孙琳,魏冰斌,王瑛,等.傅山药膳八珍汤("头脑")的工艺优化及其抗氧化活性[J].山西农业大学学报(自然科学版),2025,45(3):121-131.
Sun L, Wei B B, Wang Y, et al.Process optimization and antioxidant activity of Fushan medicinal diet Bazhen soup ("Tounao") [J].Journal of Shanxi Agricultural University(Natural Science Edition), 2025,45(3):121-131.
doi: 10.13842/j.cnki.issn1671-8151.202412038

傅山药膳八珍汤("头脑")的工艺优化及其抗氧化活性

孙琳[1,2],魏冰斌[1],王瑛[1],李婕[1],裴妙荣[1,3],姜弢[1,3*]

(1.山西中医药大学 中药与食品工程学院,山西 晋中 030619;2.中药炮制山西省重点实验室,山西 晋中 030619;
3.王世民国医大师传承工作室,山西 太原 030000)

摘　要:[目的]通过对药膳八珍汤中各原料的用量配比及加工时间进行研究,优化药膳八珍汤的加工工艺,并对成品的抗氧化能力和理化指标进行检测,为药膳八珍汤方便食品的研究开发提供试验基础。[方法]本研究以羊肉、莲藕、山药为主要原料,搭配黄芪、生姜等药食同源药材,以感官评分为指标,结合单因素控制变量法与Box—Behnken响应曲面试验设计,建立关键工艺参数与感官指标间的数学回归模型,通过模型验证获得药膳八珍汤的最优工艺参数组合。[结果]药膳八珍汤的最佳加工工艺为莲藕煮制3 min、山药煮制7 min、羊肉煮制52 min;每1 kg羊肉煮制时加水量为6 L、黄芪用量为16 g、生姜用量为39 g;面糊汤汤底中羊汤用量为90 mL/L、面粉用量为96 g/L、黄酒用量为92 mL/L;药膳八珍汤的DPPH自由基清除率为70.76%;理化指标与微生物检测均符合《食品安全国家标准》。[结论]采用优化后工艺所制备的八珍汤成品展现出良好的口感特性,羊肉、莲藕、山药软硬适中,组织结构紧密均匀,面糊汤粘稠度适中,汤质均匀,口感细腻,入口醇厚。试验过程中采用的模型经过多组重复试验验证,数据可靠,试验结果为八珍汤的工业化生产提供了重要的理论依据和实践指导。

关键词:八珍汤;傅山;头脑;工艺优化;响应曲面法
中图分类号:TS205.9;R212.7　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1671-8151(2025)03-0121-11

Process optimization and antioxidant activity of Fushan medicinal diet Bazhen soup ("Tounao")

Sun Lin[1,2], Wei Bingbin[1], Wang Ying[1], Li Jie[1], Pei Miaorong[1,3], Jiang Tao[1,3*]

(*1. Collage of Chinese Medicine and Food Engineering, Shanxi University of Chinese Medicine, Jinzhong 030619, China; 2. Shanxi Provincial Key Laboratory of Chinese Medicine Processing, Jinzhong 030619, China; 3. Wang Shimin Medical Master Inheritance Studio, Taiyuan 030000, China*)

Abstract: [Objective] This study aimed to optimize the processing technology of the medicated diet Bazhen decoction by investigating the ratio of raw materials and cooking time. The antioxidant capacity and physicochemical properties of the final product were evaluated to provide an experimental basis for the development of instant food products based on this traditional medical soup. [Method] Using mutton, lotus root, and yam as the main ingredients, supplemented with medicinal and edible herbs such as *Radix Astragali*, *Rhizoma Zingiberis Recens*, sensory evaluation was employed as the key indicator. A mathematical regression model between key processing parameters and sensory scores was established using single-factor experiments combined with Box-Behnken response surface methodology (RSM). The optimal processing parameters were determined through model validation. [Result] The optimal processing conditions for the medicated diet Bazhen decoction were as follows: lotus root cooked for three min, yam for seven min, and mutton for 52 min. For every 1 kg of mutton, the recommended additions

收稿日期:2024-12-24　　**修回日期**:2025-03-13
基金项目:山西省重点研发计划项目(201903D321211);山西省应用基础研究项目(202303021211176);山西省中医药管理局科研课题(2022ZYYC104);山西省高等学校科技创新项目(2020L0409)
作者简介:孙琳(ORCID:0009-0009-1693-9761),副教授,硕士生导师,研究方向:药食同源功能食品的研究开发及中药炮制现代研究,E-mail:sunlin115@sxtcm.edu.cn
*通信作者:姜弢,讲师,研究方向:药食同源功能食品研究开发及银屑病的中医药防治,E-mail:125145741@qq.com

were 6 L water, 16 g astragalus, and 39 g ginger. The batter soup base required 90 mL/L of mutton broth, 96 g/L of flour, and 92 mL/L of yellow rice wine. The DPPH radical scavenging rate of the decoction reached 70.76%. All physicochemical and microbiological indicators complied with China's National Food Safety Standard. [Conclusion] The optimized Bazhen decoction exhibited excellent sensory qualities, with mutton, lotus root, and yam, demonstrating a tender yet firm texture and uniform structure. The batter soup had moderate viscosity, a smooth consistency, and a rich, mellow flavor. The model was validated through repeated experiments, ensuring data reliability. The results provided an important theoretical foundation and practical guidance for the industrial production of Bazhen decoction, with significant reference value for process optimization and antioxidant performance improvement.

Keywords: Bazhentang, Fushan, Tounao, Process optimization, Response surface method

药膳八珍汤又称“头脑”,是山西太原一带有名的早餐,距今已有300多年的历史。“头脑”由明末清初医学家傅山先生为其母亲研制,具有良好的补益滋养之效,后傅山将其传于民间饭店[1],现已被列入国家非物质文化遗产保护名录[2]。

药膳八珍汤由山药、莲藕、羊肉、黄芪、良姜、黄酒、酒糟、煨面8种食材组成[3],食用时佐以腌韭菜为引。山药滋补脾胃、补虚羸、除寒热邪气[4-6];莲藕健脾开胃、排毒养颜、通便止泻、清热凉血[7];羊肉温补肾阳、补虚温中[8];黄芪是补气良药,以补虚为主,具有增强机体免疫力、益气养血、补气固表、生津养血等功效[9-12];良姜辛温性热,温散寒邪,健脾开胃[13-14];黄酒温饮和中,少饮行气,性热能引药入经;酒糟富含营养和能量,能增进食欲[15-16];煨面经过高温蒸制,可厚肠胃、补虚乏、促消化[17]。腌韭菜含有丰富营养物质,可暖胃补肾,起佐食引子的作用[18]。8种食材相互结合,相辅相成制成药膳,温补不腻,强身健体,为冬日滋补之上品,药膳养生的不二之选[19]。

目前八珍汤还没有商品化生产的方便食品,本研究以感官评价为指标,优化八珍汤配方和制作工艺,并检测其抗氧化能力,为八珍汤方便食品的研究开发提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

莲藕(山西洪洞)、山药(山西太原)、羊肉(山西朔州)、花椒(山西芮城)、大葱(山西太原)、生姜(山西太原)均为市售;黄芪:山西国泰中药股份有限公司,经山西中医药大学张朔生教授鉴定为豆科植物蒙古黄芪(*Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge. var. mongholicus (Bge.) Hsiao.)的干燥根;面粉:金龙鱼麦芯小麦粉;黄酒:黍米特型半甜黄酒,山西省代县代康实业有限公司;纯净水:自制。

1.2 仪器与设备

不锈钢锅(ZNB-3822NJF):广东振能不锈钢实业有限公司;Supor电磁炉(C22-IM06A):浙江苏泊尔股份有限公司;高压灭菌锅(DY04-13-44-00):上海东亚压力容器制造有限公司。

1.3 制作工艺流程

莲藕洗净切片,山药削皮切滚刀块;不锈钢锅烧开水,将莲藕和山药分别投入锅中,小火煮制一段时间后捞出备用。选羊腿肉切块,洗净后冷水入锅焯水,撇去浮沫捞出;另起锅烧开水,加入黄芪、生姜、葱、花椒,水沸后放入焯好的羊肉,小火煮熟,捞出羊肉备用,羊汤过滤去配料,留汤备用。将生面粉均匀铺在笼屉上,蒸1 h后取出晾凉,碾压成细末状,过筛,即为煨面。煨面加入冷水搅拌成糊状,过筛,得到面浆。取羊汤烧开后转小火,加入面浆和黄酒,持续搅动至浓稠,停火。将羊肉、莲藕、山药和面糊汤分别装入真空袋,真空包装后放入高压灭菌锅,121 ℃灭菌,制得成品[20]。制作工艺流程如图1所示。

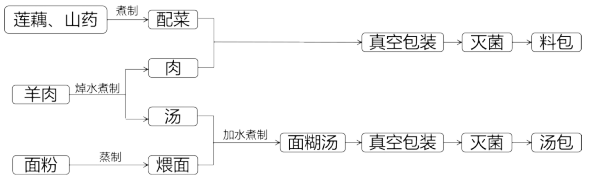

图1 八珍汤方便食品制作工艺流程图

Fig.1 Process flow chart of Bazhen decoction

1.4 加工工艺优化

1.4.1 莲藕、山药煮制时间单因素试验

选取直径约3~4 cm的山药,切成滚刀块备用;莲藕切成约0.5 cm的厚片备用。清水烧开,将山药煮制1、2、3、4、5 min,莲藕煮制5、6、7、8、9 min,探究煮制时间对口感的影响。

1.4.2　羊肉煮制单因素试验

本试验过程中固定原料添加量为羊肉1 kg、大葱35 g、花椒1 g,煮制流程见1.3。

加水量6 L、黄芪15 g、生姜40 g,探究不同煮制时间(30、40、50、60、70 min)对羊肉口感的影响;黄芪15 g、生姜40 g、煮制50 min,探究不同加水量(5、6、7、8、9 L)对羊肉口感的影响;加水量6 L、生姜40 g、煮制50 min,探究黄芪不同用量(10、15、20、25、30 g)对羊肉口感的影响;加水量6 L、黄芪15 g、煮制50 min,探究生姜不同用量(20、30、40、50、60 g)对羊肉口感的影响。

1.4.3　羊肉煮制响应面优化试验

根据单因素试验结果,以羊肉煮制时间、加水量、黄芪用量和生姜用量为自变量,单因素试验筛选出的最优结果设计-1、0、1共3水平,以感官评分为响应值,采用Design-Expert V8.0.6软件分析处理,Box-Behnken中心组合试验研究料包各因素对感官评分的影响。响应面因素与水平设计见表1。

表1　料包响应面水平设计

Table 1　Horizontal design of response surface of material bale

编码 Encode	因素 Factor			
	煮制时间/min Cooking time	加水量/(L/kg) Water addition	黄芪用量/(g/kg) Astragalus dosage	生姜用量/(g/kg) Ginger dosage
-1	40	5	10	30
0	50	6	15	40
1	60	7	20	50

1.4.4　面糊汤单因素试验

取不同羊汤体积(0、100、200、300、400 mL),加水稀释至1000 mL,煮沸,加入80 g煨面和60 mL黄酒,小火加热10 min,探究羊汤用量对面糊汤感官评分的影响。

取羊汤100 mL,加水稀释至1000 mL,煮沸,加入不同量的煨面(60、80、100、120、140 g)和60 mL黄酒,小火加热10 min,探究面粉用量对面糊汤感官评分的影响。

取羊汤100 mL,加水稀释至1000 mL,煮沸,加入80 g煨面和不同量黄酒(20、60、100、140、180 mL),小火加热10 min,探究黄酒用量对面糊汤感官评分的影响。

1.4.5　面糊汤响应面优化试验

以羊汤用量、面粉用量和黄酒用量为自变量,以感官评分为响应值,采用Design-Expert V8.0.6软件分析处理,Box-Behnken中心组合试验研究面糊汤各因素对感官评分的影响。响应面因素与水平设计见表2。

表2　面糊汤响应面水平设计

Table 2　Horizontal design of response surface for batter soup

编码 Encode	因素 Factor		
	羊汤用量/(mL/L) Mutton soup dosage	面粉用量/(g/L) Flour consumption	黄酒用量/(mL/L) Rice wine consumption
-1	50	80	80
0	100	100	100
1	150	120	120

1.4.6　感官评分标准

将不同加工工艺条件下制作的莲藕、山药、羊肉、肉汤和面糊汤进行感官评价。由10位食品专业实验员(男女各5位)作为感官评价实验员,从组织状态、色泽、滋味、口感等方面对上述成品进行评价[21],评分标准见表3～表5。

1.5　面糊汤体外抗氧化能力测定

取八珍汤面糊汤成品,参考《GB/T 39100-

表3　莲藕、山药感官评分标准表

Table 3　Sensory score standard table of the material package

指标及权重 Indicators and weights	100～85	84～60	0～59
形态(20%) Form	莲藕、山药片型完整	莲藕、山药部分片型不完整	莲藕、山药大部分片型破碎
色泽(20%) Colour and lustre	莲藕、山药白亮有光泽	莲藕、山药颜色暗淡	莲藕、山药发黄,颜色异常
滋味(30%) Flavor	莲藕、山药有淡淡的菜香	莲藕、山药无菜香,味淡	莲藕、山药有苦味或其它不良味道
口感(30%) Taste	莲藕、山药软硬适中,咀嚼效果佳	莲藕、山药略硬或略软	莲藕、山药太硬或太软,咀嚼效果差

表4 羊肉感官评分标准表

Table 4 Sensory score standard table of lamb

指标及权重 Indicators and weights	100～85	84～60	0～59
肉汤状态(10%) Broth state	澄清,有些许浮油,有香味和鲜味	较澄清,浮油略明显,略有羊膻味	浑浊,浮油多,羊膻味重
形态(20%) Form	羊肉组织紧密,软硬适中	羊肉组织略松散	羊肉组织松散无弹性
色泽(10%) Colour and lustre	羊肉颜色适中	羊肉颜色较深	羊肉黑褐色
滋味(30%) Flavor	羊肉肉香浓郁	羊肉肉香较淡	羊肉有肉腥味、异味或其它不良味道
口感(30%) Taste	肉质细腻,咀嚼效果佳	肉质略柴,或软烂无嚼劲	肉质不烂,油腻感重,咀嚼效果差

表5 面糊汤感官评价标准表

Table 5 Sensory evaluation standard table of batter soup

指标及权重 Indicators and weights	100～70	69～30	0～29
形态(20%) Form	粘稠度适中,汤质均匀	略稠或略稀,汤质较均匀	太稠或太稀
色泽(20%) Colour and lustre	呈浅黄色	呈黄色	呈深黄色或纯白色
滋味(30%) Flavor	香气浓郁,有一定黄酒香味	香气较淡,黄酒味淡	黄酒味、羊汤味过重或无黄酒味
口感(30%) Taste	口感细腻,入口醇厚	口感略粗糙,略有羊膻味	口感粗糙,有明显颗粒感,羊膻味重

2020多肽抗氧化性测定》中DPPH法进行测定。将50 mL面糊汤加入离心管中,离心15 min,取上清液,用无水乙醇将上清液分别稀释2、4、6、8、10、12倍。将稀释后的上清液各取0.1 mL加入到96孔板中,加入DPPH溶液0.1 mL,混匀后25 ℃避光静置30 min,在517 nm处用酶标仪测量溶液的吸光度值A_i;再取稀释后的各上清液0.1 mL到96孔板中,加入无水乙醇溶液0.1 mL,避光反应30 min,在波长517 nm处用酶标仪测量溶液的吸光度值A_0;取无水乙醇和DPPH溶液各0.1 mL加入到96孔板中,避光反应30 min后,在波长517 nm处用酶标仪测量溶液的吸光度值A_j。每一组吸光度值按上述步骤平行测定3次,取其平均值。

DPPH自由基清除率%=$[A_0-(A_i-A_j)]\div A_0\times 100$

1.6 八珍汤理化指标检验

pH值的测定参照《GB 5009.237-2016 食品pH值的测定》;粗脂肪含量的测定参照《GB 5009.6-2016 食品中脂肪的测定》;蛋白质含量的测定参照《GB 5009.5-2010 食品中蛋白质的测定》;重金属铅的测定参照《GB 5009.12-2017 食品中铅的测定》;重金属汞的测定参照《GB 5009.17-2017 食品中汞的测定》;重金属砷的测定参照《GB 5009.11-2014 食品中砷的测定》;水分的测定参照《GB 5009.3-2016食品中水分的测定》。

1.7 八珍汤微生物指标检验

菌落总数的测定参照GB 4789.2-2016《食品微生物学检验 菌落总数测定》;大肠菌群的测定参照GB 4789.3-2016《食品微生物学检验 大肠菌群计数》。

1.8 数据分析

所有试验均重复3次,试验结果以平均值±标准差表示。试验数据均采用SPSS 22.0进行统计分析,用Origin 9.0对单因素数据进行绘图,用Design-Expert V8.0.6软件进行响应曲面试验设计及结果分析。

2 结果与分析

2.1 八珍汤加工工艺优化结果

2.1.1 莲藕、山药煮制时间单因素试验结果

莲藕煮制时间在3 min时口感爽口微甜,山药煮制7 min时味道甘甜,软硬适中,达到评分最高点。因此莲藕和山药最佳煮制时间分别为3 min和7 min。

2.1.2 羊肉煮制单因素试验结果

经考察,羊肉煮制时间为50 min、加水量为6 L、黄芪用量为15 g、生姜用量为40 g时,羊肉口感最佳,肉汤形态良好,没有羊膻味与过重的药材味。

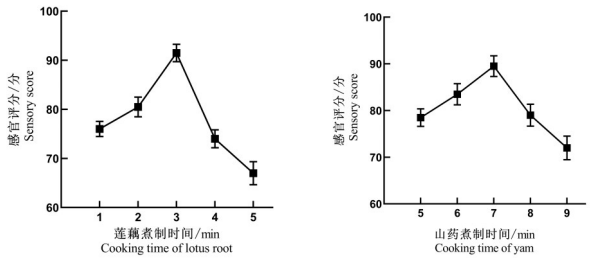

图2　煮制时间对莲藕、山药感官评分的影响

Fig.2　Effects of cooking time on the senses of lotus root and yam

2.1.3　羊肉煮制响应面试验结果

结合单因素试验结果,经 Design-Expert V8.0.6 软件分析处理后,得出 Box-Behnken 中心组合试验方案与结果(表6)。通过 Box-Behnken 中心组合设计及结果分析,建立了煮制时间(A)、加水量(B)、黄芪用量(C)、生姜用量(D)对感官评分(Y)的多元二次回归方程:感官评分(Y)=95.00+1.37A-0.67B+0.88C+0.58D−0.25AB+1.88AC-0.50AD+1.25BC+1.00BD − 8.25CD − 2.71A^2−7.15B^2−5.58C^2−7.77D^2。方差分析结果显示,该回归模型极显著(P<0.000 1),失拟性不显著(P失拟=0.167 0>0.05),说明模型拟合效果良好,能够准确模拟试验数据;R^2=0.988 4,R_{adj}^2=0.976 8,即模型在取值范围内符合响应值97.68%的变化。A、C对感官评分有极显著影响,B、D对感官评分有显著影响;在因素交互作用中,AC、CD对感官评分具有极显著影响,BC、BD有显著影响。在所选的各因素中,对感官评分的影响因素排序为:A>C>B>D,即煮制时间>黄芪用量>加水量>生姜用量(表7)。

响应面试验结果显示,羊肉煮制最佳工艺条件为:以1 kg羊肉计,炖煮时间51.62 min、加水量

表6　Box−Behnken 中心组合试验方案与结果

Table 6　Box−Behnken central composite design and results

序号 Serial number	A/min	B/(L/kg)	C/(g/kg)	D/(g/kg)	感官评分/分 Sensory score
1	45	6	15	30	81.5
2	45	7	15	40	83.5
3	45	6	10	40	87.5
4	55	6	20	40	90.5
5	55	7	15	40	85.5
6	50	5	15	30	81.5
7	50	6	15	40	94.5
8	50	6	15	40	94.5
9	50	5	15	50	81.5
10	45	5	15	40	84.5
11	55	6	15	50	85.5
12	50	6	15	40	95.0
13	50	6	15	40	96.0
14	50	6	10	50	89.5
15	55	6	10	40	85.5
16	45	6	20	40	85.0
17	55	5	15	40	87.5
18	55	6	15	30	86.5
19	50	6	20	30	90.5
20	50	7	20	40	83.5
21	45	6	15	50	82.5
22	50	6	15	40	95.0
23	50	7	10	40	79.5
24	50	5	20	40	81.5
25	50	7	15	50	81.5
26	50	6	20	50	75.5
27	50	6	10	30	71.5
28	50	5	10	40	82.5
29	50	7	15	30	77.5

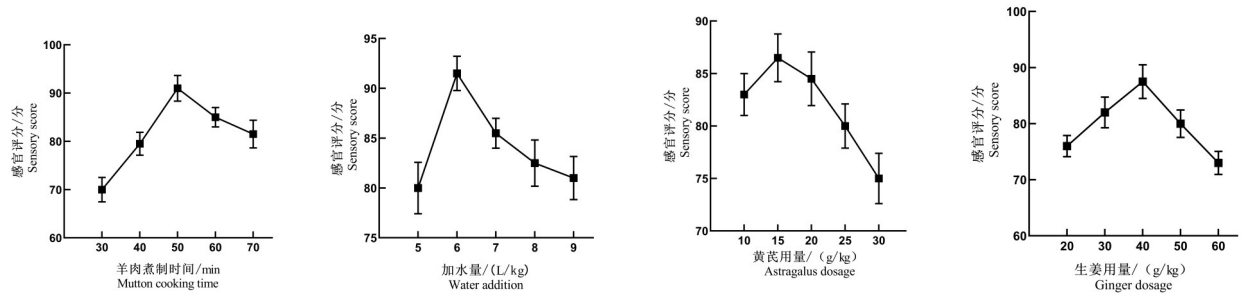

图3　羊肉煮制时间、加水量、黄芪用量、生姜用量对羊肉感官评分的影响

Fig.3　Effect of mutton cooking time, water volume, astragalus amount, and ginger amount on the sensory score of mutton

表7 羊肉煮制时间、加水量、黄芪用量、生姜用量的回归模型方差分析结果

Table 7 Variance analysis results of the regression model for mutton cooking time, water volume, astragalus amount, and ginger amount

方差来源 Source of variance	平方和 Sum of squares	自由度 Freedom	均方 Mean square	*F*值 *F* value	*P*值 *P* value	显著性 Significance
模型 Model	1 018.71	14	72.77	85.04	<0.000 1	**
A	22.69	1	22.69	26.51	0.000 1	**
B	5.33	1	5.33	6.23	0.025 6	*
C	9.19	1	9.19	10.74	0.005 5	**
D	4.08	1	4.08	4.77	0.046 4	*
AB	0.25	1	0.25	0.29	0.597 3	
AC	14.06	1	14.06	16.43	0.001 2	**
AD	1.00	1	1.00	1.17	0.297 9	
BC	6.25	1	6.25	7.30	0.017 2	*
BD	4.00	1	4.00	4.67	0.048 4	*
CD	272.25	1	272.25	318.18	<0.000 1	**
A^2	47.58	1	47.58	55.61	<0.000 1	**
B^2	331.22	1	331.22	387.09	<0.000 1	**
C^2	202.21	1	202.21	236.32	<0.000 1	**
D^2	391.69	1	391.69	457.77	<0.000 1	**
残差 Residual	11.98	14	0.86			
失拟项 Misfitting term	10.48	10	1.05		0.167 0	
纯误差 Pure error	1.50	4	0.38			
总和 Total	1 030.69	28				

注:*表示差异显著,$P<0.05$;**表示差异极显著,$P<0.01$。

Note:* represents significant difference at 0.05 level, while ** represents extremely significant difference at 0.01 level.

5.96 mL、黄芪用量15.90 g、生姜用量39.30 g,在此条件下理论感官评分为95.30分。采用响应面优化结果工艺条件进行验证试验,为方便试验操作,将试验条件更改为:炖煮时间52 min、加水量6 L、黄芪用量16 g、生姜用量40 g。在此条件下进行3次重复试验验证,平均感官评分为95.22分,与理论预测值相接近,表明工艺优化后的参数可行,模型可用。

2.1.4 面糊汤单因素试验结果

经考察,羊汤用量为100 mL/L时汤汁略有羊肉味,无羊膻味;面浆浓稠度随面粉用量的增加而升高,面粉用量为100 g/L时面浆浓稠度适中,无结块;黄酒用量在100 mL/L时,口感香醇,面汤颜色适中,感官评分达到峰值(图5)。

2.1.5 面糊汤响应面试验结果

结合单因素试验结果,经Design-Expert V8.0.6软件分析处理后,得出Box-Behnken中心组合试验方案与结果(表8)。通过Box-Behnken中心组合设计及结果分析,建立了羊汤用量(A)、面粉用量(B)、黄酒用量(C)的多元二次回归方程为:感官评分(Y)=96.28−2.84A−2.24B−3.18C−0.17AB+2.95AC+0.90BC−8.58A^2−5.78B^2−4.85C^2。方差分析结果显示,回归模型极显著($P<0.01$),失拟性不显著(P失拟=0.085 3>0.05),说明模型拟合效果良好,能够正确模拟试验数据;R^2=0.963 5,R_{adj}^2=0.916 7,即模型在取值范围内符合响应值91.67%的变化。从各因素方差分析可知,A、C对感官评分有极显著影响,B对感官评分有显著影响;在因素交互作用中,AC有显著影响。在所选的各因素中,对感官评分的影响因素排序为:C>A>B,即黄酒用量>羊汤用量>面粉用量(表9)。

响应曲面试验结果显示,面糊汤最佳工艺条件为每1 L汤底羊汤用量88.32 mL、面粉用量95.56 g、黄酒用量91.82 mL,在此条件下理论感官评分为97.528 1分。采用响应面优化结果工艺条件验证试验,为方便操作,将试验条件改为:羊汤用量90.0 mL/L、面粉用量96.0 g/L、黄酒用量92.0 mL/L。在此条件下进行3次重复试验验证,平均感官评分为97.4分,与理论预测值相接近,表明工艺优化后的参数可行,模型可用(图6)。

2.2 面糊汤抗氧化能力检测结果

面糊汤在稀释2、4、6、8、10、12倍后,DPPH自由基清除率分别为70.76%、44.04%、32.91%、28.78%、26.49%、21.67%(表10)。可以看出,随着稀释倍数的增加,DPPH自由基清除率呈现下降趋势(图7),表明面糊汤的抗氧化能力与浓度呈正相关,稀释倍数为2倍时,对DPPH自由基的清除效果最佳。

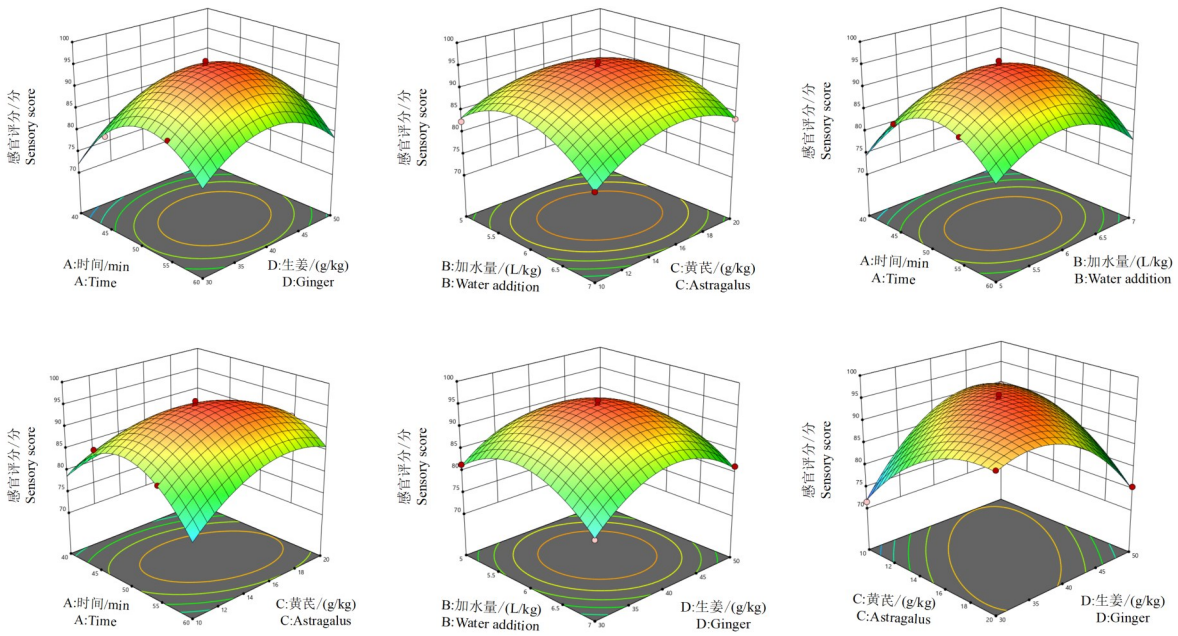

图4　因素间交互作用对羊肉感官评分的影响响应曲面图

Fig.4　Response surface diagram of the influence of interaction among factors on sensory score of lamb

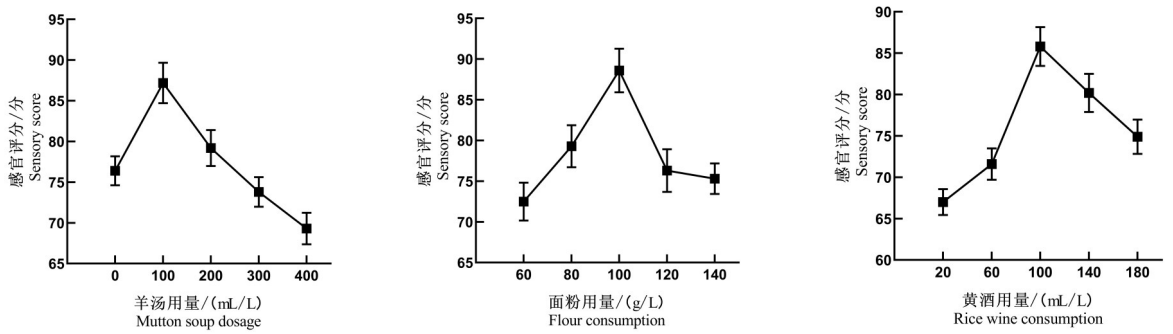

图5　羊汤用量、面粉用量、黄酒用量对面糊汤感官评分的影响

Fig.5　Effects of mutton soup dosage, flour amount and yellow rice wine volume on sensory scores of batter soup

2.3　八珍汤理化指标检测结果

由表11测定结果可见,按最佳工艺加工制得的八珍汤成品,其各项理化指标检测均符合《食品安全国家标准》。pH值为5.37±0.08,脂肪含量为(4.4±0.36) g/100g,蛋白质含量为(19.3±0.72) g/100g,铅含量为(0.0762±0.006) mg/kg,总汞未检出,砷含量为(0.0306±0.003) mg/kg,水分含量为(49.56±1.72) g/100g。

2.4　八珍汤微生物指标检测结果

经检验八珍汤微生物指标均达《食品安全国家标准》,其中羊肉菌落总数不超过4×10^4 cfu/g,大肠菌群不超过150 MPN/100 g;莲藕、山药菌落总数不超过1×10^4 cfu/g,大肠菌群不超过30 MPN/100 g;面糊汤菌落总数不超过2×10^4 cfu/g,大肠菌群不超过30 MPN/100g。

3　讨论

3.1　药膳八珍汤选材的探讨

本研究中所用原料均产自山西本土,在保证口感功效的同时,凸显出了地域特色,对山西本地药食同源药材的开发应用可起到推动作用。

研究中所用黄芪产自山西大同,味甘性温,归肺脾经,兼具补气升阳、固表止汗等功效,主要产于中国西北、华北与东北地区,而在内蒙古、山西

表8 Box—Behnken中心组合试验方案与结果

Table 8 Box—Behnken central composite design and results

序号 Serial number	A/(mL/L)	B/(g/L)	C/(mL/L)	感官评分/分 Sensory score
1	150	100	80	80.1
2	100	100	100	97.3
3	150	100	120	80.3
4	50	80	100	85.3
5	100	120	120	79.1
6	100	100	100	95.1
7	100	120	80	84.3
8	50	100	80	91.3
9	50	100	120	79.7
10	150	120	100	78.2
11	100	100	100	97.3
12	100	80	80	94.0
13	100	100	100	94.6
14	100	100	100	97.1
15	100	80	120	85.2
16	50	120	100	84.6
17	150	80	100	79.6

甘肃等省份质量较好[22]。羊肉选自山西怀仁羔羊,色泽均匀、有光泽,脂肪呈乳白色,肌纤维清晰、有韧性,煮沸后肉汤透明澄清,脂肪团聚于液面,膻味小,肉质鲜嫩,保水性好,熟肉率高,味道清香[23]。平遥长山药具有抗衰老、抗氧化、抗肿瘤、调节胃肠道功能、调节免疫等作用,药用价值较高[24-25],因此本研究选用平遥长山药为食材原料。莲藕为“水八仙”之一,《神农本草经》中记载“藕可入药”,有清热祛瘀、生津止渴等功效。本研究选取的洪洞莲藕产自山西省临汾市洪洞县,根茎纺锤形,质肥嫩,皮色如玉,口感甜脆,粗纤维与矿物质含量高,可生食或入膳[26-27]。花椒在烹饪时起到增味、增香、去腥等作用,山西芮城的花椒是中国最大的“大红袍”花椒生产基地,该花椒具有色艳、粒大、皮厚、味浓的特点,晒后不变色,为汤品增香去腥的核心香料。巴公大葱是山西省早期四大名优土特产之一,产于晋城市郊巴公乡,葱白肥厚、辛辣浓烈,具有抗菌促消化功效。生姜味辛,性微温,具有解表散寒、温中止呕、化痰止咳等功效。生姜有新姜和老姜之分,新姜辛辣味较弱,适合生食或用于烹饪嫩滑的菜肴;老姜辛辣味较强,适合用于炖煮、熬汤等烹饪方式,本研究选用老姜为原材料,温中散寒效果显著[28-30]。

表9 回归模型方差分析结果

Table 9 Variance analysis results of regression model

方差来源 Source of variance	平方和 Sum of squares	自由度 Freedom	均方 Mean square	*F*值 *F* value	*P*值 P value	显著性 Significance
模型 Model	832.09	9	92.45	20.51	0.0003	**
A	64.41	1	64.41	14.29	0.006 9	**
B	40.05	1	40.05	8.88	0.020 5	*
C	80.64	1	80.64	17.89	0.003 9	**
AB	0.12	1	0.12	0.027	0.873 7	
AC	34.81	1	34.81	7.72	0.027 3	*
BC	3.24	1	3.24	0.72	0.424 6	
A^2	309.78	1	309.78	68.72	<0.000 1	**
B^2	140.55	1	140.55	31.18	0.000 8	**
C^2	99.14	1	99.14	21.99	0.002 2	**
残差 Residual	31.56	7	4.51			
失拟项 Misfitting term	24.59	3	8.20	4.70	0.084 4	
纯误差 Pure error	6.97	4	1.74			
总和 Total	863.64	16				

注:*表示差异显著,$P<0.05$,**表示差异极显著,$P<0.01$。

Note:* represents significant difference at 0.05 level, while ** represents extremely significant difference at 0.01 level.

3.2 药膳八珍汤加工工艺的探讨

在工艺优化上,本研究通过系统的单因素试验与响应曲面法,精准确定了各原料的最佳用量及加工时间,能使其在口感、色泽与滋味上达最佳平衡,实现八珍汤优良的感官品质。抗氧化活性检测揭示出八珍汤对DPPH自由基的清除能力随稀释倍数增加而递减,这为评估八珍汤抗氧化性能提供了关键量化依据。理化与微生物指标检测表明,八珍汤蛋白质含量(19.3±0.72)%、脂肪(4.4±0.36)%,营养丰富,重金属含量合规,微生物指标达标。这些指标符合《食品安全国家标准》要求,可确保八珍汤安全可靠,适合广泛食用。

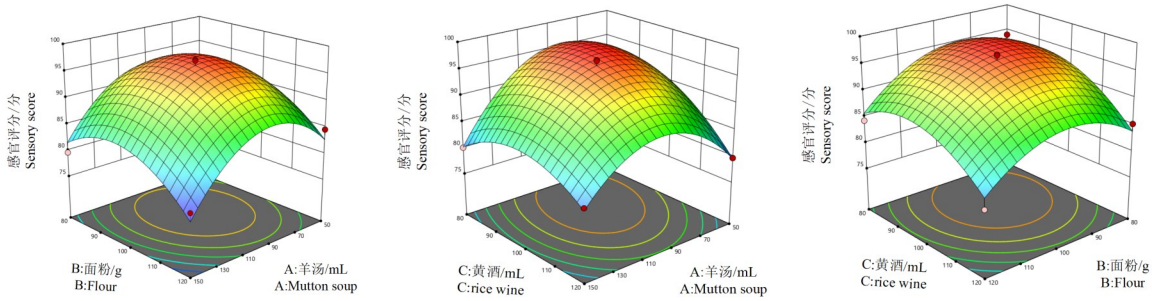

图6　因素间交互作用对面糊汤感官评分的影响响应曲面图

Fig.6　Response surface diagram of the influence of interaction among factors on sensory scores of batter soup

表10　面汤不同稀释倍数下的吸光度值

Table 10　Absorbance values of noodle soup at different dilution ratios

吸光度值 Absorbance value	面汤稀释倍数 Dilution ratios of noodle soup					
	2	4	6	8	10	12
A_0	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291	0.291
A_i	0.268	0.267	0.242	0.255	0.258	0.270
A_j	0.183	0.104	0.047	0.048	0.044	0.042

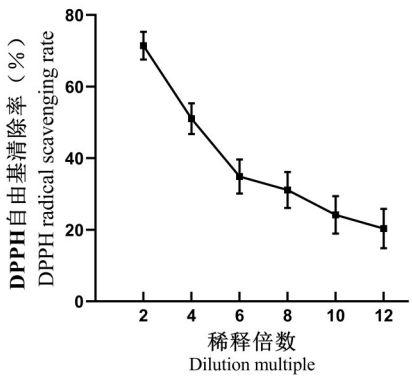

图7　面糊汤不同稀释倍数下DPPH自由基清除率

Fig.7　DPPH radical scavenging activity at various dilution ratios

表11　药膳八珍汤理化指标结果

Table 11　Physicochemical index results of medicinal diet 'Bazhentang'

指标 Index	测定值 Estimated value
pH	5.73±0.08
脂肪(g/100g)Fat	4.4±0.36
蛋白质(g/100g)Protein	19.3±0.72
铅(mg/kg)Lead	0.076 2±0.006
总汞(mg/kg)Total mercury	未检出
砷(mg/kg)Arsenic	0.030 6±0.003
水分含量(g/100g)Moisture content	49.556±1.721

表12　药膳八珍汤微生物指标结果

Table 12　Microbial index results of medicinal diet Bazhe decoction

材料 Material	菌落总数/(cfu/g) Total plate count	大肠菌群/(MPN/100 g) Coliform
羊肉 Mutton	$<4\times10^4$	<150
莲藕、山药 Lotus root and yam	$<1\times10^2$	<30
面糊汤 Batter soup	$<2\times10^3$	<30

3.3　不足及展望

本研究是对八珍汤加工工艺的初步探索,研究中仍然存在需进一步完善的地方。首先在原料选择上,本研究仅选择山西本地的食材,未充分探究不同产地原料的品质差异对八珍汤口感及功效的影响,限制了工艺的普适性;在工艺研究方面,仅围绕传统烹饪流程优化,但并未对加工技术进行探索,可以沿此方向进行进一步探索,提高食品生产效率;在试验过程中,虽采用DPPH法对面糊汤进行了抗氧化能力检测,但并未对八珍汤整体产品及其保健作用进行深入研究。未来将着重对八珍汤原料、加工设备、保健作用等方面进行进一步研究,为八珍汤后续产品的研究开发提供更完善的试验依据。

4　结论

本研究采用单因素试验结合响应曲面法,以感官评价为指标,确定了药膳八珍汤的最佳加工条件为:莲藕、山药煮制时间分别为3 min、7 min;每1 kg

羊肉煮制时间52 min、加水量6 L、黄芪用量16 g、生姜用量40 g;面糊汤中羊汤用量90 mL/L、面粉用量96 g/L、黄酒用量92 mL/L。在此工艺条件下加工制得的八珍汤成品组织均匀,色泽良好,肉香浓郁,DPPH自由基清除率为70.76%,各项理化及微生物指标均符合《食品安全国家标准》。

参 考 文 献

[1]李雅丽. 千年药膳并州传记老太原头脑[J]. 文化产业,2020(22):64-68.
Li Y L. Thousand-year-old medicinal diet and biography of the old Taiyuan mind [J]. Culture Industry, 2020(22): 64-68.

[2]江志伟. 在太原品尝"头脑"?是的,头脑![J]. 文化产业,2021(24):12-14.
Jiang Z W. Tasting "brains" in Taiyuan? yes, brains! [J]. Culture Industry, 2021(24): 12-14.

[3]倪合. 独特的冬季保健药膳——太原清和元『头脑』[J]. 东方药膳,2015(11):33.
Ni H. Unique winter health medicinal diet - Taiyuan Qingheyuan's "Brain" [J]. Oriental Medicated Diet, 2015(11): 33.

[4]陈金素. 健脾益肾食山药[J]. 中医健康养生,2018(1):30-31.
Chen J S. Jianpi yishen Shi yam [J]. TCM Healthy Life-Nurturing, 2018(1): 30-31.

[5]赵利新. 山药的药理作用及食用价值研究进展[J]. 食品安全导刊,2020(3):90.
Zhao L X. Research progress on pharmacological action and edible value of yam [J]. China Food Safety Magazine, 2020(3): 90.

[6]Li L L, Meng X W, Fan K T, et al. Advanced studies on rhizoma dioscoreae collettii [J]. Chinese Journal of Integrative Medicine, 2020, 26(3): 235-240.

[7]Punia Bangar S, Dunno K, Kumar M, et al. A comprehensive review on *Lotus* seeds (*Nelumbo nucifera* Gaertn.): nutritional composition, health-related bioactive properties, and industrial applications [J]. Journal of Functional Foods, 2022, 89: 104937.

[8]马英,韩丽娟,张雪,等. 不同屠宰体重下青海藏羊肉品质的分析[J]. 饲料研究,2022, 45(6):67-72.
Ma Y, Han L J, Zhang X, et al. Quality of Qinghai Tibetan sheep in different slaughter weight [J]. Feed Research, 2022, 45(6): 67-72.

[9]国家药典委员会. 中华人民共和国药典-一部:2020年版[M]. 北京:中国医药科技出版社,2020:315-316.
National Pharmacopoeia Commission. Pharmacopoeia of the People's Republic of China · Volume I [M]. Beijing: China Medical Science and Technology Press, 2020: 315-316.

[10]Su H F, Shaker S, Kuang Y, et al. Phytochemistry and cardiovascular protective effects of Huang-qi (astragali *Radix*) [J]. Medicinal Research Reviews, 2021, 41(4): 1999-2038.

[11]Samuel A O, Huang B T, Chen Y, et al. Antioxidant and antibacterial insights into the leaves, leaf tea and medicinal roots from *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge [J]. Scientific Reports, 2021, 11: 19625.

[12]Zhang J Q, Wu C X, Gao L, et al. Astragaloside IV derived from *Astragalus membranaceus*: a research review on the pharmacological effects [J]. Advances in Pharmacology, 2020, 87: 89-112.

[13]马小青. 高良姜抗胃炎活性部位的筛选及作用机制研究[D]. 武汉:湖北中医药大学,2019.
Ma X Q. Screening of anti-gastritis active fractions from *Alpinia officinarum* and study on its mechanism of action [D]. Wuhan: Hubei University of Chinese Medicine, 2019.

[14]Lei X, Wang J P, Zuo K, et al. *Alpinia officinarum* Hance: a comprehensive review of traditional uses, phytochemistry, pharmacokinetic and pharmacology [J]. Frontiers in Pharmacology, 2024, 15: 1414635.

[15]李倩,裴朝曦,王之盛,等. 不同类型酒糟营养成分组成差异的比较研究[J]. 动物营养学报,2018, 30(6):2369-2376.
Li Q, Pei Z X, Wang Z S, et al. Comparative study on nutrients compositions of different types of distillers' grains [J]. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2018, 30(6): 2369-2376.

[16]彭凯雄,唐群勇,陈晓明. 酿酒用生、熟大米挥发性风味物质差异分析[J]. 中国食品学报,2023, 23(11):303-319.
Peng K X, Tang Q Y, Chen X M. Difference analysis of volatile flavor substances in raw and cooked rice for winemaking [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2023, 23(11): 303-319.

[17]张亚楠. 傅山医学伦理思想研究[D]. 太原:山西中医药大学,2018.
Zhang Y N. Research on Fu Shan's medical ethics thought [D]. Taiyuan: Shanxi University of Traditional Chinese Medicine, 2018.

[18]李培硕,崔轶凡. 傅山医学教育思想对中医药人才培养的启示[J]. 山西中医药大学学报,2023,24(10):1171-1174.
Li P S, Cui Y F. Enlightenment of Fu Shan's medical education thought on the cultivation of traditional Chinese medicine talents [J]. Journal of Shanxi University of Chinese Medicine, 2023, 24(10): 1171-1174.

[19]王小芸,赵怀舟,王象礼. 傅山食疗养生思想初探[J]. 中国中医基础医学杂志,2013, 19(4):373-374.
Wang X Y, Zhao H Z, Wang X L. Fu Shan's thought of dietotherapy and health preservation [J]. Chinese Journal of Basic Medicine in Traditional Chinese Medicine, 2013, 19(4): 373-374.

[20]董阳阳. 水煮羊肉在贮藏期风味物质变化及工艺优化[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学,2022.
Dong Y Y. Changes of flavor substances and process optimization of boiled mutton during storage [D]. Urumqi: Xinjiang Agricultural University, 2022.

[21]景安琪,吕南,双全,等. 羊肝干的加工工艺优化及食用品质的研究[J]. 食品研究与开发,2020, 41(17):64-70.
Jing A Q, Lü N, Shuang Q, et al. Study on sheep liver jerky'

s processing technology and edible quality [J]. Food Research and Development, 2020, 41(17): 64-70.

[22]郭清爱,梁华.黄芪及有效成分抗衰老作用机制的研究进展[J].辽宁中医药大学学报,2025, 1(9): 03-24.
Guo Q A, Liang H. Research progress on the anti-aging mechanism of Astragalus and its active components [J]. Journal of Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, 2025, 1(9): 03-24.

[23]李宏发,纪廷元,赵有,李飞,杨秀升.怀仁羊产业蓬勃发展的内外动力[A].中国畜牧业协会, 2012中国羊业进展论文集[C].怀仁肉羊行业协会;中国畜牧业协会, 2012: 29-32
Li H F, Ji T Y, Zhao Y, et al. Internal and external driving forces for the vigorous development of Huairen sheep industry [A]. China Animal Husbandry Association, 2012 China sheep industry progress collection [C]. Huairen mutton sheep industry association; China Animal Husbandry Association, 2012: 29-32.

[24]钟嘉豪,曾介玉,陈家欢,等. 不同产地山药的营养成分、质构特性及挥发性风味物质分析[J]. 食品工业科技,2024: 1-33.
Zhong J H, Zeng J Y, Chen J H, et al. Analysis of nutritional components, texture characteristics and volatile flavors of *Dioscorea* opposita from different areas [J]. China Industrial Economics, 2024: 1-33.

[25]付聪,李军,卢恒,等. 山药产地加工本草考证和现代研究进展[J]. 中华中医药学刊,2024, 42(9): 79-84.
Fu C, Li J, Lu H, et al. Materia *Medica* textual research and modern research progress on origin processing of Shanyao (*Dioscorea* rhizoma) [J]. Chinese Archives of Traditional Chinese Medicine, 2024, 42(9): 79-84.

[26]程婷婷,惠小涵,尚欣欣,等.10个产地莲藕营养成分分析与品质综合评价[J].食品工业科技,2021, 42(08): 320-325.
Cheng T T, Hui X H, Shang X X, et al. Analysis of nutritional components and comprehensive quality evaluation of 10 varieties of fresh lotus root from different regions [J]. Science and Technology of Food Industry, 2021, 42(08): 320-325.

[27]李玉珍. 洪洞县节水莲藕产业现状及发展策略研究[D]. 太谷:山西农业大学,2016.
Li Y Z. Study on the present situation and development strategy of water-saving *Lotus* root industry in Hongtong County [D]. Taigu: Shanxi Agricultural University, 2016.

[28]刘婧玮,邓莉,杨希,等. 花椒主要风味成分及检测方法的研究进展[J]. 特产研究,2024: 1-6.
Liu J W, Deng L, Yang X, et al. Research progress on main flavor components and detection methods of *Zanthoxylum bungeanum*[J]. China Industrial Economics, 2024: 1-6.

[29]山西省农牧业信息中心. 巴公大葱获农业部农产品地理标志认证[J]. 中国蔬菜,2013(23): 60.
Shanxi Province agriculture and animal husbandry information center. Bagong Welsh onion was certified by the Ministry of Agriculture for geographical indications of agricultural products [J]. China Vegetables, 2013(23): 60.

[30]韩燕全,洪燕,桂洁,等. 不同产地生、干、炮姜的UPLC指纹图谱比较研究[J]. 中成药,2013,35(2):356-359.
Han Y Q, Hong Y, Gui J, et al. UPLC fingerprint comparison among fresh, dried and processed ginger from different habitats [J]. Chinese Traditional Patent Medicine, 2013, 35(2): 356-359.

(编辑:马荣博)