

DOI: 10.12161/j.issn.1005-6521.2022.08.018

响应面法优化藜麦发酵酸奶的工艺研究

权帆¹, 朱文秀², 张晴¹, 洪豆¹, 王君能², 吴淑清^{1*}

(1. 长春大学 食品科学与工程学院, 吉林 长春 130022; 2. 浙江李子园食品股份有限公司, 浙江 金华 321031)

摘要:以藜麦、鲜牛奶为主要原料,以感官评分作为评价指标,采用单因素试验和响应面优化试验得到藜麦发酵酸奶的最佳制作工艺。结果表明,当藜麦添加量为12.5%,白砂糖添加量为7.5%,发酵时间为7h,发酵温度为42℃,发酵菌接种量为0.2%时,制作的酸奶具有独特谷物风味且营养丰富,感官评分为90.7。

关键词:藜麦;酸奶;响应面;工艺;配方

Optimization of the Process of Quinoa-Fermented Yogurt Based on Response Surface Methodology

QUAN Fan¹, ZHU Wen-xiu², ZHANG Qing¹, HONG Dou¹, WANG Jun-neng², WU Shu-qing^{1*}

(1. School of Food Science and Engineering, Changchun University, Changchun 130022, Jilin, China; 2. Zhejiang Liziyuan Food Co., Ltd., Jinhua 321031, Zhejiang, China)

Abstract: With the main materials of quinoa and fresh milk and the evaluation indicator of sensory score, the production process of quinoa-fermented yogurt was optimized by single factor test and response surface methodology. The yielded optimal process was as follows: quinoa added at 12.5%, white sugar at 7.5%, fermentation for 7 h at 42 °C, and inoculum of fermentation bacteria at 0.2%. With such a process, the resultant yogurt had a unique grain flavor and rich nutrients, with sensory score of 90.7.

Key words: quinoa; yogurt; response surface; process; formulation

引文格式:

权帆, 朱文秀, 张晴, 等. 响应面法优化藜麦发酵酸奶的工艺研究[J]. 食品研究与开发, 2022, 43(8): 133-139.

QUAN Fan, ZHU Wenxiu, ZHANG Qing, et al. Optimization of the Process of Quinoa-Fermented Yogurt Based on Response Surface Methodology[J]. Food Research and Development, 2022, 43(8): 133-139.

藜麦(*Chenopodium quinoa* Willd.) 苋科藜属植物, 起源于南美洲安第斯山脉^[1], 是一种古老的伪谷物, 具有独特而丰富的营养价值, 被称为丢失的远古“营养黄金”、“超级粮食^[2]”、“未来食品”和“粮食之王^[3]”。研究发现, 藜麦不仅富含优质蛋白质、多糖和不饱和脂肪酸等宏量营养素, 还含有天然维生素、矿物质等微量营养素; 此外, 核黄素、叶酸和钙、镁、铁、锌等含量明显高于其他谷物^[4-6]。藜麦具备抗癌^[7]、抗氧化^[8]、防治“高血脂、高血压、高血糖”^[9]、减肥^[10]、抑菌^[11]等功能特性。

近年来, 藜麦在国际市场上供不应求, 2016年全球产量超过19.2万吨, 主要消费市场在美国、加拿大和爱尔兰等国家^[12]。国内外对藜麦的开发集中在蒸煮类、焙烤类、发酵类及其他类产品。市场上陆续出现了藜麦面条^[13]、藜麦面包^[14]、藜麦饼干^[15]、藜麦酒^[16]、藜麦粥^[17]等产品。本论文以藜麦、鲜牛奶为主要原料, 运用单因素试验与响应面优化试验获得藜麦发酵酸奶的最佳工艺条件, 制作出一种风味独特且营养丰富的酸奶。此研究不仅丰富了酸奶种类, 同时也为藜麦产品的开发提供思路及依据。

基金项目: 2021年企事业单位委托科技项目(2021220002000214)

作者简介: 权帆(1997—), 女(汉), 硕士研究生, 研究方向: 农产品加工与贮藏。

*通信作者: 吴淑清(1969—), 女(汉), 副教授, 研究方向: 食品营养、农产品加工与贮藏。

1 材料与方法

1.1 材料

藜麦(青海海西格尔木藜麦米)、牛奶、白砂糖:市售;发酵菌粉(含有保加利亚乳杆菌、嗜热链球菌、嗜酸乳杆菌、植物乳杆菌、干酪乳杆菌):北京川秀科技有限公司;黄原胶、羧甲基纤维素钠(食品级):浙江一诺生物科技有限公司。

1.2 设备与仪器

FA11204N型电子天平:上海市精密仪器设备有限公司;XMT-DA型恒温水浴锅:余姚市亚星仪器仪表有限公司;DH4000 II型电热恒温发酵箱:天津市泰斯特仪器有限公司;EG720KG4-NA型电磁炉:美的集团有限公司;EZ-SX型质构仪:日本岛津公司;RSO型流变仪:美国 Brookfield 公司。

1.3 试验方法

1.3.1 工艺流程

浸泡→煮制→调配→均质→杀菌→冷却→接种→发酵→后熟→成品。

1.3.2 操作要点

(1)浸泡:挑选颗粒饱满、大小均一、表面干净、无病虫害的藜麦浸泡 40 min [藜麦与水的料液比为 1:10 (g/mL)], 去除其表面略有苦涩味且影响蛋白质吸收的皂苷成分^[8]。

(2)煮制:将浸泡之后的藜麦在 100 ℃水中煮制 10 min。

(3)均质:将含有白砂糖、黄原胶和羧甲基纤维素钠的混合料液进行均质,均质压力为 25 MPa。

(4)杀菌:在 85 ℃恒温水浴锅中杀菌 20 min。

(5)冷却:将杀菌后的成品冷却至室温 25 ℃。

(6)接种:将适量的发酵菌粉快速接入发酵瓶后,轻轻摇晃。避免杂菌污染使产品出现异味。

(7)发酵:将发酵瓶放入 42 ℃的恒温发酵箱内,发酵 7 h。

(8)后熟:将发酵好的酸奶放入 4 ℃冰箱后熟 12 h。

1.4 单因素试验

以藜麦添加量、白砂糖添加量、发酵时间和发酵菌接种量为单因素,各因素分别选取 5 个水平,考察藜麦添加量(8%、10%、12%、14%、16%)时,分别固定白砂糖添加量、发酵时间和发酵菌接种量为 7%、7 h、0.20%;考察白砂糖添加量(3%、5%、7%、9%、11%)时,分别固定藜麦添加量、发酵时间和发酵菌接种量为 12%、7 h、0.20%;考察发酵时间(5、6、7、8、9 h)时,分别固定藜麦添加量、白砂糖添加量和发酵菌接种量为 12%、7%、0.20%;考察发酵菌接种量(0.10%、0.15%、0.20%、0.25%、0.30%)时,分别固定藜麦添加量、白砂糖添加量和发酵时间为 12%、7%、7 h,以感官评分为指标,确定响应面试验中各因素最适考察范围。

1.5 响应面试验设计

在单因素试验结果的基础上,以藜麦添加量、白砂糖添加量、发酵菌接种量和发酵时间为因素,感官评分为评价指标,设计四因素三水平响应面试验。响应面试验因素水平见表 1。

表 1 响应面试验因素水平

Table 1 Factors and levels of response surface test

水平	因素			
	A 藜麦 添加量/%	B 白砂糖 添加量/%	C 发酵 时间/h	D 发酵菌 接种量/%
-1	10	5	6	0.15
0	12	7	7	0.20
1	14	9	8	0.25

1.6 检测指标

1.6.1 藜麦发酵酸奶的感官评价

由 16 位食品专业人员组成评定小组,根据 RHB 104—2020《发酵乳感官评鉴细则》从酸奶色泽、滋味与气味、组织状态 3 个方面进行感官评价,评分 3 次取平均值。评价标准见表 2。

表 2 藜麦发酵酸奶感官评定标准

Table 2 Sensory evaluation criteria of quinoa fermented yogurt

项目	评分标准	得分
色泽(20分)	色泽均匀一致,成品呈乳白色	12~20
	色泽较为均一,成品呈乳白色	4~11
	表面出现杂质,成品呈乳黄色	0~3
滋味和气味(40分)	具有纯正的奶味、自然的发酵滋味与气味,酸甜比适中,有纯正的藜麦香味	31~40
	具有纯正的奶味,发酵风味不足,略酸或略甜,有淡淡的藜麦香味	21~30
	奶味不够,发酵味差,过酸或过甜、无明显藜麦香味	5~20
	无奶香味,产生不愉悦发酵气味,无藜麦香味	0~4
组织状态(40分)	组织均匀,有良好的黏稠度,颗粒口感富有弹性,表面无气泡,无乳清析出	31~40
	无明显裂纹,表面偶见小凝乳块,口感颗粒略软或略硬,表面出现小气泡或少量乳清析出	21~30
	有明显裂纹、少量凝块,颗粒偏软或偏硬,表面有明显的气泡或乳清析出	5~20
	有大量裂纹,凝乳块大小不一,颗粒太软或太硬,表面有大量气泡或有严重的乳清析出	0~4

1.6.2 理化检测

按照 GB 5009.239—2016《食品安全国家标准 食品酸度检测》测定酸奶的酸度^[19]。

按照 GB 5009.5—2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》测定酸奶中蛋白质含量^[20]。

1.6.3 质构检测

质构测定参数为 348-38511-11 探头(直径 12.7mm);探头测试前下降速度为 2 mm/s,探头测试后回升速度为 2 mm/s;探头进入样品距离为 15 mm;触发类型为自动,触发力为 0.05 N^[21],主要测定酸奶的硬度、黏附力、咀嚼性。

1.7 数据统计

本试验数据采用 Origin 软件绘制图。采用 Design Expert 8.06 软件进行试验数据分析。

2 结果与分析

2.1 单因素试验

2.1.1 藜麦添加量对藜麦发酵酸奶感官品质的影响

藜麦添加量对藜麦酸奶感官品质的影响见图 1。

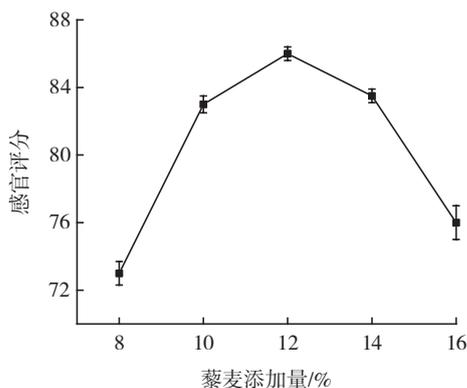


图 1 藜麦添加量对藜麦酸奶感官品质的影响

Fig.1 The effect of quinoa addition on the sensory quality of quinoa yogurt

由图 1 可知,当藜麦添加量为 12%时,感官评分达到最高值 86。此时,酸奶组织均匀、颗粒感饱满且含有纯正、浓厚的藜麦香气;当藜麦添加量小于 10%时,酸奶无明显藜麦香味,稠度也不够,感官评分较低。随着藜麦添加量的增加,藜麦的香味愈发浓厚,但当藜麦添加量大于 14%时,酸奶的黏稠度增加,细腻感减弱,口感较差。因此,选择藜麦添加量为 10%、12%、14%进行响应面试验。

2.1.2 白砂糖添加量对藜麦发酵酸奶感官品质的影响

白砂糖添加量对藜麦酸奶感官品质的影响见图 2。

由图 2 可知,当白砂糖添加量逐渐增加时,酸奶感官评分呈先上升后下降的趋势。当白砂糖添加量小于

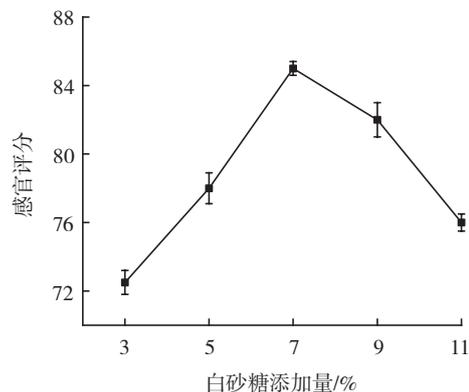


图 2 白砂糖添加量对藜麦酸奶感官品质的影响

Fig.2 The effect of added amount of white sugar on the sensory quality of quinoa yogurt

5%时,口感过酸,感官评分较低;随着白砂糖添加量的增加,酸奶口感得到改善;当白砂糖添加量为 7%时,酸奶具有纯正的奶味和自然的发酵滋味,且酸甜比适中,组织状态均一;当白砂糖添加量大于 9%时,酸奶的甜度过高,口味过甜,掩盖了酸奶独特的风味与口感。因此,选择白砂糖添加量为 5%、7%、9%进行响应面试验。

2.1.3 发酵时间对藜麦发酵酸奶感官品质的影响

发酵时间对藜麦酸奶感官品质的影响见图 3。

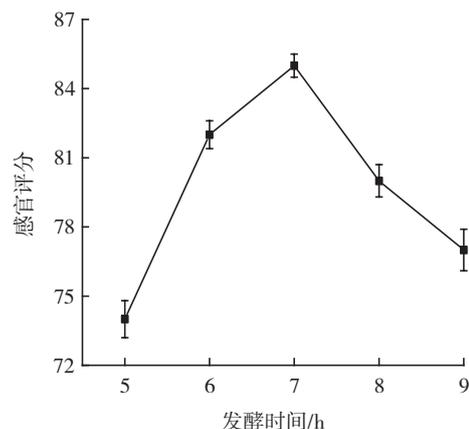


图 3 发酵时间对藜麦酸奶感官品质的影响

Fig.3 The effect of fermentation time on the sensory quality of quinoa yogurt

由图 3 可知,当发酵时间为 7 h 时,感官评分达到最高值 85;当发酵时间小于 6 h,酸奶发酵不足,表面有乳清析出或伴有少量凝块,凝固性差,感官评分较低;当发酵时间为 7 h 时,酸奶的酸甜适中,无乳清析出,组织状态均一,口感达到最佳;发酵时间大于 8 h 时,酸奶酸度升高,组织状态变差,口味偏酸,感官评分下降。因此选择发酵时间为 6、7、8 h 进行响应面试验。

2.1.4 发酵菌接种量对藜麦发酵酸奶感官品质的影响

发酵菌接种量对藜麦酸奶感官品质的影响见图 4。

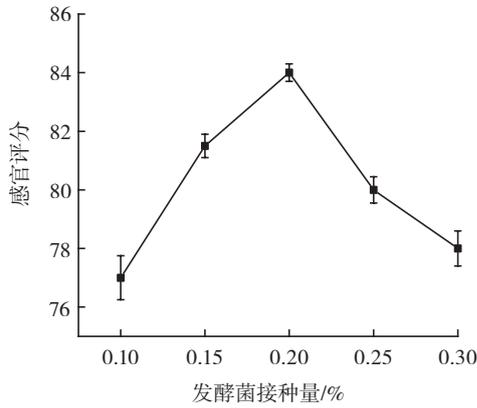


图4 发酵菌接种量对藜麦酸奶感官品质的影响

Fig.4 The effect of fermenting bacteria inoculation amount on the sensory quality of quinoa yogurt

由图4可知,随着发酵菌接种量增加,酸奶的感官评分以接种量0.20%为拐点,呈现先上升后下降的趋势。当发酵菌接种量为0.10%时,酸奶发酵不完全,呈半固体状态,表面出现裂纹,组织不均匀;当发酵菌接种量为0.20%时,酸奶组织细腻均一、酸甜味适宜;当发酵菌接种量达到0.30%时,酸奶的发酵速度加快,导致乳中蛋白过度减少使乳清析出^[2],使得感官评分下降。因此,选择发酵菌接种量为0.15%、0.20%、0.25%进行响应面试验。

2.2 响应面试验

响应面试验设计及结果见表3,根据响应面设计方案,对其进行方差分析,回归模型方差分析见表4。

表3 响应面试验设计及结果

Table 3 Design and results of response surface test

试验号	A 藜麦添加量	B 白砂糖添加量	C 发酵时间	D 发酵菌接种量	Y 感官评分	试验号	A 藜麦添加量	B 白砂糖添加量	C 发酵时间	D 发酵菌接种量	Y 感官评分
1	-1	-1	0	0	63.2	16	-1	0	0	-1	64.8
2	0	-1	-1	0	77.2	17	0	0	1	-1	86.1
3	-1	0	-1	0	69.3	18	-1	0	0	1	73.2
4	0	1	0	-1	82.7	19	1	1	0	0	80.5
5	0	0	1	1	87.3	20	0	1	-1	0	84.7
6	0	0	-1	1	86.6	21	1	0	1	0	82.3
7	0	0	0	0	89.3	22	0	1	1	0	85.3
8	1	0	0	1	83.8	23	0	0	0	0	91.2
9	0	-1	0	1	81.4	24	-1	1	0	0	64.3
10	1	0	0	-1	82.4	25	0	0	0	0	90.7
11	0	-1	1	0	78.3	26	0	1	0	1	85.0
12	-1	0	1	0	74.6	27	1	0	-1	0	82.6
13	1	-1	0	0	70.4	28	0	0	-1	-1	79.2
14	0	0	0	0	90.5	29	0	-1	0	-1	75.3
15	0	0	0	0	89.8						

表4 回归模型方差分析

Table 4 Analysis of variance of regression model

来源	平方和	自由度	均方	F值	P值	显著性
模型	1 821.69	14	130.12	56.36	<0.000 1	***
A 藜麦添加量	439.23	1	439.23	190.26	<0.000 1	***
B 白砂糖添加量	112.24	1	112.24	48.62	<0.000 1	***
C 发酵时间	17.04	1	17.04	7.38	0.016 7	**
D 发酵菌接种量	59.85	1	59.85	25.93	0.000 2	**
AB	20.25	1	20.25	8.77	0.010 3	*
AC	7.84	1	7.84	3.40	0.086 6	
AD	12.25	1	12.25	5.31	0.037 1	*
BC	0.063	1	0.063	0.027	0.871 7	
BD	3.61	1	3.61	1.56	0.231 6	
CD	9.61	1	9.61	4.16	0.060 7	
A ²	946.42	1	946.42	409.95	<0.000 1	***
B ²	361.63	1	361.63	156.64	<0.000 1	***

续表4 回归模型方差分析

Continue table 4 Analysis of variance of regression model

来源	平方和	自由度	均方	F值	P值	显著性
C^2	21.41	1	21.41	9.27	0.008 7	**
D^2	41.49	1	41.49	17.97	0.000 8	**
残差	32.32	14	2.31			
失拟项	30.06	10	3.01	5.32	0.060 7	
纯误差	2.26	4	0.57			
合计	1 850.04	28				

注:***表示 $P<0.0001$,差异极显著;**表示 $P<0.01$,差异较显著;*表示 $P<0.05$,差异显著。

利用 Design Expert 8.06 软件对表4结果进行回归方程拟合,得到响应面回归方程: $Y=90.30+6.05A+3.06B+1.19C+2.23D+2.25AB-1.40AC-1.75AD-0.13BC-0.95BD-1.55CD-12.08A^2-7.47B^2-1.82C^2-2.53D^2$ 。

分析表4可知,藜麦添加量 and 白砂糖添加量对酸奶的感官评分影响极显著,发酵时间和发酵菌接种量

对酸奶感官评分的影响较显著,因素影响的主次顺序为藜麦添加量>白砂糖添加量>发酵菌接种量>发酵时间。

2.3 响应面图分析

各因素交互作用对感官评分影响的响应面图及等高线图见图5、图6。

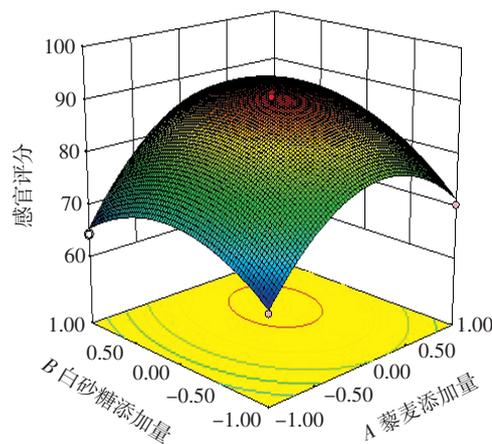
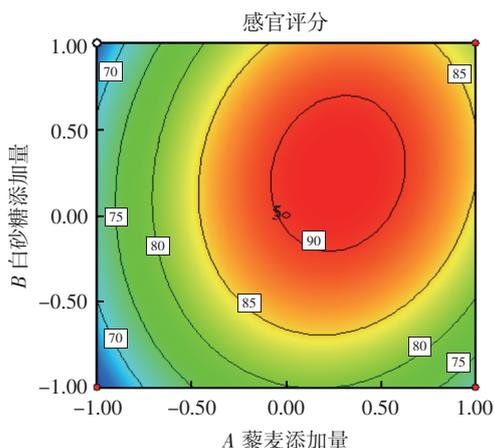


图5 藜麦添加量与白砂糖添加量交互作用对感官评分影响的响应面图及等高线图

Fig.5 Response surface plot and contour plot of the effect of the interaction between the addition of quinoa and the addition of white sugar on the sensory score

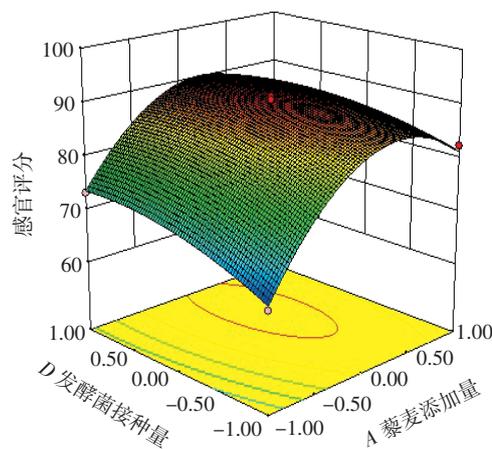
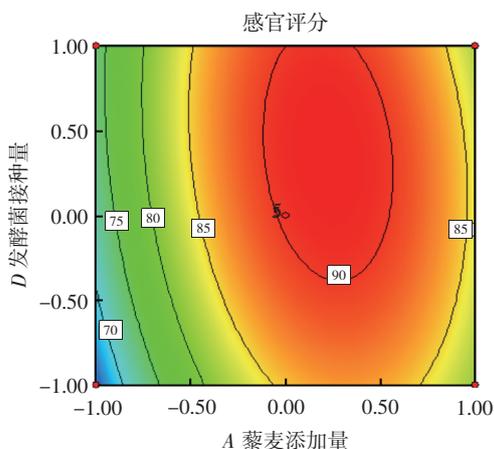


图6 藜麦添加量与发酵菌接种量交互作用对感官评分影响的响应面图及等高线图

Fig.6 Response surface plot and contour plot of the effect of interaction between the amount of quinoa added and the amount of fermenting bacteria inoculated on the sensory score

由图5等高线分析可知,当白砂糖添加量不变时,沿藜麦添加量变化的方向看,感官评分呈先上升后下降的趋势,且等高线较密,趋于椭圆形,从3D图看,曲线较为陡峭,说明藜麦添加量和白砂糖添加量交互作用对感官评分的影响显著。同理,可知藜麦添加量与发酵菌接种量交互作用对感官评分的影响显著,与方差分析结果一致。

由响应面优化分析可知,藜麦发酵酸奶的最佳工艺条件:藜麦添加量为12.48%,白砂糖添加量为7.45%,发酵时间为7.09 h,发酵菌接种量为0.22%,此时感官评分为91.6。

2.4 验证试验

为了试验的可操作性,将最优条件调整为藜麦添加量12.5%,白砂糖添加量7.5%,发酵时间7 h,发酵菌接种量0.20%,进行3次平行试验,实际感官评分平均值为90.7,与预测值相近。说明该模型可较好地优化藜麦发酵酸奶工艺。

2.5 理化指标检测结果

测得藜麦发酵酸奶的蛋白质含量为5.2 g/100 g,酸度为76 °T,符合国家标准^[23]。

2.6 物性质构检测

测得酸奶的黏度为(776.20±8.50) MPa·s,硬度为(0.137 82±0.008 6) N,黏附力为(0.004 60±0.000 93) N,咀嚼性为(5.286 7±0.035) mJ。

3 结论

以藜麦、鲜牛奶为主要原料,以感官评分作为指标,通过单因素试验和响应面试验确定藜麦发酵酸奶的最佳工艺条件。结果表明:当藜麦添加量为12.5%,白砂糖添加量为7.5%,发酵时间为7 h,发酵菌接种量为0.20%时,藜麦发酵酸奶的酸度为76 °T、蛋白质含量为5.2 g/100 g、黏度为776.20 MPa·s、硬度为0.138 N、咀嚼性为5.28 mJ,酸奶具有纯正的奶味与藜麦谷香味,组织均匀,营养丰富。

参考文献:

- [1] 顾娴,黄杰,魏玉明,等.藜麦研究进展及发展前景[J].中国农学通报,2015,31(30):201-204.
GU Xian, HUANG Jie, WEI Yuming, et al. Development prospect and research progress of *Chenopodium quinoa*[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2015, 31(30): 201-204.
- [2] 黄青云.“超级粮食”藜麦[J].生命世界,2019(8):8-9.
HUANG Qingyun. "Super food" quinoa[J]. Life World, 2019(8): 8-9.
- [3] 杨发荣,黄杰,魏玉明,等.藜麦生物学特性及应用[J].草业科学,2017,34(3):607-613.

- YANG Farong, HUANG Jie, WEI Yuming, et al. A review of biological characteristics, applications, and culture of *Chenopodium quinoa*[J]. Pratacultural Science, 2017, 34(3): 607-613.
- [4] VEGA-GÁLVEZ A, MIRANDA M, VERGARA J, et al. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.), an ancient Andean grain: A review[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2010, 90(15): 2541-2547.
 - [5] REPO-CARRASCO-VALENCIA R, HELLSTRÖM J K, PIHLAVA J M, et al. Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*)[J]. Food Chemistry, 2010, 120(1): 128-133.
 - [6] WANG S N, ZHU F. Formulation and quality attributes of quinoa food products[J]. Food and Bioprocess Technology, 2016, 9(1): 49-68.
 - [7] 董吉林,安双双,申瑞玲,等.藜麦复合高纤维蛋白饮品的研制[J].食品工业,2021,42(2):151-154.
DONG Jilin, AN Shuangshuang, SHEN Ruiling, et al. Development of quinoa compound high fibrin beverage[J]. The Food Industry, 2021, 42(2): 151-154.
 - [8] 任妍婧,谢薇,江帆,等.藜麦粉营养成分及抗氧化活性研究[J].中国粮油学报,2019,34(3):13-18.
REN Yanjing, XIE Wei, JIANG Fan, et al. Comparison on nutritional components and antioxidant activities of quinoa flour[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2019, 34(3): 13-18.
 - [9] MARMOUZI I, EL MADANI N, CHARROUF Z, et al. Proximate analysis, fatty acids and mineral composition of processed Moroccan *Chenopodium quinoa* Willd. and antioxidant properties according to the polarity[J]. Phytothérapie, 2015, 13(2): 110-117.
 - [10] 石振兴.国内外藜麦品质分析及其减肥活性研究[D].北京:中国农业科学院,2016.
SHI Zhenxing. Quality analysis of domestic and foreign quinoa assessments and the anti-obesity activity research[D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2016.
 - [11] 杜静婷.藜麦种皮皂苷的提取、纯化、抗氧化、抑菌及皂苷元成分鉴定[D].太原:山西大学,2017.
DU Jingting. Extraction, purification, antioxidant and antimicrobial of saponin in *Chenopodium quinoa* willd. seed coat and component identification of aglycone[D]. Taiyuan: Shanxi University, 2017.
 - [12] 任贵兴,杨修仕,么杨.中国藜麦产业现状[J].作物杂志,2015(5):1-5.
REN Guixing, YANG Xiushi, MO Yang. Status quo of China's quinoa industry[J]. Crop Magazine, 2015(5): 1-5.
 - [13] 魏小雁,成宇峰.响应面法优化藜麦面条加工工艺[J].粮食与油脂,2020,33(12):53-58.
WEI Xiaoyan, CHENG Yufeng. Optimization of processing technology of quinoa noodles by response surface methodology[J]. Cereals & Oils, 2020, 33(12): 53-58.
 - [14] 钟雅云,吴磊燕,周锦枫,等.藜麦粉对冷冻面团特性及其面包品质的影响[J].现代食品科技,2019,35(12):112-121.
ZHONG Yayun, WU Leiyun, ZHOU Jinfeng, et al. Effect of quinoa on the behavior and bread quality of frozen dough[J]. Modern Food Sci-

- ence and Technology, 2019, 35(12): 112-121.
- [15] 孙芳. 藜麦饼干生产工艺的研究[J]. 粮食与油脂, 2018, 31(1): 49-52.
SUN Fang. Study on the production technology of quinoa biscuits[J]. Cereals & Oils, 2018, 31(1): 49-52.
- [16] 张文刚, 张杰, 党斌, 等. 藜麦黄酒发酵工艺优化及抗氧化特性研究[J]. 食品与机械, 2019, 35(12): 174-178, 226.
ZHANG Wengang, ZHANG Jie, DANG Bin, et al. Optimization on fermentation conditions and the antioxidant characteristics of Chinese quinoa rice wine[J]. Food & Machinery, 2019, 35(12): 174-178, 226.
- [17] 景林, 李东梅, 罗莎杰, 等. 一种藜麦即食粥及其制备方法: CN110226700A[P]. 2019-09-13.
JING Lin, LI Dongmei, LUO Shajie, et al. Quinoa instant porridge and preparation method thereof: CN110226700A[P]. 2019-09-13.
- [18] 侯召华, 傅茂润, 张威毅, 等. 藜麦皂苷研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(19): 5146-5152.
HOU Zhaohua, FU Maorun, ZHANG Weiyi, et al. Research progress on saponins of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)[J]. Journal of Food Safety & Quality, 2018, 9(19): 5146-5152.
- [19] 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 食品酸度的测定: GB 5009.239—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. National food safety standard Determination of food acidity: GB 5009.239—2016[S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [20] 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, 2017.
National Health and Family Planning Commission, State Food and Drug Administration. National food safety standard Determination of protein in food: GB 5009.5—2016[S]. Beijing: Standard Press of China, 2017.
- [21] 洪豆, 江宇峰, 王顺余, 等. 响应面法优化火龙果皮蛇果皮复合酸奶的工艺[J]. 食品工业, 2020, 41(8): 46-50.
HONG Dou, JIANG Yufeng, WANG Shunyu, et al. The optimizing the technology of pitaya peel and red delicious apple peel compound yogurt by response surface methodology[J]. The Food Industry, 2020, 41(8): 46-50.
- [22] 马昱阳, 王文亮, 王月明, 等. 毛木耳多糖益生型酸奶工艺的优化及质构特性[J]. 食品工业, 2019, 40(7): 179-182.
MA Yuyang, WANG Wenliang, WANG Yueming, et al. The optimization and texture of polysaccharide yogurt[J]. The Food Industry, 2019, 40(7): 179-182.
- [23] 中华人民共和国卫生部. 食品安全国家标准 发酵乳: GB 19302—2010[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
Ministry of Health of the People's Republic of China. National food safety standard Fermented milk: GB 19302—2010[S]. Beijing: Standards Press of China, 2010.

加工编辑: 王艳

收稿日期: 2021-04-22