

## 2 种发酵罐对赤霞珠干红葡萄酒发酵品质的影响

唐虎利 (宁夏职业技术学院宁夏农业学校, 宁夏银川 750021)

**摘要** [目的]研究酿造高质量赤霞珠干红葡萄酒的关键容器。[方法]采用锥筒冷带发酵罐和立式夹套发酵罐,研究2种发酵罐对赤霞珠干红葡萄酒发酵品质的影响。[结果]2种发酵罐都能正常完成酒精发酵过程,发酵曲线呈“慢-快-慢”的正常模式,在发酵旺盛期,锥筒冷带发酵罐的控温效果明显优于立式夹套发酵罐。2种发酵罐中的葡萄汁在发酵过程中有机酸的变化规律基本一致,差异不明显。2种发酵罐在开始浸渍发酵的前8 d,总酚、单宁、总花色苷含量都迅速增加。在整个发酵期内,总酚、单宁的含量与浸渍时间呈正相关,而前8 d,总花色苷的含量与浸渍时间呈正相关。在发酵过程中锥筒冷带发酵罐对总酚、单宁、总花色苷浸提效果明显优于立式夹套发酵罐。原酒、陈酿酒在酒精度、干浸出物、总酚、单宁、总花色苷指标上,锥筒冷带发酵罐均优于立式夹套发酵罐,更具有陈酿潜力。2种发酵罐所酿葡萄酒的品质均为“优秀”,但锥筒冷带发酵罐所得酒在外观、香气、口味和典型性方面均优于立式夹套发酵罐。[结论]各酒庄应根据产品市场定位、生产规模、资金实力等具体情况,合理搭配2种罐体的比例。

**关键词** 锥筒冷带;立式夹套;发酵罐;赤霞珠;品质

**中图分类号** TS262.61 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)25-051-04

### Influence of Two Kinds of Fermentation Tank on the Fermentation Quality on Cabernet Sauvignon Wine

TANG Hu-li (Ningxia Agricultural School of Ningxia Vocational College, Yinchuan, Ningxia 750021)

**Abstract** [Objective] The aim was to explore key tank for brewing high quality Cabernet Sauvignon wine. [Method] By using cone-cold strip and vertical-jacket fermentation tank, the fermentation quality of Cabernet Sauvignon wine two kinds of fermentation tank was studied. [Result] The results showed that the process of alcohol fermentation can normally complete in the two kinds of fermentation tanks, in which the fermentation curves showed the normal mode of "slow fast slow", but in the fastest growth period, the effect of temperature control in the cone-cold strip fermentation tank is obviously better than that in the vertical-jacket fermentation tank. The changes of organic acids in the fermentation process of two kinds of fermentation tanks were basically the same and no significant differences. The amount of total phenols, tannins and total anthocyan were increased rapidly in the first 8 days of two kinds of fermentation tanks. During the whole fermentation period, the amount of total phenols and tannins was positively correlated with the maceration time, but in the first 8 days, the total anthocyan content was positively correlated with maceration time. Along with the fermentation process, the extraction efficiency of total phenols, tannin and total anthocyan in the cone-cold strip fermentation tank was significantly higher than that in the vertical-jacket fermentation tank. The alcohol, dry extract, total phenols, tannin and total anthocyan contents of brut wine and natural aging wine fermented in the cone-cold strip fermentation tank, with more aging potentiality, were better than that in the vertical-jacket fermentation tank. The quality of the wine made in the two kinds of fermentation tanks are "excellent", but the appearance, aroma, taste and typical of the wine made in the cone-cold strip fermentation tank were better than that in the vertical-jacket fermentation tank. [Conclusion] The proportion of two kinds of fermentation tank should be allocated rationally according to products market positioning, production scale, capital power and so on.

**Key words** Cone-cold strip; Vertical-jacket; Fermentation tank; Cabernet sauvignon; Quality

宁夏贺兰山东麓是我国四大酿酒葡萄原产地域保护区之一,葡萄产业是特色支柱产业之一,葡萄品质优良,营养价值高。截至2015年底,全区葡萄种植面积接近4.0万hm<sup>2</sup>,其中酿酒葡萄近3.33万hm<sup>2</sup>,产量20万t,葡萄酒加工能力近27万t,目前共建设的酒庄达185家,综合产值达65亿元,初步形成了以银川市、石嘴山市、青铜峡市、红寺堡区和农垦系统为主体的五大葡萄酒产区<sup>[1]</sup>。伴随着“小酒庄、大产业”的蓬勃发展,在自治区“扩量、提质、增效”的产业带动下,酒庄葡萄酒收益的竞争优势表现在葡萄酒品质的竞争,必须在原料品质、工艺技术、酿酒设备等方面不断创新。不同的发酵设备与工艺控制参数,可以获得不同产品类型和质量档次的葡萄酒。先进发酵设备与降温控制相结合在一定程度上提升了葡萄酒原酒质量,而原酒品质是划分酒体等级和决定酒体陈酿的基础条件。在国外“锥筒冷带发酵罐”也早已投入使用,尤其在新鲜型酒、陈酿型酒发酵设备选型上积累了丰富经验,为丰富酒体种类和提升质量发挥了重大作用。在国内由于板材、焊接难度、成本价格的限制,近2年出现了

“锥筒冷带发酵罐”的专利产品,宁夏一些酒庄将其引入生产陈酿型高端干红葡萄酒,但由于新型“锥筒冷带发酵罐”与传统“立式夹套发酵罐”在结构设计、降温方式等方面的差异,需要对葡萄发酵过程、发酵产品品质等进行比较,利于选择适宜酿酒品种,合理控制关键酿造环节,指导企业在罐体类型搭配、酒体目标设计方面正确决策,可避免在酒庄建设中盲目扩大或重复投资,以期提高宁夏酒庄葡萄酒质量和生产经济效益,快速提升宁夏葡萄酒产业的核心竞争力,有效促进宁夏葡萄酒产业的可持续发展。

### 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 供试品种为赤霞珠(Cabernet Sauvignon)。试验地点为宁夏新慧彬葡萄酒庄有限公司。试验园生态条件:1997年定植,南北行向,株行距0.8 m×3.0 m,“厂字型”架形,活动积温3 500℃,年降雨量小于200 mm,土壤多是砂石土壤,富含石灰石,冬季须埋土,产量控制3 000 kg/hm<sup>2</sup>,无病虫害。果实紫黑色,成熟度一致,可溶性固形物256 g/L,还原糖252.2 g/L,总酸6.52 g/L,pH 3.56。

**1.2 主要设备** 5 t锥筒冷带发酵罐:不锈钢材质 SUS304,罐体高度2 120 mm,上直径1 600 mm,下直径1 900 mm,壁厚2 mm,冷却带冷却(100 mm×10 mm),设计压力0.4~0.6 MPa,设计温度-15~20℃,冷却介质乙醇溶液,换热面

**基金项目** 宁夏职业技术学院宁夏农业学校科研项目(NX14004)。

**作者简介** 唐虎利(1974-),男,陕西凤翔人,讲师,硕士,从事葡萄与葡萄酒教学科研工作。

**收稿日期** 2016-07-04

积 3.8 m<sup>2</sup>。

5 t 立式夹套发酵罐: 不锈钢材质 SUS304, 罐体高度 2 440 mm, 壁厚 2 mm, 弥勒板冷却, 设计压力 0.4 ~ 0.6 MPa, 设计温度 -15 ~ 20 °C, 冷却介质乙醇溶液, 换热面积 3.8 m<sup>2</sup>。

**1.3 试验方法** 2015年10月3日从葡萄园采摘成熟一致的赤霞珠葡萄, 经粒选、除梗、破碎后入罐, 每罐入料 4 t, 采用传统干红酿造工艺, 先浸渍 48 h 后接种发酵。每天 6 h 测定温度、比重各 1 次; 发酵温度控制在 25 ~ 28 °C, 温度过高时开启冷却系统自动降温; 每 6 h 循环压帽 15 min; 每天测定总酸、pH、总酚、单宁、总花色素苷 1 次。对原酒、陈酿 150 d 后酒检测酒精度、总酸、pH、干浸出物、总酚、单宁、总花色素苷指标, 最后按葡萄酒品尝表<sup>[2]</sup>进行感官评比。

选用偏重亚硫酸钾、进口果胶酶 RCO、进口酵母 OFC、酵母营养剂 FN502 等辅料, 用量依次为 120 mg/L、30 mg/L、0.2 g/L、0.2 g/L。

**1.4 测定项目与方法** 酒精度 (V/V, %)、总酸 (以酒石酸计, g/L)、pH、干浸出物 (g/L)、总酚 (以没食子酸计, mg/L)、单宁 (以单宁酸计, mg/L)、总花色素苷 (mg/L)、挥发酸 (g/L) 按文献<sup>[3]</sup>方法测定。

有机酸测定<sup>[4]</sup>, 标样均为分析纯, 先配成 (酒石酸 4 g/L、苹果酸 2 g/L、柠檬酸 1 g/L、琥珀酸 1 g/L、乳酸 2 g/L) 混合标样, 然后稀释成一系列浓度由小到大的混合标样。

## 2 结果与分析

### 2.1 葡萄发酵过程中主要指标的变化

**2.1.1 比重和温度变化。**以锥筒冷带发酵罐 (ZT) 和立式夹套发酵罐 (LJ) 在相同工艺下进行赤霞珠干红的酿造, 对检测所得的比重 (D)、温度 (T) 制作发酵曲线。由图 1 可知, 在整个酒精发酵过程中, 葡萄汁的比重持续下降, 并呈“慢-快-慢”的正常模式<sup>[5]</sup>。锥筒冷带发酵罐在第 12 天时葡萄汁比重降至 992, 发酵完成, 而立式夹套发酵罐在第 11 天时葡萄汁比重降至 992。通过计算产酒精效率, 锥筒冷带发酵罐、立式夹套发酵罐中赤霞珠葡萄产生 1% (V/V) 的酒精需糖量分别为 17.6、17.9 g/L。在发酵中, 第 1 ~ 7 天汁液温度逐步上升, 尤其第 4 ~ 7 天立式夹套发酵罐汁液温度明显高于锥筒冷带发酵罐, 这是由于发酵过程产热与不同冷却降温方式综合作用的结果。从第 7 ~ 12 天发酵温度逐步下降, 这是由于未采取制冷降温, 发酵过程平缓, 汁液散热所致, 且立式夹套发酵罐在发酵后期比锥筒冷带发酵罐散热效果好。

**2.1.2 有机酸含量变化。**由图 2 可知, 葡萄汁发酵前后, 总酸、酒石酸、苹果酸、柠檬酸均出现不同程度的降低。立式夹套发酵罐比锥筒冷带发酵罐总酸、酒石酸、苹果酸、柠檬酸的降低幅度大, 立式夹套发酵罐总酸由 6.68 g/L 降至 5.32 g/L, 降低了 1.36 g/L, 降幅达 20.36%; 酒石酸由 3.141 g/L 降至 2.036 g/L, 降低了 1.105 g/L; 苹果酸由 1.931 g/L 降至 1.364 g/L, 降低了 0.567 g/L; 柠檬酸由 0.481 g/L 降至 0.151 g/L。2 种发酵罐都以酒石酸降幅最大, 其次为苹果酸。发酵过程中总酸的降低, 主要是由于酒石酸的降低引起的, 其原因为发酵过程中乙醇的生成和发酵

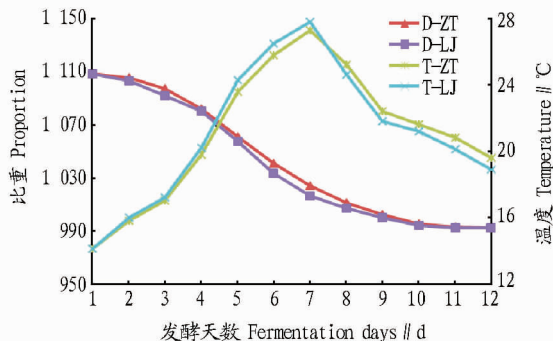


图 1 葡萄汁发酵过程中比重和温度变化

Fig. 1 The change curve of proportion, temperature of grape juice in fermentation process

介质的温度变化导致盐类物质溶解度下降。苹果酸、柠檬酸的降低与其部分参与酒精发酵代谢途径有关。锥筒冷带发酵罐比立式夹套发酵罐产生的琥珀酸、乳酸稍多, 而产生乙酸较少。这可能与锥筒冷带发酵罐的通氧量、卫生状况有关。此外, 乙酸作为衡量葡萄酒发酵质量好坏的“体温表”, 在发酵生成量上差异不明显, 说明 2 种罐葡萄发酵状况均良好。

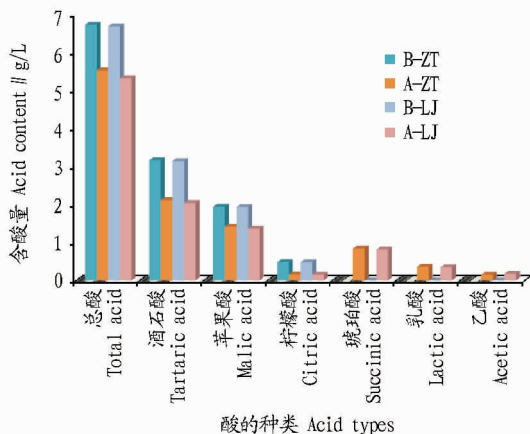


图 2 葡萄汁发酵前与发酵后葡萄酒有机酸含量比较

Fig. 2 Comparison of organic acid content before and after fermentation of grape juice

**2.1.3 总酚、单宁及总花色素苷含量的变化。**由图 3、4 可知, 在开始浸渍发酵的前 8 d, 总酚、单宁、总花色素苷含量迅速增加。随着浸渍时间的延长, 总花色素苷含量有所下降, 而总酚、单宁含量却持续上升。总酚、单宁在浸渍发酵过程中均保持上升趋势, 直到浸渍的第 11 天。在整个发酵期内, 总酚、单宁的含量与浸渍时间成正相关 (ZT:  $y = 174.4x + 261.89, R^2 = 0.9933$ ; LJ:  $y = 187.15x + 343.26, R^2 = 0.9746$ ;  $y = 158.08x + 281.68, R^2 = 0.9854$ ;  $y = 176.33x + 322.32, R^2 = 0.9732$ )。在发酵过程中锥筒冷带发酵罐对总酚、单宁浸提效果明显高于立式夹套发酵罐。发酵结束时, 锥筒冷带发酵罐的总酚、单宁含量分别增加了 3.97 倍、4.24 倍。由图 5 可知, 在发酵开始后, 总花色素苷的含量逐步增加, 第 8 天后保持稳定并有减小趋势。前 8 d, 总花色素苷的含量与浸渍时间成正相关 (ZT:  $y = 116.12x - 22.418, R^2 = 0.9678$ ; LJ:  $y = 115.48x - 47.343, R^2 = 0.9709$ ), 且锥筒冷带发酵罐总花

色素苷含量略高于立式夹套发酵罐。发酵结束时,锥筒冷带发酵罐总花色苷含量增加了 7.8 倍。因此,在酿造高品质

葡萄酒时,要合理控制浸渍方式与浸渍时间,从而保证酚类物质的最佳含量。

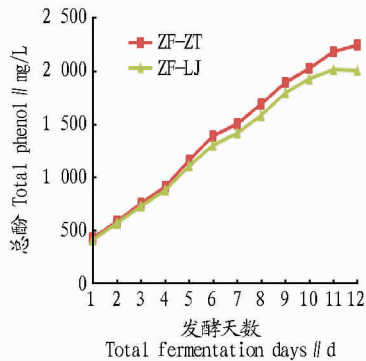


图 3 葡萄汁发酵过程中总酚含量变化

Fig. 3 The change of total phenol content in the fermentation process of grape juice

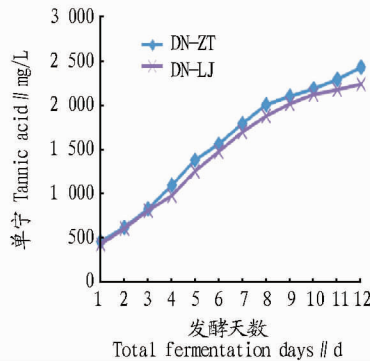


图 4 葡萄汁发酵过程中单宁含量变化

Fig. 4 The change of tannic acid content in the fermentation process of grape juice

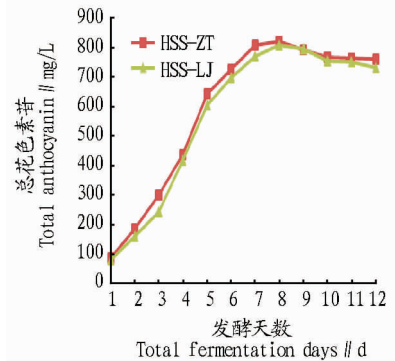


图 5 葡萄汁发酵过程中总花色苷含量变化

Fig. 5 The change of total anthocyanin content in the fermentation process of grape juice

2.1.4 发酵结束葡萄酒原酒的质量指标对比。由表 1 可知,锥筒冷带发酵罐与立式夹套发酵罐所酿造的干红葡萄酒相比,前者在酒精度、干浸出物、总酚、单宁、总花色苷等指标上均有所增加,并存在一定差异。而葡萄酒中的酒精度、干浸出物、单宁、总酚成分越多,其陈酿潜力越大<sup>[6]</sup>。

## 2.2 原酒陈酿后质量指标的变化

2.2.1 理化指标对比。由表 2 可知,锥筒冷带发酵罐与立式夹套发酵所得原酒经陈酿后相比,前者在酒精度、干浸出物、总酚、单宁、总花色苷指标上均高于后者,说明前者所得的葡萄酒更具有陈酿潜力。

表 1 不同发酵罐所得葡萄酒主要理化指标对比

Table 1 Comparison of main physical and chemical indexes of grape wine in different fermentation tanks

发酵罐 Fermentation tank	酒精度(V/V) Alcoholic strength//%	总酸 Total acid// g/L	pH	干浸出物 Dry extract//g/L	总酚 Total phenols mg/L	单宁 Tannic acid// mg/L	总花色苷 Total anthocyanin mg/L
ZT	14.35	5.52	3.62	31.78	2 395.2	2 275.2	1 526.8
LJ	14.09	5.32	3.69	30.85	2 208.5	2 039.5	1 439.2

表 2 葡萄酒陈酿后主要理化指标对比

Table 2 Comparison of main physical and chemical indexes of grape wine after ageing

发酵罐 Fermentation tank	酒精度(V/V) Alcoholic strength//%	总酸 Total acid// g/L	pH	干浸出物 Dry extract//g/L	总酚 Total phenols mg/L	单宁 Tannic acid// mg/L	总花色苷 Total anthocyanin mg/L
ZT	14.15	5.30	3.68	30.95	2 055.5	2 348.5	1 343.8
LJ	13.98	5.12	3.72	29.74	1 775.5	2 157.8	1 270.2

2.2.2 感官质量的评价对比。从外观、香气、口味和典型性 4 个方面对葡萄酒进行感官评价(15 个评委,均有 3 级以上品酒师职业资格),总分为 100,质量等级分为优秀( $\geq 86$ )、很好(81~85)、好(71~80)、一般(51~70)、不好( $\leq 50$ ),共 5 个档次<sup>[7]</sup>,所得综合评判结果见表 3。由表 3 可知,锥筒冷带发酵罐与立式夹套发酵罐所酿造葡萄酒的品质均为“优秀”,评分在 85 以上,但前者在外观、香气、口味和典型性方面均优于后者。

## 3 结论与讨论

(1) 2 种发酵罐都能在正常操作控制下顺利完成酒精发酵过程。在前期浸渍 2 d 后启动发酵的情况下,锥筒冷带发酵罐中的葡萄汁 12 d 彻底完成酒精发酵,而立式夹套发酵罐需要 11 d 完成。尤其在发酵 4~7 d 进入旺盛期产热增加时,锥筒冷带发酵罐的控温效果明显优于立式夹套发酵罐,

很好地实现了浸渍发酵的温度控制。2 种发酵罐中的葡萄汁在发酵过程中有机酸的变化规律基本一致,立式夹套发酵罐比锥筒冷带发酵罐中总酸、酒石酸、苹果酸、柠檬酸的降低幅度大,这主要是由于酒精生成、温度变化、部分酸参与代谢造成;锥筒冷带发酵罐比立式夹套发酵罐中产生琥珀酸、乳酸稍多,而产生乙酸较少,这也验证了锥筒发酵罐在温度控制与通氧、卫生控制方面的独特优势。

(2) 2 种发酵罐在酚类物质的浸渍提取中都发挥了关键性作用。酚类物质包括单宁、花色苷、酚酸和黄酮类化合物,决定了葡萄及其加工的颜色、涩感、苦味、氧化性能等<sup>[8]</sup>。2 种发酵罐在发酵过程中对于总酚、单宁、总花色苷的提取,在前 8 d 内其含量与浸渍时间呈明显的正相关关系,且发酵过程中单宁、总酚的提取效果明显优于总花色苷。锥筒冷带发酵罐对总酚、单宁、总花色苷的浸提效果明显优于立

式夹套发酵罐,这主要是由于锥筒冷带发酵罐“上小下大”的罐体结构抑制了发酵过程中皮渣的上浮而压帽、有效浸渍、

通氧量的差异、温度控制严格等综合作用结果,这种罐体自身“内压帽”作用是锥筒带式发酵罐的独特优势。

表3 葡萄酒陈酿后感官评价对比

Table 3 Sensory evaluation of grape wine after ageing

发酵罐 Fermentation tank	外观(20) Appearance	香气(30) Aroma	口味(40) Taste	典型性(10) Typicality	总分(100) Total score	性状描述 Trait description
ZT	18.22	27.92	36.83	9.12	92.09	深宝石红,浓郁黑色浆果(如黑莓、黑皮李子)香气,优雅的黑胡椒香料香气,酒体圆润、单宁感强劲,后味饱满,余味长,陈酿潜力强
LJ	17.85	26.73	35.72	8.75	89.05	深宝石红,浓郁黑醋栗浆果香气,淡雅的黑胡椒香料香气,酒体醇厚、单宁感强,后味饱满,余味较长,适于陈酿

(3)2种发酵罐在正常发酵控制下均能生产出质量优秀的葡萄酒。通过所得原酒、陈酿酒的质量比较,锥筒冷带发酵罐与立式夹套发酵罐所酿造原酒,前者在酒精度、干浸出物、单宁、总酚、总花色苷含量上均优于后者,且出现一定的差异,这决定了葡萄酒的结构骨架与陈酿潜力。陈酿酒的质量指标检测中也出现了类似的现象。在陈酿酒的感官质量评价中,立式夹套发酵罐与锥筒冷带发酵罐所得酒在色、香、味、典型性的评价上均为“优秀”,但后者在色泽、香气浓郁度与丰富度、酒体醇厚度、陈酿潜力上尤其突出。

(4)在研究2种发酵罐对赤霞珠干红葡萄酒发酵品质的影响后,弄清了赤霞珠葡萄发酵过程中发酵曲线、有机酸、酚类物质的变化规律,为生产工艺控制、发酵罐选择、单品种葡萄酒酿造提供参考。同时,不同罐体生产的酒体在理化指标、感官指标上有一定差异,为生产中酒体的质量分级、陈酿、市场定位提供了一定指导。合理选择发酵罐类型在一定程度上影响葡萄酒的质量档次,发酵过程是葡萄酒品质充分表达的重要过程,浸渍方式或工艺<sup>[9]</sup>、浸渍时间、温度、汁与皮渣接触面积等是影响浸渍效果的重要条件<sup>[10]</sup>,在生产中应科学地控制总酚、单宁及花色苷的浸渍程度,这与发酵罐的结构、控温方式、通氧量等密切相关。伴随着贺兰山东麓葡萄酒产区“小酒庄、大旅游”产业的崛起,在同等葡萄酒质量

与传统酿造工艺前提下,决定葡萄酒质量的发酵设备也进行了不断地改造升级,虽然锥筒冷带发酵罐比立式夹套发酵罐在葡萄酒的发酵品质上更胜一筹,但由于2种罐在板材价格、焊接难度、制作费用、平台设计、车间利用率等方面的差异,各酒庄应根据产品市场定位、生产规模、资金实力等具体情况,合理搭配2种罐体的比例,避免酒庄酒同质化,突出差异化<sup>[11]</sup>,以保证市场核心竞争力和酒庄健康持续发展。

### 参考文献

- [1] 张红梅,宋莉,沈杨.中国葡萄酒文化旅游发展战略研究:以宁夏贺兰山东麓为例[J].干旱区资源与环境,2014,28(5):197-200.
- [2] 李华.葡萄酒品尝学[M].北京:中国青年出版社,1992.
- [3] 秦含章.葡萄酒分析化学[M].北京:中国轻工业出版社,1991.
- [4] 王华.葡萄与葡萄酒实验技术操作规范[M].西安:西安地图出版社,1999.
- [5] 唐虎利,张振文,高春英.新疆玛纳斯县赤霞珠葡萄发酵品质的研究[J].酿酒科技,2009(3):59-62.
- [6] 杨敏.葡萄酒基础知识与品鉴[M].北京:清华大学出版社,2013:49.
- [7] 唐虎利,张振文,孙莹,等.新疆玛纳斯县赤霞珠葡萄最佳采收期的研究[J].中国酿造,2009,38(10):78-81.
- [8] 张存智,张军翔.葡萄酒酿造使用技术[M].北京:中央广播电视大学出版社,2014.
- [9] 付丽霞,张惠玲,刘亚,等.发酵前处理工艺对葡萄酒香气的影响[J].酿酒科技,2016(3):67-70.
- [10] 商华,王焕香,傅晓芳,等.发酵后浸渍时间对赤霞珠干红葡萄酒品质的影响[J].中外葡萄与葡萄酒,2016(2):35-36.
- [11] 唐虎利.宁夏葡萄酒酒庄创新发展模式与思路研究[J].安徽农业科学,2013,41(18):7939-7941.

(上接第47页)

### 3 结论

绿壳鸡蛋蛋糕在制作过程中的起发、膨胀性等性质优于普通鸡蛋蛋糕;绿壳鸡蛋蛋糕的多种感官性状均优于普通鸡蛋蛋糕,包括色泽、香味、质地与形状、弹柔性和口感等方面;绿壳鸡蛋蛋糕的烘焙品质更优于普通鸡蛋蛋糕,主要指面糊比容、蛋糕比容更大,弹性更大,且硬度、黏附性及咀嚼性更小。该研究为绿壳鸡蛋蛋糕开发工艺的深入研究提供理论基础。

### 参考文献

- [1] 傅筑荫,王平,华时尚,等.绿壳鸡蛋与非绿壳鸡蛋的营养测定和比较[C]//杨宁,李辉.中国家禽科学研究进展:第十四次全国家禽学术讨论会论文集.中国:中国农业科学技术出版社,2009.
- [2] 上海国内贸易仪器监督检验测试中心.绿壳鸡蛋丰富的营养价值[EB/OL]. [2016-05-09]. <http://www.doc88.com/p-706860174323.html>.
- [3] 钟志惠.蛋糕生产技术与配方[M].北京:化学工业出版社,2009.
- [4] 梁权.小麦胚芽蛋糕的制作及其品质研究[J].粮食加工,2015,40(6):64-66.
- [5] 田海娟,张传智,赵晶.含红豆粉蛋糕的研制[J].食品研究与开发,2014,35(22):50-53.
- [6] 钟志惠,贾洪锋,徐向波,等.绿壳鸡蛋和普通鸡蛋功能性能及烘焙制品品质对比研究[J].食品科技,2015,40(9):26-29.