

响应面优化超声辅助提取唐古特白刺蛋白质的工艺研究

高 清 雅^{1,2}, 赵 保 堂^{1,2}, 张 继^{1,2}, 赵 庆 芳¹, 殷 振 雄^{1,2}

(1. 西北师范大学 生命科学学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省特色农产品高值化工程实验室, 甘肃 兰州 730070)

摘 要:以唐古特白刺为试材,在单因素试验的基础上,选取液料比、超声时间、超声功率和提取温度为影响因子,应用 Box-Behnken 中心组合设计建立数学模型,以蛋白质得率为响应值,进行响应面分析。结果表明:超声波提取唐古特白刺中蛋白质的最佳工艺条件为超声时间 30 min,超声温度 50℃,液料比为 20:1 mL/g,超声功率 150 W,提取次数 2 次,在此条件下唐古特白刺蛋白质得率达到(11.87±0.32)%。响应面法建立的数学模型和试验数据相符,优化的唐古特白刺中蛋白质提取工艺方法简便,为进一步开发唐古特白刺蛋白提供了依据。

关键词:唐古特白刺;蛋白质;响应面法;超声波提取

中图分类号:S 793.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)14-0141-07

唐古特白刺(*Nitraria tangutorum* Bor)是白刺属蒺藜科的一种可以食用的浆果灌木,在中东、中亚和中国西北部地区均有广泛分布^[1]。因其具有优良的防风固沙性能所以该属植物在我国荒漠化治理中占有很重要的地位^[2-3]。唐古特白刺果实和种子对于治疗脾胃虚弱、消化不良、神经衰弱、感冒等症状有较好的疗效^[4-7]。唐古特白刺果实和种子中含有丰富的蛋白质,必需氨基酸的含量是沙棘果的 2~3 倍^[8-9],所以是一种优质的植物蛋白质资源。目前唐古特白刺开发多集中于多糖、黄酮类化合物和果实色素方面。研究也表明,从唐古特白刺中提取多糖及黄酮类化合物不仅具有重要的药用价值,而且在现代商品经济中有着相当独特的经济价值^[10-12]。但唐古特白刺蛋白的提取开发相关报道甚少,而在众多的提取方法中超声波提取以作用时间短、效率高、提取量大等优点优于其它提取方法^[13-14]。现以唐古特白刺种子为原料,采用超声波辅助提取唐古特白刺蛋白,通过单因素试验初步确定各影响条件,设计响应面优化试验,得到超声波辅助提取唐古特白刺蛋白的最佳工艺条件,以期为进一步的研究提供一定的参考,为唐古特白刺属植物的开发提供可行性依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

唐古特白刺(甘肃张掖),标本经西北师范大学生命科学学院植物研究所鉴定为唐古特白刺(*Nitraria tangutorum* Bor)。

考马斯亮蓝 G-250(Amresco 公司)、结晶牛血清白蛋白(Sigma 公司),乙醇、磷酸均为分析纯。

KQ-250B 数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司),Labtech UV1000 紫外可见分光光度计(北京莱伯泰科仪器有限公司),恒温水浴锅(上海必尔得仪器实业有限公司),RE-52A 旋转蒸发器(上海亚荣生化仪器厂),SHB-III 循环水式多用真空泵(郑州长城科工贸有限公司),BL320H 电子天平(北京赛多利斯天平有限公司),LGJ-18S 冷冻干燥机(北京松源华兴科技发展有限公司),TDL5M 台式大容量冷冻离心机(湘仪离心机厂)。

1.2 试验方法

1.2.1 超声波辅助提取唐古特白刺蛋白质的工艺流程

唐古特白刺籽→粉碎过筛→干燥→称重→超声波辅助提取→抽滤,取上清液→10 000 r/min 离心 15 min(取上清)→减压浓缩→真空干燥至恒重→唐古特白刺蛋白质。

1.2.2 单因素试验设计 固定条件液料比为 20:1 mL/g,超声时间 30 min,超声功率 150 W,提取次数 2 次的条件下超声温度选取 30、40、50、60、70、80℃水平;当固定条件为超声时间 30 min,超声功率 150 W,超声温度 50℃,提

第一作者简介:高清雅(1988-),女,硕士研究生,研究方向为植物生理与生态。E-mail:gaoqingya30@126.com.

责任作者:赵庆芳(1962-),女,教授,现主要从事植物生理学等研究工作。E-mail:1083455950@qq.com.

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2012BAD36B04)。

收稿日期:2015-01-29

取次数 2 次时液料比选取 5:1、10:1、15:1、20:1、25:1 mL/g 水平;当固定条件为液料比为 20:1 mL/g, 超声时间 30 min, 超声温度 50℃, 提取次数 2 次时超声功率选取 100、125、150、175、200 W 水平;当固定条件为液料比为 20:1 mL/g, 超声时间 30 min, 超声温度 50℃, 超声功率 150 W 时提取次数选取 1、2、3、4、5 水平;当固定条件为液料比为 20:1 mL/g, 超声温度 50℃, 超声功率 150 W, 提取次数 2 次时超声时间选取 15、30、45、60、75、90 min 水平进行试验。

1.2.3 响应面优化试验设计 在单因素试验基础上,应用 Box-Behnken 的中心组合试验设计原理^[15-16]进行 4 因素 3 水平的试验设计。试验因素和水平设计见表 1。

表 1 试验因素和水平

Table 1 Test factors and level

因素 Factors	水平 Level		
	-1	0	1
超声时间 Ultrasonic time/min	15	30	45
超声温度 Ultrasonic temperature/℃	40	50	60
液料比 Ratio of water raw material/(mL·g ⁻¹)	15:1	20:1	25:1
超声功率 Ultrasonic power/W	125	150	175

1.2.4 标准曲线的绘制 分别精密吸取标准蛋白质(牛血清蛋白)溶液 0.00、0.02、0.04、0.08、0.10、0.20 mL 于 10 mL 具塞试管中,各管加水至 1 mL,然后各试管中加入考马斯亮蓝 G-250 溶液 5 mL,混匀,放置 10 min,于 595 nm 处测定其吸光度,以牛血清蛋白标准溶液浓度为横坐标,以吸光度为纵坐标,绘制标准曲线($Y = 0.231X - 0.0079$, $R^2 = 0.9918$)。

1.3 项目测定

唐古特白刺蛋白质含量测定采用考马斯亮蓝 G-250 法;唐古特白刺蛋白质得率(%)=粗蛋白样品中蛋白质质量(g)/原料质量(g)×100%。

1.4 数据分析

试验数据采用 SAS 9.1 软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 各单因素对唐古特白刺蛋白质得率的影响

2.1.1 超声温度对蛋白质得率的影响 由图 1 可知,随着超声温度的升高,蛋白质的提取效率增强,50℃时蛋白质得率达到最大,随着超声温度的继续增大,可以使蛋白质中的氢键断裂,也可以使蛋白质内部的可水解基团受强烈的静电排斥作用使分子伸展而使得蛋白质发生变性,从而导致蛋白质含量迅速下降。因此,超声温度应控制在一定范围内^[17]。

2.1.2 液料比对蛋白质得率的影响 由图 2 可知,液料比(15:1~20:1)mL/g 时蛋白质得率上升加快。在液料比较低时,由于溶液黏度大分子扩散速率较低。当液料比达到 20:1 mL/g 时分子扩散速率明显加快^[18]。因

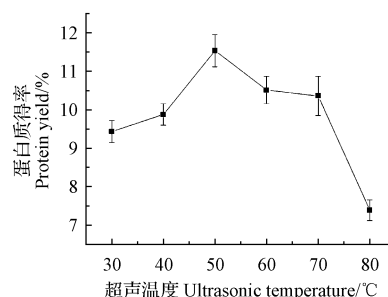


图 1 温度对蛋白质得率的影响

Fig. 1 Effect of ultrasonic temperature on protein yield

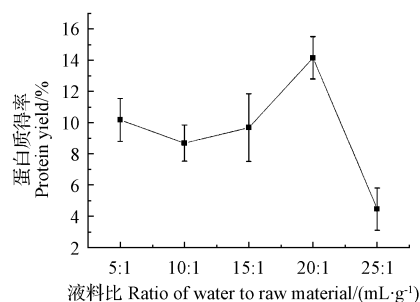


图 2 液料比对蛋白质得率的影响

Fig. 2 Effect of the ratio of liquid to solid on protein yield

此,液料比 20:1 mL/g 较好。

2.1.3 超声功率对蛋白质得率的影响 由图 3 可知,随着超声波功率的加大,在功率小于 150 W 时蛋白质得率增加趋势明显,功率大于 150 W 之后蛋白质得率反而显著下降。这可能是由于超声波功率在小于 150 W 对细胞膜的破坏作用较大,溶出物多,得率也高,但功率大于 150 W 的超声波作用,蛋白质得率没有显著性变化。因此,最佳提取超声波功率以 150 W 为宜。

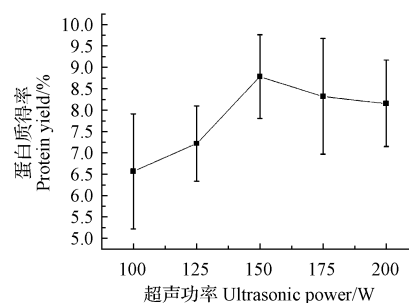


图 3 超声功率对蛋白质得率的影响

Fig. 3 Effect of ultrasonic power on protein yield

2.1.4 提取次数对蛋白质得率的影响 由图 4 可知,从得率曲线可知,随着提取次数的增加,唐古特白刺蛋白质的得率是增加的,但提取 1 次与提取 2 次之间提取率增加较明显;提取 2 次与提取 3、4 次间提取率增加较平缓,说明唐古特白刺蛋白质已经几乎全部提取出来,因此,从经济和耗能的角度考虑,提取次数选择 2 次。

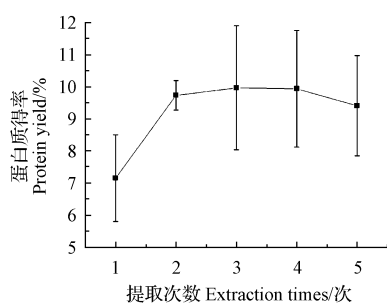


图4 提取次数对蛋白质得率的影响

Fig. 4 Effect of extraction times on protein yield

2.1.5 超声时间对蛋白质得率的影响 由图5可知,随着超声时间的延长,由于超声波的空化作用使得细胞壁不断破坏胞内物质溶出^[19],蛋白质得率总体呈上升趋势。当时间在30 min蛋白质得率出现极值,随时间的增加超声波破坏蛋白质分子结构的几率变大,蛋白质得率呈下降趋势并在一定时间段内保持不变。因此,超声时间30 min最佳。

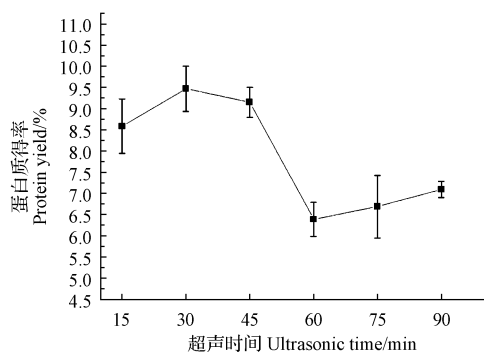


图5 超声时间对蛋白质得率的影响

Fig. 5 Effect of ultrasonic time on protein yield

2.2 响应面分析法优化唐古特白刺蛋白质超声波辅助提取工艺

2.2.1 响应面优化结果 根据单因素试验结果,确定选择超声作用时间(X_1)、超声温度(X_2)、液料比(X_3)、超声功率(X_4)4个因素,以唐古特白刺蛋白质得率为响应值进行优化,结果见表2。

2.2.2 回归模型的建立与分析 由表2、3可知,以唐古特白刺蛋白质得率为响应值 Y ,时间、温度、液料比和功率为自变量,得出回归模型方程: $Y=12.47+0.22X_1+2.13X_2+2.48X_3+1.30X_4+0.15X_1X_2-0.25X_1X_3-7.50X_1X_4+0.50X_2X_3+0.76X_2X_4+0.91X_3X_4-X_1^2-2.25X_2^2-2.71X_3^2-1.81X_4^2$ 。为了突出最有影响力的因素和可能的相互作用,使用BBD法进行上述的试验设计。在超声作用时间(X_1)、超声温度(X_2)、液料比(X_3)、超声功率(X_4)4个参数下进行29组试验,其结果如表2所示。蛋白质得率在3.08%~12.87%。从 $R^2=$

0.972 8可知,试验结果与理论预测值具有相关性。 P 值作为一种工具来检验每个系数的意义, P 值越小相应的显著性越高。各因素中 X_2 (超声温度)、 X_3 (液料比)、 X_4 (超声功率)对响应值的影响极显著($P<0.01$); X_2X_4 (超声温度-超声功率)、 X_3X_4 (液料比-超声功率)对响应值的影响显著($P<0.05$)。

表2

试验方案及结果

Table 2

Experimental solutions and results

试验编号 Test No.	因素 Factor				
	X_1 超声时间 Ultrasonic time /min	X_2 超声温度 Ultrasonic temperature /℃	X_3 液料比 Ratio of water raw material /(mL·g ⁻¹)	X_4 超声功率 Ultrasonic power /W	蛋白质得率 Protein yield /%
1	15	40	20	150	6.66
2	45	40	20	150	6.84
3	15	60	20	150	11.56
4	45	60	20	150	12.34
5	30	50	15	125	5.66
6	30	50	25	125	8.31
7	30	50	15	175	6.02
8	30	50	25	175	12.32
9	15	50	20	125	7.29
10	45	50	20	125	7.64
11	15	50	20	175	11.12
12	45	50	20	175	11.44
13	30	40	15	150	3.08
14	30	60	15	150	6.06
15	30	40	25	150	7.38
16	30	60	25	150	12.37
17	15	50	15	150	6.08
18	45	50	15	150	6.66
19	15	50	25	150	11.25
20	45	50	25	150	11.73
21	30	40	20	125	6.63
22	30	60	20	125	8.72
23	30	40	20	175	6.89
24	30	60	20	175	12.03
25	30	50	20	150	11.50
26	30	50	20	150	12.87
27	30	50	20	150	12.34
28	30	50	20	150	12.90
29	30	50	20	150	12.74
标准误差 Mean square error	0.68	变异系数 Coefficient of variation	7.35		
R^2	0.972 8	平均值 Mean	9.26		

2.2.3 响应面曲线分析 三维球面图与二维等高曲线图很形象的描述了二次回归方程^[20-21]。从图6可以看出,蛋白质的得率随着提取时间与温度的增加而提高,但是超过一定的域值后,会随着提取时间延长、温度升高而减小。从图7可以看出,保持超声时间不变,随着液料比的增加,蛋白质得率逐步增加,随着液料比的进一步增大,得率增加变得平缓,

表 3 方差分析

Table 3 Analysis of variance

方差来源	平方和	自由度	均方和	F 值	P 值
Source	SS	df	Mean square	F value	P value
模型 Model	231.33	14.000	16.52	35.74	<0.0001
X_1	0.60	1.000	0.60	1.30	0.2726
X_2	54.61	1.000	54.61	118.14	<0.0001
X_3	74.00	1.000	74.00	160.08	<0.0001
X_4	20.20	1.000	20.20	43.70	<0.0001
$X_1 X_2$	0.090	1.000	0.090	0.19	0.6658
$X_1 X_3$	2.500	1.000	2.500	5.408	0.0424
$X_1 X_4$	2.250	1.000	2.250	4.867	0.0327
$X_2 X_3$	1.01	1.000	1.01	2.18	0.1615
$X_2 X_4$	2.33	1.000	2.33	5.03	0.0416
$X_3 X_4$	3.33	1.000	3.33	7.20	0.0178
X_1^2	6.43	1.000	6.43	13.90	0.0022
X_2^2	32.89	1.000	32.89	71.14	<0.0001
X_3^2	47.52	1.000	47.52	102.80	<0.0001
X_4^2	21.32	1.000	21.32	46.12	<0.0001
残差 Error	6.47	14.000	0.46		
失拟误差 Lack of fit	5.10	10.000	0.51		
纯误差 Pure error	1.38	4.000	0.34		
总和 Total	237.80	28.000			

随后出现下降趋势;保持液料比不变。随着超声时间的增加,蛋白质得率快速增至峰值,随后呈微下降的趋势。从图 8 可以看出,保持超声波时间不变,随着超声波功率的增加,蛋白质得率增加缓慢。当达到峰值后迅速有下降。保持超声波功率不变。随着超声波时间的增加,蛋白质得率逐渐增至最大值,而后略有下降。从图 9 可以看出,液料比与温度的交互影响不是很显著,随着液料比的增大,蛋白质得率增大,当液料比为大于 20 : 1 mL/g 时,蛋白质得率受液料比的影响逐渐平缓;而温度对蛋白质得率影响呈现出增大的趋势。从图 10、11 可以看出,功率和温度的交互影响很显著,而当功率一定时,蛋白质得率会随着温度的升高而先增大后减小^[22-25]。

2.2.4 优化提取参数和验证模型 通过软件分析,得到超声提取唐古特白刺蛋白质的最优条件为超声时间 30 min,超声温度 50℃,液料比 20 : 1 mL/g,超声功率 150 W,在此条件下提取 2 次,唐古特白刺蛋白质得率的理论值为 12.47%。为检验 RSA 法预测结果的可靠性,采用上述最优提取条件重复 3 次,唐古特白刺蛋白质的

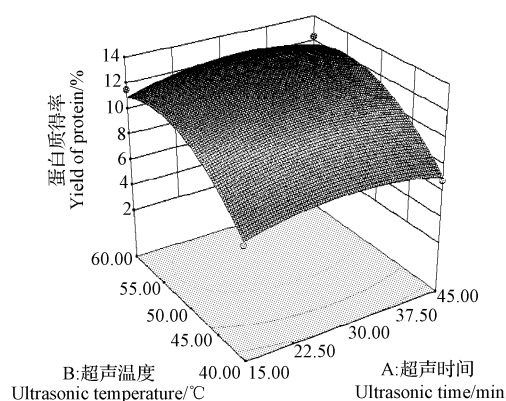


图 6 超声温度和超声时间的响应曲面与等高线

Fig. 6 Effect of ultrasonic power and ultrasonic time on protein yield and its contours

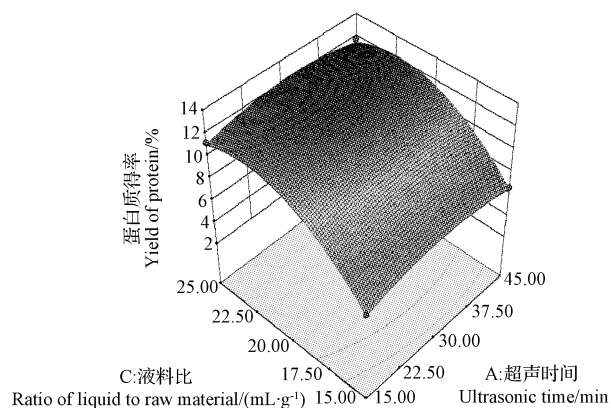


图 7 液料比和超声时间的响应曲面与等高线

Fig. 7 Effect of the ratio of liquid to raw material and ultrasonic time on protein yield and its contours

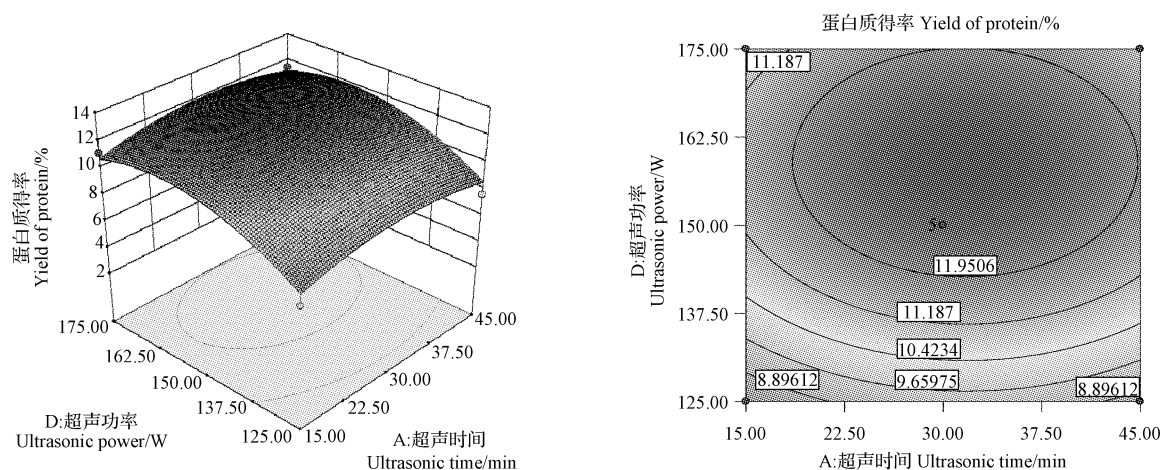


图8 超声功率和超声时间的响应曲面与等高线

Fig. 8 Effect of ultrasonic power and ultrasonic time on protein yield and its contours

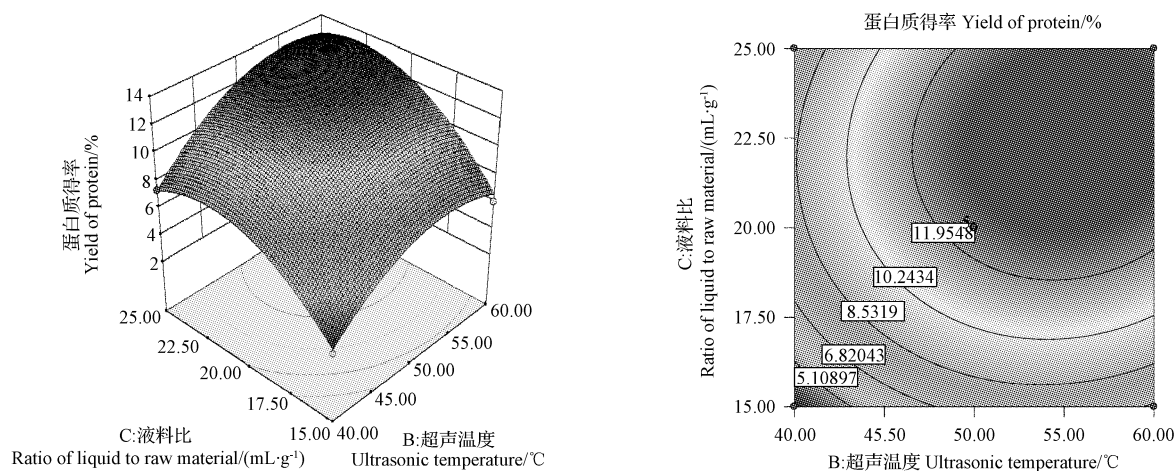


图9 液料比和超声温度的响应曲面与等高线

Fig. 9 Effect of the ratio of liquid to raw material and ultrasonic temperature on protein yield and its contours

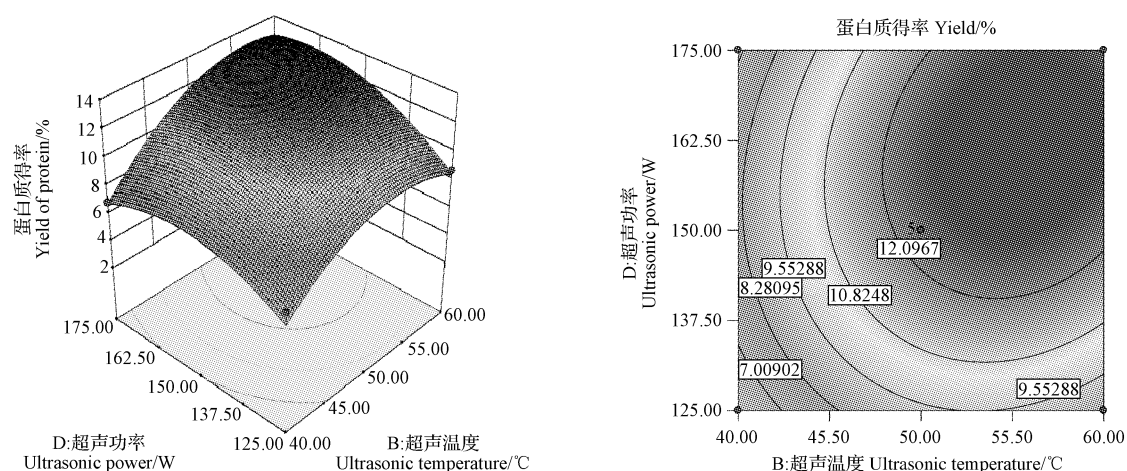


图10 超声功率和超声温度的响应曲面与等高线

Fig. 10 Effect of ultrasonic power and ultrasonic temperature on protein yield and its contours

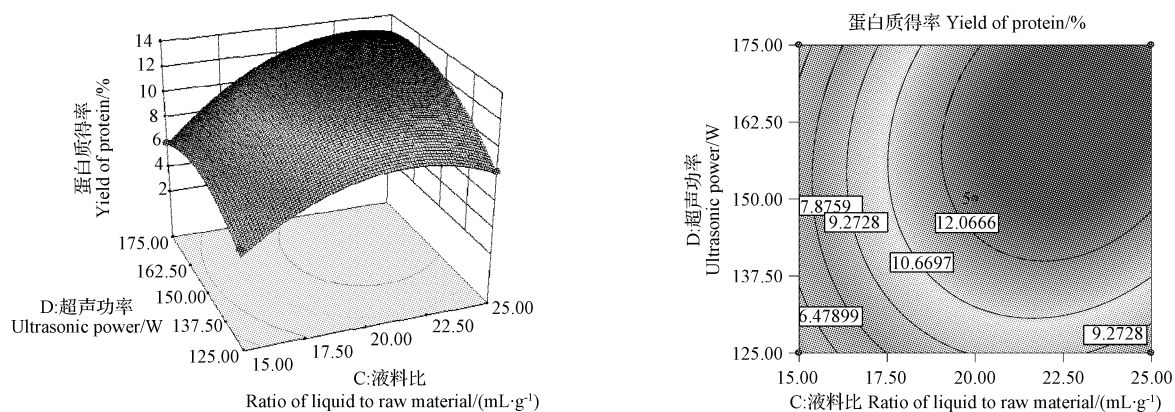


图 11 超声功率与液料比的响应曲面与等高线

Fig. 11 Effect of ultrasonic power and ratio of liquid to raw material on protein yield and its contours

平均得率达到 $(11.87 \pm 0.32)\%$ 。因此,采用 RSA 法优化得到的提取条件参数准确可靠。

3 结论

首先通过单因素试验,确定了唐古特白刺蛋白超声波辅助提取参数的适宜水平范围,然后,采用响应面法对唐古特白刺蛋白超声辅助提取工艺进行优化。回归分析结果表明,影响唐古特白刺蛋白质提取率各因素主次顺序为超声温度>液料比>超声功率,温度、液料比与功率的交互作用对得率影响显著。在最佳提取工艺为:超声时间 30 min,超声温度 50℃,液料比 20:1 mL/g,超声功率 150 W,提取次数 2 次的条件下,唐古特白刺蛋白质实际得率达到 $(11.87 \pm 0.32)\%$ 。因此,采用响应面法,通过非线性模型拟合得出唐古特白刺蛋白质超声波提取最优提取条件,既避免了传统的正交设计和均匀设计优化法的不足,又具有实验精度高、模型预测性好的优点。

参考文献

- [1] 王宁. 白刺资源及开发前景[J]. 陕西林业科技, 2000(1): 17-18.
- [2] PAN X L, SHEN G M, CHEN P. A preliminary research of taxonomy and systematics of genus *Nitraria*[J]. Acta Botanica Yunnanica, 1999, 3: 287-295.
- [3] 蒋福祯, 王舰, 张艳萍. 柴达木盆地野生唐古特白刺资源调查及其综合利用[J]. 青海科技, 2005, 12(1): 15-17.
- [4] 常艳旭, 苏格尔, 王迎春. 白刺属野生植物的开发利用价值[J]. 内蒙古科技与经济, 2005(14): 21-23.
- [5] 中国科学院冰川冻土沙漠研究所. 中国沙漠地区药用植物[M]. 兰州: 甘肃人民出版社, 1973.
- [6] 冯云子, 冯淑环, 殷丽君, 等. 白刺主要功能性成分及其功效研究进展[J]. 食品工业科技, 2010, 31(7): 371-373.
- [7] 索有瑞, 汪汉卿. 青海柴达木盆地唐古特白刺果实的降血糖作用研究[J]. 食品科学, 2004, 25(7): 164-167.
- [8] 川姜明, 戴有盛, 吴承舜, 等. 野生植物白刺果实的营养成分及其延缓衰老作用的研究[J]. 营养学报, 1994, 16(3): 338-341.
- [9] 刘金荣, 李艳, 周静. 白刺果氨基酸分析[J]. 农垦医学, 2001, 23(5): 289-290.
- [10] 阿布都沙力克努尔巴衣, 潘晓玲. 唐古特白刺属植物的化学成分分析及系统学意义[J]. 新疆大学学报(自然科学版), 2003, 20(1): 50-54.
- [11] 王洪伦, 李玉林, 索有瑞. 唐古特白刺种子黄酮类化合物最佳提取工艺研究[J]. 食品科学, 2004, 25(7): 97-99.
- [12] 索有瑞, 高航, 王洪伦. 柴达木盆地唐古特唐古特白刺籽油保护肝损伤作用研究[J]. 天然产物研究与开发, 2005, 17(5): 573-576.
- [13] YAO H L. Optimization of ultrasonic extraction process of polysaccharides from *Ipomoea batatas*[J]. Medicinal Plant, 2011, 2(2): 53-56.
- [14] 李文谦, 茅燕勇. 响应面法超声波提取枸杞多糖工艺优化[J]. 中国酿造, 2011(10): 122-126.
- [15] 杨文雄, 高彦祥. 响应面法及其在食品工业中的应用[J]. 中国食品添加剂, 2005, 12(2): 68-71.
- [16] 赵蕾蕾, 沈文涛, 言普, 等. 响应面法优化微波辅助提取山茶籽油的工艺研究[J]. 热带作物学报, 2013, 4(34): 764-770.
- [17] 朱厚础. 蛋白质纯化和鉴定试验指南[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [18] 张志清, 宋燕. 响应面法优化提取花椒籽蛋白质工艺研究[J]. 核农学报, 2013, 27(7): 988-995.
- [19] 郭孝武. 超声提取分离[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008.
- [20] SUN Y, LIU J, KENNEDY J F. Application of response surface methodology for optimization of polysaccharides production parameters from the roots of *Codonopsis pilosula* by a central composite design[J]. Carbohydrate Polymers, 2010, 80(3): 949-953.
- [21] SUN Y, LIU J, KENNEDY J F. Extraction optimization of antioxidant polysaccharides from the fruiting bodies of *Chroogomphus rutilus* (Schaeff. : Fr.) by Box-Behnken statistical design[J]. Carbohydrate Polymers, 2010, 82: 209-214.
- [22] GUPTA S, MANOHAR C S. An improved response surface method for the determination of failure probability and importance measures[J]. Structural Safety, 2004, 26(2): 123-132.
- [23] 曹丹玥, 高红亮, 常忠义, 等. 谷氨酰胺转氨酶发酵培养基的响应面分析优化[J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 2007(2): 93-97.
- [24] 龚盛昭, 杨卓如. 微波辅助提取黄芪多糖的工艺研究[J]. 华南理工大学学报(自然科学版), 2004, 32(8): 93-96.
- [25] 张宁, 宋刚, 范瑞, 等. 用响应面分析法优化胞外多糖的发酵工艺[J]. 暨南大学学报(自然科学版), 2004, 25(5): 642-646.

响应面法优化委陵菜多糖提取工艺研究

李 敏^{1,2}, 罗 益 远³, 岳 启 波¹

(1. 吉林农业科技学院 中药学院, 吉林 吉林 132101; 2. 长白山动植物资源利用与保护吉林省高校重点实验室, 吉林 吉林 132101; 3. 南京中医药大学 药学院, 江苏 南京 210023)

摘 要:以委陵菜为试材,以多糖的提取率为响应值,分别选取液料比、超声功率、超声温度、提取时间 4 个因素进行 Box-Behnken 中心组合设计,通过响应面分析法优化委陵菜多糖提取工艺。结果表明:委陵菜总多糖的最佳提取工艺条件为液料比 50:1 mL/g,超声温度 63℃,超声功率 500 W,提取时间 30 min。其多糖的提取率为 2.448 6%。响应面分析法用于提取工艺的优化,方法简单,具有可行性。

关键词:委陵菜;多糖;响应面法;提取工艺

中图分类号:S 636.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)14-0147-05

委陵菜(*Potentilla chinensis* Ser.)属蔷薇科委陵菜属植物^[1],具有清热解毒、凉血、止痢等功效;主要用于热毒泻痢、血热出血等;现代药理学研究显示委陵菜水提物具有提高机体免疫力、抗疲劳、耐缺氧、止泻抑菌、抗氧化、抗应激、清除自由基等作用^[2]。委陵菜多糖(PAP)是委陵菜的主要活性成分之一^[3],近年来研究发现,委

陵菜多糖 PAP 对肿瘤作用不仅能直接作用于肿瘤细胞,而且通过调动机体的免疫系统,增强免疫细胞活性,从而具有较强的抗肿瘤的作用^[4]。委陵菜取材方便,研究前景可观,但关于委陵菜多糖的提取工艺鲜有报道。该试验采用超声提取方法,通过单因素试验考察了液料比、超声时间、超声温度、超声功率 4 个因素对委陵菜多糖提取率的影响,通过响应面法优化委陵菜多糖最佳提取工艺,为委陵菜的进一步研究提供理论依据和参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试委陵菜实地采自吉林农业科技学院药用植物

第一作者简介:李敏(1984-),女,硕士,讲师,研究方向为天然药物化学。E-mail:limin1042004@163.com.

基金项目:长白山动植物资源利用与保护吉林省高校重点实验室资助项目(吉农院合字 2013 第 S012 号)。

收稿日期:2015-01-23

Optimization of Ultrasound-assisted Extraction of Protein From *Nitraria tangutorum* Bor by Response Surface Methodology

GAO Qingya^{1,2}, ZHAO Baotang^{1,2}, ZHANG Ji^{1,2}, ZHAO Qingfang¹, YIN Zhenxiong^{1,2}

(1. College of Life Science, Northwest Normal University, Lanzhou, Gansu 730070; 2. Higher Value Application Engineering Laboratory for Gansu Distinctive Plants, Lanzhou, Gansu 730070)

Abstract: Taking *Nitraria tangutorum* Bor as test material, based on single factor experiments, solvent-solid ratio, ultrasonic time, supersonic power and ultrasound tissue temperature were selected as influencing factors. The experiment mathematical model was arranged according to Box-Behnken central composite design, for protein yield as response values. The results showed that the optimum extraction conditions were that the ultrasonic time 30 minutes, ultrasonic temperature 50℃, the ratio of liquid to solid 20:1 mL/g, ultrasonic power 150 W. The protein extraction yield was (11.87±0.32)%. The mathematical model and the experimental data were consistent with response surface method; the optimization of the fruit of *Nitraria tangutorum* Bor protein extraction process was simple, provided the basis for the further development of *Nitraria tangutorum* Bor protein.

Keywords: *Nitraria tangutorum* Bor; protein; response surface methodology; ultrasonic extraction