZF, Sheng QH, Qiu QR, *et al.* Determination of the degree of hydrolysis of protein [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2005, 26(7): 174–176.
- [12] 姚玉静, 崔春, 邱礼平, 等. pH-stat 法和甲醛滴定法测定大豆蛋白水解度准确性比较[J]. *食品工业科技*, 2008, (9): 68–70.  
Yao YJ, Chui C, Qiu LP, *et al.* Determination of hydrolysis degree of soy protein: a comparison between methods of pH-stat and formol-titration [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2008, (9): 68–70.
- [13] 汪家政, 范明. 蛋白质手册[M]. 北京: 科学出版社, 2001: 5–160.  
Wang JZ, Fan M. Protein manual [M]. Beijing: Science Press, 2001: 5–160.
- [14] 李培兵, 王永辉, 邓炳楠, 等. 羊胎素中氨基酸测定与评价[J]. *氨基酸与生物资源*, 2009, 31(3): 20–22.  
Li PB, Wang YH, Deng BN, *et al.* Analysis and evaluation of amino acids of the sheep's placental extract [J]. *Amino Acids Biotic Res*, 2009, 31(3): 20–22.
- [15] 陆晖, 闰晓梅, 张双全. 羊胎盘活细胞素微量元素和氨基酸组成的分析[J]. *南京师大学报(自然科学版)*, 2001, 24(1): 79–82.  
Lu H, Yan XM, Zhang SQ. Composition Analyses of microelements and amino Acids in sheep placenta living cell extract [J]. *J Nanjing Normal Univ (Nat Sci Ed)*, 2001, 24(1): 79–82.

(责任编辑: 张宏梁)

## 作者简介



沈立荣, 博士, 教授, 主要研究方向为食品营养与安全。

E-mail: shenlirong@zju.edu.cn