

紫甘薯酒抗氧化活性的研究

楚文靖, 滕建文, 夏 宁, 韦保耀

(广西大学轻工与食品工程学院, 广西 南宁 530004)

摘 要: 采用果酒工艺制备紫甘薯酒, 用还原能力、清除 DPPH 自由基能力、抑制脂质过氧化能力、金属螯合能力, 研究了紫甘薯酒的抗氧化活性。结果表明, 由熟紫薯 水= 1 1.5 制作的紫甘薯酒比相同酒精度(约 11 %vol) 的干红葡萄酒具有更强的抗氧化能力, 发酵前后紫甘薯汁和紫甘薯酒的抗氧化活性相当。

关键词: 紫甘薯酒; 抗氧化活性; 紫甘薯汁

中图分类号: TS262.7; TS261.4 文献标识码: A 文章编号: 1001- 9286(2007) 12- 0043- 04

Research on the Antioxidant Activity of Purple Sweet Potato Wine

CHU Wen-jing, TENG Jian-wen, XIA Ning and WEI Bao-yao

(Light Industry and Food Engineering Institute, Guangxi University, Nan'ning, Guangxi 530004, China)

Abstract: Purple sweet potato wine was produced by the same techniques of fruit wine. The antioxidant activity of purple sweet potato wine was determined in terms of reducing capacity, scavenging activity of DPPH radicals, inhibition of lipid peroxidation, and metal chelating activity. The results showed that the antioxidant capacity of purple sweet potato wine (cooked sweet potato water=1 1.5) was stronger than that of claret under the same alcoholicity (about 11%vol) and the antioxidant activity of purple sweet potato juice was equal to that of purple sweet potato wine before and after the fermentation.

Key words: purple sweet potato wine, antioxidant activity, purple sweet potato juice

紫甘薯是甘薯中的新型特有品种, 薯皮和薯肉均为紫红色, 煮熟后薯肉为紫黑色, 又称黑甘薯。紫甘薯花色苷色素具有抗氧化、抗突变、缓解肝功能障碍等生理功能^[1]。日本已经报道有关紫甘薯酒精饮料、紫甘薯乳酸菌饮料和紫甘薯醋抗氧化性的研究^[2~4]。Saigusa N^[2]等人研究证明, 由熟的紫甘薯制作的酒精发酵饮料比用生鲜的紫甘薯制作的酒精发酵饮料有更高的 DPPH 自由基清除能力和抗诱变性, 两种饮料中都含有矢车菊素和芍药色素的花色素糖苷配基, 但前者含有大量的酰化花色苷, 而后者含有大量的非酰基化的花色苷。国内还未见有关紫甘薯酒精性饮料抗氧化性的研究报道。本文采用不同的评价指标来研究紫甘薯酒的抗氧化作用, 旨在为新型紫甘薯保健酒的开发提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

紫甘薯: 产地广西横县;

没食子酸、DPPH、Ferrozinc、BHA、BHT 购买自 Sigma-Aldrich 公司。

1.2 实验方法

1.2.1 紫甘薯汁的制备

紫甘薯 → 清洗 → 蒸煮 → 去皮 → 加水打浆 (熟薯 水= 1 1.5) 糖化 → 液化 → 果胶酶酶解 → 过滤 → 调酸度、糖度 → 紫甘薯汁(备用)

1.2.2 紫甘薯酒的制备

紫甘薯汁 → 接种扩培后的酵母液 → 低温发酵 (18 ℃) → 倒罐除酒脚 → 后发酵 → 陈酿 → 澄清 → 灌装 → 杀菌 → 紫甘薯酒

1.2.3 常规含量的检测^[5]

可溶性固形物的测定: 手持式折光计法;

酒精度的测定: 酒精计法;

总酸的测定: 电位滴定法。

1.2.4 花色苷含量的测定

参照文献[6]测定, 按下式计算花色苷含量:

总吸光度 $A = (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH}1.0} - (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH}4.5}$

收稿日期: 2007- 08- 23

作者简介: 楚文靖(1982-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 食品科学。

通讯作者: 滕建文(1969-), 副教授, 硕士生导师。

花色苷含量 (以矢车菊- 3- 葡萄糖苷计, mg/L) = $A \times MW \times DF \times 10^3 / \epsilon \times l$

其中: MW (矢车菊色素- 3- 葡萄糖苷的相对分子量)——449.2g/mol;

DF——稀释倍数;

l——比色杯的宽度, 为 1 cm;

ϵ ——26900 矢车菊色素- 3- 葡萄糖苷的摩尔消光系数, L/mol · cm;

10^3 ——转换系数, g 转换为 mg。

1.2.5 总酚的测定

采用 Folin- Ciocalteu 试剂进行测定, 以没食子酸为标准物。按照文献[5]测定, 以吸光值(A_{765nm})为纵坐标, 以没食子酸浓度(mg/L)为横坐标绘制标准曲线, 得出回归方程:

$$y=0.1374x+0.0043, R^2=0.9999$$

精确吸取待测样品 0.2 mL, 在同等条件下测定样品溶液的吸光值, 根据回归方程计算总酚含量。

1.2.6 还原能力的测定

还原能力参考 Oyaizu M^[7]方法进行测定。分别用 25 μ L、50 μ L、100 μ L、150 μ L、200 μ L 和 300 μ L 稀释 10 倍的紫甘薯酒进行测定。吸光度越高, 说明这种反应混合物的还原性越强。用稀释 10 倍的紫甘薯汁, 稀释 10 倍的干红葡萄酒, 100 mg/L 的抗氧化剂 BHA、BHT、Vc 作为对照, 方法同上。

1.2.7 清除 DPPH 自由基能力的测定

清除 DPPH 自由基能力参考 Archana Banerjee 等^[8]的方法进行测定。参照上述 1.2.6 进行取样, 于 517 nm 波长处测定吸光值。根据下列公式计算清除率。

$$\text{清除率}(\%) = (1 - A_1/A_0) \times 100\%$$

其中: A_0 ——空白的吸光值;

A_1 ——样品的吸光值。

1.2.8 脂质过氧化的测定

脂质过氧化的测定参考 Archana Banerjee 等^[9]的方法。分别用 50 μ L、100 μ L、200 μ L、300 μ L 和 500 μ L 稀释 10 倍的紫甘薯酒进行测定, 于 532 nm 波长处测定吸光值。根据以下公式计算脂质过氧化抑制率。

$$\text{抑制率}(\%) = (1 - E/C) \times 100\%$$

其中: C——空白的吸光值;

E——A 加 TBA 的样品- A 不加 TBA 的样品。

用稀释 10 倍的紫甘薯汁, 稀释 10 倍的干红葡萄酒, 100 mg/L 的抗氧化剂 BHA、BHT、Vc 作为对照, 方法同上。

1.2.9 金属螯合能力

金属螯合能力参考 Fei Que 等^[9]的方法进行测定。分别用 50 μ L、100 μ L、200 μ L、300 μ L 和 500 μ L 稀释 10 倍的紫甘薯酒进行测定, 另一组用 5.0 mL 中分别含有 50 μ L、100 μ L、200 μ L、300 μ L、500 μ L 和 1000 μ L

稀释 10 倍的紫甘薯酒的蒸馏水溶液在相同条件下进行测定, 用来消除紫甘薯花色苷吸光度的影响, 于 562 nm 波长处测定吸光值。螯合能力用以下公式进行计算:

$$\text{螯合率}(\%) = (1 - A_1/A_0) \times 100\%$$

其中: A_0 ——空白的吸光值

A_1 ——A 不加 $FeCl_2$ 等的样品- A 加 $FeCl_2$ 等的样品

用稀释 10 倍的紫甘薯汁, 稀释 10 倍的干红葡萄酒, 100 mg/L 的 EDTA、柠檬酸作为对照, 方法同上。

2 结果与分析

2.1 样品的成分分析

按照上述制作工艺制备紫甘薯汁和紫甘薯酒, 为了明确地表达特定酒度下紫甘薯酒的抗氧化性, 实验中尽力制作与市售干红葡萄酒酒精度一致的紫甘薯酒, 测试了其化学成分, 并与市售干红葡萄酒进行对比。许多研究证实, 酚类物质是一类很有实用前景的天然抗氧化剂和自由基清除剂, 有预防心血管疾病和癌症等功能。紫甘薯花色苷属于多酚类物质, 它具有消除活性氧和抑制脂质过氧化等的抗氧化作用^[1], 分别测定干红葡萄酒、发酵前后的紫甘薯汁和紫甘薯酒的总酚和花色苷含量, 结果见表 1。

表1 紫甘薯汁、紫甘薯酒、干红葡萄酒的成分分析

样 品	紫甘薯汁	紫甘薯酒	干红葡萄酒
酒精度(%vol)	0	11.1	11.5
可溶性固形物(°Brix)	24.7	5.8	3.9
总酸(以酒石酸计, g/L)	2.6	3.4	4.6
总酚(mg/L)	2469.8	2363.1	1869.4
花色苷(mg/L)	223.9	236.9	71.8

从表 1 可以看出, 紫甘薯酒和干红葡萄酒近似处在同一酒精度下。紫甘薯酒和紫甘薯汁的总酚和花色苷含量都比干红葡萄酒高。发酵后的紫甘薯酒的总酚含量比紫甘薯汁低, 但花色苷含量稍高, 这说明发酵过程可能改变了花色苷的含量, 使其与总酚的比例增加。

2.2 还原能力

还原性是物质抗氧化能力的一个重要指标, Fe^{3+} 被抗氧化物质还原为 Fe^{2+} 而呈现绿色, 并于 700 nm 处有最大吸光度。物质的吸光值越大, 表明还原能力越强。紫甘薯酒、紫甘薯汁和干红葡萄酒的还原能力见图 1。

如图 1 所示, 紫甘薯酒、紫甘薯汁和干红葡萄酒都表现出了较强的还原能力, 且随着用量的增大, 还原性逐渐增强, 呈一定的线性关系。但是同一用量的紫甘薯酒和紫甘薯汁的还原能力明显高于干红葡萄酒, 紫甘薯酒和紫甘薯汁的还原能力相当。以斜率表示还原能力的增长速率, 随着用量的增加, 稀释 10 倍紫甘薯酒还原能力的增长速率分别是 100 mg/L BHA、BHT、Vc 的 2.5 倍、3.3 倍和 5 倍, 而稀释 10 倍的干红葡萄酒还原能力

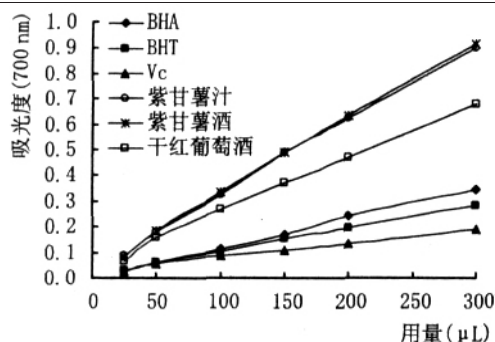


图1 紫甘薯酒的还原能力

的增长速率分别是 100 mg/L BHA、BHT、Vc 的 1.8 倍、2.4 倍和 3.7 倍, 稀释 10 倍紫甘薯汁还原能力的增长速率分别是 100 mg/L BHA、BHT、Vc 的 2.4 倍、3.2 倍和 4.8 倍。

2.3 清除 DPPH 自由基的能力

DPPH 自由基由于苯环的共轭和位阻及硝基的吸电子作用, 是一种非常稳定的深紫色自由基, 在 517 nm 处有最大吸光值, 当其从能够释放质子的物质处得到质子时, 会形成一种稳定的反磁性分子, 其 517 nm 处吸光值会变小。释放质子是物质抗氧化的机理之一, 通过测定物质对 DPPH 自由基的清除能力, 可以较迅速地评价物质的抗氧化能力。图 2 所示, 100 μ L 稀释 10 倍的紫甘薯酒、紫甘薯汁、干红葡萄酒和 100 μ L 100 mg/L 的 BHA、BHT、Vc 的 DPPH 自由基清除能力分别为 90.9 %、90.8 %、89.3 %、58.5 %、41.7 %、13.5 %, 这表明紫甘薯酒、紫甘薯汁、干红葡萄酒有明显的清除 DPPH 自由基的能力, 紫甘薯酒、紫甘薯汁的清除 DPPH 自由基的能力相当, 都比干红葡萄酒稍强。因此, 紫甘薯酒作为一种自由基抑制剂, 可以降低自由基在人体内产生的伤害。

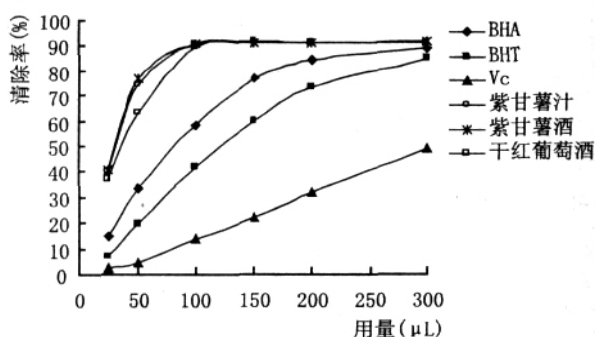


图2 紫甘薯酒清除 DPPH 自由基的能力

2.4 脂质过氧化

生物体内脂质的过氧化是多种疾病的根源, 例如, 将导致心血管疾病、脑神经损伤、老化等, 特别对于脂质和活性氧含量高的心脏、肝脏线粒体和微粒体的损害尤其严重^[10]。本实验采用改进的硫代巴比妥酸方法(TBA)来测定脂质过氧化物的产生, 并用鸡蛋黄匀浆作为脂质体

系。利用多不饱和脂肪酸氧化的最终分解产物丙二醛(MDA) 和两分子的 TBA 反应生成粉红色复合物, 在 532 nm 处有最大吸收峰来进行测定。抑制脂质过氧化也是物质抗氧化的机理之一。

图 3 所示, 50 μ L 稀释 10 倍的紫甘薯酒、紫甘薯汁、干红葡萄酒和 50 μ L 100 mg/L 的 BHA、BHT、Vc 的脂质过氧化抑制率分别为 29.3 %、17.9 %、9.8 %、94.2 %、86.1 %和 0.3 %, 这表明紫甘薯酒、紫甘薯汁、干红葡萄酒有一定的抑制脂质过氧化的能力, 但明显弱于 BHA、BHT, 强于 Vc。50 μ L、100 μ L 和 200 μ L 的紫甘薯酒和紫甘薯汁抑制过氧化脂质的能力比干红葡萄酒强, 但用量为 300 μ L 和 500 μ L 时, 干红葡萄酒的抑制脂质过氧化的能力却比紫甘薯酒和紫甘薯汁强, 紫甘薯酒比紫甘薯汁稍强。

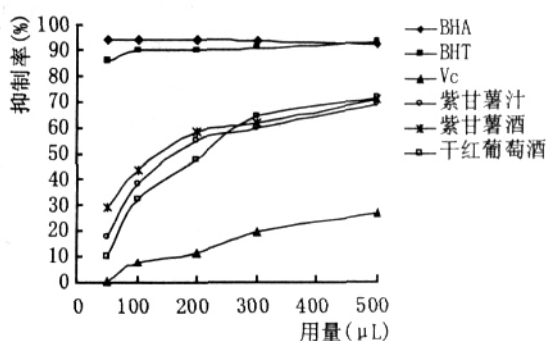


图3 紫甘薯酒抑制脂质过氧化的能力

2.5 金属螯合能力

一些金属离子, 如铁离子、铜离子在脂质的氧化过程中起到催化作用, 因此, 具有金属螯合作用的物质可以间接地起到抗氧化的作用。Ferrozine 能够与 Fe^{2+} 形成紫红色的络合物, 当其他有竞争力的络合剂存在时, 紫红色会变浅。因此, 通过络合物颜色的变化, 可以评价物质对 Fe^{2+} 的络合能力。如图 4 所示, 紫甘薯酒、紫甘薯汁、干红葡萄酒的金属螯合能力非常有限。1000 μ L 稀释 10 倍的紫甘薯酒、紫甘薯汁、干红葡萄酒的金属螯合能力分别只有 7.4 %、5.7 %和 2.1 %, 而 1000 μ L 浓度为 100 mg/L 的 EDTA 达到 91.7 %, 这说明紫薯酒的抗氧化能力几乎不是通过金属螯合产生的。

3 结论

通过对紫甘薯酒体外抗氧化性的研究表明: 紫甘薯酒具有较强的还原能力、清除 DPPH 自由基能力、抑制脂质过氧化能力, 但是金属螯合能力非常有限。由打浆比为熟薯水= 1.5 制作的紫甘薯酒比相同酒精度 (约 11 %vol) 的干红葡萄酒具有更强的抗氧化能力。发酵后紫甘薯酒比发酵前紫甘薯汁的总酚含量下降, 花色苷含量升高, 但抗氧化能力相当。这可能是发酵过程中花色苷含量的变化提高了其抗氧化性, 其变化过程还需要进

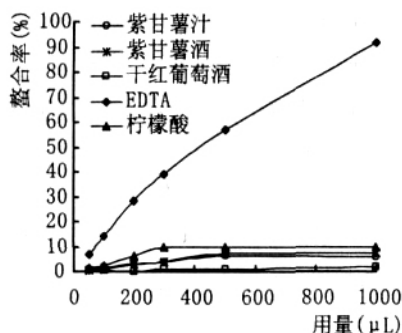


图4 紫甘薯酒金属螯合能力

一步研究。

参考文献:

- [1] 凌关庭. 抗氧化食品与健康 (第1版) [M]. 北京: 化学工业出版社, 2004. 246-248.
- [2] Saigusa N, Terahara N, Ohba R. Evaluation of DPPH-radical-scavenging activity and antimutagenicity and analysis of anthocyanins in an alcoholic fermented beverage produced from cooked or raw purple-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas* cv. Ayamurasaki) roots [J]. Food Science and Technology Research, 2005, 11 (4): 390-394.
- [3] Sasaki Y, Ohba R. Antioxidant activity and optimal manufacturing conditions of purple sweet potato lactic acid bacteria drink [J]. Food Science and Technology Research, 2004, 10 (4): 447-452.
- [4] Terahara N, Matsui T, Fukui K, et al. Caffeoylsophorose in a red vinegar produced through fermentation with purple sweet-potato [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2003, 51 (9): 2539-2543.
- [5] 王福荣. 酿酒分析与检测 (第1版) [M]. 北京: 化学工业出版社, 2005. 97-108.
- [6] Jungmin Lee, Robert W. Durst and Ronald E. Wrolstad. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative Study [J]. Journal of AOAC international, 2005, 88(5): 1269-1278.
- [7] Oyaizu M. Studies on product of browning reaction prepared from glucose amine [J]. Japanese Journal of Nutrition, 1986, 44: 307-315.
- [8] Archana Banerjee, Nabasree Dasgupta, Bratati De. In vitro study of antioxidant activity of *Syzygium cumini* fruit [J]. Food Chemistry, 2005, 90: 727-733.
- [9] Fei Que, Linchun Mao, Xin Pan. Antioxidant activities of five Chinese rice wines and the involvement of phenolic compounds [J]. Food Research International, 2006, 39: 581-587.
- [10] 石碧, 狄莹. 植物多酚 (第1版) [M]. 北京: 科学出版社, 2000. 133

“发酵法凤兼复合型白酒生产工艺研究”项目通过省级科技成果鉴定

本刊讯: 2007年11月18日, 陕西省太白酒业有限责任公司“发酵法凤兼复合型白酒生产工艺研究”项目通过省级科技成果鉴定, 这标志着中国白酒又一种新型酿造工艺正式定型。

鉴定会由陕西省科技厅组织, 宝鸡市科技局主持, 在陕西眉县隆重举行。本次鉴定会省科技厅组织了强大的鉴定委员会专家阵容, 他们分别是中国食品工业协会白酒分会专家组组长沈怡方、副组长于桥、成员高月明、白希智; 中国酿酒工业协会白酒专业委员会专家组组长高景炎、副组长栗永清、成员何钊; 陕西科技大学生命工程学院院长陈合教授及中国西部食品工业发展战略研究会副会长、资深白酒专家傅国城。鉴定委员会由全国著名白酒专家沈怡方担任主任委员, 陈合担任副主任委员。

鉴定委员会及与会代表听取和审定了项目组的技术研究报告, 进行了产品鉴评, 视察了实验现场, 通过会议方式对项目进行了鉴定。陕西省太白酒业有限责任公司董事、副总经理胡建祥代表项目组作了技术工作报告, 介绍了发酵法凤兼复合型白酒工艺研究, 项目组十几年来对该项目所作的研究过程、方法和取得的成果, 项目的核心内容是通过“多粮酿造, 发酵成型”的方法生产凤兼复合型白酒, 与“分型发酵, 勾兑成型”的生产方法有本质的区别。通过原料配比、发酵周期、发酵设备、工艺方法、控制条件的改变, 生产出香味馥郁、醇厚丰满、绵柔甜爽、余味舒畅的凤兼复合型白酒。

与会专家在认真鉴评了发酵法凤兼复合型基础酒实物样后, 对该项目给予了充分的肯定和高度评价。沈怡方先生认为发酵法凤兼复合型白酒生产工艺突破了传统凤型酒的生产方法, 更为重要的是在一个国家名优酒厂得以实现尤为可贵, 这对其他典型代表酒厂也是一个借鉴, 对白酒未来发展具有重大指导意义。高月明先生认为项目组经过十几年的辛勤工作, 经过不断地探索实验, 收集整理、分析了大量实验数据, 因此项目的结果真实可信, 另外, 通过现场察看, 品评产品, 更加深了大家对项目感性上的认识。

与会专家一致形成如下鉴定意见: 该成果选题方向正确, 提供的资料齐全, 数据翔实, 符合鉴定要求; 发酵法凤兼复合型白酒生产工艺路线和技术方案切实可行, 经济合理; 该研究成果与传统工艺相比较有五点创新: 一是采用大麦、豌豆、小麦为制曲原料, 提高制曲温度, 由中低温曲改变为中高温曲, 从而改变了微生物组成及酶活力, 并有利于制曲过程中香味成分的生成。二是基础酒发酵期由14天延长至24天, 并引入浓香型酒“双轮底”发酵工艺制调料酒, 增强了基础酒的醇厚感。三是将原有单一高粱改为高粱、大米、糯米、小麦多种原料混合发酵, 增加了基础酒中复杂成分, 使香味更加馥郁。四是改变以往发酵窖池的窖泥每年更换一次为长期使用, 有利于香味成分生成。五是改变贮存方法, 基础酒先以酒海贮存, 保留了乙酸羟胺、丙酸羟胺等特征微量成分, 后用酒坛贮存增强了基础酒的氧化还原反应, 两种方法有机结合, 加快了凤兼复合型白酒的老熟。发酵法生产的凤兼复合型白酒卫生指标符合GB2757-81, 理化指标符合Q/STJ31-2005, 感官风格独树一帜, 个性鲜明。“发酵法凤兼复合型白酒生产工艺”项目处于国内领先水平, 前景广阔。

专家建议: 继续在科学总结传统工艺的基础上, 深入生产工艺的创新研究, 使产品精益求精。

陕西省太白酒业有限责任公司董事长张吉焕先生代表项目组对与会的代表和专家表示感谢, 并表示今后将继续进行发酵法凤兼复合型白酒的深入研究, 从发酵特征微生物鉴别、机理研究、分离筛选、基础酒特征微量成分、新工艺的运用等方面不懈努力, 坚定不移地沿着“多粮酿造, 发酵成型”的路子走下去, 使凤兼复合型白酒走出陕西, 走向全国。

鉴定会上, 陕西省科技厅杨鹏林处长作了总结发言。他认为此次鉴定会的最大特点就是突出创新, 与国家科技发展战略完全吻合。该项目顺利通过鉴定, 并得到鉴定委员会专家的一致认同, 也得益于创新。他表示随着发酵法凤兼复合型白酒工艺的不断成熟, 必将带动全省白酒行业朝着健康持续的方向发展下去, 对引导白酒理性消费具有重大指导意义。

发酵法凤兼复合型白酒生产工艺是继凤型酒生产工艺之后我省白酒行业又一个重大科技突破。陕西省太白酒业有限责任公司在竞争异常激烈的白酒大战中处于风口浪尖, 他们不靠炒作靠实干, 不靠经验靠科学, 不吃老本搞创新, 不搞虚假讲品质。始终坚持依靠科技进步, 走个性化发展的道路, 始终把消费者的利益放在第一位, 为他们提供质优价廉的产品和服务。发酵法凤兼复合型白酒必将大有所为。(申旻)