

红薯白酒的制备工艺及甲醇控制方法

郝萍萍¹, 黄玉莲¹, 张楷正^{1,2}, 张文学¹, 宋宝珠³, 郑天力³, 邹光友³

(1. 四川大学轻纺与食品学院, 四川 成都 610065; 2. 四川理工学院生物工程学院, 四川 自贡 643000;

3. 四川光友薯业有限公司, 四川 绵阳 621000)

摘要: 介绍了红薯白酒的主要制作工艺, 并总结了红薯酒生产中甲醇产生的原因, 同时阐述了控制和减少甲醇的主要方法。

关键词: 红薯白酒; 制备工艺; 酒母; 感官评定; 甲醇

中图分类号: TS262.3; TS261.4; TS261.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-9286(2011)11-0097-03

Preparation of Sweet Potato Liquor and Control of Its Methanol Content

HAO Pingping¹, HUANG Yulian¹, ZHANG Kaizheng^{1,2}, ZHANG Wenxue¹,

SONG Baozhu³, ZHENG Tianli³ and ZOU Guangyou³

(1. College of Light Industry & Textile & Food Engineering, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610065; 2. College of Biotechnology

Engineering, Sichuan University of Science and Engineering, Zigong, Sichuan 643000; 3. Guangyou Sweet Potato and Food

Products Co.Ltd., Mianyang, Sichuan 643000, China)

Abstract: The preparation of sweet potato liquor was introduced in this paper. The factors producing methanol in the production process were summed up, and the methods for controlling and reducing methanol content in sweet potato liquor were illustrated.

Key words: sweet potato liquor; preparation; wine yeast; sensory evaluation; methanol

红薯(学名: *Ipomoea batatas*), 又名甘薯、番薯、白薯、地瓜、山芋、红苕等。在我国分布较广, 除西藏和东北部分地区外, 其他各省均有栽培, 在四川、山东、河南、安徽、河北等省产量较多。红薯抗旱耐旱, 适应性比较强, 管理粗放, 来源广, 种植成本低。红薯属高产作物, 含有丰富的淀粉, 还含有膳食纤维、多种维生素、胡萝卜素以及钾、钙、铜、铁、硒等 10 余种微量元素和亚油酸等, 其营养价值非常高, 被营养学家们称为营养最均衡的保健食品。红薯具有减肥、健美、防止亚健康, 通便排毒、补虚、益气、健脾、强肾等功能, 对白血病、糖尿病等多种疾病有较好的辅助治疗效果。红薯中的活性物质去雄酮, 能有效地抑制结肠癌和乳腺癌的发生。红薯是真正的绿色保健食品, 深受广大消费者的青睐^[1]。

在日本, 用红薯做酒早已非常风行, 而且自 20 世纪 80 年代以来, 由于红薯烧酒的保健功效作用得到不少学者的实验证实^[2-3], 饮用红薯烧酒一度成为时尚。但在我国, 红薯主要用来作为人们的辅助食物和动物饲料, 还没有形成大规模的红薯酿酒行业。用红薯烤酒, 酒醇

味香, 在市场上非常受欢迎。红薯酿酒的工艺简单, 投资少, 收益大。既可以进行大规模生产, 又适合家庭和小作坊酿制, 是一个经济实惠, 风险又少的“短、平、快”致富项目^[1]。因此, 用红薯生产白酒是一项极具潜力和价值的投资。

1 红薯白酒的制备工艺

1.1 红薯的预处理

首先对红薯进行挑选, 要求红薯个体新鲜、干净、无霉变、无病虫害, 并尽可能选择含杂质较少的红薯, 以减少设备磨损和防止输送管道堵塞^[4]。用清水充分将红薯洗干净, 削皮, 切成小块, 红薯切块是为了更好地蒸熟煮透。

1.2 原料的蒸煮

预处理之后进行加热处理。热处理可起到 3 个作用, 一是红薯原料表面附着大量的微生物, 如果不将这些微生物杀死, 会引起发酵过程的严重污染, 使生产失败, 高温蒸煮下可以对红薯原料起到灭菌的作用; 二是红薯蒸

基金项目 四川统筹城乡发展科技行动专项(2009NZ0077-006) 泸州老窖科研奖学金项目(09ljzk11)。

收稿日期: 2011-08-02

作者简介 郝萍萍(1987-), 女, 河南安阳人, 在读硕士, 主要研究方向为食品生物技术。

通讯作者 张文学(1963-), 男, 教授, 博士生导师, 研究方向为食品生物技术。

煮之后变软,有利于之后的粉碎和混合;另外,蒸煮可以使红薯的组织细胞彻底破裂,在高温下大分子的淀粉颗粒吸水膨胀、结构破裂,从而使淀粉由颗粒变成溶解状态的糊液,利于下一步的糖化和液化作用^[5]。

以红薯熟透为标准,蒸煮温度不可太高,控制温度在 100℃ 以下,否则容易使果胶分解产生甲醇。将薯块放在蒸锅内用匀火蒸煮熟透,蒸煮 30~40 min,至熟而不烂即可。

1.3 糖化菌种

用淀粉质原料来制备酒,必须经过糖化,这个过程就需要糖化剂把淀粉转变成可发酵的糖。本工艺中采用的糖化剂主要是米曲,是在蒸煮之后的大米上接种日本烧酒曲霉培养之后制得的。酿酒过程中制曲所用的糖化菌有一定的要求,如含一定的 α -淀粉酶,活性强的糖化酶和适当的蛋白酶,以及菌种不易退化,容易培养制曲等。一般情况下,曲霉菌能够基本满足这些要求。本工艺使用的曲霉菌是本实验室保存的日本烧酒曲霉,其糖化力、液化力均达到了较高水平,符合酿酒的要求^[6]。

1.4 酒母的制备

酿酒生产中的酵母菌要求具有以下性能:①含有较强的酒化酶,发酵能力强,发酵速度快;②生命力强,繁殖速度快,增殖能力强;③在一定环境中有较强的抵抗杂菌能力;④耐温性能好,可以在较高的温度下进行繁殖和发酵;⑤耐酸能力强;⑥耐酒精能力强,在较高浓度的酒精发酵醪中仍能进行发酵;⑦发酵时产生泡沫较少;⑧自身和生产性能稳定,变异性小^[7]。

酵母的扩大培养过程,生产上称为酒母的制备。酒母扩大培养的目的就是以少量酵母繁殖出大量酵母细胞,以供发酵所需。

实验室阶段培养基的制备:本工艺中采用的是米曲汁。由于米曲汁中含有丰富的碳源、氮源及其他营养物质,很适宜于酵母菌繁殖生长,且能提供试管、三角瓶培养阶段的营养需要。

米曲的制备:取一定量的大米,用清水淘洗 3 遍,然后用水浸泡一夜。倾去水后,用纱布将米粒表面水分吸干,再将米摊在纱布上,常压下蒸 30~40 min,如果大米过干,可以淋浇热水拌匀,蒸到熟而不烂为宜。取下蒸米摊凉至 36~38℃,接种一曲霉斜面的孢子悬浮液,拌匀。大米放入洁净的瓷盆中用玻璃棒搅拌均匀,再堆积起来,用纱布盖住,置于 30℃ 恒温培养箱中培养 20 h。待米粒表面长出白色菌丝时,用玻璃棒将曲划碎,以利于通气。待培养至 40 h 左右,菌丝已长满米粒表面,此时酶已大量形成,培养成熟,即得米曲^[8]。

米曲汁的制备:取一定量的米曲,加入其 3 倍体积的

水,于 55~60℃ 恒温糖化 14~16 h,用纱布过滤,再用滤纸过滤后,即得米曲汁。调整其糖度到 10~12 Bx,分装至试管或三角瓶备用^[8]。

实验室阶段的酒母扩大培养流程:

原菌→斜面试管→液体试管→三角瓶培养→卡氏罐

这一阶段的培养,是扩大酒母种子的开始。生产上要求在这一阶段培养得到细胞健壮、没有杂菌的种子酵母。因此,对无菌条件及酵母培养基的营养成分要求都较高。

1.5 糖化发酵

经过蒸煮之后的糖化醪,在发酵前必须加入一定量的糖化剂,使溶解状态的淀粉变为酵母能够发酵利用的糖类。糖化过程是通过糖化酶的作用,把淀粉糖化变成可发酵性糖。

将蒸煮之后的红薯趁热移入预先洗净且经消毒杀菌过的酒甑,缸中最多只能装 2/3 的薯泥,不能装满,用棍子搅成泥状。将酒曲拌水,混合均匀后,加入发酵坛内与红薯混合,均匀搅拌,使两者充分接触,利于糖化液化和酒母发酵。糖化发酵罐用薄膜盖严,用细绳扎紧,使其发酵,控制温度为 28~32℃,发酵时间一般为 8~15 d。注意发酵过程中每天搅拌 1~2 次,至排气量减少至无排气状态时,表示已完全发酵。

1.6 蒸馏

当发酵混合物散发出较浓的酒香时即可进行蒸馏。蒸馏时,将物料放入加有水的蒸馏釜中进行蒸馏(物料和水的总体积不超过蒸馏釜体积的 2/3)。在物料量比较多的情况下,采用多次蒸馏。蒸馏釜连接有冷却管道,冷却管里面盛有冷水。先用大火将蒸馏釜中的水烧开,之后改用文火,使水保持沸腾即可。火太大,不但会出现火烧味,且酒的产量也会受影响。冷却管中的水要经常换,使水温保持在 30℃ 以下。出酒管道需保持畅通清洁,如堵有杂物、酒糟,则会出现异味。出酒管道连接收集装置,收集装置要求清洁、经过消毒杀菌^[1]。为尽量减少酒中的甲醇,收集的液体应弃去 1% 的酒头。

1.7 密封保存

酒度的调整:为了使红薯白酒的酒精含量符合市场销售标准,应对酒度进行调整。如浓度不足,可适量加些食用酒精;反之,如浓度过高,则需加水稀释。酒度调整后,即可装入密封的容器贮藏^[9]。

要将酒保存留用,宜选用无沙眼破损的小口径陶瓷容器装好,然后严密封口。一般每 100 kg 红薯可产薯酒 40~50 kg。出厂销售前,可根据需要对原酒勾兑调配后,选用适宜的酒瓶和酒盒封装保存即可。

传统白酒的酒香和优良风味口感主要源自于发酵、勾兑和陈酿等 3 个关键工序,其最关键、最根本的

是发酵。

为了增进酒的风味和口感, 需要对新蒸馏出的白酒进行一定时间的陈酿。在蒸馏之后, 因酒中还含有一定杂质和某些气体散发出来的臭味, 可加用 0.01%~0.02 % 高锰酸钾和 0.5 % 活性炭处理, 放置 48 h 过滤(高锰酸钾用量不能过多, 否则危害人体健康)^[9]。

2 结果与分析

2.1 理化指标测定分析

2.1.1 酒精浓度测定: 取 100 mL 蒸馏得到的白酒于蒸馏瓶中, 加等量蒸馏水, 蒸馏出 100 mL 溶液。用酒精比重计测定溶液中的酒精浓度, 用温度计测定酒液的温度, 并将观测的酒度, 通过酒精度与温度校正表换算为 20 ℃ 时的酒度, 即为所得酒精的浓度。本工艺酿制的白酒一般酒精度在 25 %vol~40 %vol, 属于低度白酒。

2.1.2 产酒率计算: 产酒率, 可间接地表示为淀粉利用率, 表示发酵进行程度的大小, 是用实际得到的酒精质量与理论上酒精产量的比值来表示的。计算公式如下:

$$\text{产酒率}(\%) = \frac{V \times \text{酒精度} \times 0.78934 \times 0.9}{m \times A} \times 100\%$$

式中: V——产酒体积;

m——原料质量;

A——原料中的淀粉含量;

0.78934——乙醇的密度。

2.1.3 总酸: 采用指示剂法测定。白酒中的有机酸, 以酚酞为指示剂, 采用氢氧化钠溶液进行中和滴定, 以消耗氢氧化钠标准滴定溶液的量计算总酸的含量。

2.1.4 总酯(以乙酸乙酯计): 采用中和滴定(指示剂)测定法测定。先用碱中和白酒中的游离酸, 再加入一定量的碱, 使酯皂化过量的碱再用酸进行反滴定, 以酚酞为指示剂指示滴定终点。

2.1.5 固形物: 采用重量法测定。白酒经蒸发、烘干后, 不挥发性物质残留于蒸发皿中, 用称量法测定。

2.1.6 乙酸乙酯: 采用填充柱气相色谱法测定。根据己酸乙酯等香味组分在气液两相中具有不同的分配系数, 于色谱柱中经气液两相作用先后从色谱柱中流出, 在氢火焰中电离检测, 内标法定量。

2.1.7 己酸乙酯: 原理同 2.1.4。

2.1.8 乳酸乙酯: 原理同 2.1.4。

2.1.9 低度白酒理化标准见表 1。

2.2 感官评定

对产酒的感官指标进行评定, 结果见表 2。

2.3 甲醇的控制

2.3.1 甲醇的产生原因

鲜红薯中含有果胶质, 果胶质在高温条件下, 会被分

表1 低度酒理化标准

项目	优级	一级
酒精度(%vol)	25~40(标签标示值允许误差为±0.1)	
总酸(以乙酸计, g/L) ≥	0.30	0.25
总酯(以乙酸乙酯计, g/L) ≥	1.00	0.08
乳酸乙酯/乙酸乙酯 ≥		0.8
乳酸乙酯(g/L) ≥	0.40	0.30
己酸乙酯(g/L) ≤		0.03
固形物(g/L) ≤		0.70

表2 低度酒感官要求

项目	优级	一级
色泽和外观	无色(或微黄), 清亮透明, 无悬浮物, 无沉淀	
香气	醇香清雅, 具有乳酸乙酯和乙酸乙酯为主体的自然谐调的复合香气	醇香清雅, 具有乳酸乙酯和乙酸乙酯为主体的复合香气
口味	酒体谐调, 醇和甘润, 回味较长	酒体谐调, 醇和甘润, 有回味
风格	具有本品典型的风格	具有本品明显的风格
当酒的温度低于10 ℃时, 允许出现白色絮状沉淀物质或失光; 10 ℃以上时应恢复正常		

解为果胶酸和甲醇。在红薯薯皮中和作为细胞组成部分的细胞壁中存在着果胶质, 原料不同果胶质的含量也不同。而鲜红薯中的果胶质含量一般较高。在白酒酿造过程中, 甲醇主要通过以下几个途径产生^[10]:

①原料在高温高压下蒸煮时, 果胶质分解产生甲醇。实验证明, 蒸煮温度越高, 时间越长, 所产生的甲醇越多。生产中大部分的甲醇都是通过该途径产生的, 果胶质只在高温下分解产生甲醇, 而在室温下比较稳定。

②在酿造糖化过程中, 可能由于糖化剂酶系不纯, 糖化醪液中的部分果胶质被果胶酶分解产生果胶酸和甲醇, 从而也生成了少量甲醇。

③由于发酵产热, 发酵坛内温度较高。在高温条件下, 醪液中的部分果胶质会继续分解产生少量甲醇。

2.3.2 甲醇含量的降低方法

根据以上总结的甲醇产生的原因以及甲醇自身的特点, 降低酒精中的甲醇含量的措施主要有以下几种:

①加强收购和保管, 减少烂薯, 因为烂薯中果胶质含量高于新鲜薯。

②鲜红薯最好经过削皮后再蒸煮, 因果胶质主要存在于薯皮中。

③降低蒸煮温度, 将蒸煮温度由 110~120 ℃ 降为 90~100 ℃, 减少高温对果胶质分解的影响。

④尽量缩短红薯的蒸煮时间, 将蒸煮时间由原来的 90 min 降低到 30~40 min, 减少分解反应的时间。在降低蒸煮温度, 缩短蒸煮时间后, 由于减少了糖分在蒸煮过

(下转第 109 页)

稳定, 随时间出现较大波动, 出现多个小波峰, 但最大产气量多出现在发酵中期。其原因是小麦酒糟含乙醇、氨基酸、蛋白质、糖类等成分, 而这些成分在发酵过程中的水解、酸化和产气的时间不同, 且具阶段性, 故出现较多波动。

据李美群^[7]等人的研究,酒糟发酵过程中,厌氧纤维素菌的增长较缓慢。因此,可以在发酵原料中加入适当的微量元素,以提高纤维素菌酶的活力,加大纤维素的分解和利用,为甲烷菌提供更多的前提物质,进而提高甲烷产量。而牛粪中含有丰富的发酵所需的微量物质,可考虑将此类物质与酒糟混合发酵。

总的来说,在TS浓度较高的情况下,pH值下降较明显。这是由于发酵液浓度高,抑制了产甲烷菌的活性,水解酸化的速度大于产甲烷的速度,就造成挥发酸的大量积累,形成酸化现象。这与刘德江^[8]等人的研究结果一致。因此,酒糟TS较低且在6%时产气效果较好。

3 结论

3.1 小麦酒糟 15 个发酵组中发酵液的 pH 值变化趋势都是先下降后升高。反应混合物的发酵浓度主要是通过营养成分的变化影响微生物的活性, 从而通过改变发酵

混合物的 pH 值来间接影响发酵效率。

3.2 同一温度下,TS 浓度越高,越容易发生酸化,当 TS 为 6 %时的产气量最高。

3.3 本次实验结果表明,在温度为 40 ℃、发酵浓度 6 % 时,酒糟厌氧发酵的产气效率最高。

参考文献:

- [1] Ucfen·P. Recovery of insoluble fiber fractions by filtration and centrifugation [J]. Animal Feed Science and technology, 2006 (129): 316.
- [2] 程抱奎. 开发酒糟资源节省饲料用粮 [J]. 粮食与饲料工业, 1999 (3): 30-31.
- [3] 王文宗, 康福建, 李恒, 张文学, 赖登燁, 范塵. 酿酒丢糟转化为高蛋白饲料的研究 [J]. 酿酒科技, 2008(2): 103-105.
- [4] 高军林, 台明青, 陈杰瑒. 剩余污泥与酒糟精糟液共厌氧消化性能的研究 [J]. 酿酒科技, 2008(3): 123-127.
- [5] 徐曾符. 沼气工艺学 [M]. 北京: 农业出版社, 1981: 112-119.
- [6] 李美群, 熊兴耀, 谭兴和, 等. 不同温度对红薯酒糟沼气发酵的影响 [J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2010(2): 153-158.
- [7] 李美群, 熊兴耀, 谭兴和, 等. 温度对红薯酒糟沼气发酵微生物的影响 [J]. 中国酿造, 2010(6): 44-47.
- [8] 刘德江, 张富年, 邱桃玉, 等. 牛粪不同发酵浓度对沼气中甲烷及硫化氢含量的影响 [J]. 中国沼气, 2008, 5(26): 18-20.

(上接第 99 页)

程中的损失,同时鲜薯淀粉的糊化也不受影响,反而使淀粉出酒率上升 $1\%\sim 1.5\%$ 。

⑤由于甲醇的沸点低于乙醇，在蒸馏时属于头段杂质。因此在蒸馏过程中，需要排去占产量1%的酒头。

除此之外,通过微生物育种选取含果胶酶较低的菌种,也是降低甲醇含量的方法之一。

3 结束语

红薯白酒目前在我国还没有得到非常广泛的生产，主要受传统固态发酵工艺的影响，红薯酒的酿造工艺不是很成熟，导致红薯酒质量品质不高；而液态发酵工艺设备投资较高，国内业界在技术和工艺上也缺乏认识；同时，红薯酒在口感上与高粱酒等差异较大，消费者一时还不能很好接受这种新口味白酒。也正因为如此，红薯白酒的上升空间还很大。通过改进酿造工艺，增加红薯白酒的产率，控制其中的甲醇含量，改善红薯白酒的口味，提高其在消费者心目中的地位，可以使红薯白酒得到更好的发展，从而更好地解决“三农”问题，促进地方经济快速发展的良好局面。

参考文献:

- [1] 刘远祥,肖治良,潘平.红薯酿酒技术要点[J].农村发展论坛, 2001:143-144.
- [2] 张文学,李家民.本格烧酒及其副产物(烧酒粕)的生理机能性[J].四川食品与发酵, 2008,44(2):74-76.
- [3] 竹鸠直树,黄玉莲,张文学.烧酒糟的功能性和糟的处理[J].食品与发酵科技,2009,45 (1):69-74.
- [4] 杜连起.甘薯酒酿制方法[J].农村新技术,2010(10):59-61.
- [5] 陈用福.鲜苕生产食用酒精[J].四川食品与发酵,1994(2): 20-22.
- [6] 木田建次,張文学.白酒と焼酎の製造法及び成分の比較[J].でん粉と食品,2008,33 (3):7-13.
- [7] 金凤嬿.酿酒工艺与设备选用手册[M].北京:化学工业出版社, 第一版,2003.
- [8] 王蓉,张磊,张文学.高效酿酒微生物菌剂的生产应用试验[J].中国酿造,2010(3):177-179.
- [9] 王才.红薯制作白酒技术[J].农村新技术,2008(22):58-59.
- [10] 朱志文.调整工艺,降低鲜红薯酒精中甲醇含量[J].酿酒科技, 2000(98):53-54.