

挤压膨化对蓝莓果渣中可溶性膳食纤维的影响研究

喻远东¹, 刘京红²

(1. 湖南农业大学国际学院, 长沙 410128; 2. 湖南农业大学国家中药材生产(湖南)技术中心, 长沙 410128)

摘要:本研究探讨了挤压膨化技术对蓝莓果渣中可溶性膳食纤维(SDF)含量的影响。在单因素实验基础上利用 Design Expert 8.0 进行 Box-Behnken 实验设计, 设计了 4 因素 3 水平的响应面分析实验。结果表明, 获得高可溶性膳食纤维含量的最佳挤压工艺参数为: 物料含水量 30%、喂料速度 21 Hz、螺杆转速 156 r/min、机筒温度 112℃。与挤压膨化前蓝莓果渣样品相比, 采用最佳挤压参数处理后的蓝莓果渣, 其可溶性膳食纤维含量提高了 38.52%, 提高了蓝莓果渣的开发利用价值。

关键词:挤压膨化; 蓝莓果渣; 可溶性膳食纤维; 响应面

中图分类号: TS255

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2019)04-0098-06

Research on Influence of Extrusion Parameters on Soluble Dietary Fiber from Blueberry Pomace

YU Yuandong¹, LIU Jinghong²

(1. International College of Hunan Agricultural University, Changsha 410128; 2. National Chinese Medicinal Herbs (Hunan) Technology Center, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

Abstract: The effect of extrusion technology on soluble dietary fiber from blueberry pomace was studied in the paper. Box-Behnken of Design-Expert 8.0 software was used to design the 4 factor and 3 level response surface method on the basis of single factor experiment. The results showed that the optimal process parameters of extrusion for obtaining higher soluble dietary fiber yield was moisture content of material 30%, feeding speed 21Hz, screw speed 156r/min and temperature of barrel 112 °C. Compared with the blueberry pomace before extrusion, the content of soluble dietary fiber from blueberry pomace that treated with the optimal process parameters of extrusion was increased by 38.52%, which enhanced the development and utilization value of the blueberry pomace.

Key words: Extrusion; Blueberry pomace; Soluble dietary fiber; Response surface

蓝莓(Blueberry)是一种蓝色小浆果, 属杜鹃花科(Ericaceae)越橘属(Vaccinium spp.)植物, 目前, 我国蓝莓种植面积已达到 22 000 hm², 年产量 28 000 t, 分别占全球的 16.3% 和 4.3%^[1]。蓝莓口感酸甜, 有诱人的果香, 除了鲜食外, 还常常用于果汁加工, 但其加工过程会产生大量果渣。杨培青^[2]的研究显示, 蓝莓果渣除含有大量水分外, 不溶性膳食纤维的含量较高, 约占 19.82%; 矿物质含量约占 0.38%, 其中铁、镁的含量远高于蓝莓鲜果。此外, 陈成花等^[3]的研究表明, 蓝莓果渣还富

含花色苷、黄酮醇等特殊营养物质。由此可见, 蓝莓果渣既可作为保健食品原料, 也可以作为膳食纤维原料用于开发高纤食品, 然而由于蓝莓果渣含有大量不溶性膳食纤维, 其口感粗糙, 水合性、流变性等特性尚存在缺陷^[4], 品质低阻碍了其在食品工业中的应用, 并且在人体内发挥作用的主要是可溶性膳食纤维, 较低的可溶性膳食纤维含量会降低蓝莓果渣的开发利用价值, 因此对果渣膳食纤维进行改性显得尤为重要。挤压膨化是一种高温、高压、高剪切、短时加工的新技术^[5], 目前在食品工业领域有广泛应用, 它可让物料内部结构和性质发生变化, 使纤维素高聚物之间的连接键断裂^[6], 从而达到使不溶性膳食纤维向可溶性膳食纤维转化的目的。

本研究以蓝莓果渣为原料, 采用双螺杆挤压

收稿日期: 2018-12-22

基金项目: 湖南农业大学国际学院创新创业项目(GJ201803N04)

作者简介: 喻远东(1997-), 男, 在读本科, 研究方向: 农产食品加工与食物营养。

膨化机对其进行改性处理,研究物料含水量、喂料速度、螺杆转速和机筒温度等参数对蓝莓果渣可溶性膳食纤维含量的影响,在单因素实验基础上进行 Box-Behnken 实验设计并结合响应面分析实验结果,旨在进一步优化相关参数,以期能够有效提高蓝莓果渣中可溶性膳食纤维的含量,从而为蓝莓果渣二次利用提供新途径。

1 材料与amp;方法

1.1 主要材料

蓝莓:市售。

1.2 仪器与设备

DSE65-III 型双螺杆挤压膨化机(济南鼎润机械设备有限公司)、JRLZ-0.5 螺旋榨汁机(新银机电设备制造有限公司)、FA1004B 型电子分析天平(上海平轩科学仪器有限公司)、DHG-9620A 电热鼓风干燥箱(上海一恒科学仪器有限公司)、SX2-2.5-10N 型马弗炉(深圳市华德维康科技有限公司)、SHB-3A 型循环水真空泵(郑州杜甫仪器厂)、GDWSJ-4010A 型恒温振荡水浴箱(上海标承实验仪器有限公司)。

1.3 工艺流程

蓝莓鲜果→榨汁→蓝莓果渣→烘干→粗筛→物料粉碎→配置物料含水量→设置相关参数→双螺杆挤压膨化→干燥→粉碎→可溶性膳食纤维(SDF)含量测定

1.4 单因素实验设计

1.4.1 物料含水量的确定

固定喂料速度为 20 Hz、螺杆转速为 150 r/min、机筒温度为 110℃的基础因素条件,研究不同物料含水量(15%、25%、35%、45%、55%)对蓝莓果渣中可溶性膳食纤维(SDF)的影响及变化规律。

1.4.2 喂料速度的确定

固定物料含水量为 35%、螺杆转速为 150 r/min、机筒温度为 110℃的基础因素条件,研究不同喂料速度(16、20、24、28、32 Hz)对蓝莓果渣中可溶性膳食纤维(SDF)的影响及变化规律。

1.4.3 螺杆转速的确定

固定物料含水量为 35%、喂料速度为 20 Hz、机筒温度为 110℃的基础因素条件,研究不同螺杆转速(90、120、150、180、210 r/min)对蓝莓果渣中可溶性膳食纤维(SDF)的影响及变化规律。

1.4.4 机筒温度的确定

固定物料含水量为 35%、喂料速度为 20 Hz、螺杆转速为 150 r/min 的基础因素条件,研究不同

机筒温度(90、100、110、120、130℃)对蓝莓果渣中可溶性膳食纤维(SDF)的影响及变化规律。

1.5 Box-Behnken 实验设计

以蓝莓果渣可溶性膳食纤维(SDF)的含量为响应值,在物料含水量(X_1)、喂料速度(X_2)、螺杆转速(X_3)、机筒温度(X_4)的单因素实验基础上利用 Design Expert 8.0 进行 Box-Behnken 实验设计,设计 4 因素 3 水平的响应面分析实验,具体因素水平见表 1。

表 1 Box-Behnken 实验因素水平编码表

水平	因素			
	X_1 :物料含水量(%)	X_2 :喂料速度(Hz)	X_3 :螺杆转速(r/min)	X_4 :机筒温度(℃)
-1	20	16	120	100
0	25	20	150	110
1	30	24	180	120

1.6 分析方法

可溶性膳食纤维(Soluble Dietary Fiber, SDF)的测定方法参照 GB 5009.88-2014。

1.7 数据处理

每个实验设置 3 个平行组,实验数据用 SPSS 20.0 和 Excel 2013 软件进行分析和制图。单因素实验数据进行 one-way ANOVA 及 Duncan 多重比较分析,并将分析结果在图上标记,所标记字母不同的,即差异显著($P < 0.05$);采用 Design-Expert 8.0 进行 Box-Behnken 实验设计和响应面分析。

2 结果与分析

2.1 单因素实验

2.1.1 物料含水量对蓝莓果渣 SDF 含量的影响

如图 1 所示,在物料含水量为 15%~25% 范围内,SDF 含量随着物料含水量的升高而增加,当物料含水量不足时,物料受到的剪切力较大,可能会造成部分 SDF 分解为更小的单体,而适当提高物料含水量,可以降低物料受到的摩擦力和剪切力,因为水分起到了一定的润滑作用^[7];在物料含水量为 25%~55% 范围内,SDF 含量随着物料含水量的升高而呈现出下降的趋势,当物料含水量不断增加,物料受到的摩擦力和剪切力继续减小,不利于 IDF 转化为 SDF。在物料含水量实验设定范围内,当物料含水量为 25% 时,可溶性膳食纤维(SDF)含量达到最高,为 12.83%,与物料含水量为 15%、45%、55% 的实验组差异显著($P <$

0.05)。因此,物料含水量选择 25% 为宜。

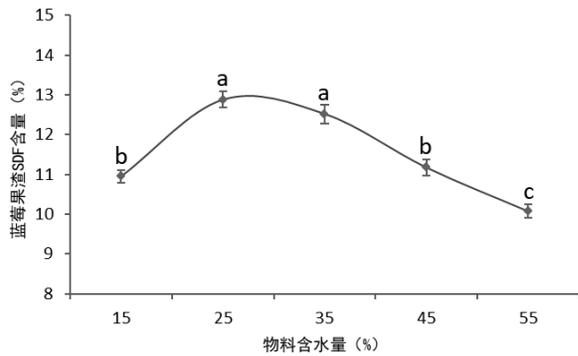


图1 物料含水量对蓝莓果渣可溶性膳食纤维(SDF)含量的影响

2.1.2 喂料速度对蓝莓果渣 SDF 含量的影响

如图 2 所示,在喂料速度为 16~20 Hz 范围内, SDF 含量随着喂料速度的升高而增加,当物料喂料速度较低时,喂料不足,机腔内物料间阻力较小^[8],受到摩擦力和剪切力较弱,导致纤维素高聚物分解不充分,而在适当的喂料速度的条件下,喂料量饱和,物料受到的剪切作用增强,有利于纤维素高聚物的糖苷键断裂,使 SDF 含量增加;在喂料速度为 20~32 Hz 范围内, SDF 含量随着喂料速度的升高呈现出下降的趋势。在喂料速度实验设定范围内,当喂料速度为 20 Hz 时,可溶性膳食纤维(SDF)含量达到最高,为 12.78%,与其他实验组差异显著($P < 0.05$)。因此,喂料速度设置为 20 Hz 为宜。

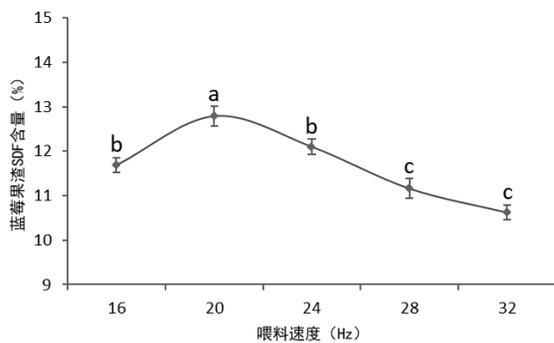


图2 喂料速度对蓝莓果渣可溶性膳食纤维(SDF)含量的影响

2.1.3 螺杆转速对蓝莓果渣 SDF 含量的影响

如图 3 所示,在螺杆转速为 90~150 r/min 范围内, SDF 含量随着螺杆转速的升高而增加,这可能是因为适当的螺杆转速范围内,随着其转速的不断提高,物料受到的剪切作用增强,促使更多 IDF 被转化为 SDF;在螺杆转速为 150~210 r/min 范围内, SDF 含量随着螺杆转速的升高呈现出下降的趋势,这可能是因为当螺杆转速过高时,螺

杆腔中压力大幅增加,物料受到的剪切力过大,致使部分 SDF 进一步分解为更小的单体,也可能是由于物料在设备内停留时间过短,纤维素高聚物的糖苷键还未来得及断裂就被挤出^[9]。在螺杆转速实验设定范围内,当螺杆转速为 150 r/min 时,可溶性膳食纤维(SDF)含量达到最高,为 12.76%,与螺杆转速为 90 r/min、120 r/min、210 r/min 的实验组差异显著($P < 0.05$)。因此,螺杆转速设置为 150 r/min 为宜。

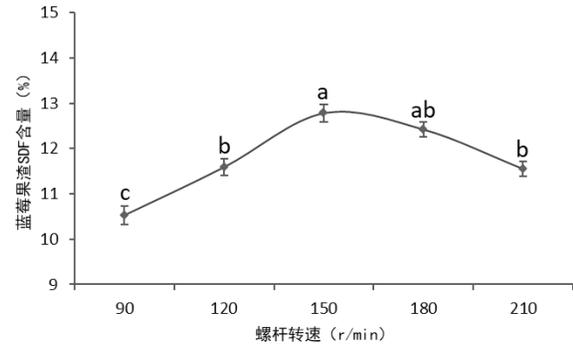


图3 螺杆转速对蓝莓果渣可溶性膳食纤维(SDF)含量的影响

2.1.4 机筒温度对蓝莓果渣 SDF 含量的影响

如图 4 所示,在机筒温度为 90~110℃ 范围内, SDF 含量随着机筒温度的升高而增加,这可能是因为适当的高温会促使纤维素高聚物熔融、断裂^[10],有利于 IDF 加速转化为 SDF;在机筒温度为 110~130℃ 范围内, SDF 含量随着机筒温度的升高呈现出下降的趋势,这可能是因为随着温度继续升高,更多水分被蒸发,螺杆腔内压力增大,使剪切力变得过大,导致部分 SDF 分解为更小的单体^[12]。在机筒温度实验设定范围内,当机筒温度为 110℃ 时,可溶性膳食纤维(SDF)含量达到最高,为 12.79%,与其他实验组差异显著($P < 0.05$)。因此,机筒温度选择 110℃ 为宜。

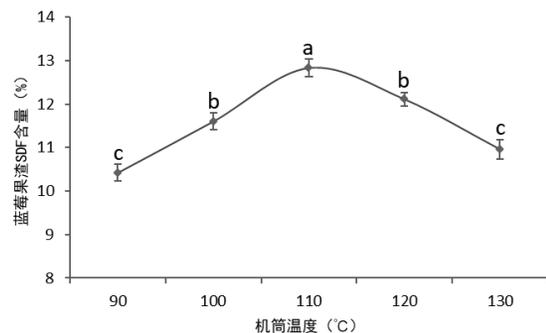


图4 机筒温度对蓝莓果渣可溶性膳食纤维(SDF)含量的影响

2.2 挤压膨化参数优化

2.2.1 响应面实验设计及结果

在单因素实验的基础上,利用 Design-Expert

8.0 进行 Box-Behnken 实验设计,其实验方案和结果如表 2 所示。

表 2 Box-Behnken 实验设计及结果

实验编号	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	SDF 含量(%)
1	-1	-1	0	0	11.21
2	1	-1	0	0	12.84
3	-1	1	0	0	11.75
4	1	1	0	0	13.12
5	0	0	-1	-1	10.15
6	0	0	1	-1	11.14
7	0	0	-1	1	11.67
8	0	0	1	1	11.49
9	-1	0	0	-1	11.21
10	1	0	0	-1	12.09
11	-1	0	0	1	11.58
12	1	0	0	1	13.15
13	0	-1	-1	0	11.54
14	0	1	-1	0	11.13
15	0	-1	1	0	10.97
16	0	1	1	0	12.35
17	-1	0	-1	0	11.68
18	1	0	-1	0	12.74
19	-1	0	1	0	11.91
20	1	0	1	0	13.07
21	0	-1	0	-1	10.81
22	0	1	0	-1	11.62
23	0	-1	0	1	11.05
24	0	1	0	1	11.85
25	0	0	0	0	12.64
26	0	0	0	0	12.91
27	0	0	0	0	12.68
28	0	0	0	0	12.38
29	0	0	0	0	12.85

2.2.2 回归模型构建与方差分析

使用 Design-Expert 8.0 软件对表 2 数据进行二次多项式回归拟合,得到回归方程为: $Y=12.69+0.64X_1+0.28X_2+0.17X_3+0.31X_4-0.065X_1X_2+0.025X_1X_3+0.17X_1X_4+0.45X_2X_3-2.500E-003X_2X_4-0.29X_3X_4+0.19X_1^2-0.57X_2^2-0.62X_3^2-0.87X_4^2$

其中:Y 为 SDF 含量;X₁ 为物料含水量;X₂ 为喂料速度;X₃ 为螺杆转速;X₄ 为机筒温度。

对回归模型进行方差分析,结果如表 3 所示。该模型 $P<0.01$,说明回归模型差异极显著,失拟度 $P>0.05$,表明该回归方程整体拟合度较好,且 $R^2=0.9602$, $R^2_{Adj}=0.9204$,反映了 92.04% 的蓝

莓果渣 SDF 含量变化可以此模型解释,进一步说明了该回归方程拟合度较高,因而可以用此模型来分析和预测蓝莓果渣 SDF 含量。在回归模型中 X₁、X₂、X₃、X₄、X₂X₃、X₃X₄、X₁²、X₂²、X₃²、X₄² 均达到显著水平;同时根据 F 值可知,影响蓝莓果渣 SDF 含量高低的因素由大到小依次为: X₁>X₄>X₂>X₃,即物料含水量对蓝莓果渣 SDF 含量影响最大,其次为机筒温度、喂料速度,螺杆转速影响最小。

2.2.3 响应面图分析

图 5 展示了 4 个实验因素的三维曲线及等高线分布情况。根据响应面图的极值点出现情况和等高线分布情况,在物料含水量(X₁)、喂料速度

表3 回归模型的方差分析

方差来源	平方和	自由度	均方	F值	P值
模型	17.39	14	1.24	24.12	<0.0001**
X ₁	4.90	1	4.90	95.20	<0.0001**
X ₂	0.96	1	0.96	18.71	0.0007**
X ₃	0.34	1	0.34	6.60	0.0223*
X ₄	1.18	1	1.18	23.00	0.0003**
X ₁ X ₂	0.017	1	0.017	0.33	0.5758
X ₁ X ₃	2.500E-003	1	2.500E-003	0.049	0.8288
X ₁ X ₄	0.12	1	0.12	2.31	0.1507
X ₂ X ₃	0.80	1	0.80	15.55	0.0015**
X ₂ X ₄	2.500E-005	1	2.500E-005	4.855E-004	0.9827
X ₃ X ₄	0.34	1	0.34	6.65	0.0219*
X ₁ ²	0.24	1	0.24	4.68	0.0483*
X ₂ ²	2.11	1	2.11	41.07	<0.0001**
X ₃ ²	2.50	1	2.50	48.57	<0.0001**
X ₄ ²	4.96	1	4.96	96.38	<0.0001**
残差	0.72	14	0.051		
失拟度	0.55	10	0.055	1.27	0.4410
纯误差	0.17	4	0.043		
总差	18.11	28			

注: *表示差异显著($P<0.05$), **表示差异极显著($P<0.01$)。 $R^2=0.9602$, $R^2_{Adj}=0.9204$

(X₂)、螺杆转速(X₃)和机筒温度(X₄)这4个实验因素交互作用中存在理论上的极值。在表3中对X₁X₂、X₁X₃、X₁X₄、X₂X₃、X₂X₄、X₃X₄等交互项的方差分析结果与响应面图中的三维曲线陡峭程度相一致,其中三维曲线陡峭程度最为突出是喂料速度(X₂)与螺杆转速(X₃)交互作用,这就表明喂料速度(X₂)与螺杆转速(X₃)的交互项对蓝莓果渣SDF含量(Y)的影响相对于其它交互项的影响而言更为显著,这也与回归模型方差分析结果一致。

2.2.4 工艺优化

利用Design-expert 8.0对回归模型进行分析,由此可以获得理论最优挤压工艺参数为:物料含水量30%、喂料速度21.07 Hz、螺杆转速155.79 r/min、机筒温度112.45℃,此时蓝莓果渣的SDF含量能够取得理论上的最大值为13.63%^[12]。考虑到实验设备的实际可操作性,最优挤压工艺参数应调整为:物料含水量30%、喂料速度21 Hz、螺杆转速

156 r/min、机筒温度112℃。

2.2.5 模型验证

用模型预测的最优挤压工艺参数进行验证实验,测得3个平行实验组样品中的可溶性膳食纤维(SDF)含量的平均值为13.52%,与回归模型预测值13.63%相比,两者的相对误差为0.81%,在实验允许的误差范围内^[13],说明回归方程拟合度较高,预测结果可靠。

2.2.6 蓝莓果渣挤压膨化前后SDF含量对比

取挤压膨化前的蓝莓果渣样品进行可溶性膳食纤维(SDF)含量的测定,平行测定3次后,测得的平均值为9.76%。采用最优挤压工艺参数处理后,可以使蓝莓果渣中的SDF含量达到13.52%,与挤压膨化前相比,SDF含量提高了38.52%。这说明采用挤压膨化工艺能够明显提高蓝莓果渣中SDF含量。

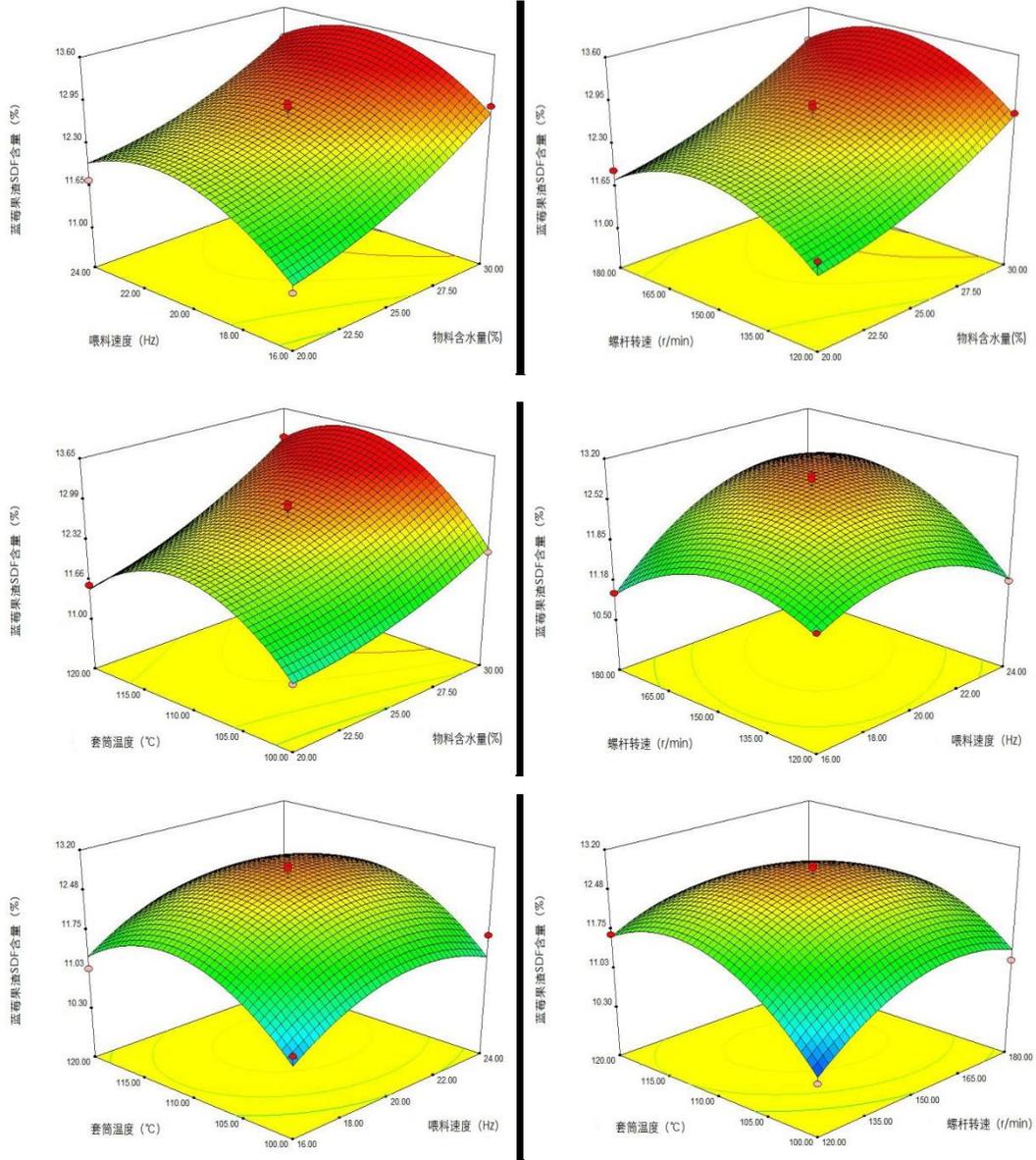


图5 不同因素交互作用的响应面

3 结 论

(1)获得较高可溶性膳食纤维(SDF)含量的最佳挤压工艺参数为:物料含水量30%、喂料速度21 Hz、螺杆转速156 r/min、机筒温度112℃。在此工艺条件下得到蓝莓果渣中的SDF理论值为13.63%,与实际值13.52%的相对误差为0.81%,表明回归模型预测结果可靠。

(2)与挤压膨化前蓝莓果渣样品相比,采用理论最优挤压工艺参数处理后的蓝莓果渣,其可溶性膳食纤维(SDF)含量提高了38.52%,说明挤压膨化工艺能明显提高蓝莓果渣中的SDF含量。

参考文献:

[1] 李亚东,裴嘉博,孙海悦.全球蓝莓产业发展现状及展望

[J].吉林农业大学学报,2018,40(4):421-432.
 [2] 杨培青.蓝莓果渣酵素制备工艺的研究[D].沈阳:沈阳农业大学,2016.
 [3] 陈成花,张 婧,刘炳杰,等.蓝莓果渣营养成分分析及评估[J].食品与发酵工业,2016,42(9):223-227.
 [4] 张玉锋,孙丽平,宋彦博.膳食纤维改性研究进展[J].食品工业,2016,37(7):248-251.
 [5] 李艾霖,尚 婧,云少君,等.响应面法优化豆渣挤压膨化工艺条件研究[J].食品科学技术学报,2017,35(6):28-35.
 [6] 马慧明,程金秋,王玉彤,等.葡萄皮渣源可溶性膳食纤维面包加工工艺研究[J].食品工业,2017,38(11):43-47.
 [7] Yiting Guo, Wan Liu, Bengang Wu, et al. Modification of garlic skin dietary fiber with twin-screw extrusion process and in vivo evaluation of Pb binding[J]. Food Chemistry, 2018, 268: 550-557.
 [8] 王 博,叶 阳,周小芬,等.挤压膨化对绿茶茶渣中粗纤维影响[J].茶叶科学,2012,32(1):29-36.

(3)推进葡萄酒文化旅游信息化建设。葡萄酒文化旅游产业的发展应把握好信息网络化的契机,通过建设网络化信息平台,实现相关信息的统一发布与共享,缩短消费者获取信息的途径,直接推动葡萄酒文化旅游产业的发展。

(4)充分运用新媒体营销。采用口碑营销的方式,鼓励消费者在自己的生活圈、工作圈、朋友圈内发布与葡萄酒文化旅游相关的照片、小视频、推送等,同时利用微博这一平台,与人气博主合作,创作与葡萄酒文化旅游相关的软文,在节省宣传费用的同时扩大宣传范围。

6 讨论

(1)通过分析得出,消费者对葡萄酒文化旅游的认知水平不足,且受年龄、学历、月收入的影响,与王雪等^[3]、陈力硕等^[11]、李娟等^[13]、牛艳婷等^[14]的研究结果相符。

(2)分析了消费者对葡萄酒文化旅游的认知水平与参与意愿的关系,结果显示:认知水平越高的消费者参与葡萄酒文化旅游的意愿越强烈。但是该结论是否具有普遍性,是否适用于其他领域有待进一步验证。

(3)采用五分制法研究烟台地区不同消费群体对葡萄酒文化旅游的认知情况以及参与意愿,所采用的评价指标体系是否能够准确地反映出消费者的认知水平、意愿程度,研究结果是否适用于其他地区有待进一步研究和验证。

参考文献:

- [1] 陈坤仪. 法国葡萄酒旅游进入中国市场的前景探析[J]. 四川旅游学院学报, 2014(4): 57-59.
- [2] 杨吉华. 葡萄酒文化产业初探[J]. 中外葡萄与葡萄酒[J]. 2012(3): 65-68.
- [3] 王雪, 朱文佳, 刘静静, 等. 基于交叉分析研究游客对葡萄酒休闲旅游的认知及对烟台酒庄的认可[J]. 酿酒科技, 2018(4): 134-139.
- [4] 林富强, 李晶晶, 于立芝. 烟台葡萄酒文化旅游发展探析[J]. 酿酒科技, 2018(3): 124-128.
- [5] 周敏慧. 国外葡萄酒游客心理研究综述[J]. 商业经济研究, 2016(15): 82-84.
- [6] 林清清, 周玲. 国外葡萄酒旅游研究进展[J]. 旅游学刊, 2009, 24(6): 88-95.
- [7] 张红梅, 宋莉, 沈杨. 中国葡萄酒文化旅游发展战略研究——以宁夏贺兰山东麓为例[J]. 干旱区资源与环境, 2014, 28(5): 197-202.
- [8] 王磊. 全域旅游背景下宁夏葡萄酒旅游发展[J]. 北方园艺, 2018(19): 166-171.
- [9] 曾春水, 王磊, 王灵恩. 贺兰山东麓地区葡萄酒旅游产业创新发展路径研究[J]. 北方园艺, 2019(3): 167-175.
- [10] 王琳瑛. 新区域主义范式下宁夏贺兰山东麓葡萄酒旅游多维融合研究[J]. 北方园艺, 2016(23): 174-179.
- [11] 陈力硕, 李晓彤, 刘海东. 游客对烟台葡萄酒文化旅游的认知与参与行为研究[J]. 农学学报, 2016, 6(6): 73-77.
- [12] 祁超萍. 烟台葡萄酒文化旅游形象的塑造[J]. 江苏商论, 2012(8): 102-105.
- [13] Li Juan, Jiang Xin, Yu Lizhi. Exploration and Analysis on Grape-based Wine Culture Promotion and Development [J]. Agricultural Science & Technology, 2015, 16(4): 765-768.
- [14] 牛艳婷, 刘艳红, 于立芝, 等. 消费者对烟台葡萄酒文化认知情况的评价与分析——以烟台市区为例[J]. 酿酒科技, 2013(9): 123-127.
- [15] 杨建斌. 陕西商洛地区农家乐旅游产业发展研究[J]. 东北农业科学, 2018, 43(5): 55-59.
- [16] 马晓凡, 王承国, 陈晓峰, 等. 烟台市休闲农业游客满意度及影响因素分析[J]. 东北农业科学, 2017, 42(5): 60-64.
- [17] 程占红, 程锦红, 张奥佳. 五台山景区游客低碳旅游认知及影响因素研究[J]. 旅游学刊, 2018, 33(3): 50-60.
- [18] 唐明方, 曹慧明, 沈园, 等. 游客对低碳旅游的认知和意愿——以丽江市为例[J]. 生态学报, 2014, 34(17): 5096-5102.
- [19] 许静娜, 沈世伟. 国内葡萄酒旅游研究综述与展望[J]. 旅游研究, 2015, 7(1): 70-75.
- [20] 王洪丽, 杨双, 徐晓红, 等. 吉林省水稻质量安全农户认知与种植意愿分析[J]. 吉林农业科学, 2014, 39(6): 76-80.
- [21] 顾海. 参合农户医疗服务需求影响因素分析——基于江苏海门、安徽金寨、陕西户县的调研[J]. 南京社会科学, 2011(10): 80-85, 91.

(上接第103页)

- [9] Liezhou Zhong, Zhongxiang Fang, Mark L. Wahlqvist, et al. Extrusion cooking increases soluble dietary fibre of lupin seed coat [J]. LWT, 2018, 99: 547-554.
- [10] Yan Jing, Yu-Jie Chi. Effects of twin-screw extrusion on soluble dietary fibre and physicochemical properties of soybean resi-

due[J]. Food Chemistry, 2013, 138: 884-889.

- [11] 李小沛, 张亚玉, 赵立春, 等. 正交试验优选白花延龄草薯蓣皂苷元提取工艺研究[J]. 吉林农业科学, 2017(5): 61-64.
- [12] 王婧瑜, 王涵, 谷岩. 紫苏水提取物对高脂血症小鼠的降血脂及抗氧化作用[J]. 吉林农业科学, 2017(1): 56-60.
- [13] 王勇, 李雪, 田志刚, 等. 紫苏叶含水率、可溶性固形物含量和冰点的研究[J]. 吉林农业科学, 2016(4): 88-91.