

树莓果酒酿造工艺的研究

段晓玲¹, 吕长山², 王金玲^{1*}

(1. 东北林业大学林学院, 黑龙江哈尔滨 150040; 2. 东北农业大学应用技术学院, 黑龙江哈尔滨 150030)

摘要 [目的] 探究树莓果酒发酵的最佳工艺参数。[方法] 以树莓全汁为原料, 新鲜浆果中分离的树莓果酒最佳酿酒酵母为发酵菌种, 探讨发酵温度、pH、初糖浓度及酵母接种量对树莓果酒品质的影响。[结果] 试验表明, 这4个因素对树莓果酒发酵均有不同程度的影响, 大小次序为初糖浓度、酵母接种量、发酵温度、pH, 当发酵温度 26 ℃、酵母接种量 8%、pH 3.7、初糖浓度 23% 时得到的果酒品质最佳, 其总酸 9.23 g/L, 残糖 3.48 g/L, 酒精度 11.6% vol, 具有鲜亮的宝石红色, 澄清透亮, 果香浓郁, 酒体丰满, 口味纯正。[结论] 在该研究得出的工艺条件下可获得优质高档的树莓果酒, 为树莓产业的发展奠定基础。

关键词 树莓; 果酒; 酿造; 工艺

中图分类号 S509.9 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2013)31-12431-04

Fermentation Technology of Raspberry Wine

DUAN Xiao-ling et al (School of Forestry, Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang 150040)

Abstract [Objective] To study the optimum technique parameters of fermentation of raspberry wine. [Method] The effects of temperature, pH, initial sugar concentration and the amount of yeast inoculation on the quality of raspberry wine were researched using raspberry juice as raw material and *Saccharomyces cerevisiae* isolated from fresh berries as starter. [Result] The results showed that these four factors had varying effects on the fermentation process in decreasing order: the initial sugar concentration, the amount of yeast inoculation, temperature, and pH, and the best fermentation conditions were temperature of 26 ℃, yeast inoculation quantity 8%, pH 3.7 and initial sugar concentration 23%. The qualities of raspberry wine: total acid (citric acid to calculate) of 9.23 g/L, residual sugar of 3.48 g/L, alcoholic strength of 11.6% vol, bright red of ruby, clear and transparent, shiny, elegant fruity and harmonious wine, pure taste. [Conclusion] The high quality raspberry wine was obtained, which will lay a foundation for development of raspberry industry.

Key words Raspberry; Fruit wine; Fermentation; Technology

树莓(Raspberry), 蔷薇科悬钩子属(*Rubus*. L) 多年生小灌木类落叶果树, 果实香味宜人, 口感独特, 在国际上被誉为“黄金浆果”和“水果之王”^[1-2]。然而树莓成熟期集中、采收时间短、机械采收难度大、采后储藏运输难, 所以树莓多以鲜食为主, 但鲜食红树莓果的零售价较高且货架期短, 严重限制了树莓的消费, 因此树莓深加工倍受关注^[3-5]。

近年来, 树莓果酒成为都市崇尚健康人群的新宠, 加工成果酒不仅延长了红树莓的储存时间, 满足了消费者对树莓的食用需求, 且树莓酒酒精度低, 长期饮用能调整人体生理平衡, 有益于身体健康^[6-8]。目前国内红树莓果酒研制主要集中在甜酒, 关于非甜型酒研制方面的研究和专利较少, 发酵工艺和技术还不够成熟, 尚不能实现产业化^[9]。笔者以前期研究获得的一株树莓果酒专用酵母为发酵菌种探究树莓果酒发酵的最佳工艺参数, 以期获得优质高档的树莓果酒, 为树莓产业的发展奠定基础。

1 材料与方 法

1.1 材料 红树莓、白砂糖, 市购; 酿酒酵母(*Saccharomyces cerevisiae*), 由实验室筛选得到; 无水碳酸钠、亚硫酸钠、硫酸铜、氢氧化钠、酒石酸钾钠、亚铁氰化钾、邻苯二甲酸氢钾, 天津天力化学试剂有限公司, 分析纯。

主要仪器与设备: JA2003 电子天平, 上海良平仪器仪表有限公司; DK-S12 型电热恒温水浴锅, 上海博迅实业有限公司医疗设备厂; TDL-40B-W 型台式低速大容量离心机, 湖南

星科科学仪器有限公司; 3C 型 pH 计, 上海雷磁仪器厂; 三支组-100% VOL 酒精计、WZ-108 手持糖量计, 河北省沧州市西北庄红旗仪表厂。

1.2 试验方法

1.2.1 树莓果酒发酵工艺流程。 红树莓→解冻→挑选→榨汁→成分调整→主发酵→过滤→后发酵→澄清→陈酿→灭菌→成品^[10]。

1.2.2 发酵操作要点。 ①将树莓解冻, 从中挑选出无损坏、无虫害的成熟树莓进行榨汁, 用 4 层纱布过滤, 弃去残渣。②成分调整: 树莓榨汁后, 添加 160 mg/L Na₂SO₃, 需要注意的是, 用量少则不能抑制杂菌, 用量过多则会抑制酵母的生长。③灭菌: 将加入了 Na₂SO₃ 的果汁的 pH 调整到 3.7, 初糖浓度用手持糖量计调整到 23%, 75 ℃ 灭菌 15 min, 冷却至室温。④主发酵: 在无菌操作间接筛选出的菌种, 按料液质量的 6% 加入酵母进行发酵, 在 23 ℃ 进行 7 d 的主发酵; 做 3 个平行。⑤后发酵: 将经过主发酵后的发酵醪用多层纱布过滤, 同时滤液混入一定空气, 部分休眠的酵母复苏。后发酵的装料率要大, 减少三角瓶内的氧气以防止醋酸菌污染。⑥陈酿: 发酵过的原酒装满三角瓶后密封, 避免空气混入, 在 17 ℃ 下低温陈酿 2 个月左右。⑦装瓶灭菌: 陈酿后, 对树莓果酒进行过滤, 然后进行装瓶, 在 75 ℃ 下热水浴 20~30 min, 最后冷却即可得到成品。

1.2.3 单因素试验。 选择 pH、温度、初糖浓度及酵母接种量为发酵工艺试验的单因素, 各因素水平设计如表 1, 每个试验 3 次平行。

1.2.4 正交试验。 在单因素试验的基础上, 选取 pH、发酵温度、初糖浓度、酵母接种量 4 个因素, 利用 L₉(3⁴) 正交表

作者简介 段晓玲(1990-), 女, 云南腾冲人, 硕士研究生, 研究方向: 森林植物资源保护与开发利用。* 通讯作者, 副教授, 博士, 从事林下资源研究开发。

收稿日期 2013-09-02

(表2)进行正交优化试验,每个试验3次平行。

表1 单因素水平

水平	因素			
	pH	温度//℃	初糖//%	酵母接种量//%
1	2.7	18	14	2
2	3.2	22	17	4
3	3.7	26	20	6
4	4.2	30	23	8
5	4.7	34	26	10

表2 正交试验因素及水平设计

水平	因素			
	温度(A)//℃	pH(B)	初糖(C)//%	酵母接种(D)量//%
1	26	3.2	17	4
2	30	3.7	20	6
3	34	4.2	23	8

1.2.5 分析测定方法。根据感官评价、酒精度、残糖以及总酸指标的比较分析,得到最佳工艺参数。酒精度测定:酒精计法,参照 GB/T15038-2005;糖度测定:斐林试剂直接滴定法,参照 GB/T15038-2005;总酸测定:酸碱滴定与电位滴定法,参照 GB/T15038-2005;感官评价^[11]:请10位具有一定食品感官评定基础的品尝者对每一批原酒进行感官评定,具体标准见表3。

表3 感官评价

感官指标	评分标准	分数
色泽(20分)	清亮,有光泽,酒红色	18~20
	稍有浑浊,光泽不明显,酒红色	13~17
	浑浊,暗淡无光泽,浅红色	7~13
香味(30分)	浑浊,暗淡无光泽,黄色	0~6
	清新的树莓果香和浓郁的酒香	26~30
	树莓果香和酒香良好,无异味	20~25
	果香酒香不足,有异味	13~19
滋味(40分)	无酒香,异味浓重	0~12
	酒体丰满,醇厚协调,爽口	35~40
	酒体淡薄,酸甜适中,柔和	28~34
	无酒味,较甜,略酸	20~28
典型风味(10分)	无酒味,酸涩,口感粗糙	0~19
	风味典型、风格独特优雅	8~10
	风味典型,风格良好	5~7
	典型风味欠缺,风格一般	2~4
	无典型风味	0~1

1.3 数据处理与分析 单因素试验结果图表绘制采用Excel软件,正交试验数据采用正交试验设计助手(II 3.1)进行方差分析与极差分析。

2 结果与分析

2.1 单因素试验

2.1.1 温度对果酒发酵的影响。由图1可以看出,总酸含量随着温度的升高变化幅度较小,其中30℃时总酸含量最低,为9.99 g/L。在18~30℃范围内,残糖量随着温度的升高而逐渐下降,34℃时又有所上升,说明在18~30℃范围内,发酵温度的升高利于糖转化为酒精的发酵过程,而34℃条件下,温度过高,加速了酵母的衰老,影响了酵母能够转化

的糖量^[12]。在18~22℃范围内,酵母的生长繁殖受到抑制,酒精度较低,酒精度随着温度升高而下降,酒精度在22~26℃范围内则随温度升高而迅速上升,26~34℃范围内基本保持不变;由感官评价分数来看,30℃时结果最好。

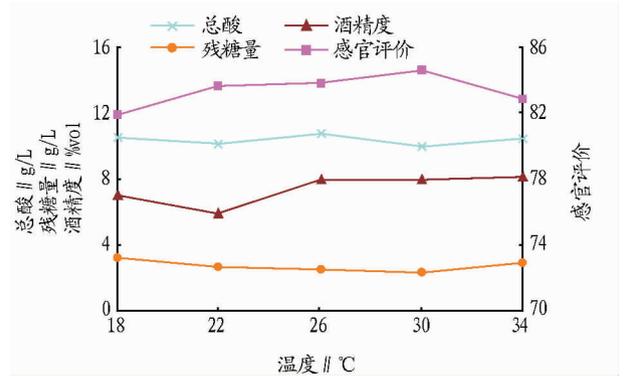


图1 发酵温度对果酒品质的影响

温度是酵母生长繁殖的重要条件,它直接影响果酒质量及酒精生成量^[13]。温度过低酵母生长缓慢,发酵周期较长,酒体淡薄,不利于果酒生产,而温度过高则使酒液易受杂菌侵染而影响品质^[14]。30℃时总酸含量与残糖量均达到最低,发酵较为彻底,酒精度高,果酒的口感、色泽、香味等最为理想。综合考虑,选30℃为最佳发酵温度。

2.1.2 pH对果酒发酵的影响。由图2可以看出,pH 2.7时总酸含量极高,pH 2.7~3.2范围内随pH升高总酸含量迅速下降,pH 3.2~4.7范围内缓慢下降;残糖含量在pH 2.7~3.2范围内迅速下降,pH 3.2~4.7范围内平缓下降;酒精度则出现先上升后下降的趋势,当pH 2.7时,基本没有发酵,pH为3.7时,酒精度达到最高,为9%vol,pH在3.7~4.7范围内,随着pH升高酒精度逐渐降低。从感官评价角度看,pH在3.2~4.2范围内结果较好。

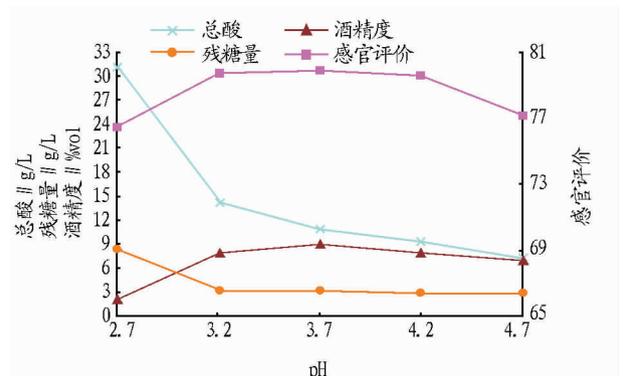


图2 pH对果酒品质的影响

pH过低或过高都将抑制微生物体内某些酶的活性,使得酵母菌不能正常生长代谢,影响发酵进程。当pH为2.7时得到的产品酸涩,无酒香,过低的pH不仅使酵母菌的繁殖受到抑制,同时也直接影响到果酒的风味。当pH为4.7时,果酒色泽暗淡,无树莓典型风味且略带苦涩味。pH在3.2~4.2范围内,总酸、残糖含量低,酒精度先升高后稳定,果酒口感、色泽等性状在pH为3.7时达到最佳状态。

2.1.3 初糖浓度对果酒发酵的影响。由图3可以看出,随

着初糖浓度的增加,总酸含量逐渐下降;残糖量在初糖浓度为 14%~20% 范围内随初糖浓度的升高缓慢下降,并在初糖浓度为 20% 时达到了最低,为 3.06 g/L,初糖浓度 23%~26% 时残糖量升高,其中初糖浓度 20%~23% 范围内缓慢升高,而 20%~26% 范围内迅速上升达到了最高,为 7.51 g/L;随着初糖浓度的升高酒精度呈上升趋势,其中初糖浓度在 17%~20% 迅速上升,其余各段缓慢上升。由感官评价角度来看,初糖浓度为 20% 时结果最佳。

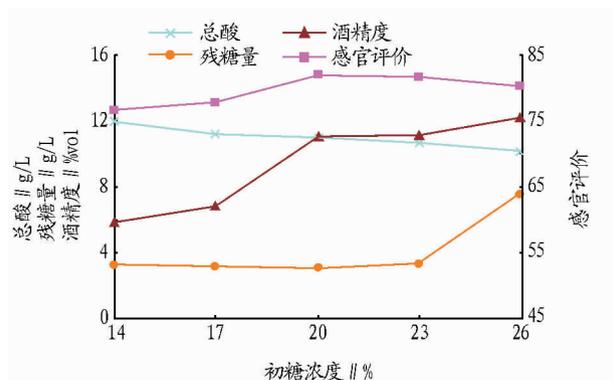


图3 初糖浓度对果酒品质的影响

初始糖度较低时,酵母生长代谢所需的营养得不到满足,生长代谢较慢,所以初糖浓度较低时酒精度较低,因为发酵不彻底且果酒较为酸涩,感官评价分数较低。当初糖浓度为 20% 时,发酵彻底,酵母代谢将大部分糖都转化为酒精,酒精度高,且果香浓郁,酸度低,感官评价分数较高。当初糖浓度达到 26% 时,过高的糖度会影响酵母菌繁殖和代谢,不但延长发酵时间,还增加工业成本。综合考虑,选 20% 为最适初糖浓度。

2.1.4 酵母接种量对果酒发酵的影响。由图 4 可以看出,酵母接种量在 2%~6% 范围内,随着酵母接种量的增大,总酸含量变化幅度不大,酵母接种量为 8% 时总酸含量达到最

低,为 9.97 g/L;残糖量在果酒中的含量随着酵母接种量的升高变化幅度较小且含量较低;酵母接种量在 2%~6% 范围内,酒精度随酵母接种量的增加而升高,酵母接种量为 6% 时发酵最为彻底,酒精度达到最高,为 8% vol,酵母接种量在 6%~10% 范围内酒精度又有所降低。从感官角度出发,酵母接种量为 2% 时得到的果酒品质不佳,酵母接种量 6% 时效果最好。

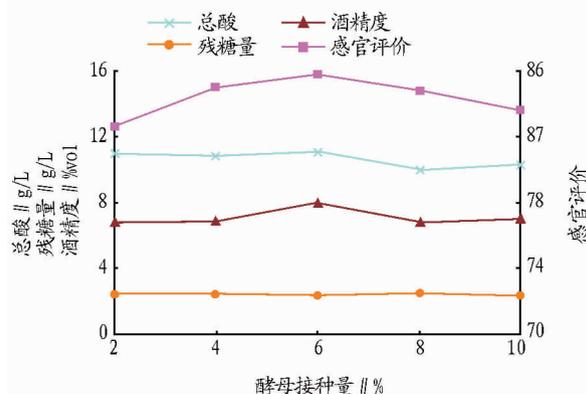


图4 酵母接种量对果酒品质的影响

在酵母接种量为 2%~4% 时,发酵初期酵母生物量不足,发酵周期延长,发酵不彻底,不利于各种芳香风味物质的生成,酒精度低,果酒酒香薄弱,略带苦涩味。当酵母接种量达到 6% 时,发酵较为彻底,酒精度高,酒体丰满,果香浓郁。当酵母接种量较大时,有限的营养物质不能满足酵母生长代谢繁殖,发酵不彻底,酒精度低,且酵母残体也会影响树莓的自然果香及果酒澄清度,从而影响果酒的口感、色泽。综合考虑,选 6% 为最佳酵母接种量。

2.2 正交试验结果 依照表 2 做主发酵的正交试验,发酵 7 d 后,测原酒的总酸、残糖、酒精度,并对原酒进行感官评价,结果及分析如表 4,分析以感官评价分数为主要依据。

评价红树莓果酒品质的重要指标是酒精度和感官评价,

表 4 $L_9(3^4)$ 正交优化试验结果

试验号	因素				感官评价	总酸 g/L	残糖 g/L	酒精度 % vol
	发酵温度	pH	初糖浓度	酵母接种量				
1	1	1	1	1	82.00	19.99	4.55	5.9
2	1	2	2	2	81.86	12.36	3.92	8.0
3	1	3	3	3	85.86	9.19	3.53	10.8
4	2	1	2	3	83.14	14.45	3.78	8.9
5	2	2	3	1	83.28	11.06	2.87	9.9
6	2	3	1	2	82.14	9.80	3.49	7.8
7	3	1	3	2	83.86	17.36	4.50	9.5
8	3	2	1	3	84.00	15.11	3.65	5.9
9	3	3	2	1	80.29	14.18	3.81	5.9
k_1	83.240	83.000	82.713	81.857				
k_2	82.853	83.047	81.763	82.620				
k_3	82.717	82.763	84.333	84.333				
R	0.523	0.284	2.570	2.476				

酒精度影响着果酒的耐储藏性以及酒的风味,而感官评价直接影响着红树莓果酒被消费者接受的程度。由正交试验结果(表 4)可以看出,影响果酒品质的因素依次是:初糖浓度、

酵母接种量、发酵温度、pH,初糖浓度和酵母接种量的影响较大且程度相当,影响最小的是 pH,综合分析得到最佳酿造工艺是 $A_1B_2C_3D_3$,即发酵温度为 26 °C, pH 3.7,初糖浓度 23%,

酵母接种量 8%, 在正交试验中无此组合, 需做验证试验。

由正交试验方差分析(表 5)得到, $F_A < 19.000$, $F_B < 19.000$, $F_C > 19.000$, $F_D > 19.000$ 。对果酒品质影响的程度依次是: 初糖浓度、酵母接种量、发酵温度、pH, 初糖和酵母接种量的影响显著且程度相当, 影响最小的是 pH, 与极差分析的结果一致。

表 5 $L_9(3^4)$ 正交优化试验结果方差分析

因素	F 比	F 临界值	显著性
发酵温度	3.203	19.000	
pH	1.000	19.000	
初糖浓度	73.420	19.000	*
酵母接种量	69.942	19.000	*

注: * 表示差异显著($P < 0.05$)。

调整树莓果汁的初糖浓度至 23%、pH 至 3.7, 接入 8% 的酿酒酵母, 在 26 °C 条件下发酵 7 d, 得到的红树莓果酒总酸 9.23 g/L, 残糖 3.48 g/L, 酒精度为 11.6% vol, 具有鲜亮的宝石红色, 澄清透亮, 果香浓郁, 酒体丰满, 口味纯正。组合中最佳工艺为 $A_1B_3C_3D_3$, 得到的果酒品质不如 $A_1B_2C_3D_3$, 故最佳工艺应为发酵温度 26 °C, pH 3.7, 初糖浓度 23%, 酵母接种量 8%。

3 结论与讨论

由于树莓本身风味特殊, 采用传统工艺加工会导致风味劣变营养丧失, 不易被消费者认可, 因此, 不断研究树莓加工的新技术、新工艺, 并对其营养保健功效进行深入研究, 开发附加值较高的产品, 不仅具有很好的经济价值, 而且对于预防慢性病具有深远意义^[15-17]。试验以前期研究筛选出的一株适合树莓发酵的酵母为发酵菌种探究此株酵母的最佳发酵工艺参数, 在树莓果酒加工工艺上有所突破。王丽娟等以亚硫酸氢钠添加量、初糖浓度、酵母接种量及发酵温度为单因素对树莓果酒加工工艺进行过研究, 采用正交优化试验优选最佳发酵工艺参数, 所得果酒残糖含量 ≤ 30 g/L、总酸 3.0 ~ 6.0 g/L、酒精度为 10% vol ~ 13% vol, 色泽红色、澄清透亮、酒质醇和浓郁、果香酒香清新怡人^[18]; 不同的是, 该研究以发酵温度、pH、初糖浓度及酵母接种量为单因素; 王丽娟等采用葡萄酒活性干酵母为发酵菌种, 而该试验所用酵母为前期研究新鲜树莓中筛选的天然酵母, 所得果酒总酸 9.23 g/L、残糖 3.48 g/L、酒精度为 11.6% vol, 较王丽娟所得果酒残糖量大大降低, 色泽鲜艳, 澄清透亮, 果香浓郁, 酒体丰满, 风格独特, 口味纯正。

该试验虽探究出了树莓果酒最佳发酵工艺参数, 使树莓果酒品质在一定程度上得到提高, 但要得到优质高档的树莓

果酒还有很多工作要做, 如果酒在长期的储藏过程容易发生混浊, 果酒的澄清工艺仍需进一步研究; 得到的树莓果酒产品较为酸涩, 如何降酸仍需在工艺上进一步探讨。

试验得到树莓果酒的最佳发酵条件为: 发酵温度 26 °C, pH 3.7, 初糖浓度 23%, 酵母接种量 8%。得到的红树莓干红果酒总酸 9.23 g/L, 残糖 3.48 g/L, 酒精度为 11.6% vol, 具有鲜亮的宝石红色, 澄清透亮, 果香浓郁, 酒体丰满, 风格独特, 口味纯正。通过试验探究出了树莓果酒最佳发酵工艺参数, 使树莓果酒品质得到了较大改善, 为树莓产业的发展奠定基础。

参考文献

- [1] SUN Y Z, LIAO X J, WANG Z F, et al. Optimization of microwave-assisted extraction of anthocyanins in red raspberries and identification of anthocyanin of extracts using high-performance liquid chromatography - mass spectrometry[J]. European Food Research and Technology, 2007, 225(3/4): 511 - 523.
- [2] BOBINAITE R, VIŠKELIS P, VENSKUTONIS P R. Variation of total phenolics, anthocyanins, ellagic acid and radical scavenging capacity in various raspberry (*Rubus* spp.) cultivars[J]. Food Chemistry, 2012, 132(3): 1495 - 1501.
- [3] TÜRK BEN C, SARIBURUN E, DEMIR C, et al. Effect of freezing and frozen storage on phenolic compounds of raspberry and blackberry cultivars[J]. Food Analytical Methods, 2010, 3(3): 144 - 153.
- [4] GONZÁLEZ E M, ANCOS B, CANO P M. Preservation of raspberry fruits by freezing: physical, physico-chemical and sensory aspects[J]. European Food Research and Technology, 2002, 215(6): 497 - 503.
- [5] 薛明, 杭雅娟. 红树莓果酱和果酒的加工工艺[J]. 轻工科技, 2012(3): 14 - 15.
- [6] 何义, 林杨, 张伟, 等. 果酒研究进展[J]. 酿造科技, 2006, 142(4): 91 - 95.
- [7] 赵祥杰, 杨荣玲, 肖更生, 等. 桑椹果酒专用酵母的筛选及鉴定[J]. 中国食品学报, 2008, 8(1): 60 - 66.
- [8] 黎庆涛, 王远辉, 王丽. 树莓功能因子研究进展[J]. 中国食品添加剂, 2011(2): 172 - 177.
- [9] 吕英杰, 张慧文, 吕淑霞, 等. 红树莓干酒酿造菌种筛选及工艺优化[J]. 酿酒, 2008, 35(2): 80 - 83.
- [10] 王金玲, 李亮亮, 赵福杰, 等. 二氧化碳浸渍对红树莓果酒品质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2012, 38(8): 93 - 96.
- [11] 李正涛. 树莓果酒发酵工艺研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(36): 20729 - 20731.
- [12] 刘根娣, 兰淑, 李贞子. 兰州冬果梨果酒工艺的研究[J]. 农林科技, 2010, 39(1): 67 - 69.
- [13] 罗富英, 王宏, 李再峰. 荔枝全汁发酵果酒工艺研究[J]. 食品工业科技, 2006, 27(4): 147 - 149.
- [14] 张陈云, 刘金福, 何新益, 等. 冬枣果酒酿造工艺的研究[J]. 食品与机械, 2010(4): 123 - 125.
- [15] 刘建华, 张志军. 树莓产业化开发的现状与展望[J]. 天津农业科学, 2004, 10(3): 45 - 47.
- [16] 韩加, 刘继文. 树莓营养保健功效及开发前景[J]. 中国食物与营养, 2008(8): 54 - 56.
- [17] YAN L, MING L, BIN L, et al. Fresh raspberry phytochemical extract inhibits hepatic lesion in a Wistar rat model[J]. Nutrition & Metabolism, 2010, 7: 84.
- [18] 王丽娟, 王明力, 徐若阳. 树莓果酒酿造工艺研究[J]. 中国酿造, 2010, 29(9): 160 - 163.
- [19] 李栋梁, 季国良, 吕兰芝. 青藏高原地面加热场强度对北半球大气环流和中国天气气候异常的影响研究[J]. 中国科学(D 辑), 2001, 31(S1): 312 - 319.
- [20] 李跃清. 青藏高原地面加热及上空环流场与东侧旱涝预测的关系[J]. 大气科学, 2003, 27(1): 107 - 114.
- [21] 李栋梁, 李维京, 魏丽, 等. 青藏高原感热及其异常的诊断分析[J]. 气候与环境研究, 2003, 8(1): 71 - 83.
- [22] YANG K, KOIKE T, ISHIKAWA H, et al. Analysis of the surface energy budget at a site of GAME/Tibet using a Single-Source Model[J]. Journal of the Meteorological Society of Japan, 2004, 82(1): 131 - 153.
- [23] 高志球, 卞林根, 张雅斌, 等. 土壤热传导方程解析解和那曲地区土壤热扩散率研究[J]. 气象学报, 2002, 60(3): 352 - 360.
- [24] GAO Z Q. Determination of Soil Heat Flux in a Tibetan Short-Grass Prairie[J]. Boundary - Layer Meteorology, 2005, 114(1): 165 - 178.

(上接第 12416 页)