

红枣渣分心木复合泡腾片的工艺优化

辛镇忠, 王 连, 王诗瑶, *王 愈

(山西农业大学 食品科学与工程学院, 山西 晋中 030801)

摘要:以加工后的红枣渣为原料,与分心木粉复配制得功能性复合泡腾片。该复合泡腾片通过单因素试验和正交试验确定最佳工艺配方。采用恒温加速试验法预测该复合泡腾片的货架期。通过对硬度变化、水分含量变化和感官评价变化的测定来探究该复合泡腾片的贮藏稳定性。结果表明,该复合泡腾片的最佳配方为红枣渣与分心木的配比为8:2,蛋白糖添加量0.75%,无水柠檬酸添加量0.8%和二氧化硅添加量0.25%,且复合泡腾片感官影响最大因素是无水柠檬酸的添加量。通过直径3 cm的玻璃瓶包装泡腾片在温度25℃,湿度60%的条件下理论货架期为68 d。试验将传统上废弃的红枣渣变废为宝,减少了资源浪费,具有一定的经济效益和社会效益。

关键词: 红枣渣; 分心木粉; 泡腾片; 货架期

中图分类号: R28

文献标志码: A

doi: 10.16693/j.cnki.1671-9646(X).2022.09.010

Process Optimization of Jujube Pomace Distraction Wood Composite Effervescent Tablets

XIN Zhenzhong, WANG Lian, WANG Shiyao, *WANG Yu

(College of Food Science and Engineering, Shanxi Agricultural University, Jinzhong, Shanxi 030801, China)

Abstract: This test utilized the processed jujube residue as raw material to fabricate functional composite effervescent tablets compounded with distraction wood powder. This composite effervescent piece determined the optimum process formulation by single factor test and orthogonal test. Constant temperature acceleration test was used to predict the shelf life of this composite effervescent tablets. The storage stability of this composite effervescent tablet was explored by determination of hardness change, moisture content change and sensory evaluation change. The test showed that the optimal formula of this composite effervescent tablet was an 8:2 ratio of jujube pomace to distraction wood, supplemented with 0.75% proteoglycans, 0.8% anhydrous citric acid, and 0.25% silica, and that the most sensory impact of the composite effervescent tablet was the amount of anhydrous citric acid added. Packaging of effervescent pieces through glass bottles of 3 cm diameter gives a theoretical shelf-life of 68 days at a temperature of 25℃ and humidity of 60%. This test would traditionally waste jujube pomace, turn it into treasure, and reduce the waste of resources, with some economic and social benefits.

Key words: jujube pomace; distraction wood flour; effervescent tablet; shelf life

红枣(*Ziziphus jujuba* Mill.)与桃、杏、李、栗一起并称为我国的“五果”^[1]。枣果中含有丰富的蛋白质、脂肪、有机酸、膳食纤维、维生素等营养成分,以及钾、磷、钙、铁、锰、锌、硒等矿物质微量元素^[2]。除基本的营养物质之外,鲜枣中还含有丰富的生物功能活性成分,包括多糖类、黄酮类、萜类等化合物,以及羟基肉桂酸、黄酮醇、槲皮素、原花青素等在内不同类型的酚类化合物,枣核中含有皂甙,且在枣的果肉、果皮、叶片中含有大量的环磷酸腺苷。目前,红枣的加工主要以原枣和干制为主^[3]。红枣浓缩汁是将红枣进行多次浸提,浓缩而

成,因其耐贮藏性和便利的运输性,方便后期二次加工^[4]。红枣浓缩汁加工工艺较多,加工工艺也日趋成熟,红枣汁的提取工艺有直接榨汁法和浸提法,而浸提法中则有热水浸提法、打浆法和酶解浸提法^[5]。而在红枣汁的浸提过程中,浸提后的枣肉不能充分利用,副产品开发较少,大多用于饲料使用或被丢弃,造成了资源浪费的问题。

分心木是胡桃科植物胡桃(*Juglans regia* L.)果核内的木质隔膜。在维吾尔族,分心木长期以来一直被用于滋养肾脏^[6],具有肾脏强化生物活性,可以改善小鼠模型的肾阳缺乏症状,并能有效治疗急性

收稿日期: 2022-05-24

基金项目: 山西省重点研发计划课题项目(201903D211007-1); 山西农谷建设科研专项项目(SXNGJSKYZX201902)。

作者简介: 辛镇忠(1997—),男,在读硕士,研究方向为农产品贮藏与加工。

*通讯作者: 王 愈(1968—),男,博士,教授,研究方向为农产品贮藏与加工。

肾损伤^[7]。分心木还可以治疗良性前列腺增生引起的尿频、急症^[8]，且可以降低血糖、改善小鼠胰腺组织的病理改变，且无剂量依赖性^[9]。

泡腾片是一种含有崩解剂的固体片状，置于水中会发生泡腾反应，产生气体和气泡^[10-11]。泡腾片之前一直应用于医学和农药方面，近年来泡腾片被广泛引用到食品行业中，主要以固体饮料的形式出现^[12]。目前，市场上已有果蔬泡腾片、茶泡腾片、原料中提取物的微量元素及有效成分的泡腾片。泡腾片饮料与液体饮料相比有以下优点：①体积小，质量轻，便于携带；②含水量低，便于运输和储存，货架期长；③营养丰富，便于机体有效吸收。

以废弃的红枣渣为基质，加入具有医用功效的分心木，混以适当的辅料，经调味后直接压制成复合泡腾片，是对红枣资源的充分利用。试验利用红枣渣中的膳食纤维和极少被利用的分心木，解决了资源浪费的问题，具有良好前景。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

红枣渣，山西省石楼县树德枣业责任有限公司提供；核桃，山西省吕梁市孝义市柱濮镇梁上庄村提供。

蛋白糖（食品级），青岛瑞潜旺食品配料有限公司提供；无水柠檬酸（食品级），潍坊英轩实业有限公司提供；碳酸氢钠（食品级）、二氧化硅（食品级），青海省海之韵食品配料有限公司提供。

1.2 仪器与设备

DF-101S 型集热式恒温加热磁力搅拌器，杭州瑞佳精密科学仪器有限公司产品；DHG-9070A 型电热鼓风干燥机，上海一恒科学仪器有限公司产品；PR224ZH/E 型电子天平，奥豪斯仪器（常州）有限公司产品；KQ3200DB 型数控超声波清洗器，昆山市超声仪器有限公司产品；TMS-Pro 型质构仪，美国 FTC 公司产品；FE100 型小型高速粉碎机，天津市泰斯特科技有限公司产品；200 目筛网，上海言锦筛网加工厂产品；HY-12 型红外压片机，天津天光新光仪器科技有限公司产品。

1.3 原料处理

(1) 红枣渣的制备方式。选择肉质饱满肥厚的红枣，把果实表面的泥土和杂质用流水洗净，去核，以红枣与水质量比例 1:2，加水加热浸提红枣浆，每次浸提时间为 12 h，浸提 2 次，煮至浸提水由黏稠的红褐色变为清淡的淡红色。取出红枣，红枣渣应为均匀淡褐色。

将红枣渣沥至无水滴出后，均匀平铺在烤盘中，起初以上下火 120 ℃烘干 12 h，烘干至 80% 无明显水分，改至 80 ℃烘干至恒质量，每 60 min 翻动

1 次。此时红枣渣呈现焦红色，溢出红枣香味。将烘干后的红枣渣用打粉机磨粉，过 200 目筛备用。

(2) 分心木。以山西省吕梁市孝义市柱濮镇梁上庄村采摘的核桃为原料，将核桃敲碎后，取出分心木，放入烘箱中 60 ℃下烘干 6 h 后取出，加入打粉机打粉后，过 200 目筛备用。

1.4 工艺流程

①红枣→红枣渣；

②核桃→分心木；

①+②→烘干→粉碎→过筛（蛋白糖、柠檬酸、二氧化硅、碳酸氢钠）→混合→压片。

1.5 试验设计

1.5.1 红枣渣粉与分心木粉配比的确定

红枣渣粉与分心木粉是复合泡腾片的主要营养成分，以合适的比例配制会使复合泡腾片香味协调，酸甜适口，对其滋味与营养价值有益。试验以红枣渣粉、分心木粉总质量为 10 g，两者按照红枣渣粉：分心木粉分别为 8:2，7:3，6:4，5:5，6:4 做单因素试验，以感官评分为考查指标，考查红枣渣粉与分心木粉不同添加比例对复合泡腾片的感官质量影响，并研究红枣渣粉与分心木粉的配比对成品质构的影响。

1.5.2 最优工艺配方的确定

选取红枣渣粉与分心木粉的配比、蛋白糖添加量、无水柠檬酸添加量和二氧化硅添加量 4 个因素作为单因素，保持其他因素不变，把感官评价作为评价指标，对单一变量进行单因素试验。设计四因素三水平 $L_9(3^4)$ 正交试验，通过极差分析优化复合泡腾片的工艺配方，确定最优配比。

1.6 评定指标

1.6.1 感官评定

复合泡腾片压制成型后，并冲泡成泡腾片溶液；分别邀请 10 名食品专业的人员，对泡腾片及泡腾片溶液的色泽、香味、组织状态、口感进行感官评价。

复合泡腾片感官评分见表 1。

表 1 复合泡腾片感官评分

项目	评分标准	评分/分
色泽 (满分 20 分)	淡褐色均匀	15~20
	褐色均匀	10~14
	褐色不均匀	5~9
香味 (满分 20 分)	具有明显红枣香味	15~20
	具有红枣香味	10~14
	红枣香味较淡	5~9
组织状态 (满分 20 分)	表面光滑,形态完整	15~20
	表面基本光滑,形态完整	10~14
	表面粗糙,有断面	5~9
口感 (满分 40 分)	酸甜比适中,爽口细腻,无颗粒物	30~40
	酸甜比略失调,无明显颗粒物	20~29
	酸甜比失调,有明显颗粒物	10~19

1.6.2 硬度测定

使用 TMS-Pro 型质构仪^[13]测定,重复 3 次。探头:2 mm 圆柱形,力量感应元量程 100 N,探头回升到样品表面上的高度 5 mm,挤压距离 2 mm,检测速度 60 mm/min;起始力 0.4 N;2 次压缩测试之间的停隔时间 3 sec。

1.6.3 水分测定

按照 GB 5009.3—2016《食品安全国家标准食品中水分的测定》中直接干燥法进行水分的测定^[14]。

1.7 数据处理

数据采用 Origin 2019 进行作图;图中以试验数据的平均值±标准差表示。

2 结果与分析

2.1 红枣渣粉和分心木粉配比确定

主要原料为红枣渣粉与分心木粉,故称 2 种粉为原料粉。红枣渣粉与分心木粉的混合比例对产品的口感、色泽、风味与组织状态方面有较大影响。分心木粉添加量太少,功能性成分低;分心木粉添加量过大,会有发苦发涩的感觉,与红枣渣粉香味不协调。通过预试验设置红枣渣与分心木粉配比为 5:5,6:4,7:3,8:2,9:1 依次进行单因素试验。由于感官评价能直观反映产品的综合质量,故选用感官评分作为评定标准。

原料混合比对产品感官评分的影响见图 1。

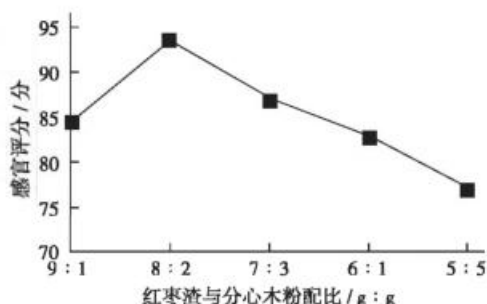


图1 原料混合比对产品感官评分的影响

当红枣渣与分心木粉的配比为 8:2 时,感官评分最高为 93.7 分,此时该复合泡腾片有明显的枣香味,且不涩、不苦,表面完整。因此,选择红枣渣与分心木粉的配比为 9:1,8:2,7:3 这 3 个水平进行正交试验。

2.2 蛋白糖和无水柠檬酸添加量的确定

复合泡腾片需要有良好的口感与滋味,故该试验制作的泡腾片应为酸甜口味,以甜味为主,略带酸味。采用蛋白糖和柠檬酸作为调味剂,由于蛋白糖是一种具有营养价值的甜味物质^[15],为泡腾片增加良好的营养价值。

蛋白糖添加量对产品感官评分的影响见图 2,无水柠檬酸添加量对产品感官评分的影响见图 3。

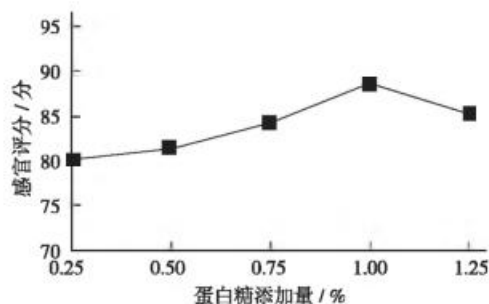


图2 蛋白糖添加量对产品感官评分的影响

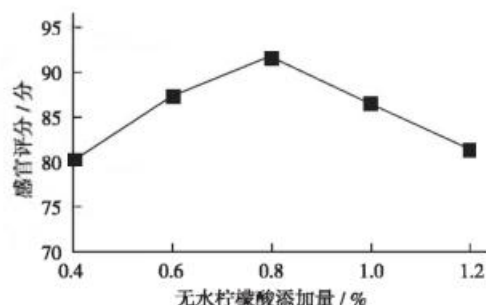


图3 无水柠檬酸添加量对产品感官评分的影响

由图 2、图 3 可知,随着蛋白糖添加量的增加,复合泡腾片的口感呈先升高后降低的趋势,在蛋白糖添加量为 1% 时,复合泡腾片口感适中,随后,继续增大蛋白糖添加量,产生甜腻味,口感下降;随着无水柠檬酸的添加,复合泡腾片口感呈先升高后降低的趋势,在无水柠檬酸添加量为 1% 时,复合泡腾片酸甜可口,随后,继续增大无水柠檬酸添加量,产生酸味,口感下降。因此,选择蛋白糖添加量为 0.75%,1.00%,1.25% 与无水柠檬酸添加量为 0.6%,0.8%,1.0% 这 3 个水平进行正交试验。

2.3 二氧化硅添加量的确定

二氧化硅添加量对产品感官评分的影响见图 4。

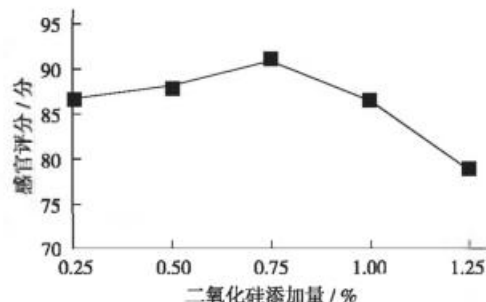


图4 二氧化硅添加量对产品感官评分的影响

由图 4 可知,复合泡腾片的感官评分随着二氧化硅添加量的增加呈现先上升后下降的趋势,在二氧化硅添加量为 0.75% 时,感官评分最高为 90.7 分。二氧化硅作为唯一的抗结剂,随着二氧化硅的添加,泡腾片溶液的流动性越来越差,故当二氧化硅添加量为 0.75%~1.25% 时下降趋势明显。因此,选择二

氧化硅添加量为0.25%, 0.50%, 0.75%这3个水平进行正交试验。

2.4 正交试验结果与分析

通过以上的单因素试验, 从中选出3个水平, 构成四因素三水平的正交试验。

复合泡腾片正交试验见表2, 正交试验结果见表3。

表2 复合泡腾片正交试验

水平	A 原料混合 配比/g:g	B 蛋白糖 添加量/%	C 无水柠檬酸 添加量/%	D 二氧化硅 添加量/%
1	9:1	0.75	0.6	0.25
2	8:2	1.00	0.8	0.50
3	7:3	1.25	1.0	0.75

表3 正交试验结果

试验号	A	B	C	D	感官评分/分
1	1	1	1	1	83.6
2	1	2	2	2	86.3
3	1	3	3	3	80.4
4	2	1	2	3	90.5
5	2	2	3	1	84.8
6	2	3	1	2	84.6
7	3	1	3	2	82.5
8	3	2	1	3	81.7
9	3	3	2	1	85.9
$\bar{K}_1$	83.4	85.5	83.3	84.8	
$\bar{K}_2$	86.6	84.3	87.6	84.5	
$\bar{K}_3$	83.4	83.6	82.6	84.2	
R	3.3	1.9	5.0	0.6	

由表3可知, 试验最佳方案为 $A_2B_1C_2D_1$ 。分析正交结果可知, 对泡腾片感官影响最大的因素是无水柠檬酸添加量, 其次为原料混合配比、蛋白糖的添加量; 二氧化硅添加量对泡腾片的感官影响最小。故该复合泡腾片的最佳配方为红枣渣粉: 分心木粉为8:2, 蛋白糖添加量0.75%, 无水柠檬酸添加0.8%, 二氧化硅添加量0.25%。为了验证试验结果的可靠性, 采取该配方制得复合泡腾片后让10位食品专业的人员感官评分, 平均分为92.3分, 且通过以上配方及工艺条件下制得的功能型复合泡腾片呈均匀褐色, 成品完整表面光滑, 具有红枣香气, 泡水后酸甜度适中, 无颗粒物悬浮。

2.5 贮藏过程中相关指标的测定

将最优配方的泡腾片用直径3 cm的玻璃瓶作为内包装并置于45℃和55℃下, 阴凉避光保存。每隔5 d进行一次参数检测, 每次随机抽取3片, 重复3次。保质期测定使用经典恒温加速试验法。

2.5.1 贮藏过程中硬度的测定

贮藏过程中硬度的变化见图5。

由图5可知, 在贮藏过程中, 泡腾片的硬度无明显变化, 2种温度下, 都是维持在75~80 N, 该片

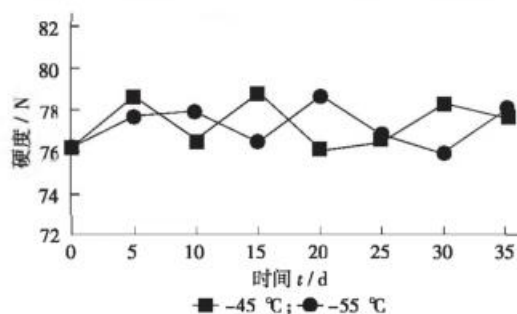


图5 贮藏过程中硬度的变化

的物理性质较为稳定。在一定程度上可以表明, 该泡腾片有较好的流通性, 不易破碎和发生边角磨损等不良情况。

2.5.2 贮藏过程中水分的测定

贮藏过程中水分含量的变化见图6。

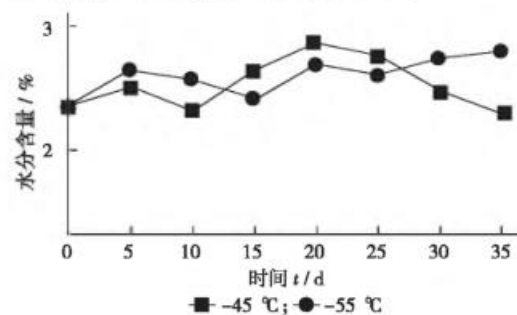


图6 贮藏过程中水分含量的变化

由图6可知, 在贮藏过程中, 泡腾片的水分含量无明显变化, 2种温度下, 水分含量为2%~3%, 国家标准要求压片糖果干燥失重 $\leq 5\%$, 符合国家标准^[6]。水分含量的变化情况可以反映泡腾片与外界环境的交换情况, 在一定程度上也可以反映泡腾片内部的化学反应、生物反应的活跃程度。由于该泡腾片水分含量较为稳定, 故玻璃瓶可以有效阻隔外界环境对泡腾片的影响, 故其对延长泡腾片贮藏期有明显的作。

2.5.3 贮藏过程中感官评分的测定

由于感官评分是泡腾片的货架期的重要参考指标之一, 且在ASLT试验中, 感官评分60分时为该产品质量期的终止日期^[7]。

贮藏过程中感官评分的变化见图7。

由图7可知, 该泡腾片的感官评分随着贮藏时间的延长而降低。在45℃时, 第35天时感官评分为60.8分, 故选择第35天作为该泡腾片在45℃时货架期的终止日期; 同理, 在55℃时, 第25天时感官评分为61.6分, 第30天时, 感官评分为52.7分, 故选择第25天作为该泡腾片在55℃时货架期的终止日期。

2.6 产品保质期的计算

试验以产品在不同贮藏条件下到达60分所需的

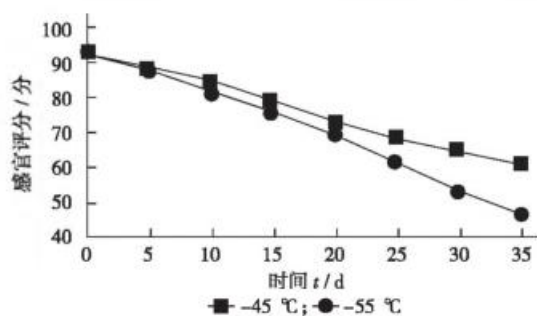


图7 贮藏过程中感官评分的变化

天数为该条件下产品大致保质期。该产品 45 °C 下保质期为 35 d, 55 °C 下保质期为 25 d。算得 $Q_{10=45\text{ °C}}/Q_{10=55\text{ °C}}$ 下保质期 = 1.4。故在温度 25 °C, 湿度 60% 的条件下, 该泡腾片的理论货架期为 68 d。

3 结论

通过单因素试验和正交试验确定了红枣渣复合分心木粉泡腾片的最佳生产工艺, 且以感官评价为主要参考指标, 通过恒温加速试验预测了该泡腾片的货架期。结果表明, 该泡腾片的最佳配方为红枣渣与分心木粉的配比为 8 : 2, 蛋白糖添加量 0.75%, 无水柠檬酸添加量 0.8%, 二氧化硅添加量 0.25%, 且泡腾片感官影响最大的因素是无水柠檬酸添加量, 其次为原料混合比例、蛋白糖添加量和二氧化硅的添加量。对该泡腾片采用内包装为直径 3 cm 的玻璃瓶, 外包装为瓦楞纸盒。通过恒温加速试验, 结合 Q10 模型, 以感官评价为主要参考指标, 预测了该泡腾片在温度 25 °C, 湿度 60% 的条件下理论货架期为 68 d。

参考文献:

- [1] 济南果品研究院. 我国红枣产业加工现状以及展望 [J]. 中国果菜, 2012 (1): 54-56.
- [2] Shi Qianqian, Han Gang, Liu Yu, et al. Nutrient composition and quality traits of dried jujube fruits in seven producing areas based on metabolomics analysis [J]. Food Chemistry, 2022 (38): 132-142.
- [3] 韩红亮. 山西省红枣产业发展现状与问题研究 [D]. 晋中: 山西农业大学, 2015.
- [4] Ram Shankar, Mehara Pushkar, Kumar Ashish, et al. Pa-

rtial substitute of sugar with date concentrate in the peach/apple juice and study physicochemical/color properties of blend fruit juice [J]. Advance Journal of Food Science and Technology, 2017, 13 (6): 776-784.

- [5] 刘凤鸣, 张仁堂, 丁超, 等. 红枣浓缩汁加工工艺研究进展及展望 [J]. 中国食物与营养, 2016, 22 (7): 36-39.
- [6] 王艳, 迪丽达尔·马合木提, 韩艳春, 等. 维吾尔药核桃分心木不同提取物对肾阳虚模型小鼠的实验研究 [J]. 新疆医科大学学报, 2012, 35 (2): 153-157.
- [7] 马征, 胡春生, 杨智, 等. 分心木提取物对横纹肌溶解大鼠急性肾损伤的保护作用 [J]. 国际药学研究杂志, 2020, 47 (8): 645-651.
- [8] 申虎, 朱磊, 潘小平. 分心木联合动脉栓塞术治疗良性前列腺增生的临床观察 [J]. 中华介入放射学电子杂志, 2018 (1): 37-39.
- [9] Dehghani F, Mashhoody T, Panjeshahin M. Effect of aqueous extract of walnut septum on blood glucose and pancreatic structure in streptozotocin-induced diabetic mouse [J]. Iranian Journal of Pharmacology and Therapeutics, 2012 (1): 10-20.
- [10] Naji Tabasi Sara, Emadzadeh Bahareh, Shahidi Noghahi Mostafa, et al. Physico-chemical and antioxidant properties of barberry juice powder and its effervescent tablets [J]. Chemical and Biological Technologies in Agriculture, 2021 (1): 75-79.
- [11] Zidan Ma. Research and exploration on the process of mangosteen compound effervescent tablets [J]. E3S Web of Conferences, 2020 (18): 62-68.
- [12] 高丽娇, 程尚, 杨金龙, 等. 泡腾片在食品业中的研究进展 [J]. 现代农业科技, 2019 (24): 215-216, 221.
- [13] 郝晓玲, 王愈. 1-MCP 处理对香蕉乙烯代谢和褐变的影响 [J]. 山西农业科学, 2019, 47 (9): 1 513-1 515, 1 584.
- [14] 胡方方. 直接干燥法与卤素水分测定仪法的比较 [J]. 现代食品, 2021 (16): 204-206, 210.
- [15] 王晓润. 红枣饮料泡腾片的研制 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2016.
- [16] 刘伟. 葡萄籽超微粉的制备及其压片糖果配方工艺优化 [D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2021.
- [17] 赵芸, 白术群, 王宝, 等. ASLT 法在青稞固体饮料货架期预测中的应用研究 [J]. 农产品加工, 2021 (20): 37-40. ◇

(上接第 38 页)

- 产现状 [J]. 中国食品添加剂, 2000 (2): 83-88.
- [17] 中华人民共和国农业部. NY/T 1651—2008 蔬菜及制品中番茄红素的测定 高效液相色谱法 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
 - [18] 刘瑞江, 张业旺, 闻崇伟, 等. 正交试验设计和分析方

法研究 [J]. 实验技术与管理, 2010 (9): 52-55.

- [19] 董如何, 肖必华, 方永水. 正交试验设计的理论分析方法及应用 [J]. 安徽建筑大学学报, 2004 (6): 103-106.
- [20] 刘魁英. 食品研究常用的试验设计与数据分析方法 [J]. 食品科学, 2000 (12): 103-105. ◇