

桑葚干沙琪玛制作工艺优化

张 玉, 吴艳阳*

(湖南农业大学食品科学与技术学院, 长沙 410128)

摘要: **目的** 优化桑葚干沙琪玛制作工艺。**方法** 以面粉、鸡蛋、桑葚干等为主要原料生产制作桑葚干沙琪玛。以感官评分作为桑葚干沙琪玛的评价指标, 利用单因素实验和正交实验优化其制作工艺参数。**结果** 桑葚干沙琪玛制作最佳生产工艺为添加面粉 80 g、鸡蛋 50 g、醒发时间 1.5 h、油炸温度 150 °C、油炸时间 50 s、桑葚干添加量 25%。**结论** 在最佳工艺条件下桑葚干沙琪玛的感官评分最高, 可为研发特殊高营养价值保健品提供参考。

关键词: 桑葚干; 沙琪玛; 制作工艺

Optimization of production technology of dried mulberry Sachima

ZHANG Yu, WU Yan-Yang*

(College of Food Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

ABSTRACT: Objective To optimize the processing technology of dried mulberry Sachima. **Methods** Dried mulberry Sachima was produced with flour, eggs and dried mulberry as main raw materials. The sensory score of mulberry Sachima was used as the evaluation index, and the technological parameters were optimized by single factor test and orthogonal test. **Results** The optimum production process of dried mulberry Sachima was 80 g flour, 50 g egg, 1.5 h awakening time, 150 °C frying temperature, 50 s frying time, and 25% added amount of dried mulberry. **Conclusion** Under the optimal conditions, the sensory score of dried mulberry Sachima is the highest, which can provide a reference for developing special health care products with high nutritional value.

KEY WORDS: dried mulberry; Sachima; production process

0 引言

沙琪玛是我国的一种特色传统食品, 因其口感酥软, 风味清香, 价格优惠, 方便携带, 深受消费者喜爱。沙琪玛制作工艺并不复杂, 首先把面条炸熟后, 用糖液混合成块, 最终压制成具有金黄色泽的沙琪玛, 具有口感绵软酥松, 香甜可口, 香味特殊, 气味浓郁等特色。由于生活中不同年龄段的人对沙琪玛的营养价值要求与口味的喜好不同, 随着时间的推移使得各地的沙琪玛种类和风味也具有不同

的特色与特点, 呈现多样化, 目前在市场上已见的沙琪玛种类有巧克力口味、原味、牛奶口味以及台式口味^[1]。随着人们营养观念的日益增强, 研究人员也研发出具有一定保健功效的沙琪玛。研究报道的有绿豆沙琪玛^[2]、玉米沙琪玛^[3]、苦荞沙琪玛^[4]、薏苡仁无铅沙琪玛^[5]、薏苡仁芡实沙琪玛^[6-8]等。

桑葚是卫生部首批药食两用的农产品之一, 其营养价值丰富, 富含多种维生素、有机酸、游离氨基酸和微量元素, 同时含有丰富的花青素、白藜芦醇等生物活性成分

基金项目: 国家自然科学基金项目(32072334)、湖南省教育厅一般项目(20C0959)

Fund: Supported by the National Natural Science Foundation of China (32072334), and General Project of Education Department of Hunan Province (20C0959)

*通信作者: 吴艳阳, 博士, 副教授, 主要研究方向为食品生物技术。E-mail: wuyanyang2002@126.com

*Corresponding author: WU Yan-Yang, Ph.D, Associate Professor, College of Food Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China. E-mail: wuyanyang2002@126.com

和微量元素硒,具有良好的抗氧化、抗衰老等作用,被誉为最佳的保健食用果品^[9-11]。桑葚鲜果的加工利用逐步多元化,但桑葚干的加工利用却有缺口,目前市面上对于桑葚干的加工利用罕见,大多是以鲜果加工为主,其中部分用于生产和加工桑葚果酒和果汁^[12]。桑葚也存在一定的发展难题,例如桑葚存在柔软多汁、极易受损等问题,造成桑葚汁液流失和腐败变质,鲜桑葚在常温下能够保存的时间仅为12~18 h,体现出新鲜桑葚极不耐贮藏^[13-19]。随着社会的发展,人民生活水平不断提高,为了不断满足市场上广大消费者对于食品营养价值的需求,将沙琪玛与桑葚干结合以提升其营养价值与品质,在此基础上优化桑葚干沙琪玛制作工艺,创造更多经济价值,同时做到桑葚的优化利用。在北方地区,例如新疆维吾尔自治区,桑葚树木多且种植分散,大多数地方开发生产加工桑葚利用率低,大多数人民没有意识到桑葚较高的营养价值,因此大多数鲜果桑葚每年损失严重;若能将新鲜桑葚有效利用,则可大大提高新鲜桑葚的利用价值,不但能降低成本且其加工工艺简单高效,同时将新鲜桑葚加工开发利用可以解决新鲜桑葚不耐贮藏的问题^[20-22],还可以提高桑葚的利用率以及丰富桑葚产品的类型,提升附加值^[23-24];再结合当地的民俗民风,该地区人民也喜爱糕点,沙琪玛就是其中受欢迎的一种,由此将桑葚干沙琪玛的有效结合,优化其制作工艺可为市场提供新的消费选择。

如今沙琪玛已经成为消费者能够广泛接受的小吃,与此同时我国桑葚产业也得到了迅速发展的机会,桑葚的栽培面积以及桑葚的产量呈现出不断攀升的局面,市场前景非常良好。将沙琪玛与桑葚结合不仅提高沙琪玛的营养价值,也为桑葚的加工提供新的方向。本研究的目的则是探究如何优化沙琪玛加工工艺,并且生产出高营养价值的产品。通过实验探究改进其制作工艺可以增加产品的附加值,加入桑葚干则能够提高其营养价值。本研究在探究优化工艺的同时提高了产品的附加值,克服了桑葚加工困难的问题,也为新产品的制作提供了新思路,让消费者对于沙琪玛有进一步的认识^[25-28]。

1 材料与方 法

1.1 材料与仪器

材料:干制桑葚(桑葚干)、面粉、糖、鸡蛋、油均为市售。

仪器:C21-SDHCB9E30T 电磁炉(浙江苏泊尔股份有限公司);电子天平(梅特勒托利多仪器有限公司)。

1.2 实验方法

1.2.1 桑葚干沙琪玛工艺流程

打蛋→和粉→醒发→切条→炸条→冷却

熬糖

→裹糖以及加入桑葚干→挤压成型→冷却→切块→质量评定→包

1.2.2 桑葚沙琪玛配方

面粉 80 g,鸡蛋 50 g,糖 50 g,油 500 g,桑葚干添加 25%(占面粉与鸡蛋总和的 25%)。

1.2.3 具体操作

(1)用天平称取所需鸡蛋,将鸡蛋打入容器中用筷子搅拌均匀至微泡备用,按添加比例称取面粉,将打制好的鸡蛋液倒入面粉中进行搅拌,将鸡蛋液与面粉充分混合,揉面至面团表面光滑(用淀粉做手粉),静置醒发。

(2)将醒发好的蛋粉面团用擀面杖擀成圆形薄片(用淀粉做手粉),适当静置使面皮稍微硬化,再将其切成大小均一的小条(不可提前过早切条)。

(3)锅里倒入所需食用油,将食用油加热至适当温度,将切好的小条下入锅里进行油炸,炸成金黄色后将其捞出,放入干燥的容器中静置滤油。

(4)锅里倒入所需糖液,熬糖至其起泡、倒入油炸好的小条上糖衣,于此同时加入已经称量并且切好的小颗粒状桑葚干,将其搅拌均匀,倒入模具(模具底部也加入适量的桑葚干,将其均匀分布在模具底部),在此过程中也可根据自己的喜好加入其他物质,例如葡萄干、黑芝麻、枸杞等同步提升沙琪玛的营养价值;挤压成型(挤压工具可利用擀面杖),冷却静置至室温。

(5)用不锈钢刀将静置好的桑葚干沙琪玛切成大小均匀的长方体形、用小袋包装,在低温下进行储藏可延长桑葚干沙琪玛的货架期,防止其腐败变质。

1.3 单因素实验

醒发时间:分别以 0.5、1、1.5、2、2.5 h 其他辅料添加不变的情况下,进行 3 组平行实验,将最终产品进行感官评价,得出感官评价的最高评分,根据数据结果,确定最优醒发时间。

油炸温度:分别以 130、140、150、160、170 °C 其他辅料添加不变的情况下,进行 3 组平行实验,将最终产品进行感官评价,得出感官评价的最高评分,根据数据结果,确定最优油炸温度。

油炸时间:以肉眼观看色泽为判断基准,分别以 30、40、50、60、70 s 其他辅料添加量不变的情况下,进行 3 组平行实验,将最终产品进行感官评价,得出感官评价的最高评分,根据数据结果,确定最优油炸时间。

桑葚干添加量:以面粉和鸡蛋总的添加量为基准,分别选取 5%、15%、25%、35%、45%的添加量,其他辅料添加量不变的情况下,进行 3 组平行实验,将最终产品进行感官评价,得出感官评价的最高评分,根据数据结果,确定最优桑葚干添加量。

单因素实验各因素水平见表 1。

表1 单因素实验各因素水平表

Table 1 Table of factors and levels in single factor experiment

因素水平	醒发时间/h	油炸温度/°C	油炸时间/s	桑葚干添加量/%
1	0.5	130	30	5
2	1	140	40	15
3	1.5	150	50	25
4	2	160	60	35
5	2.5	170	70	45

1.4 正交实验

在单因素的基础上,醒发时间/h(A)、油炸温度/°C(B)、油炸时间/s(C)桑葚干添加量/(D)四因素,三个水平选用 $L_9(3^4)$ 正交表。按正交实验方案优化桑葚干沙琪玛的工艺条件。因素水平见表2。

表2 正交实验因素水平表

Table 2 Table of factors and levels in orthogonal experiment

水平	A 醒发时间/h	B 油炸温度/°C	C 油炸时间/s	D 桑葚干添加量/%
1	1	140	40	15
2	1.5	150	50	25
3	2	160	60	35

1.5 感官评价

选择10名品尝者组成感官评价小组,分别对色泽、

气味、内部组分、口感的感官特性进行评分,算出每组平均分作为最终评分结果。评价标准如表3所示。

2 结果与分析

2.1 单因素实验结果

2.1.1 醒发时间的影响

由图1可知,随着桑葚干沙琪玛的醒发时间不断延长,桑葚干沙琪玛的感官评分呈现出持续上升的趋势,且这种上升趋势逐渐趋于平缓,当桑葚干沙琪玛的醒发时间增加为3.0h时,此时具有最高的感官评分8.6。除此之外,当桑葚干沙琪玛的醒发时间达到2h时,已经具有良好的膨胀性,用适量油炸出的桑葚干沙琪玛小条面积大,形状完整,且色泽黄亮,口感酥软,入口即化,再继续延长醒发时间对感官品质的影响较小^[29]。因此本研究选择醒发时间为2h。

2.1.2 油炸温度的影响

由图2可以看出,油炸温度不断升高,桑葚干沙琪玛感官品质呈现出先升高后缓慢下降的趋势,并且在图中可以直观的看到当油炸温度达到150°C时,此时感官评分达到最高8.4。当油炸温度处于较低温度时,桑葚干沙琪玛小条的膨胀面积小,颜色较为发白,酥软性较差;但也不能通过油温的不断升高来提升桑葚干沙琪玛的感官品质,油温过高时会使其品质下降,营养成分损失,小条过度膨胀,形状不完整,甚至会造成颜色加深且焦化。由此可得,油温在150~160°C油炸效果佳,小条膨胀面积大,形状完整且颜色金黄,具有良好的感官品质。因此本研究选择油炸温度为150°C。

表3 桑葚干沙琪玛感官评分表

Table 3 Sensory scoring table for dried mulberry Sachima

项目	标准	得分
气味(2分)	蛋香浓郁,桑葚干气味较浓	1~2
	蛋香浓郁,桑葚干气味不明显	0.5~1
	有异味	0~0.5
色泽(2分)	表皮色泽金黄,具有油炸制品特有的颜色,光滑,无气泡、颗粒	1~2
	表皮色泽浅黄,或着黄白色,质地一般,有小气泡	0.5~1
	表皮色泽深黄,发暗,气泡、颗粒多	0~0.5
3、内部组织(1分)	内部组织气孔细小均匀	0.5~1
	内部气孔大,有孔洞状	0~0.5
	口感疏松,甜度适中	1~2
4、口感(2分)	口感脆,甜度较高	0.5~1
	口感硬,甜度较高	0~0.5
5、总评(3分)	综合各方面因素综合评价	0~3

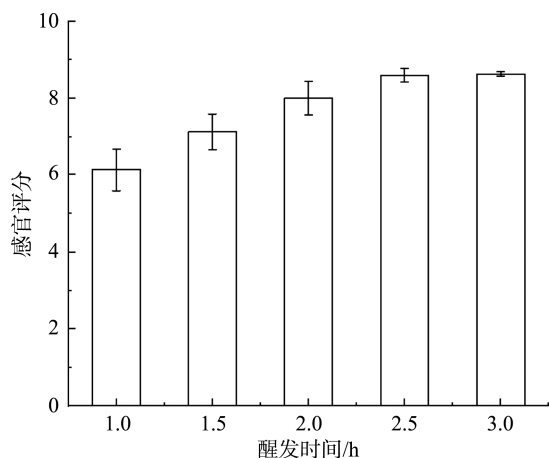


图 1 醒发时间对感官品质的影响(n=3)

Fig.1 Effect of waking time on sensory quality (n=3)

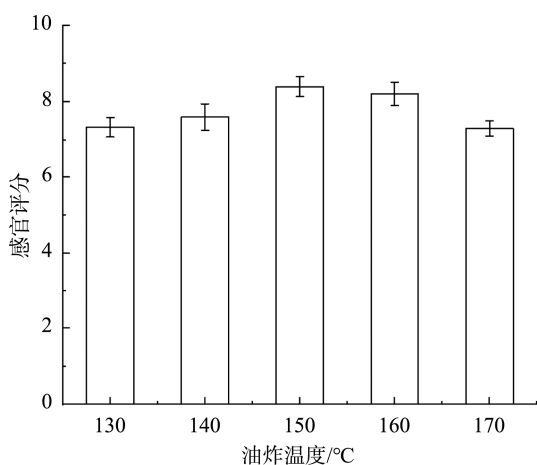


图 2 油炸温度对感官品质的影响 (n=3)

Fig.2 Effect of frying temperature on sensory quality (n=3)

2.1.3 油炸时间的影响

由图 3 可知, 油炸时间不断延长, 桑葚干沙琪玛的感官品质评分呈现先逐步升高后缓慢下降的趋势, 且在 50 s 时, 感官评分达到最高 8.3。油炸时间短, 小条膨胀面积较小, 颜色微黄, 形状完整。但随着油炸时间的延长, 不能提升其感官品质, 油炸时间过长反而会导致桑葚干沙琪玛的品质下降, 营养成分损失, 最终甚至出现小条炸焦, 影响后续加工的情况; 因此, 油炸时间在 40~60 s 之间效果较好, 小条膨胀面积大, 形状完整, 颜色呈金黄色, 具有良好的感官品质。因此本研究选择油炸时间为 50 s。

2.1.4 桑葚干添加量的影响

由图 4 可知, 随着桑葚干添加量的增大, 桑葚干沙琪玛的感官品质呈现先升高后下降的趋势, 且在添加量为 25% 时, 感官评分最高为 8.2。桑葚干添加量过少, 则其口感效果不明显, 且未能体现其价值所在; 桑葚干添加量过

多会使其压制工序困难, 并且影响其口感, 结构松散, 易掉渣; 因此, 桑葚干添加量在 25% 较为适宜, 口感好, 有淡淡的桑葚干气味, 桑葚干沙琪玛形状完整, 不疏松, 为其后续包装工艺提供良好的基础, 并且能够提升感官品质。因此本研究选择桑葚干添加量为 25%。

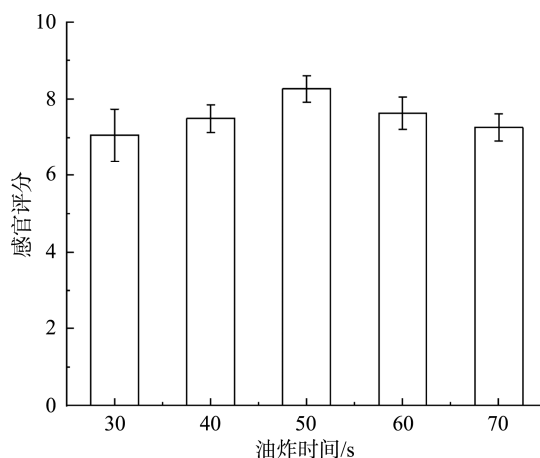


图 3 油炸时间对感官品质的影响(n=3)

Fig.3 Effect of frying time on sensory quality (n=3)

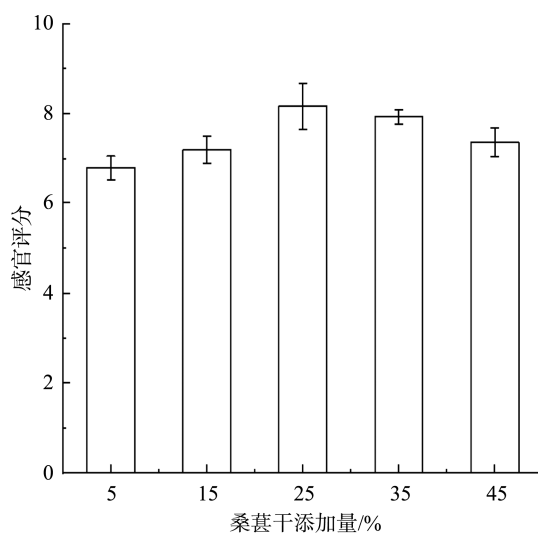


图 4 桑葚干添加量对感官品质的影响(n=3)

Fig.4 Effect of adding amount of dried mulberries on sensory quality (n=3)

2.2 正交实验及生产工艺的确定

在单因素的基础上, 醒发时间(A)、油炸温度(B)、油炸时间(C)、桑葚干添加量(D)四因素, 三水平选用 $L_9(3^4)$ 正交表。按正交实验方案优化桑葚干沙琪玛的工艺条件。因素水平见表 2, 实验结果如表 4。

表4 正交实验结果
Table 4 Orthogonal test results

序号	A	B	C	D	感官评分
1	1	1	1	1	7.2
2	1	2	2	2	8.6
3	1	3	3	3	7.6
4	2	1	2	3	7.8
5	2	2	3	2	8.4
6	2	3	1	1	7.5
7	3	1	3	2	7.3
8	3	2	1	3	7.2
9	3	3	2	1	7.1
K_1	23.4	22.3	21.9	21.8	
K_2	23.7	24.2	23.5	24.3	
K_3	21.6	22.2	23.3	22.6	
k_1	7.80	7.43	7.30	7.27	
k_2	7.90	8.07	7.83	8.10	
k_3	7.20	7.40	7.77	7.53	
R	0.70	0.67	0.53	0.83	

由表4可以看出,对桑葚干沙琪玛的感官品质影响顺序为 $D>A>B>C$ 。能够确定桑葚干沙琪玛的最佳生产工艺为 $A_2B_2C_2D_2$,即醒发时间为1.5 h,油炸温度为150 °C,油炸时间为50 s,桑葚干添加量为25%,由此制作出的桑葚干沙琪玛具有金黄的色泽,蛋香浓郁,有淡淡的桑葚干气味,口感酥软,不油腻,具有较高的特殊营养价值。

2.3 验证实验

为进一步考察和证实桑葚干沙琪玛制作工艺的可靠性与稳定性,对本研究的正交实验结论进行验证实验,验证实验感官评分为8.7分,由此可以得出桑葚干沙琪玛制作工艺可靠,并且具有一定的稳定性。

3 结论与讨论

本研究以面粉、鸡蛋、桑葚干为原料,经过和面、醒发、切条、炸条、熬糖、裹糖、压制成型、切块(切成长方体型)等工艺制成桑葚干沙琪玛^[29],在此工艺中醒发时间、油炸温度、油炸时间以及桑葚干添加量对桑葚干沙琪玛感官品质影响较为显著,通过正交实验得出结论为:其制作工艺的因素影响顺序为桑葚干添加量>醒发时间>油炸温度>油炸时间。桑葚干沙琪玛制作的佳生产工艺条件为:醒发时间1.5 h,油炸温度150 °C,油炸时间50 s,桑葚干添加量25%。在此工艺下制的桑葚干沙琪玛具有良好的口

感风味,颜色金黄,口感酥脆,蛋香浓郁,有特殊的营养价值,为新型保健沙琪玛提供一些参考,同时提供一个新的研究思路。除此之外,对新鲜桑葚的应用提供了一个崭新的思考方向,在新疆桑葚的利用率很低,由于无大规模专业化工厂的加工以及当地桑葚树木无集中大规模种植,新鲜桑葚的储藏以及加工难,但可以利用其地理优势和气候优势,将自然风干的加工方法应用于新鲜桑葚的加工,这也为桑葚干的加工利用提供新的思路和方向。目前桑葚新鲜加工处理工艺烦琐且损耗大,国内目前没有大型生产线,故借助北方新疆地区特殊的地理优势,将其采摘自然风干,在不改变其原有有效成分的情况下加以利用,结合桑葚含有的营养成分可以创造出更大的价值,让消费者有全新的口感,为食品加工提供新的想法,打开新的市场和研究方向。

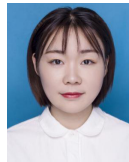
参考文献

- 万新,周琼瑛,黎惠兰.台式沙琪玛制作工艺优化研究[J].粮油食品科技,2004,(4):25-26.
WAN X, ZHOU QY, LI HL. Optimization of manufacturing Taiwan style Saqima [J]. Sci Technol Cere Oils Foods, 2004, (4): 25-26.
- 刘宪红,潘旭琳,田伟,等.绿豆沙琪玛制作工艺的研究[J].农产品加工,2016,(3):37-39.
LIU XH, PAN XL, TIAN W, et al. Research mung bean type Shaqima production process [J]. Farm Prod Process, 2016, (3): 37-39.
- 王小鹤,于森,鲁明,等.响应面法优化玉米沙琪玛加工工艺[J].食品研究与开发,2016,37(11):74-79.
WANG XH, YU M, LU M, et al. Study on the caramel treats preparation process with corn flour by response surface methodology [J]. Food Res Dev, 2016, 37(11): 74-79.
- 贾素贤,王若兰,李南开,等.苦荞沙琪玛生产工艺研究[J].食品工业科技,2012,33(11):260-263.
JIA SX, WANG RL, LI NK, et al. Study on processing technology of bitter-buckwheat Saqima [J]. Sci Technol Food Ind, 2012, 33(11): 260-263.
- 陆雅丽,王明力,吴映梅,等.薏苡仁无铝沙琪玛的研究[J].食品科技,2013,38(10):137-139.
LU YL, WANG ML, WU YM, et al. Processing technology of adlay seed Saqima without aluminum [J]. Food Sci Technol, 2013, 38(10): 137-139.
- 岳佳,王若兰,李成文,等.响应面法优化薏苡仁芡实沙琪玛的制作工艺[J].河南工业大学学报(自然科学版),2016,37(3):65-70.
YUE J, WANG RL, LI CW, et al. Optimization of colx seed gorgon Saqima production process by response surface optimization method [J]. J Henan Univ Technol (Nat Sci Ed), 2016, 37(3): 65-70.
- WANG WS, DENG LL, ZHOU SM, et al. Effect of whole wheat flour on the deep-frying kinetics of Chinese Saqima [J]. J Food Nutr Res, 2018, 6(5): 277-284.
- YANG YS, ZHANG L. Determination of the key aroma compounds in Saqima and using solid phase micro extraction (SPME) and solvent-assisted flavor evaporation (SAFE)-gas chromatography-olfactometry-mass spectrometry (GC-O-MS) [J]. Int J Food Prop, 2018, 21(1): 1233-1245.

- [9] WANG L, DENG LL, WANG YY, *et al.* Effect of whole wheat flour on the quality of traditional Chinese Sachima [J]. *Food Chem*, 2014, 152: 184–189.
- [10] 曾小峰, 曾顺德, 曾志红, 等. 桑葚资源开发利用研究进展[J]. *南方农业*, 2019, 13(31): 60–63.
ZENG XF, ZENG SD, ZENG ZH, *et al.* Research progress in the development and utilization of mulberry resources [J]. *Southern Agric*, 2019, 13(31): 60–63.
- [11] CU WS, ZHAO XH. Composition and activity changes of the soluble water and ethanol extracts from white mulberry (*Morus alba* L.) fruits in response to thermal treatment [J]. *J Food Meas Char*, 2020, 14(2): 838–848.
- [12] HOSSEIN A, AHMAD J, SEYED SM, *et al.* Evaluation of image processing technique as an expert system in mulberry fruit grading based on ripeness level using artificial neural networks (ANNs) and support vector machine (SVM) [J]. *Postharv Biol Technol*, 2020, 166: 111201.
- [13] 李冬香, 陈清西. 桑葚功能成份及其开发利用研究进展[J]. *中国农学通报*, 2009, 25(24): 293–297.
LI DX, CHEN QX. Study progress of functional ingredient and development in mulberry [J]. *Chin Agric Sci Bull*, 2009, 25(24): 293–297.
- [14] ZHOU XJ, ZHU CT, ZHANG LY, *et al.* Enrichment and purification of red pigments from defective mulberry fruits using biotransformation in a liquid-liquid-solid three-phase system [J]. *Environ Sci Poll Res*, 2020: 1–9. DOI: 10.1007/s11356-020-08731-2
- [15] UTHAIWAN S, SOMSRI C, BUTSARA J, *et al.* Mulberry fruit cultivar ‘Chiang Mai’ prevents beta-amyloid toxicity in PC12 neuronal cells and in a drosophila model of Alzheimer’s disease [J]. *Molecules*, 2020, 25(8): 1837.
- [16] ZHOU XJ, ZHU CT, YAN H, *et al.* A novel microfluidic aqueous two-phase system with immobilized enzyme enhances cyanidin-3-O-glucoside content in red pigments from mulberry fruits [J]. *Biochem Eng J*, 2020, 158: 107556.
- [17] Nanotechnology-nanoparticles. Data on nanoparticles reported by researchers at urmia university [biosynthesis of metallic nanoparticles using mulberry fruit (*Morus alba* L.) extract for the preparation of antimicrobial nanocellulose film] [J]. *Biotech Week*, 2020.
- [18] SHAFI N, KASHIF R, SAMI U, *et al.* Genotypes and harvest maturity influence the nutritional fruit quality of mulberry [J]. *Sci Hort*, 2020, 266: 109311.
- [19] 胡康, 周金虎, 颜雪辉, 等. 桑椹酒专用酵母菌的选育[J]. *酿酒*, 2017, 44(4): 34–39.
HU K, ZHOU JH, YAN XH, *et al.* Special Yeast selection for mulberry wine [J]. *Liquor Mak*, 2017, 44(4): 34–39.
- [20] 谭霄, 曾林, 赵婷婷, 等. 产 γ -氨基丁酸酿酒酵母 JM037 酿造桑葚酒风味物质分析[J]. *食品与发酵工业*, 2017, 43(12): 191–198.
TAN X, ZENG L, ZHAO TT, *et al.* Analysis of flavors of mulberry wine brewing by *Saccharomyces cerevisiae* JM037 producing γ -aminobutyric acid [J]. *Food Ferment Ind*, 2017, 43(12): 191–198.
- [21] XU X, HUANG YY, XU JW, *et al.* Anti-neuroinflammatory and antioxidant phenols from mulberry fruit (*Morus alba* L.) [J]. *J Funct Foods*, 2020, 68. DOI: 10.1016/j.jff.2020.103914
- [22] DENG QF, WANG X, CHEN HG, *et al.* Structural characterization, modification and hepatoprotective effects of polysaccharide from mori fructus [J]. *Int J Biol Macromol*, 2020, 153. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2020.02.300
- [23] 胡永正. 桑葚酒发酵工艺优化及动力学研究[D]. 成都: 成都西华大学, 2018.
HU YZ. Study on fermentation process optimization and fermentation kinetics of mulberry wine [D]. Chengdu: Chengdu Xihua University, 2018.
- [24] 孙中理, 王超凯, 彭奎, 等. 桑葚果酒主发酵温度控制对产品质量的影响[J]. *酿酒科技*, 2017, (10): 52–56.
SUN ZL, WANG CK, PENG K, *et al.* Effect of fermentation temperature control on product quality of mulberries wine owners [J]. *Liquor-Mak Sci Technol*, 2017, (10): 52–56.
- [25] 银臣, 吕行, 黄继红, 等. 发酵条件对桑葚酵素抗氧化能力的影响[J]. *河南农业大学学报*, 2019, 53(2): 251–256.
YIN C, LU X, HUANG JH, *et al.* Effect of fermentation conditions on the antioxidant capacity of the ferment of mulberry [J]. *J Henan Agric Univ*, 2019, 53(2): 251–256.
- [26] 郭伟峰, 王红梅, 邹晓桐, 等. 桑葚酵素饮料的发酵工艺研究及其质量评价[J]. *食品研究与开发*, 2019, 40(5): 88–93.
GUO WF, WANG HM, ZOU XT, *et al.* Research on fermentation process of mulberry ferment beverage and its quality evaluation [J]. *Food Res Dev*, 2019, 40(5): 88–93.
- [27] YANG P, ZHENG YY, YOU MC, *et al.* Characterization of key aroma-active compounds in four commercial egg flavor Sachimas with differing egg content [J]. *J Food Biochem*, 2019, 43(12). DOI: 10.1111/jfbc.13040
- [28] 郭春雪, 胡良平. 试验设计类型之单因素设计[J]. *四川精神卫生*, 2017, 30(1): 6–10.
GUO CX, HU LP. Types of experimental design: a single factor design [J]. *Sichuan Ment Health*, 2017, 30(1): 6–10.
- [29] 李小娟, 徐娟, 张蓓, 等. 红枣沙琪玛生产工艺研究[J]. *粮食与油脂*, 2019, 32(1): 59–62.
LI XJ, XU J, ZHANG B, *et al.* Study on the production process of red dates Sachima [J]. *Cere Oils*, 2019, 32(1): 59–62.

(责任编辑: 张晓寒)

作者简介



张 玉, 硕士, 主要研究方向为食品加工与安全。

E-mail: 1132070643@qq.com.



吴艳阳, 博士, 副教授, 主要研究方向为食品生物技术。

E-mail: wuyanyang2002@126.com