

# 5种澄清剂对半固态发酵苹果醋的澄清效果

李明泽, 张霁红, 宋娟, 李玉梅

(甘肃省农业科学院农产品贮藏加工研究所, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 采用5种澄清剂对苹果醋进行澄清试验, 结果表明, 各澄清剂对苹果醋的澄清均有一定效果, 琼脂和2种复合澄清剂效果接近, 但经琼脂和复合澄清剂处理过的苹果醋有少量悬浮物。硅藻土和明胶的澄清效果均较好, 但明胶对苹果醋的风味有一定影响。根据对比和感官评定, 确定的最佳澄清剂为硅藻土, 添加质量浓度为0.4 g/L, 处理时间为24 h, 处理后的苹果醋上清液澄清透亮, 透光率达到96.62%, 分界面明显, 无悬浮物, 口感良好、口味协调。

**关键词:** 苹果醋; 澄清剂; 澄清效果

**中图分类号:** TS275.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2018)02-0013-05

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2018.02.003

## Effect of 5 Clarifying Agents on Semi-solid Fermented Apple Cider Vinegar

LI Mingze, ZHANG Jihong, SONG Juan, LI Yumei

(Agricultural Product Storage and Processing Research Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

**Abstract:** Five kinds of clarifying agents were used in this test to clarify apple cider vinegar. The results show that each group of clarifying agents have a certain effect on the clarification of apple vinegar. The clarification effect of agar was close to two composite clarifying agents, but a small amount of suspended matter occurred in the apple cider vinegar treated by agar and composite clarifying agents. The clarification effects of diatomite and gelatin are relatively good, but the gelatin has certain influence on the flavor of apple cider vinegar. Based on the contrast test and sensory evaluation, diatomite was selected as the best clarifying agent, with the additive mass concentration of 0.4 g/L and the processing time of 24 hours. After processing, the supernatant of apple cider vinegar is clarified and bright, with light transmittance reaching to 96.62%. And the interface is clear, no suspended matter occurring. The taste is desirable and the flavor is harmonious.

**Key words:** Apple cider vinegar; Clarifying agent; Effect of clarification

现代社会绿色、营养的饮食观念渐渐深入人心。由于同时兼具醋和水果的香味且具有保健作用, 果醋越发受到消费者的青睐<sup>[1]</sup>。苹果醋是采用苹果作为原料, 经过酒精发酵、醋酸发酵, 再添加其他不同辅料, 加工制成的果醋饮料<sup>[2]</sup>, 其中富含有机酸、氨基酸、维生素、矿物质以及微量元素等<sup>[3]</sup>, 有改善酸性体质、有效预防肥胖和减肥<sup>[4]</sup>、排出人体毒素促进人体新陈代谢、美容护肤以及预防感冒等作用, 越来越受消费者的喜爱<sup>[5]</sup>。但在苹果醋生产和贮藏过程中, 其中的单宁、蛋白质和果胶等物质容易因聚合作用而析出产生非生物性浑浊沉淀<sup>[6]</sup>, 并往往伴有苹果醋颜

色加深的现象, 严重影响了产品的感官质量。为解决苹果醋生产贮藏过程中产生的浑浊絮凝现象需要有效的澄清工艺。果醋澄清方法较多, 顾立众<sup>[7]</sup>采用0.09%的明胶澄清苹果醋, 透光率达到86.5%; 肖雷等<sup>[8]</sup>在食醋中加入膨润土, 在添加量为3.5%时, 澄清效果最好; 王君等<sup>[9]</sup>对柿子醋采用了3种不同的澄清剂, 发现PVPP和壳聚糖对柿子醋的澄清效果效果要略优于膨润土; 蒋和体等<sup>[10]</sup>在锦橙果醋中添加壳聚糖、琼脂、明胶等不同澄清剂进行处理, 壳聚糖效果良好, 在添加量0.05%时, 果醋透光率达到98.4%。

综合考虑成本和材料, 选用明胶、硅藻土、

收稿日期: 2017-07-28

基金项目: 国家自然科学基金地区基金项目(31460449);现代农业产业技术体系建设专项(CARS-28)。

作者简介: 李明泽(1986—), 男, 甘肃兰州人, 研究实习员, 硕士, 主要从事果蔬加工工作。E-mail: 496716477@qq.com。

琼脂、琼脂和硅藻土复合澄清剂, 分别对苹果醋进行处理, 以选取最佳的澄清剂, 改善苹果醋澄清处理时影响风味和稳定性的问题。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试苹果醋由甘肃省农业科学院农产品贮藏加工研究所试验室制备(酸度为 5%, pH 3.6)。

### 1.2 试剂

供试试剂为葡萄糖、酵母膏、碳酸钙、琼脂、无水乙醇、氢氧化钠、抗坏血酸、2, 6-二氯酚靛酚钠盐、硫酸酮、酒石酸钾钠、焦亚硫酸钠、磷酸二氢钾、硫酸镁、磷酸二氢氨、硝酸铝、碳酸钠、亚硝酸钠、海藻酸钠、氯化钙等, 均为分析纯。

2%硅藻土、1%明胶、0.2%琼脂, 复合一溶液(琼脂+硅藻土); 复合二溶液(明胶+硅藻土)。

### 1.3 仪器

紫外可见分光光度计(Cary100 型, 美国瓦里安公司)。电热恒温水浴锅(HHS 型, 上海博迅实业有限公司医疗设备厂)、电子分析天平(BS224S 型, 德国赛多利斯公司)。榨汁机(HA-3158 型, 上海华征仪器厂)。电热恒温培养箱(DH360AS 型, 北京科伟永兴仪器有限公司)。手提式不锈钢蒸汽消毒器(YB280B 型, 上海三申医疗器械有限公司)、超净工作台(YJ-875 型, 苏州净化设备厂)、水浴恒温振荡器(SHZ-B 型, 上海一恒科学仪器有限公司)。酸度计(PHS-3CPH 型, 上海雷磁仪器厂)。

### 1.4 苹果醋制作工艺流程

果品原料 → 切除腐烂部分 → 清洗 → 破碎、榨汁(除去果渣) → 粗果汁 → 接种酵母 → 液态酒精发酵 → 加醋酸菌 → 液态醋酸发酵 → 汁渣过滤分离 → 灭菌 → 陈酿 → 成品<sup>[11]</sup>。

### 1.5 苹果醋澄清度测定波长的确定

用紫外可见分光光度计以蒸馏水作空白试验, 从 320 ~ 800 nm 处进行波长扫描, 得到苹果醋在可见光区的吸收曲线, 并根据吸收曲线确定澄清度的测定波长。

### 1.6 试验方法

1.6.1 自然澄清 分别取果醋 8 mL 于 7 支试管中, 于常温下分别静置 4、8、12、16、20、24 h,

观察其沉淀情况, 测其透光率。

1.6.2 硅藻土澄清 将硅藻土和纯水以质量比 1 : 10 进行混合, 温度控制在 60 ~ 70 °C, 充分浸泡 24 h, 使硅藻土溶解膨胀, 配制成 20 g/L 的水溶液备用。每 8 mL 苹果醋中分别添加质量浓度 0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0 g/L 水溶液, 搅拌 30 min, 于室温下静置 24 h, 取上清液测其透光率<sup>[12]</sup>。

1.6.3 明胶澄清 将明胶和纯水以质量比 1 : 10 的比例进行混合, 浸泡至充分膨胀, 配制成 10 g/L 的水溶液备用。分别取果醋饮料 8 mL 于 7 支试管中, 在其中分别加入明胶 0、0.2、0.4、0.6、0.8、1.0、1.2 g/L, 离心后测其透光率<sup>[13]</sup>。

1.6.4 琼脂澄清 将琼脂和纯水以质量比 1 : 10 的比例进行混合, 浸泡至充分膨胀, 配制成 2 g/L 的水溶液备用。分别取苹果醋样品 8 mL 于 7 支试管中, 在其中分别加入琼脂 0、0.04、0.06、0.08、0.10、0.12、0.14 g/L, 离心后测其透光率<sup>[14]</sup>。

1.6.5 复合一溶液澄清 分别取苹果醋样品 8 mL 于 7 支试管中, 在其中分别加入复合一溶液(将配制好的 2 g/L 琼脂溶液和 20 g/L 硅藻土溶液等比例混合)0、0.2、0.4、0.6、0.8、1.0、1.2 g/L, 离心后静置, 测其透光率。

1.6.6 复合二溶液澄清 分别取果醋 8 mL 于 7 支试管中, 在其中分别加入复合二溶液(将配制好的 10 g/L 明胶溶液和 20 g/L 硅藻土溶液等比例混合)0、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7 g/L, 离心后静置, 测其透光率。

### 1.7 澄清度测定

苹果醋经澄清剂处理后, 使其处于静置状态一定时间后, 取上清液 2 mL。用 721 分光光度计在 680 nm 处测透光率, 用透光率(T680)衡量澄清度。透光率越大, 澄清度越好<sup>[15]</sup>。测量时用蒸馏水作空白试验。可溶性固形物的测定依据 GB/T 12143-2008, 总酸测定依据 GB/T 12456-2008。

### 1.8 感官指标评定

1.8.1 色泽和外观 琥珀色, 醋体透亮澄清, 无肉眼可辨别的杂质。

1.8.2 香味 具有新鲜爽口的苹果果香和醇厚的

酸味，芳香自然、柔和协调无异味。

1.8.3 口味 柔软协调，酸味浓郁，余味充足<sup>[16]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 苹果醋澄清度测定波长的确定

由全波长扫描结果可知，在 320 ~ 800 nm 波长范围内、420 ~ 780 nm 的可见光区域内无明显吸收峰。在 680 nm 处测定苹果醋样品澄清度相对误差小，选定在 680 nm 处测定透光率<sup>[17]</sup>。

### 2.2 自然澄清对苹果醋澄清度的影响

由图 1 可知，4 ~ 20 h 的透光率总体随着静置时间的增加而提高（16 h 时略有降低），20 h 时透光率达到最高。然后继续静置澄清时间超过 20 h 后，苹果醋的透光率略有下降。由以上结果可知，自然澄清的最佳时间为 16 ~ 20 h，在 20 h 后达到峰值，透光率为 83.02 %。总体来说，采用自然澄清法，苹果醋透光率虽有所提高，但澄清效果不明显。

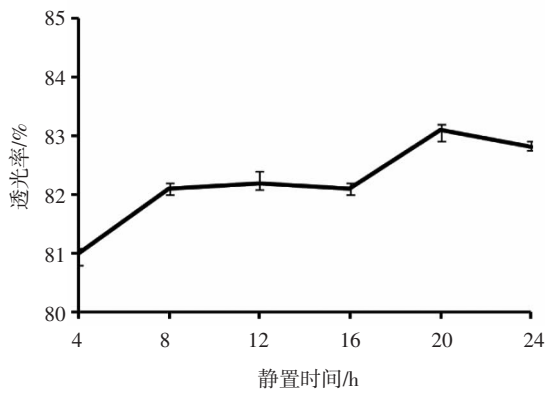


图 1 自然澄清对苹果醋澄清度的影响

### 2.3 明胶对苹果醋澄清度的影响

明胶是一种由动物的皮、结缔组织及骨骼中的胶原部分通过煮制水解而成的产物，颜色常呈现微黄色、深棕色，形状不规则。在果醋中加入明胶后，会形成明胶单宁酸盐络合物沉淀。同时明胶和单宁多缩戊糖由于正负电荷相作用产生电中和继而凝结沉淀，从而使果醋澄清。明胶还具有一定的吸附能力，可吸附果醋中的色素，使果醋色泽变浅<sup>[18]</sup>。由图 2 可知，添加明胶的质量浓度为 0.4、0.8 g/L 时透光率较好，在 0.8 g/L 时达到最好，澄清效果透光率为 96.23 %，但之后随着明胶质量浓度的增多反而降低。说明明胶用量过多

时，明胶本身还会产生一定的胶体溶液从而破坏聚集过程，保护并增强了小颗粒果实组织产生的悬浮胶态组织体系<sup>[19]</sup>，反而会降低果醋成品的清澈度。

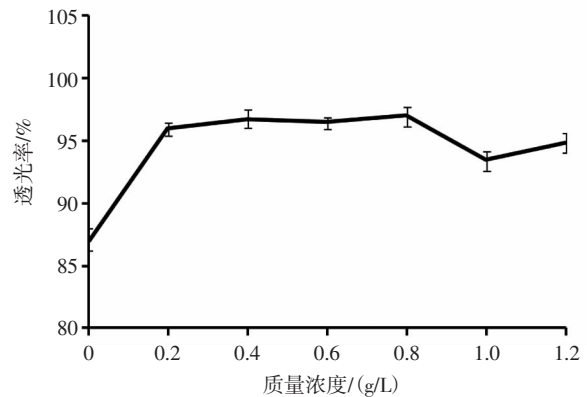


图 2 明胶对苹果醋澄清度的影响

### 2.4 硅藻土对苹果醋澄清度的影响

硅藻土是以 SiO<sub>2</sub> 为主要成分的多孔物质，其中还含有少量的 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaO、MgO 等，其比表面积为 40 ~ 65 m/g。在苹果醋中添加硅藻土，硅藻土和果醋相互作用，其中的金属离子与果胶酸会形成果胶酸盐，从而加大了果胶的沉淀速率。同时，硅藻土还有一定的吸附作用，可以使色素等其他固体悬浮物和液体分离，从而提高果醋的澄清度<sup>[20]</sup>。由图 3 可见，当硅藻土质量浓度为 0.1 ~ 0.4 g/L 时，随着硅藻土的质量浓度逐渐增大，果醋透光率总体趋势上逐渐增大（0.2 g/L 时略有降低）。当硅藻土质量浓度为 0.4 g/L 时，澄清效果最好，透光率达到 96.62 %。但当硅藻土质量浓度高于 0.4 g/L 时透光率会逐渐降低。说明添加硅藻土的质量浓度过高会影响果醋的澄清效果。

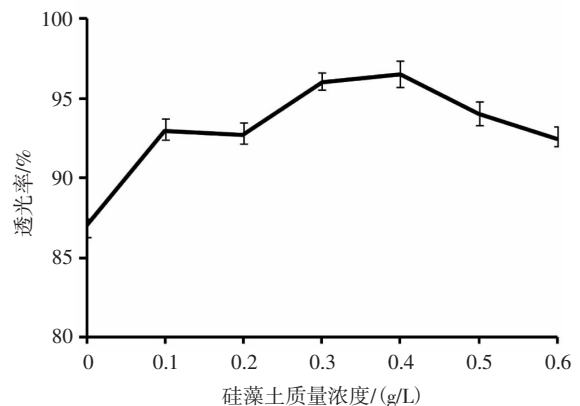


图 3 硅藻土对苹果醋澄清度的影响

### 2.5 琼脂对苹果醋澄清度的影响

将琼脂加入果醋, 会使得其正电荷与果醋中的蛋白质和碱性多糖等物质中的负电荷产生电性中和作用而絮凝聚集, 随着絮凝聚集的持续不断产生沉淀<sup>[21-22]</sup>, 从而提高果醋的澄清度。由图 4 可见, 琼脂质量浓度为 0.04 g/L 时澄清效果最好, 透光率为 95.59%。当琼脂质量浓度逐渐增大时透光率逐渐减小且不稳定, 澄清效果变差。

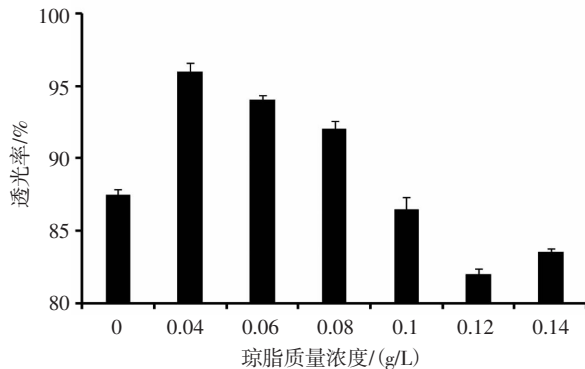


图 4 琼脂对苹果醋澄清度的影响

### 2.6 复合一溶液澄清对苹果醋澄清度的影响

由图 5 可以看出: 随着复合一溶液质量浓度的增加, 透光率逐渐增大, 质量浓度在 0.4 ~ 0.6 g/L 时, 澄清效果好, 质量浓度为 0.6 g/L 时澄清效果最好, 透光率达到 94.88%。当复合一溶液质量浓度大于 0.6 g/L 时透光率逐渐减小。

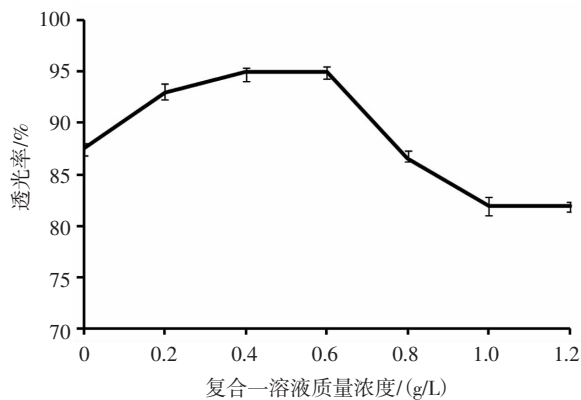


图 5 复合一溶液澄清对苹果醋澄清度的影响

### 2.7 复合二溶液澄清对苹果醋澄清度的影响

由图 6 可知, 随着复合二溶液质量浓度的逐渐增大, 透光率呈先增加后减少再增加的趋势, 在质量浓度为 0.3 g/L 时效果最好。随着质量浓度的增加, 其透光率不稳定, 澄清效果不明显。

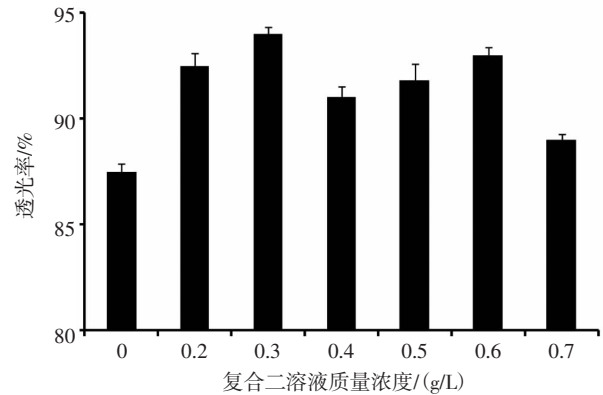


图 6 复合二溶液澄清对苹果醋澄清度的影响

### 2.8 不同澄清方法的澄清效果评价

以每种澄清剂的最佳添加量为标准进行对比, 结果见表 1 和表 2。由表 1 可知, 苹果醋中分别添加供试的 5 种澄清剂后, 较之自然澄清透光率都有较大幅度提升。其中添加硅藻土质量浓度为 0.4 g/L 的苹果醋澄清方法效果最好, 透光率为 96.62%; 其次是添加明胶质量浓度为 0.8 g/L 和琼脂质量浓度为 0.04 g/L 的澄清方法, 透光率分别为 96.23%、95.59%。添加 5 种澄清剂后, 各处理的固形物均低于自然澄清法。总酸以硅藻土澄清和明胶澄清较低, 均为 12%; 其余 3 种澄清方法均高于自然澄清法。

表 1 不同澄清方法效果比较

澄清方法	澄清剂质量浓度/(g/L)	透光率/%	固形物/(g/L)	总酸/%
自然澄清	0	83.02	13.2	14
硅藻土澄清	0.4	96.62	7.8	12
明胶澄清	0.8	96.23	8.5	12
琼脂澄清	0.04	95.59	9.5	15
复合一溶液澄清	0.6	94.88	10.5	16
复合二溶液澄清	0.3	94.45	11.4	15

由表 2 可知, 苹果醋中添加硅藻土、明胶、复合二溶液时上清液较澄清, 苹果醋分界面明显, 无悬浮物, 口感良好。添加琼脂、复合一溶液的沉淀少量, 上清液较澄清, 分界面明显, 有少量悬浮物。

### 3 结论与讨论

试验选用硅藻土、明胶、琼脂、复合一溶液和复合二溶液作为苹果醋的澄清剂, 各试验组均有一定的澄清效果。琼脂凝胶能力较强, 但相比

表 2 不同澄清对苹果醋感官评价的影响

澄清方法	感官评价
自然澄清	沉淀少量, 上清液浑浊, 分界面不明显, 有悬浮物
硅藻土澄清	沉淀大量, 上清液较澄清, 分界面明显, 无悬浮物, 口感良好
明胶澄清	沉淀少量, 上清液较澄清, 分界面明显, 无悬浮物, 口感良好
琼脂澄清	沉淀少量, 上清液较澄清, 分界面明显, 有少量悬浮物
复合一溶液澄清	沉淀少量, 上清液较澄清, 分界面明显, 有少量悬浮物
复合二溶液澄清	沉淀少量, 上清液较澄清, 分界面明显, 无悬浮物, 口感良好

其他澄清剂的澄清速率较慢, 质量浓度为 0.04 g/L 时透光率为 95.59%, 澄清能力弱于添加硅藻土和明胶试验组。硅藻土和质量浓度 0.4 g/L 的明胶澄清效果最好, 透光率为 96.62%。添加明胶可以使苹果醋中的单宁与之相互作用达到澄清的效果, 但明胶的质量浓度往往难以控制, 且操作不当反而会产生二次浑浊。硅藻土是常用且有效的澄清剂, 澄清效果好且价格便宜, 操作简单。复合一澄清剂虽然澄清效果明显, 质量浓度为 0.6 g/L 时透光率为 94.88%, 但有少量悬浮物, 澄清效果略逊于硅藻土。

苹果醋产生絮凝现象的原因较为复杂, 添加澄清剂可以有效的澄清并去除苹果醋中引起浑浊絮凝现象的物质并改善产品的色泽。在实际生产时澄清工艺中往往选择 2~3 种澄清剂结合使用的方法, 但往往导致工艺复杂且增加生产成本。实际生产过程中需要操作简便、澄清周期短且成本低廉的工艺, 建议首选澄清剂为硅藻土, 质量浓度为 0.4 g/L。

#### 参考文献:

- [1] 张霁红, 张永茂, 康三江, 等. 果醋中主要风味物质的研究进展[J]. 农产品加工, 2012(11): 47-51.
- [2] 张霁红, 张永茂, 康三江, 等. 我国苹果醋产业现状、存在问题及发展趋势[J]. 食品研究与开发, 2014, 35(6): 115-118.
- [3] 陈春香. 苹果醋的功能和工艺探讨[J]. 中国调味品, 2007(10): 65-74.
- [4] 张霁红, 张永茂, 黄玉龙, 等. 苹果醋清除 DPPH 自由基活性成分的研究[J]. 甘肃农业大学学报, 2011, 46(5): 124-125.
- [5] 许超群, 王亚利, 黄从军, 等. 苹果醋的开发与研究综述[J]. 中国调味品, 2011, 36(2): 7-8.
- [6] 尚宏芹, 侯红萍. 苹果酒生产工艺中存在的问题及控制措施[J]. 酿酒科技, 2010(2): 61-64.
- [7] 顾立众. 不同澄清剂对苹果醋澄清效果的研究[J]. 中国调味品, 2005(6): 37-38.
- [8] 肖雷, 姚菁华, 冷云伟, 等. 膨润土对醋的澄清作用[J]. 中国酿造, 2007, 26(4): 27-29.
- [9] 王君, 王媛慧. 不同澄清剂对柿子醋澄清效果的研究[J]. 中国调味品, 2014, 39(8): 32-34.
- [10] 蒋和体, 杨阳. 锦橙果醋酿造工艺研究[J]. 食品科学, 2008, 29(10): 235-238.
- [11] 赵敏, 窦冰然, 骆海燕, 等. 苹果醋发酵工艺及醋饮料的研究[J]. 食品工业, 2016, 37(4): 28-29.
- [12] 王化山, 刘四新, 王春燕, 等. 几种澄清剂对菠萝醋品质的影响[J]. 食品研究与开发, 2011, 32(8): 5-7.
- [13] 薛桂新, 王海松. 苹果梨酒澄清剂及澄清条件的研究[J]. 酿酒科技, 2009(11): 62-64.
- [14] 李建婷, 张晓丹, 陈慧, 等. 不同澄清剂对椴柑酒澄清效果研究[J]. 农产品加工, 2016(9): 5-7.
- [15] 孙小云, 胡仰栋, 卢彦越, 等. 多组分分析的连续波长紫外分光光度法[J]. 化学通报, 2006(7): 555-558.
- [16] 郭秋实. 枣酒酿制及澄清工艺研究[D]. 杨陵: 西北农林科技大学, 2012.
- [17] 卫春会, 黄治国, 罗惠波. 苹果酒澄清处理方法的研究[J]. 酿酒科技, 2012(10): 59-62.
- [18] 谢志镭. 不同澄清剂对黑莓果汁澄清效果的影响[J]. 中国食品学报, 2013, 13(4): 132-137.
- [19] 范艳丽. 不同澄清剂对枸杞酒的澄清效果及非生物稳定性的影响[J]. 中国酿造, 2008(18): 27-29.
- [20] 李艳敏, 赵树欣. 不同酒类澄清剂的澄清机理与应用[J]. 中国酿造, 2008(1): 1-2.
- [21] 吴国卿, 王文平, 甘红旗, 等. 野木瓜果醋的澄清研究[J]. 中国酿造, 2011(4): 72-74.
- [22] 宋娟, 张霁红, 胡生海, 等. 苹果渣固态发酵苹果醋工艺研究[J]. 甘肃农业科技, 2017(8): 48-53.

(本文责编: 杨杰)