

戴 媛, 陆红佳, 冷进松, 等. 豌豆蛋白香肠的制作工艺及其品质研究[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(10): 150–155.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.10.028

豌豆蛋白香肠的制作工艺及其品质研究

戴 媛, 陆红佳, 冷进松, 罗礼纯

(重庆文理学院园林与生命科学学院/特色植物研究院, 重庆 402160)

摘要:为满足香肠营养多样化的需求,研发一种在传统香肠中添加豌豆蛋白粉的新型香肠。采用单因素试验及响应面分析法对豌豆蛋白香肠制作过程中的关键工艺参数进行改进,并对其品质指标进行测定。结果表明,最佳制作工艺条件为豌豆蛋白粉添加量 5.0 g,瘦肉添加量 115 g,蒸煮时间 35 min,烘烤时间 3.0 h。在此条件下制作的香肠感官评价达到 37.60 分,水分、蛋白质、脂肪及亚硝酸盐的含量分别为 4.6%、18.5 g/100 g、20 g/100 g 和 1.2 mg/100 kg。因此,优化的工艺条件合理、可行,该工艺条件下制备的豌豆蛋白香肠具有较好的品质特性。

关键词:豌豆蛋白;香肠;制作工艺;优化工艺;品质;响应面试验

中图分类号: TS201.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)10-0150-05

豌豆是我国传统种植的一种豆类,其种子富含蛋白质、维生素、矿物质和膳食纤维等,其中蛋白质含量达到 20.6%^[1]。豌豆蛋白是近年来新兴的植物蛋白,各种必需氨基酸含量相当,符合人体所需优质蛋白要求,为全价蛋白质^[2]。且豌豆蛋白具有较好的消化吸收性能,过敏源少,不含雌激素,价格低廉^[3],适合各类人群食用。添加到食品中可以强化产品营养成分、改良产品性能、延长产品保质期^[4]。

传统的乳化香肠属于高脂肪、高胆固醇、亚硝酸盐含量较高的食品,豆类蛋白质的添加不仅可以改善香肠的感官及理化品质,还可以抑制亚硝酸盐类物质的生成^[5]。有研究表明,大豆蛋白质不仅能够降低乳化香肠的成本,还能够提高香肠的黏弹性^[6]。王富刚等将大豆分离蛋白添加于香肠中,明显改善香肠的内聚性、弹性和硬度,提高了香肠的持水性和持油性,并提高了香肠的得率^[7]。李艳青等将氧化至一定程度的大豆分离蛋白添加于法兰克福香肠中,香肠的色泽得以改善,含水量和凝胶特性明显上升,品质显著提高^[8]。但是目前为止将豌豆蛋白添加于肉制品中的研究尚未见报道。因此,为拓宽豌豆蛋白的产品范围,本研究将豌豆

蛋白粉添加于香肠制作过程中,考察豌豆蛋白粉添加量、瘦肉添加量、蒸煮时间以及烘烤时间对香肠感官品质及质构弹性的影响,采用单因素试验和响应面分析法优化香肠制作的工艺条件,并测定最佳工艺条件下制得的香肠的品质指标,以期对豌豆蛋白香肠的开发提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

猪后腿肉、肥膘,均购自当地沃尔玛超市;猪肠衣,购自如皋市芸姐肠衣批发部;白糖,购自广西东亚扶南精糖有限公司;浙江黄酒,购自湖州老恒和酿造有限公司;腌制盐,购自重庆合川盐化工业有限公司;精选生抽,购自李锦记食品有限公司;江津老白干,购自重庆市醉之福酒厂;石油醚、硫酸、盐酸、对氨基苯磺酸、亚铁氰化钾等试剂均为国产分析纯。

1.2 仪器与设备

电磁炉,购自美的集团有限公司;XS205DU 电子天平,购自上海启威电子有限公司;DGG-9246A 型电热恒温鼓风干燥箱,购自上海齐欣科学仪器有限公司;绞肉机,购自常州克欧克厨具有限公司;752 紫外可见分光光度计,购自上海舜宇恒平科学仪器有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 豌豆蛋白香肠的制作

1.3.1.1 香肠基础配方 猪肉 150 g 为基质量,腌制盐、白糖、生抽、黄酒、白酒的添加量分别为 2% (3 g)、6% (9 g)、4% (6 g)、3% (4.5 g)、2% (3 g)。

收稿日期:2020-08-17

基金项目:重庆市教委科学技术研究项目(编号:KJQN201901336、KJQN201901325);重庆文理学院校级科研课题引进人才专项(编号:2017RLX37);重庆市自然科学基金面上项目(编号:cstc2019jcyj-msxmX0785)。

作者简介:戴 媛(1979—),女,吉林永吉人,博士,讲师,主要从事功能性食品研究。E-mail:448343132@qq.com。

1.3.1.2 香肠制作流程 原料选择→清洗→切制肉块→浸渍(盐、糖、生抽等)→搅肉机搅拌 1 min(加入豌豆蛋白粉)→灌装→烘烤→蒸煮→烘烤→冷却→成品。

1.3.1.3 操作要点 原料处理:除去肉中杂质,将肥瘦肉分开处理,同时用清水清洗。猪肠衣的处理:用清水洗掉猪肠衣的盐粒,同时用凉白开浸泡 0.5 h 以上使其充分展开,还要去除肠衣内部的脂肪,冷藏备用。腌制时间 30 min,温度控制在 0 ~ 10 ℃^[9]。烘烤温度为 75 ℃,蒸煮水温为 85 ℃^[10]。灌肠时不能过松也不能过满,蒸煮时用针扎几个孔,防止蒸煮时胀气。

1.3.2 单因素试验 采用“1.3.1”节的方法制作豌豆蛋白香肠,分别对豌豆蛋白粉添加量(1.5、3.0、4.5、6.0、7.5 g)、瘦肉添加量(75、90、105、120、135 g)、蒸煮时间(20、25、30、35、40 min)、烘烤时间(1.0、1.5、2.0、2.5、3.0 h)等进行单因素试验。在对各因素进行单因素试验探究时,其他因素均取固定水平,豌豆蛋白粉添加量、瘦肉添加量、蒸煮时间和烘烤时间 4 个因素的固定水平分别为 4.5 g、105 g、30 min、2.0 h,以感官评价、质构弹性为评价指标,考察各因素对香肠品质的影响。

1.3.3 响应面试验 根据 Design - Expert 软件的箱线图设计方法,以感官评价(Y)为响应值,以豌豆蛋白粉添加量(A)、瘦肉添加量(B)、蒸煮时间(C)、烘烤时间(D)为自变量,设计 4 因素 3 水平响应面分析试验,优化豌豆蛋白香肠的制作工艺。因素与水平设计见表 1。

表 1 因素与水平设计表

水平	因素			
	A(g)	B(g)	C(min)	D(h)
-1	3.0	90	25	2.0
0	4.5	105	30	2.5
1	6.0	120	35	3.0

1.3.4 豌豆蛋白香肠品质指标的测定

1.3.4.1 感官评价 参照 GB/T 23493—2009《中式香肠》^[11]中对香肠感官评价的要求,建立感官评价小组,从香肠色泽、香气、滋味、形态等方面进行评价。评分标准见表 2。

1.3.4.2 质构弹性 取 1 节香肠的中间部位切成厚 2 cm 的表面平整圆柱体作为测试样品,质构仪采用 P/36R 探头,测前速率为 3 mm/s,测试速率为 3 mm/s,测后速率为 5 mm/s,压缩比为 60%,负载

表 2 豌豆蛋白香肠感官评价表

项目	评分		
	7~10 分	4~6 分	1~3 分
色泽	粉红色,光泽油亮	暗红色,光泽一般	灰红色,无光泽
香气	香气浓郁,肉香突出	香气较淡,肉香不突出	香气很淡,无肉香
滋味	鲜美、美味、可口	较鲜美、较美味、较可口	不鲜美、不美味、不可口
形态	表面干爽,肉质有弹性	表面稍干爽,肉质稍有弹性	表面不干爽,肉质无弹性

质量为 5 g,2 次间隔时间为 5 s^[12],将样品进行 3 次测定,取平均值。

1.3.4.3 理化指标 水分、蛋白质和脂肪含量的测定分别参照 GB 5009.3—2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》^[13]、GB 5009.5—2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》^[14]、GB 5009.6—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》^[15]进行。

1.4 数据统计分析

采用 Excel 2010、Design Expert 8.0.6 软件进行数据处理、分析及绘图。

2 结果与分析

2.1 单因素试验

2.1.1 豌豆蛋白粉添加量对香肠品质的影响 如图 1 所示,随着豌豆蛋白粉添加量的增加,感官评价和质构弹性均呈先上升后下降趋势。在豌豆蛋白粉添加量为 4.5 g 时,感官评价和质构弹性均达到最大值,分别为 39.6 分和 0.908 5。主要是因为豌豆蛋白粉具有凝胶特性^[16],4.5 g 添加量恰能充分发挥豌豆蛋白的凝胶特性,所以香肠弹性最佳,且感官评价人员评价结果表明,4.5 g 添加量时香肠口感最佳,香气最浓。少量的豌豆蛋白无法充分发挥其凝胶特性,过量又会破坏本身凝胶体系的稳定性,导致凝胶强度降低,香肠口感不佳,感官评价下降,也在一定程度上影响了香肠的弹性。所以综合考虑到感官评价和质构弹性这 2 个指标,选择豌豆蛋白粉添加量为 3.0、4.5、6.0 g 这 3 个水平进行响应面试验。

2.1.2 瘦肉添加量对香肠品质的影响 如图 2 所示,随着瘦肉添加量的增加,感官评价和质构弹性均呈先上升后下降的趋势。当瘦肉添加量为 105 g 时,感官评价和质构弹性均达到最大值,分别为

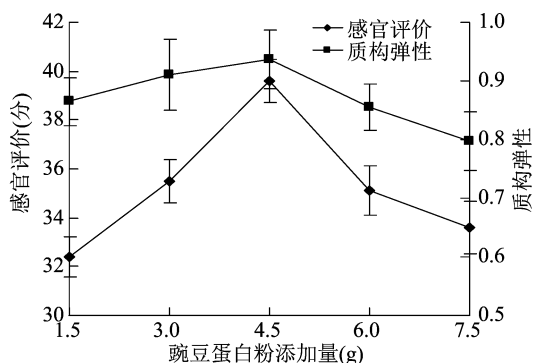


图1 豌豆蛋白粉添加量对香肠品质的影响

39.7 分和 0.914 5。瘦肉添加量为 75 ~ 105 g 时,随着瘦肉添加量的增加,香肠肌肉组织结构逐渐紧密,质构弹性和感官评价逐渐增加,但是,当瘦肉添加量为 105 ~ 135 g 时,继续添加瘦肉会导致香肠的硬度逐渐变大,弹性逐渐减小,香肠口感不佳,肉末附着性不强,且外观不均匀,凹凸不平,所以感官评价也降低,分析原因可能是由于缺少了一定的脂肪从而导致肌肉之间缺乏一定的黏着力^[17],所以综合考虑感官评价和质构弹性这 2 个因素,选择瘦肉添加量为 90、105、120 g 这 3 个水平进行响应面实验。

2.1.3 蒸煮时间对香肠品质的影响 如图 3 所示,

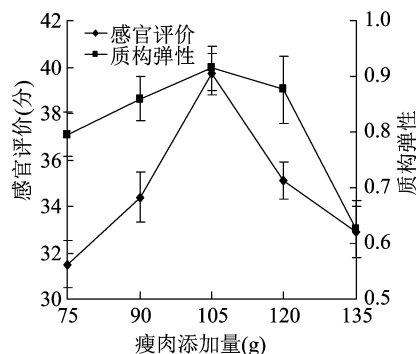


图2 瘦肉添加量对香肠品质的影响

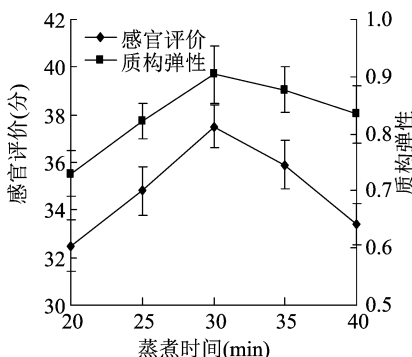


图3 蒸煮时间对香肠品质的影响

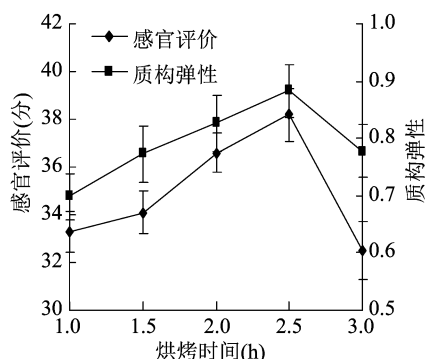


图4 烘烤时间对香肠品质的影响

2.2 响应面实验

2.2.1 响应面实验设计及结果 单因素试验结果表明,质构弹性受各因素影响较小,感官评价受影响较大,因此选择感官评价作为响应面实验的响应值(Y),以豌豆蛋白粉添加量(A)、瘦肉添加量(B)、蒸煮时间(C)、烘烤时间(D)为自变量,进行响应面实验方案的设计,得到的感官评价分值结果如表 3 所示。

2.2.2 回归模型拟合及方差分析 感官评价(Y)与豌豆蛋白粉添加量(A)、瘦肉添加量(B)、蒸煮时间(C)、烘烤时间(D)等自变量之间的回归方程如下:
$$Y = 39.540 + 0.880A + 0.058B - 0.033C -$$

蒸煮时间对感官评价和质构弹性的影响趋势均为先上升后下降。当蒸煮时间为 20 ~ 30 min 时,随着时间的延长,风味物质逐渐散发出来,香肠逐渐成熟,形成一定的组织结构,故感官评价和质构弹性均呈上升趋势,但是进一步延长蒸煮时间,会导致香肠香味变淡,口感不佳,弹性减弱,故感官评价和质构弹性均呈下降趋势。所以综合考虑感官评价和质构弹性这 2 个因素,蒸煮时间优化的响应面实验选择 25、30、35 min 这 3 个水平。

2.1.4 烘烤时间对香肠品质的影响 如图 4 所示,随着烘烤时间的延长,感官评价和质构弹性均呈先上升后下降的趋势。分析原因可能是由于在一定的温度下,在 1.0 ~ 2.5 h 内,随着烘烤时间的延长可促使香肠肌肉中蛋白质结构逐渐交联紧密^[18],使得香肠的质构弹性逐渐上升,故口感得到改善,感官评价也上升。但是烘烤时间过度延长会导致香肠内部油分不断减少、持水性下降,香肠外观凹凸不平,硬度较大,口感不佳,失去良好的弹性。所以综合考虑感官评价和质构弹性这 2 个因素,烘烤时间优化的响应面实验选择 2.0、2.5、3.0 h 这 3 个水平。

$$0.067D - 0.075AB + 0.120AC + 0.075AD - 0.075BC + 0.075BD - 4.230A^2 - 1.650B^2 - 0.470C^2 - 0.840D^2.$$

由表 4 可知,回归模型 $P < 0.01$,表明该回归模型极显著。模型的决定系数 $R^2 = 0.9813$,表明模型的拟合值与实际结果的相关性较高,模型稳定。变异系数 $CV = 1.16\% < 10.00\%$,进一步说明模型拟合较好,可用来进行研究。

由 F 值可知,4 个因素对响应值影响的大小顺序为 $A > D > B > C$,即对感官评价(Y)影响的大小顺序为豌豆蛋白粉添加量 > 烘烤时间 > 瘦肉添加量 > 蒸煮时间。

表 3 响应面试验设计及结果

试验号	A	B	C	D	感官评价 (分)
1	-1	0	1	0	33.2
2	-1	0	0	-1	33.6
3	0	1	0	1	36.7
4	0	-1	-1	0	37.3
5	-1	-1	0	0	33.3
6	0	-1	1	0	37.4
7	1	1	0	0	34.5
8	0	0	-1	1	38.4
9	0	0	0	0	39.5
10	0	0	1	-1	38.7
11	0	1	-1	0	37.7
12	0	1	1	0	37.5
13	1	0	0	1	35.6
14	0	0	0	0	39.4
15	0	1	0	-1	36.8
16	-1	0	-1	0	33.7
17	0	-1	0	1	36.4
18	1	0	0	-1	35.4
19	0	-1	0	-1	36.8
20	-1	1	0	0	33.4
21	0	0	0	0	39.7
22	0	0	1	1	38.5
23	-1	0	0	1	33.5
24	0	0	0	0	39.6
25	1	0	-1	0	35.5
26	0	0	0	0	39.5
27	1	0	1	0	35.5
28	0	0	-1	-1	38.6
29	1	-1	0	0	34.7

2.2.3 响应面分析 从图 5 可以看出,豌豆蛋白粉添加量与瘦肉添加量 2 个因素对感官评价的影响曲面图坡度陡峭,而其他各图曲面坡度较平滑,说明豌豆蛋白粉添加量与瘦肉添加量的交互作用对感官评价的影响明显,而豌豆蛋白粉添加量与蒸煮时间、豌豆蛋白粉添加量与烘烤时间、瘦肉添加量与蒸煮时间、瘦肉添加量与烘烤时间、蒸煮时间与烘烤时间之间的交互作用对感官评价的影响不明显,此结果与方差分析结果一致。

2.2.4 验证试验 对回归方程进行分析求解,得到感官评价达到最大值时的条件为豌豆蛋白粉添加量 5.16 g,瘦肉添加量 115.35 g,蒸煮时间 35 min,烘烤时间 3.0 h,此条件下的感官评价预测值为 37.02 分。为方便试验操作,将各因素取值定为豌豆蛋白粉添加量 5.0 g,瘦肉添加量 115 g,蒸煮时间

表 4 回归模型方差分析结果

方差来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
模型	131.850	14	9.420	52.37	<0.000 1
A	9.190	1	9.190	51.09	<0.000 1
B	0.041	1	0.041	0.23	0.641 1
C	0.013	1	0.013	0.074	0.789 4
D	0.053	1	0.053	0.30	0.049 4
AB	0.022	1	0.022	0.13	0.046 4
AC	0.062	1	0.062	0.35	0.728 8
AD	0.022	0	0.022	0.13	0.728 8
BC	0.022	0	0.022	0.13	0.728 8
BD	0.022	0	0.022	0.13	0.728 8
CD	0.000	1	0.000	0.04	0.834 5
A ²	115.970	1	115.970	644.84	<0.000 1
B ²	17.730	0	17.730	98.59	<0.000 1
C ²	1.410	1	1.410	7.83	0.014 2
D ²	4.590	1	4.590	25.50	0.000 2
残差	2.520	14	0.180		
失拟	2.470	10	0.250	18.97	0.061 1
误差	0.052	4	0.013		
总和	137.370	28			

注:P<0.05 表示影响显著,P<0.01 表示影响极显著。

35 min,烘烤时间 3.0 h,在此条件下进行验证试验,得到感官评价为 37.60 分,预测误差为 1.54%,与预测值接近。说明此模型可以用于豌豆蛋白香肠制作条件的分析预测,响应面法也可以有效优化豌豆蛋白香肠的制作工艺条件。

2.3 豌豆蛋白香肠的品质测定

2.3.1 基本理化指标测定结果 在优化的最佳试验条件下制作香肠,并测定其基本理化指标。水分测定结果为 4.6%,蛋白质含量测定结果为 18.5 g/100 g,脂肪含量测定结果为 20 g/100 g,亚硝酸盐含量测定结果为 1.2 mg/100 kg,各项指标均符合国家标准规定。

2.3.2 感官评价测定结果 如图 6 所示,豌豆蛋白香肠在形态和色泽方面与不添加豌豆蛋白的对照香肠相比没有明显差异,但是,在滋味和香气方面的分数明显高于对照香肠,说明豌豆蛋白粉的添加对于香肠的形态和色泽没有明显影响,但是对于滋味和香气的影响较大,主要是因为豌豆蛋白粉可以改善香肠的滋味和香气,更易被食用者接受。

3 结论

本研究探讨了豌豆蛋白香肠的制作工艺,采用单因素试验及响应面分析法对豌豆蛋白香肠制作过程中的关键工艺参数进行改进,得到豌豆蛋白香

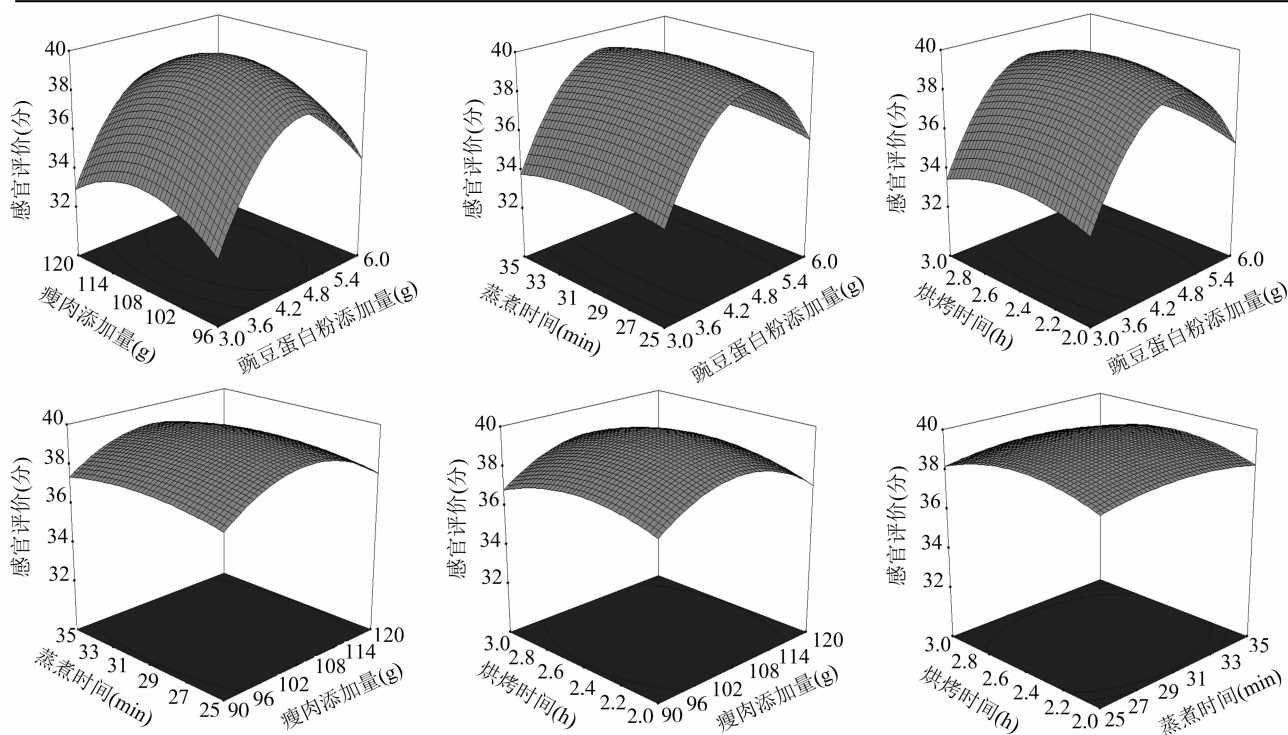


图5 两因素交互作用对感官评价的影响

肠制作的最佳工艺条件为豌豆蛋白粉添加量 5.0 g, 瘦肉添加量 115 g, 蒸煮时间 35 min, 烘烤时间 3.0 h, 在此条件下制得的香肠的感官评价得分为 37.60 分, 预测值为 37.02 分, 预测误差为 1.54%, 说明采用响应面方法优化豌豆蛋白香肠的制作工艺可行, 此结果为豌豆蛋白香肠的开发奠定了理论基础。

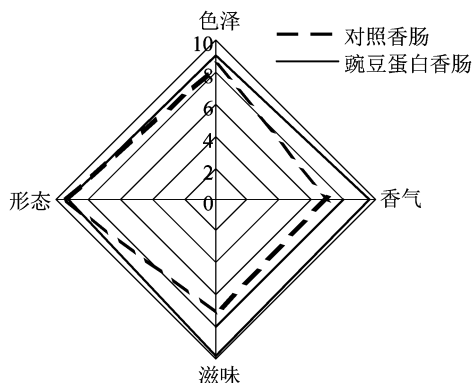


图6 豌豆蛋白香肠感官品质测定结果

品质测定结果表明, 豌豆蛋白香肠具有较好的理化特性和感官品质, 其水分含量为 4.6%, 蛋白质含量为 18.5 g/100 g, 脂肪含量为 20 g/100 g, 亚硝酸盐含量为 1.2 mg/100 kg, 此结果说明将豌豆蛋白粉添加于香肠中可改善香肠的特性, 提升香肠的品质。

参考文献:

[1] 梁哈妮, 唐传核. 豌豆蛋白的功能特性研究[J]. 现代食品科技,

2012, 28(12): 1640-1644.

- [2] Lu Z H, Donner E, Liu Q. Effect of roasted pea flour/starch and encapsulated pea starch incorporation on the *in vitro* starch digestibility of pea breads[J]. Food Chemistry, 2018, 245: 71-78.
- [3] Laguna L, Picouet P, Guàrdia M D, et al. *In vitro* gastrointestinal digestion of pea protein isolate as a function of pH, food matrices, autoclaving, high-pressure and re-heat treatments[J]. LWT, 2017, 84: 511-519.
- [4] Borojeni F G, Koztowski K, Jankowski J, et al. Fermentation and enzymatic treatment of pea for turkey nutrition[J]. Animal Feed Science and Technology, 2018, 237: 78-88.
- [5] 黄艳玲, 杨楠, 杨冬. 真空搅拌及紫花芸豆蛋白添加量对香肠品质特性的影响[J]. 食品研究与开发, 2019, 40(14): 109-114.
- [6] 王经纬, 张坤生, 任云霞. 大豆蛋白在乳化香肠中的应用效果研究[J]. 食品工业科技, 2009, 30(10): 137-139, 142.
- [7] 王富刚, 魏永义. 大豆分离蛋白在香肠加工中的应用研究[J]. 肉类工业, 2016(4): 36-37.
- [8] 李艳青, 陈洪生, 俞龙浩, 等. 氧化大豆分离蛋白对法兰克福香肠品质的影响[J]. 肉类工业, 2018(3): 38-40.
- [9] 胡跃, 唐燕, 周杨, 等. 黔式多味香肠加工工艺优化[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(17): 89-92.
- [10] 李跃文. 鸭肉加工品质改良及乳化香肠的开发研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2016.
- [11] 国家质量监督检验检疫总局, 国家标准化管理委员会. 中式香肠: GB/T 23493—2009[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [12] 简华君, 李鹏鹏, 黄小林, 等. 大豆蛋白的可溶性水解物、可溶/不溶性聚集体对乳化香肠品质的影响[J]. 食品与发酵工业,

杜 琨. 响应面法优化乳酸乳球菌 Z103 菌株产抑菌物质的发酵条件[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(10): 155–161.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.10.029

响应面法优化乳酸乳球菌 Z103 菌株产抑菌物质的发酵条件

杜 琨

(武警工程大学装备管理与保障学院, 陕西西安 710086)

摘要:以分离于高原酸奶中的乳酸菌 Z103 为研究对象, 通过单因素试验确定蔗糖、大豆蛋白胨、酵母浸膏、 MgSO_4 、 NaCl 、牛肉膏、 Na_2HPO_4 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、装液量、接种量、发酵温度和 pH 值对产抑菌物质活力的影响, 应用响应面法的 Box-Behnken 设计对产抑菌物质发酵条件进行优化。结果表明, 当发酵液 pH 值 7.0、装液量 40 mL、大豆蛋白胨含量 9.6 g/L 时可获得抑菌物质最大抑菌圈直径为 1.350 cm, 优化后乳酸菌产抑菌物质的效价较优化前提高了 41.17%。该模型能科学地预测抑菌物质的合成情况。响应面法可有效、成功地优化抑菌物质的发酵条件。

关键词:抑菌物质; 乳酸乳球菌; 响应面法; 发酵条件; 优化

中图分类号:S182 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2021)10-0155-07

从高原酸奶中分离出产抑菌物质的乳酸菌, 经过发酵条件的优化, 生产出活性高、抑菌普广的抑菌物质, 该种抑菌物质有广阔的发展前景, 主要原因在于: 抑菌活性高, 比 nisin 的抑菌活性高得多; 成本低, 安全性高; 来源广泛。因此, 从高原酸奶中生产抑菌物质的研究备受国内外研究人员的关注。

PB 试验设计 (Plackett-Burman design) 是一种经济有效的二水平试验设计方法^[1-3], 它可以从众多考察因素中快速有效地筛选出主要的影响因素^[4-7]。响应面法 (response surface methodology, RSM) 是一种优化生物过程的综合技术, 可同时对

影响生物产量的因子水平及交互作用进行优化与评价^[8-11], 快速有效地确定多因子系统的最佳条件, 该法已被广泛应用于培养基和培养条件的优化^[12]、提取技术和酶学性质的研究^[13-16]、异黄酮^[17-18]及药物的作用^[19-20]等研究方面。利用 JMP (Version 4.0.5, SAS Institute Inc., 1989—2001) 实验设计软件对影响乳酸菌产抑菌物质产量的各方面因素进行优化研究, 筛选出主要影响因子。在此基础上, 借助 Box-Behnken 试验设计, 对主要影响因子的最佳水平及其交互作用做进一步研究, 以期获得较高产量的乳酸菌产抑菌物质。

1 材料与方法

1.1 试验材料

生产菌: 乳酸乳球菌 Z103 菌株, 由西藏高原酸奶中分离得出。

收稿日期: 2020-07-14

基金项目: 军委后勤重大项目。

作者简介: 杜 琨 (1975—), 男, 陕西西安人, 博士, 副教授, 主要从事武警部队军用食品、军用食品添加剂的研制工作。E-mail: dukun8662@163.com。

2014, 40(11): 8–13.

[13] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中水分的测定: GB 5009.3—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.

[14] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定: GB 5009.5—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.

[15] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定: GB 5009.6—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.

[16] Sun X D, Arntfield S D. Molecular forces involved in heat-induced pea protein gelation: effects of various reagents on the rheological properties of salt-extracted pea protein gels [J]. Food Hydrocolloids, 2012, 28(2): 325–332.

[17] Wang L Y, Guo H Y, Liu X J, et al. Roles of *Lentinula edodes* as the pork lean meat replacer in production of the sausage [J]. Meat Science, 2019, 156: 44–51.

[18] Wang X X, Xie Y Y, Li X M, et al. Effects of partial replacement of pork back fat by a camellia oil gel on certain quality characteristics of a cooked style Harbin sausage [J]. Meat Science, 2018, 146: 154–159.