

非生物因素对红枣发酵酒色泽稳定性的影响

焦 娇, 李树萍, 李美萍, 张生万*

(山西大学生命科学学院, 太原 030006)

摘要: 目的 以红枣发酵酒为研究对象, 研究不同非生物因素对红枣发酵酒色泽稳定性的影响。**方法** 考察自然光照、紫外光照和避光存放对其色泽稳定性的变化; 低温(-3~0 °C)和高温(40 °C)存放对其色泽稳定性的影响; 在不同 pH 值(3~10)条件下其色泽稳定性的变化; 以及不同金属离子钠、镁、铝等对其色泽稳定性的影响。**结果** 在加工和储藏过程中低温(-3~0 °C)、避光、pH 值在 4~6 的范围内存放, 并减少与含有铁、铝、铜等金属离子体系的接触, 对红枣发酵酒的色泽稳定性具有良好的保持作用。**结论** 此结果为红枣发酵酒和发酵饮料的生产和储藏提供了一定的理论依据。

关键词: 红枣发酵酒; 色泽; 稳定性; 影响因素

Effects of non-biological factors on the color stability of fermented Chinese jujube

JIAO Jiao, LI Shu-Ping, LI Mei-Ping, ZHANG Sheng-Wan*

(College of Life Sciences, Shanxi University, Taiyuan 030006, China)

ABSTRACT: Objective To investigate the effects of different non-biological factors on the color stability of fermented Chinese jujube. **Methods** The effects of natural light, ultraviolet light and the storage of light, low temperature (-3~0 °C) and high temperature (40 °C) on the color stability, changes of color stability under different pH values (3~10), and the influence of different metal ions (sodium, magnesium and aluminum, etc.) on the color stability were investigated. **Results** In the processing and storage process, low temperature, away from light, pH value in the range of 4 to 6, and reducing the direct contact with metal ions (iron, aluminum and copper, etc.), had good effects on maintaining the color stability of fermented Chinese jujube. **Conclusion** This result provides a scientific theory basis for the production and storage of jujube fermented beverage and wine.

KEY WORDS: fermented Chinese jujube; color; stability; influencing factors

1 引言

果酒的色泽, 是评价其品质的重要感官指标之一, 直接影响着消费者对果酒的可接受性^[1]。在果酒的加工、贮藏过程中, 会出现不同程度的褪色或完全丧失原有色泽的现象, 直接影响其品质^[2]。目前国内外对果酒的色泽稳定性也有一定的研究, 如李维新等^[3]研究了皂土、

明胶+单宁、壳聚糖对枇杷果酒色泽稳定性的影响; 罗安伟^[4]以猕猴桃干酒为原料, 考察了琼脂、干酪素、活性炭等对其色泽稳定性的影响; 武运等^[5]研究了石榴酒在发酵过程中, 各种护色剂对其色泽稳定性的影响等。而对于红枣发酵酒的研究则主要集中于其发酵工艺的探索^[6,7], 如苏娜^[8]针对红枣发酵酒浸提条件、发酵原料等进行了系统研究; 张宝善等^[9]研究了不同枣样、不同酶

*通讯作者: 张生万, 教授, 主要研究方向为食品化学、化学计量学。E-mail: zswan@sxu.edu.cn

*Corresponding author: ZHANG Sheng-Wan, Professor, College of Life Sciences, Shanxi University, Taiyuan 030006, China. E-mail: zswan@sxu.edu.cn

解对红枣发酵酒生产工艺的影响等,有关不同存储条件对红枣发酵酒色泽稳定性的影响尚未见报道。

本实验以山西特产临县红枣发酵而成的红枣发酵酒为原料,通过研究不同非生物因素对其色泽稳定性的变化,从而了解实际生产、生活中不同存储条件对其色泽稳定性的影响,为红枣发酵饮料及发酵酒的生产 and 储藏提供一定的理论依据。

2 材料与方法

2.1 材料与设备

2.1.1 材料与试剂

红枣发酵酒(山西省万里红酒业有限公司)。

NaCl、KCl、FeCl₃(分析纯,天津市光复科技发展有限公司); CaCl₂(分析纯,潍坊龙腾化工有限公司); AlCl₃(分析纯,东台市永泰化工有限公司); Zn(NO₃)₂(分析纯,郑州百祥化工有限公司); Ni₂SO₄(分析纯,南京荣基化工有限公司); CuSO₄(分析纯,郑州锦号化工产品有限公司); FeSO₄(分析纯,山东江源精化有限公司); MgCl₂(分析纯,天津市光复科技发展有限公司)。

2.1.2 仪器与设备

UV-Probe2550 双光束紫外光谱仪(日本岛津公司); BD/BC-218CH 变温冷冻冷藏箱(星星集团有限公司); Gsp-9080MBE 隔水式恒温培养箱(上海博迅实业有限公司医疗设备厂); pH 计(美国 OHRUS 公司); 5 mm 密封石英比色皿(无锡市棱谱光学仪器有限公司)。

2.2 实验方法

2.2.1 吸收光谱的测定及其测定波长的选择

将红枣发酵酒置于 5 mm 密封石英比色皿中,以空气做参比,在 200~800 nm 之间进行光谱扫描。

2.2.2 吸光度值(A)的测定

取红枣发酵酒原液,通过 0.45 μm 水系膜抽滤后,稀释 5 倍,以备用。

空白对照:按 GB 5009.225-2016《酒中乙醇浓度的检测》^[10]测定红枣发酵酒的酒精度,配制同等酒精含量的乙醇溶液,稀释 5 倍,以备用。

将被测酒样和空白对照均置于 5 mm 密封石英比色皿中,在波长为 410 nm 下,测定各待测样品的吸光度值(A)。

3 结果与分析

3.1 测定波长的选择

红枣发酵酒吸收光谱如图 1 所示。由图 1 可知,红枣发酵酒在可见区的吸收出现在 400~450 nm 之间,考虑到其吸光度值的相对可靠性,故选择 410 nm 作为测定波长。

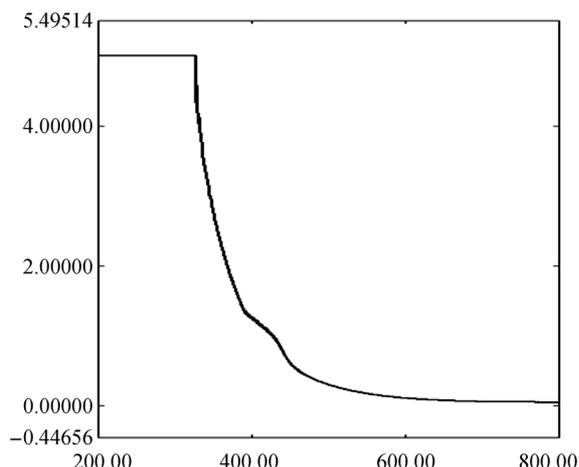


图 1 红枣发酵酒紫外吸收光谱图

Fig. 1 Ultraviolet absorption spectrum of fermented Chinese jujube

3.2 光照对红枣发酵酒色泽稳定性的影响

3.2.1 自然光照对红枣发酵酒色泽稳定性的影响

取 50 mL 酒样置于比色管中,经自然光照射,每隔 1 d 按 2.2.2 节方法测其吸光度值(A),其结果见图 2。由图 2 可知,连续照射 12 d 后,红枣发酵酒的吸光度值下降了 10.20%,表明红枣发酵酒中含有见光易分解色素^[11,12],因此,红枣发酵酒在保存时最好避免长期自然光直射。

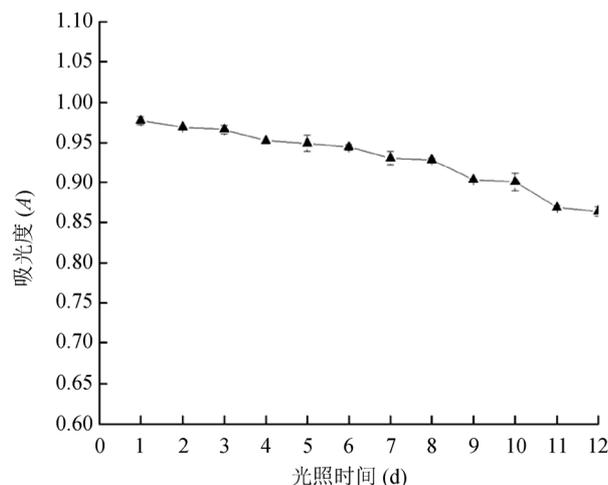


图 2 自然光照对红枣发酵酒色泽稳定性的影响(n=3)

Fig. 2 Effect of natural light on the color stability of fermented Chinese jujube (n=3)

3.2.2 紫外光照对红枣发酵酒色泽稳定性的影响

取酒样置于 5 mm 密封石英比色皿中,用紫外光连续照射 160 min,每隔 10 min 按 2.2.2 节方法测其吸光度值(A),其结果见图 3。由图 3 可知,红枣发酵酒在紫外光连续照射 160 min 内,其吸光度值下降 2.12%,其值变化不明显,由此可知,紫外光照对红枣发酵酒的色泽稳定性影响不大。

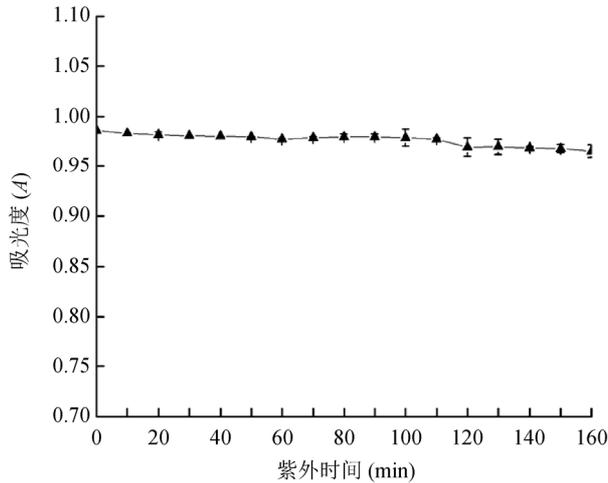


图 3 紫外光照对红枣发酵酒色泽稳定性的影响($n=3$)

Fig. 3 Effect of UV irradiation on color stability of fermented Chinese jujube ($n=3$)

3.2.3 避光保存对红枣发酵酒色泽稳定性的影响

取 50 mL 酒样置于比色管中, 避光存放, 每隔 1 d 按 2.2.2 节方法测其吸光度值(A), 其结果见图 4。由图 4 可知, 连续避光存放 15 d 后, 红枣发酵酒吸光度值变化略微有所上升, 其上升值为 2.78%, 可能是由于红枣色素氧化所致^[12,13], 如: 红枣发酵酒中含有一定的酚类物质^[14,15], 长时间避光存放酚类物质易被溶解氧化, 故略微有所上升。

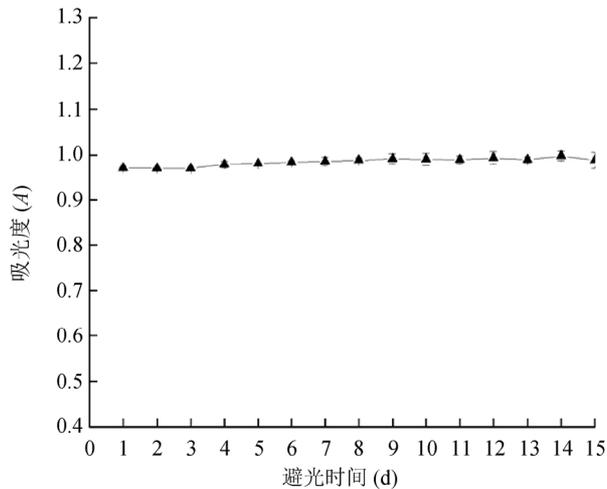


图 4 避光保存对红枣发酵酒色泽稳定性的影响($n=3$)

Fig. 4 Effect of dark light on the color stability of fermented Chinese jujube ($n=3$)

3.3 温度对红枣发酵酒色泽稳定性的影响

3.3.1 低温对红枣发酵酒色泽稳定性的影响

取 50 mL 酒样置于比色管中, 低温(-3~0 °C)存放 15 d, 每隔 1 d 按 2.2.2 节方法测其吸光度值(A), 其结果见图 5。

由图 5 可知, 经过 15 d 后, 红枣发酵酒吸光度值上升 2.00%, 其变化甚微。因此, 红枣发酵酒在低温下色泽稳定性较好。

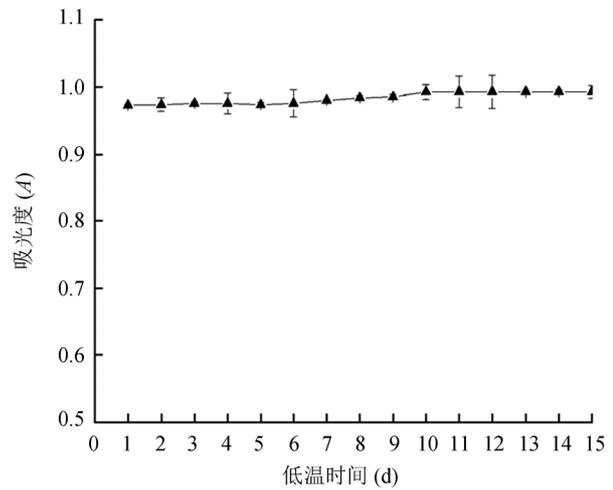


图 5 低温(-3~0 °C)对红枣发酵酒色泽稳定性的影响($n=3$)

Fig. 5 Effect of low temperature (-3~0 °C) on color stability of fermented Chinese jujube ($n=3$)

3.3.2 高温对红枣发酵酒色泽稳定性的影响

取 50 mL 酒样置于比色管中, 高温(40 °C)存放, 每隔 1 h 按 2.2.2 节方法测其吸光度值(A), 其结果见图 6。由图 6 可知, 加热红枣发酵酒至高温(40 °C), 吸光度值上升 3.48%, 这可能由于红枣发酵酒中的红枣色素随着加热时间的延长其所含的酚类物质^[12,15,16]氧化程度增加。进一步表明红枣发酵酒中红枣色素可能为芳香族类色素^[12,17]。

由图 5、图 6 可知, 温度在-3~40 °C 范围内, 温度变化对色泽稳定性影响较小。

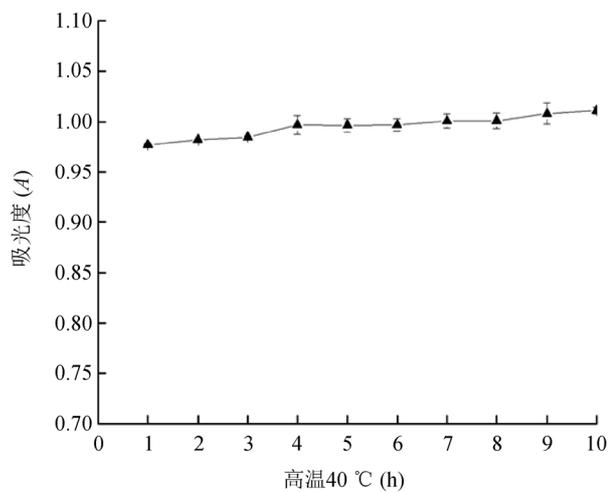


图 6 高温(40 °C)对红枣发酵酒色泽稳定性的影响($n=3$)

Fig. 6 Effect of high temperature (40 °C) on color stability of fermented Chinese jujube ($n=3$)

3.4 pH 值对红枣发酵酒色泽稳定性的影响

分别用盐酸和氢氧化钠溶液将红枣发酵酒样调至不同 pH 值(3~10), 按 2.2.2 节方法测其吸光度值(A), 同时, 测不同 pH 值的吸收光谱图, 其结果见图 7 和图 8。

由图 7 可知, 随着 pH 值的升高, 红枣发酵酒的吸光度值在 pH≤6 时基本趋于稳定, pH>6 时吸光度值逐渐升高。由图 8 可知, 随 pH 值增加溶液的最大吸收波长呈现红移现象, 从而使红枣发酵酒色泽加深。这一现象表明生色物可能为多酚类化合物, 因此, 红枣发酵酒的 pH 值最好保持在 6 以下。同时, 由乔华等^[18]采用“二分法”得出的 pH 对脂肪族色素影响较小, 对芳香族色素影响较大的结论, 可进一步确定红枣发酵酒的色素为芳香族色素。

3.5 不同金属离子对红枣发酵酒色泽稳定性的影响

取 11 份等量酒样分别置于 50 mL 比色管中, 其中 1 份作为空白, 其余 10 份分别加入浓度为 0.5 μg/L 的不同金属离子, 测其吸收光谱, 并在最大吸收波长处测吸光度值, 观察最大吸收波长的变化, 其结果见表 1 和图 9。

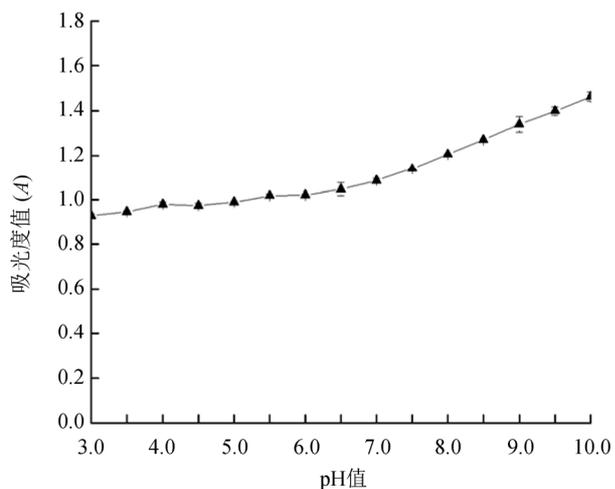


图 7 pH 对红枣发酵酒色泽稳定性的影响(n=3)
Fig. 7 Effect of pH value on color stability of fermented Chinese jujube (n=3)

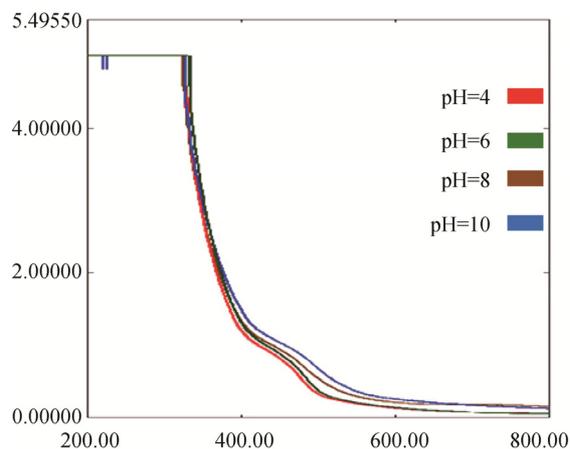


图 8 pH 值对红枣发酵酒最大吸收波长的影响
Fig. 8 Effect of pH value on the wavelength of maximum absorption of fermented Chinese jujube

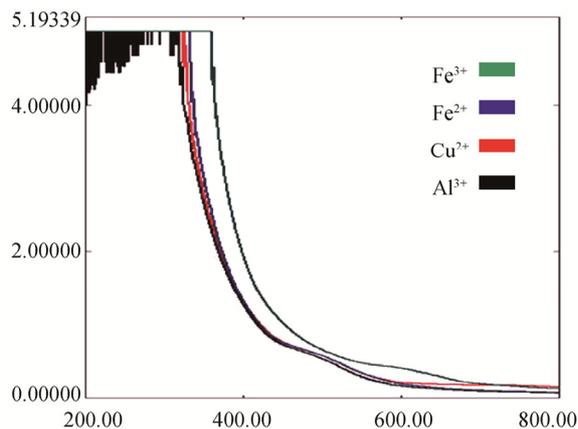


图 9 金属离子值对红枣发酵酒最大吸收波长的影响
Fig.9 Effect of different metal ions on the wavelength of maximum absorption of fermented Chinese jujube

由表 1 结合金属离子的吸收光谱图 9 可以看出, 随着 Fe³⁺、Fe²⁺、Cu²⁺、Al³⁺ 的加入, 和对照组相比, 吸光度值有所增大, 吸收光谱图发生红移, Fe³⁺ 移动最大, 依次是 Fe²⁺、Cu²⁺、Al³⁺; 而加入 Na⁺、Mg²⁺、K⁺、Ca²⁺、Ni²⁺、Zn²⁺ 金属离子和对照相比, 吸收光谱图基本没有变化。可能是金属离子与多酚类化合物配位所致。故红枣发酵酒在存放时尽量减少含有铁、铝、铜等金属离子体系的接触。

表 1 不同金属离子对红枣发酵酒色泽稳定性的影响
Table 1 Effect of different metal ions on color stability of fermented Chinese jujube

实验组	0	Na ⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Ni ²⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺
吸光度值	0.979	0.983	0.978	1.015	0.984	0.980	1.033	1.270	0.989	1.031	0.991

4 结 论

本实验研究了不同非生物因素对红枣发酵酒色泽稳定性的变化,通过考察不同温度、光照、pH值和金属离子对其色泽稳定性的影响,结果表明:避光保存、加热均使红枣发酵酒的吸光度值有所增大;自然光照吸光度值稍有所下降;但温度-3~40℃变化对红枣发酵酒稳定性影响不明显;Fe³⁺、Fe²⁺、Cu²⁺、Al³⁺及pH值增加,均会使红枣发酵酒的最大吸收波长红移,其生色物可能为芳香族类色素。可见,红枣发酵酒的储藏条件应为低温、避光存放,并尽量减少与铁、铜、铝等金属离子体系的接触。此结果为红枣发酵酒和发酵饮料的生产和储藏提供了一定的理论依据。

参考文献

- [1] 何义, 林杨, 张伟, 等. 果酒研究进展[J]. 酿酒科技, 2006, (4): 91-95.
He Y, Ling Y, Zhang W, *et al.* Research progress in fruit wines [J]. Liouor-Mak Sci Technol, 2006, (4): 91-95.
- [2] Shang YL, Ying XU. Stability analysis of "Jiangjiu" series of fruit and vegetable nutritional wine [J]. Liquor Mak, 2008, 35(4): 54-57.
- [3] 李维新, 林晓姿, 何志刚, 等. 枇杷果酒澄清与稳定性研究[J]. 酿酒科技, 2005, (7): 62-64.
Li WX, Lin XZ, He ZG, *et al.* Study on the stability and clarification of loquat fruit wine [J]. Liouor-Mak Sci Technol, 2005, (7): 62-64.
- [4] 罗安伟. 猕猴桃干酒酿造工艺及其非生物稳定性研究[D]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2002.
Luo AW. Brewing technology and non-bio-stability of kiwi fruit wine [D]. Xianyang: Northwest A&F University, 2002.
- [5] 武运, 杭雅娟, 周建中, 等. 发酵型石榴酒色泽稳定性的研究[J]. 食品工业, 2009(1): 40-42.
Wu Y, Hang YJ, Zhou JZ, *et al.* Study on pomegranate wine fermented on color stability [J]. Food Ind, 2009(1): 40-42.
- [6] 武运, 杨清龙, 艾克拜尔, 等. 新疆哈密红枣酒酿造工艺研究[J]. 食品科学, 2009, 30(2): 283-285.
Wu Y, Yang QL, Ai KBE, *et al.* Study on brewing process of wine with dried jujube from Hami area of Xinjiang [J]. Food Sci, 2009, 30(2): 283-285.
- [7] 李宏高, 吴忠会, 白文涛, 等. 红枣醋饮料工艺研究[J]. 食品科学, 2006, 27(10): 645-648.
Li HG, Wu HZ, Bai WT, *et al.* Study on the processing technology of jujube acetic acid beverage [J]. Food Sci, 2006, 27(10): 645-648.
- [8] 苏娜. 红枣发酵酒加工工艺研究[D]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2008.
Su N. Study on the processing technology of jujube dates fermented wine [D]. Xianyang: Northwest A&F University, 2008.
- [9] 张宝善, 陈锦屏, 杨莉, 等. 红枣酒发酵工艺研究[J]. 中国农业科学, 2004, 37(1): 112-118.
Zhang BS, Chen JP, Yang L, *et al.* Fermentation technology of Chinese jujube wine [J]. Sci Agric Sin, 2004, 37(1): 112-118.
- [10] GB 5009. 225-2016 国家食品安全国家标准 酒中乙醇浓度的测定[S].
GB 5009. 225-2016 National food safety national standard- Determination of ethanol concentration in alcohol [S].
- [11] 祖丽皮亚·玉努斯, 帕孜来提·拜合提, 阿不都拉·阿巴斯. 红枣色素的提取及稳定性的研究[J]. 食品科学, 2006, 27(3): 153-156.
Zu LPYYNS, Pa ZLTBHT, A BDLABS. Stability of the red pigment isolated from jujube [J]. Food Sci, 2006, 27(3): 153-156.
- [12] 邹玉红, 郭琳, 寇小燕. 枣皮红色素提取工艺的优化及稳定性研究[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(25): 12659-12661.
Zou YH, Guo L, Kou XY. Study on extraction process and stability of the red pigment in jujube peel [J]. J Anhui Agric Sci, 2012, 40(25): 12659-12661.
- [13] Wojdyło A, Ángel A, Carbonell B, *et al.* Phenolic composition, ascorbic acid content, and antioxidant capacity of Spanish jujube (*Ziziphus jujube*, Mill.) fruits [J]. Food Chem, 2016, 201: 307-314.
- [14] Zhu QY, Zhang QY, Cao J, *et al.* Cyclodextrin-assisted liquid-solid extraction for determination of the composition of jujube fruit using ultrahigh performance liquid chromatography with electrochemical detection and quadrupole time-of-flight tandem mass spectrometry [J]. Food Chem, 2016, 213: 485.
- [15] Bastos VJ, Neves LC, Silva PM, *et al.* Harvest point determination of indian jujube fruit (*Ziziphus mauritiana* L.) based on physicochemical and functional parameters [J]. Sci Hort, 2016, 213: 392-402.
- [16] 李凯, 焦娇, 李树萍, 等. HS-SPME-GC-O-MS联用法分析红枣发酵饮料易挥发性成分条件的优化[J]. 食品工业科技, 2017, (4): 54-62.
Li K, Jiao J, Li SP, *et al.* Optimization of volatile compounds in Chinese jujube fermented beverages by headspace solid phase micro-extraction and gas chromatography-olfactometry-mass spectrometry [J]. Sci Technol Food Ind, 2017, (4): 54-62.
- [17] 游凤, 黄立新, 张彩虹, 等. 冬枣皮色素各组分光谱性质及结构的初步研究[J]. 食品工业科技, 2013, 34(13): 99-102.
You F, Huang LX, Zhang CH, *et al.* Preliminary study on spectrums and structure properties of pigments from *Ziziphus jujube* peel [J]. Sci Technol Food Ind, 2013, 34(13): 99-102.
- [18] 乔华, 张生万, 李美萍, 等. 天然色素稳定性研究及其新的类型划分[J]. 食品科学, 2006, 27(4): 69-72.
Qiao H, Zhang SW, Li MP, *et al.* Study on natural pigment's stability and its new category trial [J]. Food Sci, 2006, 27(4): 69-72.

(责任编辑: 杨翠娜)

作者简介



焦 娇, 主要研究方向为食品化学。
E-mail: 1147262408@qq.com



张生万, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为食品化学、化学计量学。
E-mail: zswan@sxu.edu.cn