

榴莲果酒发酵工艺优化及其香气成分分析

The process optimization and its aroma ingredients of durian wine

卜坚珍¹ 于立梅^{1,2} 曾晓房^{1,2} 林少婷¹

BU Jian-zhen¹ YU Li-mei^{1,2} ZENG Xiao-fang^{1,2} LIN Shao-ting¹

(1. 仲恺农业工程学院轻工食品学院, 广东 广州 510225;

2. 广州市广式传统食品加工与安全控制重点实验室, 广东 广州 510225)

(1. College of Light Industry and Food Technology, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou, Guangdong 510225, China; 2. Guangzhou Key Laboratory of Food Processing and Safety Control of Traditional Food, Guangzhou, Guangdong 510225, China)

摘要:研究酵母添加量、初始糖度、SO₂添加量和 pH 值对榴莲果酒发酵的影响,确定果酒发酵的最佳工艺条件,并采用气相色谱—质谱(GC-MS)联用技术分析榴莲果酒香气物质。结果表明,榴莲果酒发酵的最佳工艺为酵母添加量 0.7%,初始糖度 28%,SO₂添加量 60 mg/L,pH 值 3.6。通过 GC-MS 对榴莲果酒香气成分进行分析,鉴定出 22 种香气成分,其中以醇类物质相对含量最高,酯类物质种类最多。

关键词:榴莲;果酒;酵母;工艺优化;香气成分

Abstract: The fermentation process parameters of durian fruit were optimized based on yeast addition amount, initial sugar, SO₂ and pH value. The aroma substances from durian fruit wine were also analyzed by adopting the gas chromatography and mass spectrometry (GC-MS) detection. The results showed that the optimum process conditions of durian wine as follows: initial sugar concentration was 28%, the amount of yeast was 0.7%, and the concentration of sulfur dioxide was 60 mg/L, pH 3.6. The aroma components from durian fruit wine included 22 kinds of aroma components, and most of them were esters.

Keywords: durian wine; yeast; process optimization; aroma ingredients

榴莲(*Durio zibethinus* Murr),又名韶子,麝香猫果,木棉科,榴莲属。产于东南亚和南亚热带国家,素有“南洋水果

之王”的美称^[1-2]。榴莲果的营养十分丰富,含有黄酮、花青素、黄烷醇等生物活性成分,且糖分多,热量高。其果肉中富含多种维生素、碳水化合物、脂肪、以及人体必需氨基酸(7种)和矿物质元素^[3-5]。近年来,榴莲的研究主要包括榴莲班戟、榴莲饮料、榴莲糕、榴莲酥、榴莲干等产品开发^[6-8]。董华强等^[9]将榴莲果肉与菠萝果汁在高活性葡萄酒干酵母作用下发酵,酸制出风味独特的榴莲菠萝果酒,并对其工艺条件、榴莲添加量及菠萝品种等进行了研究;叶琼兴等^[10]以芒果为主要原料,榴莲为增香辅料,对榴莲芒果果酒的工艺流程和操作条件进行了深入研究;李娜等^[11]研究了榴莲皮中的黄酮物质,对其进行分离、纯化以及抗氧化性的研究,提高了榴莲的综合利用率。榴莲在果酒中的生产主要作为辅助原料,发挥增香、调香的作用,为复合果酒贡献香气风味及营养价值,但目前以榴莲作为主料进行果酒试验的研究鲜有报道。榴莲作为果酒生产的新原料,其果酒酿造酵母菌的选择及发酵工艺参数对榴莲果酒的品质和价值有一定影响。本试验拟以榴莲为试材,通过对其初始糖度、SO₂添加量、酵母添加量以及 pH 进行研究,优化发酵工艺参数,酿制出富有榴莲特色风味的新型果酒,增加榴莲制品的丰富性,以期对榴莲的深加工研究提供理论基础。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与试剂

榴莲:泰国金枕榴莲,市售;

SY 型果酒发酵专用酵母:湖北安琪生物技术公司;

果胶酶:酶活 40 U/mg,广州硕玛实验室仪器科技有限公司;

偏重亚硫酸钾、柠檬酸:分析纯,广州硕玛实验室仪器科技有限公司。

1.2 设备与仪器

紫外-可见分光光度计:UV759 型,上海精密科学仪器有

基金项目:广东省自然科学基金项目(编号:2015A030313604);广东省教育厅“专业学位硕士研究生协同育人培养机制构建”项目(编号:KA1548861/KA1548857);国家级大创项目(编号:HC501035505);广东省扬帆计划项目(编号:2015YT02H049)

作者简介:卜坚珍,女,仲恺农业工程学院在读硕士研究生。

通信作者:于立梅(1973—),女,仲恺农业工程学院副教授,博士。

E-mail:153089670@qq.com

收稿日期:2017-06-05

限公司;

pH计:PHB-3PH型,上海三信仪表厂;

水浴锅:DZKW-4型,北京中兴伟业仪器有限公司;

程控生化培养箱:BSP-250型,上海博讯实业有限公司;

手持糖度计:WYT-J型,成都豪创光电仪器有限公司。

1.3 发酵工艺

1.3.1 工艺流程

榴莲→挑选、清洗→打浆→0.025%果胶酶酶解→灭酶→添加偏重亚硫酸钾→调整糖度、pH值→接入酵母菌株→主发酵→分离酒渣→后发酵→陈酿→榴莲果酒

1.3.2 发酵单因素试验

(1) 酵母添加量对发酵的影响:选取0.4%,0.7%,1.0%,1.3%,1.6%接种量,控制发酵温度20℃,糖度20%,SO₂添加量80 mg/L,pH值3.6,发酵时间7 d,以酒精度为评价指标确定酵母添加量。

(2) 初始糖度对发酵的影响:选取22%,24%,26%,28%,30%糖度,控制发酵温度20℃,酵母接种量1.0%,SO₂添加量80 mg/L,pH值3.6,发酵时间7 d,以酒精度为评价指标确定初始糖度。

(3) SO₂添加量对发酵的影响:选取40,60,80,100,120 mg/L SO₂添加量,控制发酵温度20℃,糖度20%,酵母接种量1.0%,pH值3.6,发酵时间7 d,以酒精度为评价指标确定SO₂添加量。

(4) pH对发酵的影响:选取pH 3.0,3.3,3.6,3.9,4.2,控制发酵温度20℃,酵母接种量1.0%,SO₂添加量80 mg/L,发酵时间7 d,以酒精度为评价指标确定pH范围。

1.3.3 主发酵多因素试验 在20℃的条件下,选取初始糖度、SO₂添加量、酵母添加量、pH为试验因素,采用L₉(3⁴)正交试验设计,以酒精度及感官评价为指标,确定榴莲果酒的最佳发酵工艺。

1.4 指标测定

1.4.1 感官评价 参照GB/T 15038—2006《葡萄酒、果酒通用分析方法》的相关内容进行品评。

1.4.2 酒精度测定 按GB/T 15038—2006执行。

1.4.3 香气成分 采用顶空固相微萃取与气相色谱—质谱联用技术,检测榴莲果酒陈酿期间香气成分的变化^[12]。

(1) 顶空固相微萃取提取条件:将75 μm PDMS萃取头插入GC/MS进样口,40℃水浴预热15 min。在萃取前取果酒7 mL放入15 mL密封顶空样品瓶中,加1 g氯化钠,将萃取头通过瓶盖的橡胶垫插入到顶空瓶中,推出纤维头,于40℃下顶空萃取45 min。随后抽回纤维头,从顶空瓶上拔出萃取头,再将萃取头迅速插入GC-MS汽化室解析5 min,同时启动仪器采集数据。

(2) 色谱条件:HP-5MS色谱柱(19091S-413,30 m×0.25 mm,0.25 μm);柱流量0.8 mL/min,进样口温度250℃,不分流进样,载气为He。柱温35℃保持2 min,以5℃/min升至50℃,再以6℃/min升至110℃,最后以8℃/min升至230℃,保留5 min。

(3) 质谱条件:接口温度250℃,质量扫描区域50~

550 amu;电离方式EI,电离电压70 eV,离子源温度230℃。

1.4.4 数据处理与统计分析 采用Excel 2013软件进行数据分析和作图,结果以(平均值±标准差)表示,采用Duncan均值差异显著性分析,显著水平P=0.05。

2 结果与分析

2.1 榴莲果酒发酵单因素试验

2.1.1 酵母添加量对榴莲果酒酒精度的影响 由图1可知,当酵母添加量为1.0%时,果酒酒精度最高(为12% Vol)。而当酵母添加量增加到1.30%时,果酒的酒精度反而降低,且酒体夹杂酵母异味。因为增加酵母菌量会将榴莲果浆中的糖分更多地转化为酒精,但当酵母添加量增加到一定程度,繁殖量加大需消耗大量的营养物质,所以用于生成酒精的底物不断减少。此外,酵母菌的过度繁殖产生较多的代谢产物以及营养物质的迅速消耗,造成菌体细胞过早衰老并发生自溶,使酒体的酵母味增加,果酒风味欠佳^[13]。所以选择酵母添加量0.70%~1.3%进行下一步正交试验。

2.1.2 初始糖度对榴莲果酒酒精度的影响 由图2可知,随着果酒发酵液初始糖度的增加,果酒的酒精度也相应提高。当初始糖度达到28%(以调配后的总糖质量分数表示),酒精度达到最大值(12% Vol),用手持糖度计测得残糖量为7.5%。当初始糖度增加到30%时,酒精度反而有所降低,且残糖量为10%。因为随着初始糖度的增加,果酒发酵液的渗透压加大,会抑制酵母菌的繁殖,不利于酵母菌正常的生长和代谢活动。同时,果酒渗透压过高会抑制酒精发酵,对果酒的品质、风味产生不良的影响^[14]。因此在发酵初始阶段应控制含糖量在适宜的范围内,为酵母菌提供充足底物的同

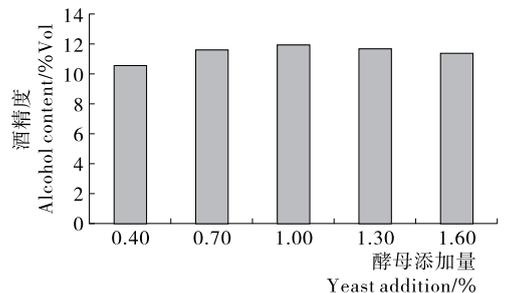


图1 酵母添加量对榴莲果酒酒精度的影响

Figure 1 Effects of different addition of yeast on alcohol of durian wine



图2 初始糖度对榴莲果酒酒精度的影响

Figure 2 The influence of different sugar content on alcohol of durian wine

时创造良好的生存环境。综上,选择初始糖度 24%~28% 进行下一步正交试验。

2.1.3 pH 对榴莲果酒酒精度的影响 由图 3 可知,随着果酒发酵液 pH 值的升高,果酒的酒精度逐渐升高。当 pH 为 3.6 时,果酒的酒精度达到最大值(12% Vol),而随着 pH 的进一步增加,酒精度反而降低。因为酵母菌的生长和代谢需要适宜的 pH 环境,过高或过低的 pH 会在不同程度上抑制酵母菌的生长繁殖,影响其代谢过程,从而降低果酒的品质及风味。因此,选择适宜的 pH 为酵母菌创造良好的生长环境,使其处在最佳状态。综上,选择 pH 值为 3.3~3.9 进行正交试验。

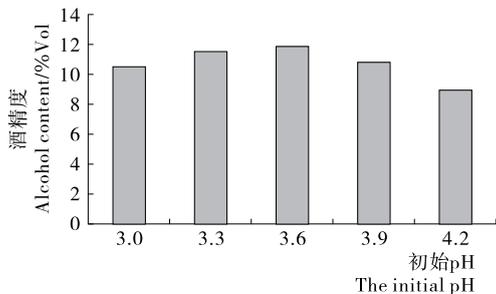


图 3 pH 值对对榴莲果酒酒精度的影响

Figure 3 The influence of different pH-value on alcohol of durian wine

2.1.4 SO₂ 添加量对榴莲果酒酒精度的影响 SO₂ 在果酒生产过程中具有澄清果酒、护色、抗氧化、抑菌、提高果酒感官质量等作用。果酒发酵过程中,适量的 SO₂ 可抑制野生酵母和杂菌的生长繁殖,保障果酒的正常发酵。但是,SO₂ 添加量过高,可使酵母活力降低而阻碍发酵,而且 SO₂ 的漂白作用使果酒失去天然色泽;SO₂ 添加量不足则抑菌及抗氧化效果差。由图 4 可知,果酒酒精度随 SO₂ 添加量的增加呈现先增加后降低的趋势。当 SO₂ 添加量为 80 mg/L 时,酒精度最高(11.8% Vol)。可见,果酒发酵需要添加适当的 SO₂,过多的 SO₂ 添加量会降低酵母菌的发酵力,延迟果酒的成熟。综上,选择 SO₂ 添加量 60~100 mg/L 进行正交试验。

2.2 榴莲果酒主发酵工艺参数优化

根据单因素试验结果设计正交试验因素水平值见表 1,结果见表 2。

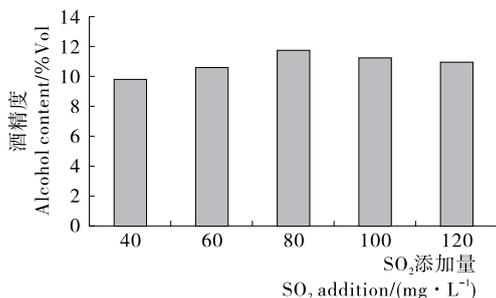


图 4 SO₂ 添加量对对榴莲果酒酒精度的影响

Figure 4 The influence of different addition of SO₂ on alcohol of durian wine

表 1 正交试验因素水平表

Table 1 Factors and levels of orthogonal experiment

水平	A 初始糖度/%	B SO ₂ 添加量/(mg · L ⁻¹)	C 酵母添加量/%	D pH
1	24	60	0.70	3.3
2	26	80	1.00	3.6
3	28	100	1.30	3.9

表 2 发酵工艺的正交试验结果

Table 2 Results of orthogonal experiment for fermentation technology of durian wine

序号	A	B	C	D	酒精度/% Vol
1	1	1	1	1	10.5
2	1	2	2	2	10.9
3	1	3	3	3	10.0
4	2	1	2	3	12.6
5	2	2	3	1	12.1
6	2	3	1	2	11.8
7	3	1	3	2	13.6
8	3	2	1	3	13.0
9	3	3	2	1	13.2
<i>k</i> ₁	10.5	12.2	12.1	11.7	
<i>k</i> ₂	12.2	12.0	11.6	12.5	
<i>k</i> ₃	13.3	11.7	12.0	11.8	
R	2.8	0.5	0.5	0.8	

由表 1、2 可知,根据榴莲果酒发酵工艺条件优化正交试验极差分析结果可知,发酵工艺条件中影响产品酒精度的主要因素依次为 A>D>B=C,即初始糖度>pH>酵母添加量=SO₂添加量。正交设计表的 9 个试验组中,第 7 组试验的酒精度最优,为 13.6% Vol,感官较佳,确定为正交表中的最优组合,即 A₃B₁C₃D₂。通过正交优化得出榴莲果酒发酵工艺条件的理论最佳组合为 A₃B₁C₁D₂,即初始糖度 28%,SO₂添加量 60 mg/L,酵母添加量 0.70%,pH 为 3.6。考虑到正交表中没有这一组合,故按此组合重新进行试验,并与各因素最优水平组合 A₃B₂C₂D₂及第 7 组试验 A₃B₁C₃D₂比较,结合酒精度与感官对其进行综合评价,确定最佳发酵工艺条件。

由表 3 可知,A₃B₁C₁D₂ 这一试验组容器底部蓄积物较少、酒体色泽金黄、明亮、果香与酒香相互协调、香气愉悦。香气方面:A₃B₁C₁D₂、A₃B₂C₂D₂ 2 个试验组果酒的果香与酒香相互协调,香气愉悦。而 A₃B₁C₃D₂ 试验组果酒的酒香较浓,掩盖了大部分果香,榴莲香味较淡。试验组果酒感官评价最大的区别在于果酒的滋味:A₃B₁C₁D₂ 试验组果酒酒体丰满醇厚,柔和爽口;A₃B₁C₃D₂ 试验组果酒则酒体略酸。因此,确定榴莲果酒发酵的最佳工艺条件为 A₃B₁C₁D₂,即初始糖度 28%,SO₂添加量 60 mg/L,酵母添加量 0.7%,pH 3.6。在此发酵工艺条件下,酿造出的榴莲果酒色泽金黄、澄清透明、具有典型榴莲风味。

表3 综合感官评价结果

Table 3 Comprehensive results of sensory evaluation

项目	色泽	香气	滋味	典型性	综合评价	酒精度/%Vol
A ₃ B ₁ C ₃ D ₂	15	21	28	7	71	13.6
A ₃ B ₁ C ₁ D ₂	16	24	33	8	81	13.3
A ₃ B ₂ C ₂ D ₂	15	24	30	7	76	12.9

2.3 香气成分测定

利用 SPME-GC-MS 香气物质检测方法,对陈酿 1 个月后的酒样进行香气成分分析,共检测出 22 种挥发性气体成分。酒样香气成分的 GC-MS 检测结果见图 5,经匹配,所检测的香气成分相对含量见表 4。

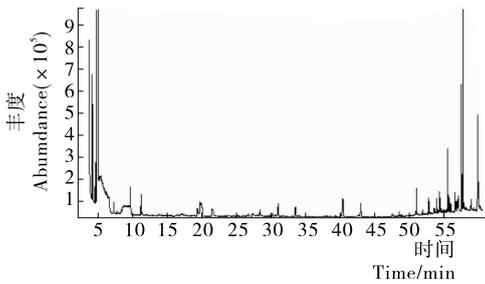


图5 榴莲果酒的 GC-MS 总离子流图

Figure 5 GC-MS total ion current of aroma component in durian wine

表4 榴莲果酒的香气成分

Table 4 The aroma components of durian fruit wine

类别	化合物名称	相对含量/%	
	3-甲基-1-丁醇	51.745	
醇类	苯乙醇	2.163	
	2-乙基-1-己醇	0.691	
	十六酸乙酯	6.019	
	辛酸乙酯	3.406	
	油酸乙酯	2.666	
	丙酸乙酯	1.992	
	(E)-11-十六碳烯乙基酯	1.395	
	草酸乙酯	0.903	
酯类	己酸乙酯	0.862	
	肉豆蔻酸乙酯	0.701	
	2-甲基丁酸乙酯	0.671	
	3-甲基-1-丁醇乙酸酯	0.444	
	丁酸乙酯	0.427	
	月桂酸乙酯	0.386	
	十三酸乙酯	0.132	
	庚醛	0.405	
	醛类	2,5-二(三甲基硅氧基)苯甲醛	0.329
		戊醛	0.206
烷类	十三烷	0.666	
	十七烷	0.217	
其他	7-甲-7H-二苯并[b,g]咪唑	0.360	

果酒的风味与酒体中的香气成分、糖类、单宁和酸等物质密切相关,而香气成分是果酒感官特性的直接影响因素,也是果酒品质特性的重要构成指标^[15]。大部分果酒香味是在发酵过程中由酵母代谢活动产生,是果酒发酵香气的主要构成成分^[16],代谢活动中产生的副产物在果酒的感官品质方面发挥重要作用。此外,果酒的发酵工艺条件一定程度上也影响香气成分的组成。由表 4、图 5 可知,榴莲果酒中共鉴定出 22 种挥发性香气成分,包括:酯类物质 13 种,相对含量约为 20%;醇类物质 3 种,相对含量约为 55%;醛类物质 3 种,相对含量约为 0.94%;烷烃类物质 2 种,相对含量约为 0.883%,主要香气成分为酯类和醇类。其中十六酸乙酯、草酸乙酯具有果香味;辛酸乙酯具有白兰地酒香味;丙酸乙酯具有菠萝果香味;己酸乙酯具有曲香、菠萝香型的香气^[17-18]。这些物质所具有的香味构成了榴莲果酒的主要香味。

3 结论

在单因素试验基础上,通过正交试验获得榴莲果酒的工艺参数为:初始糖度 28%,SO₂添加量 60 mg/L,酵母添加量 0.7%,pH 3.6。此工艺下酿制的榴莲果酒色泽金黄、酒体澄清、香气浓郁,具有榴莲典型风味。通过 GC-MS 对榴莲果酒的香气成分进行分析,鉴定出 22 种香气物质。其中以醇类化合物的相对含量最高,酯类化合物的种类最多。判断醇类和酯类化合物对榴莲果酒的香气贡献较大。榴莲果酒具有独特的诱人风味和抗氧化功能,是一种值得开发的营养型保健果酒。

参考文献

[1] 潘训海,李再新,谢万如,等.果酒型保健酒的发展现状及发展前景[J].酿酒科技,2009(12):81-83.

[2] 何义,林杨,张伟,等.果酒研究进展[J].酿酒科技,2006(4):91-92.

[3] 刘冬英,谢剑锋,方少英,等.榴莲的营养成分分析[J].广东微量元素科学,2004,11(10):57-59.

[4] 张春阳,陈洁珍,吴洁芳.果酒成分研究进展[J].中国酿造,2014(10):6-9.

[5] 李移,李尚德.榴莲果中微量元素的分析[J].广东微量元素科学,2001,8(12):60-61.

[6] 王敬涵,黄潇,张惠,等.抹茶榴莲酥的加工工艺研究[J].食品工程,2017(2):35-39.

[7] 何义,林杨,张伟,等.果酒研究进展[J].酿酒科技,2006(4):91-92.

[8] 李一卓,李光磊,尚京.榴莲酥馅心制作工艺研究[J].食品研究与开发,2014(22):57-59.

[9] 董华强,邓煜.榴莲菠萝果酒酿造研究[J].食品工业科技,1999(1):18-20.

[10] 叶琼兴,钟广泉,鲁玉侠,等.榴莲芒果风味果酒酿制[J].现代食品科技,2006,22(1):68-69.

[11] 李娜.榴莲皮中黄酮的提取、纯化及其抗氧化性能研究[D].合肥:安徽农业大学,2011:1-9.

(下转第 212 页)

- 究, 2013(3): 135-147.
- [6] 刘鹏. 中国食品安全监管: 基于体制变迁与绩效评估的实证研究[J]. 公共管理学报, 2010, 7(2): 63-78.
- [7] 王莹. 公众参与食品安全监管的困境及其完善策略[J]. 食品与机械, 2014, 30(6): 261-263.
- [8] 齐萌. 从威权管制到合作治理: 我国食品安全监管模式之转型[J]. 河北法学, 2013, 31(3): 50-56.
- [9] 李洪峰. 食品安全社会共治的现实困境与发展对策[J]. 食品与机械, 2016, 32(4): 234-236.
- [10] 曹渝, 代欣, 蒋美仕, 等. 构建具有中国特色的“社会共治”食品安全治理机制: “第五届全国科学技术与公共政策论坛·2016”综述[J]. 食品与机械, 2016, 32(6): 225-227.
- [11] 李小华. 媒体对食品安全监督作用的法律规范[J]. 食品与机械, 2015, 31(1): 265-268.
- [12] 孙昊, 张炜炜. 食品安全多部门监管机制研究[J]. 学理论, 2015(1): 155-157.
- [13] 吴光秋, 郑贡献. 媒体力量与食品安全: 兼析央视《每周质量报告》对食品安全的有效监督[J]. 中国广播电视学刊, 2004(8): 34-36.
- [14] 吴元元. 信息基础, 声誉机制与执法优化[J]. 中国社会科学, 2012(6): 115-133.
- [15] ANDREW S. Moral hazard, inspection policy, and food safety [J]. American Journal of Agricultural Economic, 2005, 87(1): 15-27.
- [16] 倪国华, 郑风田. 媒体监管的交易成本对食品安全监管效率的影响: 一个制度体系模型及均衡分布[J]. 经济学, 2014, 13(2): 559-579.
- [17] 何计国. 媒体责任: 慎重报道食品安全事件[J]. 团结, 2007(1): 43-45.
- [18] LIU Brooke-fisher, ASUTIN L, JIN Yan. Hoe publics respond to crisis communication strategies: The interplay of information form and source [J]. Public Relations Review, 2011(37): 345-353.
- [19] SCHWARZ A. How publics use social media to blame games in crisis communication: The love parade tragedy in Duisburg 2010[J]. Public Relation Review, 2012, 38(3): 430-437.
- [20] MEERT, VERHOEVEN P. Public framing organizational crisis situations: Social media versus news media[J]. Public Relations Review, 2013, 39(3): 229-231.
- [21] 郑策, 夏慧, 黎桂宏, 等. 社会共治视角下新媒体与食品安全——作用与机制[J]. 食品工业, 2015, 36(1): 232-236.
- [22] 韩蕃璠, 钟凯, 郭丽霞. 新媒体时代食品安全风险交流的机遇与挑战[J]. 中国食品卫生杂志, 2012, 24(6): 586-589.
- [23] 郭兰英, 单飞跃, 赵文煊. 食品安全自媒体监督: 现状问题及法律规制[J]. 宏观质量研究, 2014, 2(1): 76-82.
- [24] 张书娟. 从科学传播角度审视新闻媒体食品安全监督[J]. 今传媒, 2011(8): 46-47.
- [25] 黄舒屏. 从食品安全问题反思媒体的角色定位[J]. 青年记者, 2007(14): 168-168.
- [26] 周善. 从食品安全报道看媒体社会责任[J]. 新闻实践, 2007(5): 20-21.
- [27] 刘峰, 贺建刚, 魏明海. 控制权、业绩与利益输送: 基于五粮液的案例研究[J]. 管理世界, 2004(8): 102-110.
- [28] 李培功, 沈艺峰. 媒体的公司治理作用: 中国的经验证据[J]. 经济研究, 2010(4): 14-27.
- [29] 史波, 翟娜娜, 毛鸿影. 食品安全危机中社交媒体信息策略对受众态度的影响研究[J]. 情报杂志, 2014, 33(10): 59-65.
- [30] CORDISCHI T. 大众媒体与食品安全的关系[J]. 上海商业, 2013(4): 62-63.
- [31] 周应恒, 王二册. 中国食品安全监管: 一个总体框架[J]. 改革, 2013(4): 19-28.
- [32] 胡煜雷. 食品流通安全监管体系新探[J]. 中国工商管理研究, 2010(4): 62-65.
- [33] 胡晓鹏. 经济全球化与中国食品加工业的产业安全[J]. 国际贸易问题, 2006(2): 48-53.
- [34] 赵林度. 零售企业食品安全信息管理[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2006: 14-62.
- [35] 吕继红, 顾潜. 食品安全危机中媒体监督正能量的蓄积和发挥[J]. 上海商业, 2013(4): 64-65.
- [36] 张蕾. 食品安全事件中网络媒体的呈现视角与功能分析[J]. 新闻知识, 2011(11): 48-50.
- [37] AINSTON L J, LIBECAP G D, MUELLER B. Interest groups, information manipulation in the media, and public policy: the case of the landless peasants movement in Brazil[R]. Cambridge MA: National Bureau of Economic Research Working Paper, 2010.
- [38] 张曼, 喻志军, 郑风田. 媒体偏见还是媒体监管?: 中国现行体制下媒体对食品安全监管作用机制分析[J]. 经济与管理研究, 2015, 36(11): 106-114.
- [39] ZHANG Man, QIAO Hui, WANG Xu, et al. The third-party regulation on food safety in China: A review[J]. Journal of Integrative Agriculture, 2015, 14(11): 2176-2188.
- [40] 刘景景, 陈洁, 邓志喜. 论新媒体时代的食品安全信息传播与监督预警[J]. 中国农垦, 2013(2): 45-48.

(上接第 185 页)

- [12] 王家利, 辛秀兰, 陈亮, 等. 气相色谱-质谱法分析比较不同酵母发酵红树莓果酒的香气成分[J]. 食品科学, 2014, 35(6): 107-112.
- [13] 田晓菊. 石榴发酵酒加工工艺的研究[D]. 西安: 陕西师范大学, 2007: 4-16.
- [14] 李冬梅, 尹凯丹. 榴莲的保健价值和加工利用[J]. 中国食物与营养, 2009(3): 32-33.
- [15] 曾霞, 陆燕, 曹建平. 桑葚酒发酵工艺优化及其主要香气成分分析[J]. 酿酒科技, 2016(1): 120-124.
- [16] 王冉. 酵母发酵黄花梨酒加工工艺研究[D]. 重庆: 西南农业大学, 2004: 1-11.
- [17] 钟瑞敏, 张振明, 刘健南, 等. 岗稔鲜果、果汁和果酒香味物质的 GC-MS 初步比较分析[J]. 食品与机械, 2009, 25(6): 29-32.
- [18] 侯格妮, 李俊, 李然洪, 等. 蓝莓白兰地特征香气成分的 GC-MS 分析[J]. 食品与机械, 2013, 29(3): 21-26.