

# 蛹虫草甜米酒的生产工艺研究

孙露露, 李焕端, 张至远, 祁 芮, 曾广琳, 方华舟

(荆楚理工学院 生物工程学院, 湖北 荆门 448000)

**摘 要:**以转色优质蛹虫草菌丝体及糯米为主要原料,按照单因子对照原则,参考一般甜米酒制作方法,以虫草素含量、虫草酸含量、总糖含量、氨基酸含量、酒精度、乙酸乙酯含量、总酸含量、感官评价等为主要指标,比较和优化了优质蛹虫草甜米酒的发酵工艺及主要技术参数。结果表明:蛹虫草与糯米最佳质量比为6:80,最佳甜酒曲浓度为1.5%,最佳发酵时间为28 h,最佳发酵温度为30℃,最佳终止发酵方法为微波灭菌法;对最佳发酵条件生产蛹虫草甜米酒的口感、风味及营养保健成分等进行感官评价及常规理化分析表明,该蛹虫草甜米酒在充分保留传统甜米酒风味的同时,营养及保健价值明显提高。

**关键词:**蛹虫草;甜米酒;发酵流程;工艺参数;营养价值

**中图分类号:**Q 949.325 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)05-0125-05

甜米酒是传统风味的健康食品,因其“清香怡人、甜润爽口、浓而不腻,稀而不流”一直深受消费者喜爱。然而随着人们生活水平的提高,消费者更愿意购买既不失传统风味又更加富有营养及具有较强保健价值的产品。然而目前市场上的甜米酒主要以口感为主要生产指标,

保健功能与营养价值并未得到足够的重视,跟不上社会发展需求,市场竞争力也日益下降。冬虫夏草是我国特有的传统著名营养保健及药用真菌,以其为主要原料生产新型营养及保健性甜米酒,具有良好的营养及保健功能,有广阔的市场前景<sup>[1]</sup>。然而冬虫夏草主要分布于我国青海高原等地带,生长条件苛刻,难以满足人们日益增长的需求,以蛹虫草代替冬虫夏草已成为虫草属真菌发展和开发的重要方向之一。蛹虫草为冬虫夏草的近缘种,经广泛研究证明人工培育的蛹虫草具有与天然冬虫夏草相同或相似的主要功效,尤其蛹虫草中虫草素、虫草多糖、超氧化物歧化酶等虫草特有活性成分明显高于后者,含有人体全部必需氨基酸且各种氨基酸种类齐

**第一作者简介:**孙露露(1991-),女,湖北孝感人,本科,研究方向为食品生物技术。E-mail:1003359542@qq.com.

**责任作者:**方华舟(1965-),男,湖北黄冈人,副教授,研究方向为食用菌技术。E-mail:fanghuazhou2000@sina.com.

**基金项目:**湖北省教育厅重点科研资助项目(D20126101);荆楚理工学院大学生科技创新资助项目。

**收稿日期:**2013-11-22

[7] 李江遐,林文丽.不同保鲜剂对玫瑰切花的保鲜效果[J].安徽农业科学,2002,30(1):103-104.

[8] 高勇,吴绍锦.月季切花水分平衡、鲜重变化和瓶插寿命相关性研究初报[J].园艺学报,1989,12(3):86-88.

[9] 熊运海.失水胁迫对月季切花观赏品质的影响[J].西南民族学院学报,1999,25(4):338-401.

[10] 秦涛.月季切花瓶插保鲜液组合配方研究[J].安徽农业科学,2007,35(24):7449,7464.

[11] 仇燕,王天熊.保鲜剂对玫瑰切花瓶插寿命的影响[J].河北师范大学学报(自然科学版),2008(4):538-541.

[12] 王荣华,陆燕.不同保鲜剂对切花月季瓶插效果的影响[J].北方园艺,2010(16):184-187.

## Preservation Effect of Different Preservatives on the Chinese Roses Cut Flower

YAN Hai-xia, LI Wen-juan, HUANG Da-zhuang

(College of Forestry, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000)

**Abstract:** Taking Chinese roses cut flower as material, the effects of different preservatives on the Chinese roses cut flower were studied. The flower diameter, ornamental value, change of fresh weight, water balance and vase life were observed. The results showed that 4% sucrose+150 mg/L 8-HQC+100 mg/L CaCl<sub>2</sub> was the best treatment (Treatment 5) for preservation.

**Key words:** cut Chinese roses; vase solution; vase life; preservation

全、含量高,硒、铁、锌、锰、铜、钙等 20 余种微量元素以及各种维生素含量充足<sup>[2]</sup>,对病后久虚、提高人体免疫力及消除疲劳、缓解紧张、预防和治疗心脑血管疾病、各型癌症、肾功能障碍等有较好营养及保健作用<sup>[3]</sup>。郑婷婷等<sup>[2]</sup>、周广麒等<sup>[4]</sup>研究证实,采用蛹虫草深层液体发酵技术培养蛹虫草菌丝体亦具有相对较高的蛹虫草活性成分,具有生产周期短、培养简单、便于工业化大规模生产等特点。该研究首次以蛹虫草作为甜米酒制作的主要原料之一,在探索优质蛹虫草菌丝体培养条件的基础上,结合传统发酵工艺<sup>[5-6]</sup>,对蛹虫草甜米酒生产工艺、主要技术参数进行了初步探讨,以期为同行及相关产业提供借鉴参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料优质蛹虫草菌种由荆楚理工学院食用菌实验室提供。

甜酒曲(安琪酵母股份有限公司生产)、优质糯米、鸡蛋、土豆、维生素 B<sub>1</sub> 均为市售。磷酸二氢钾和硫酸镁均为化学纯(天津市福晨化学试剂厂)、葡萄糖(分析纯,天津市福晨化学试剂厂)。

发酵缸(四川荣县王盛土陶厂)、LHP-250HE 型智能人工气候箱(上海三发科技仪器有限公司)、BYY-200B 恒温摇床(常州博远实验分析仪器厂)、PH-20 电热恒温培养箱(天津市泰斯特仪器有限公司)、JJ-(J-2F1)型双人单面净化工作台(苏州金净科技有限公司)、28 cm 三层蒸锅(苏泊尔股份有限公司)、UV-2601 紫外分光光度计(郑州南北仪器设备有限公司)及其它常规用具、器皿等。

### 1.2 试验方法

1.2.1 蛹虫草液体菌丝培养基 土豆(去皮)200 g、鸡蛋清 3 个、葡萄糖 10 g、维生素 B<sub>1</sub> 10 mg、水 1 000 mL,pH 自然<sup>[7-9]</sup>。

#### 1.2.2 蛹虫草甜米酒酿造工艺流程

蛹虫草菌丝体培养→转色→捣碎

↓

糯米→洗米→浸泡→蒸米→冷却→拌料→拌曲→入缸→发酵→调味→终止发酵→灌装→成品。

1.2.3 蛹虫草菌丝体培养及转色 取 200 g 土豆切片放入 1 000 mL 水中煮至酥而不烂,过滤取滤液;待冷却后依次加入培养基配方中各组分,加水定容至 1 000 mL,分装至锥形瓶常规高压灭菌<sup>[10]</sup>。将蛹虫草菌种进行活化处理,分别接种至液体菌丝培养基中,在 20℃、150 r/min 的条件下置于恒温摇床中震荡培养 5~7 d<sup>[11-12]</sup>,至形成大量均一、细密菌丝球时结束培养。然后将液体菌丝球无菌条件下分装至无菌培养皿(约为培养皿高度 1/3)中,转移至人工气候箱中,设定温度为 25℃、湿度为 80%、100 lx 光照条件下培养 3~5 d<sup>[13-14]</sup>,

至菌丝转色为金黄色,待用时取培养皿中上层砖红色蛹虫草菌皮,充分捣碎。

1.2.4 蛹虫草米酒酿造主要工艺参数的确定 取优质糯米适量、洗净,浸泡 24 h 左右至米粒稍用力即可碾粉碎为止;将泡好的糯米放置在用单层纱布铺底的蒸锅里蒸熟直至米粒完全熟透且疏松不糊,时间控制在 30 min 左右。再将蒸好的糯米马上放到无菌操作台上冷却,再用无菌水淋米,至糯米温度为 30℃分装至发酵缸中,将甜酒曲和捣碎已转色的蛹虫草菌丝加入糯米中并搅拌均匀,接入甜米酒酒曲,恒温培养。(1)适宜蛹虫草菌丝体与糯米质量比的确定:按照一般甜米酒制作方法,以一般拌曲量 2%、发酵时间 24 h、发酵温度为 30℃的常规方法,分别取虫草菌丝体与糯米质量比 2:80、4:80、6:80、8:80、10:80、12:80 进行米酒制作,至发酵结束;(2)最佳拌曲量的确定:在试验(1)基础上,以最佳蛹虫草菌丝体与糯米质量比进行混合并分装至 6 个发酵缸中,分别按拌曲量与糯米质量比 0.5:100、1.0:100、1.5:100、2.0:100、2.5:100、3.0:100 进行单因素对照试验;(3)最适发酵时间的确定:在试验(2)基础上,以最佳拌曲量与糯米进行混合并分装至 6 个发酵缸中,发酵时间分别设为 22、24、26、28、30、32 h,进行单因素对照试验;(4)最佳发酵温度的确定:在试验(3)基础上,以发酵温度 26、28、30、32℃进行单因素对照试验;(5)最佳终止发酵方法的确定:在试验(4)基础上,分别以高压灭菌、紫外线灭菌、微波灭菌<sup>[15]</sup>等方法等进行单因素对照试验;(6)适宜调味剂的确定:在试验(5)基础上,以最佳终止发酵的方法对米酒进行终止发酵,分别用甜味剂葡萄糖、蔗糖、麦芽糖对米酒调味,进行单因素对照试验。各单因素试验结束后,分别检测发酵产品总糖、总酸、酒精度、乙酸乙酯、虫草酸、虫草素等含量,并进行感官综合评价,以最优者确定为最佳蛹虫草菌丝体与糯米质量比。

### 1.3 项目测定

总糖含量测定采用 DNS 比色法;总酸含量测定采用中和滴定法;氨基酸总量的测定采用茚三酮比色法<sup>[16]</sup>;酒精度的测定采用蒸馏法;乙酸乙酯含量测定采用气象色谱法;虫草酸含量测定采用分光光度法<sup>[17]</sup>;虫草素含量测定采用高效液相色谱法<sup>[18]</sup>;感官评价:选取 15 名经过培训鉴定人员对米酒产品的色泽、香气、口感等进行综合评定。

该试验各组均为 20 次重复,以确保数据可靠性,寻找最佳发酵生产方法。

## 2 结果与分析

### 2.1 蛹虫草菌丝体培养过程及结果

培养优质蛹虫草菌丝体是进一步发酵生产蛹虫草甜米酒的重要基础。菌丝体中虫草素、虫草酸等主要营

养及保健成分含量高低,对发酵生产甜米酒质量有重要影响。该试验中,蛹虫草菌丝体 20℃、150 r/min 液体培养 5~7 d,菌液粘稠,菌丝球浓密、细小,大量均匀分布、悬浮于菌液中。蛹虫草菌丝体的大量生长,为菌丝细胞代谢、合成及积累相关物质奠定了良好基础。菌液从培养前较清澈透明至培养结束时为粘稠状,说明菌丝细胞已大量合成虫草相关物质并分泌至菌液中。进一步将菌液倒板、光照培养,菌液表面密生细密绒毛状菌丝,菌丝色泽金黄或深红色,培养基上表面可形成一层橘红色菌皮,甚至可形成虫草草体,并肉眼可见菌液内菌丝密布。转色是虫草属由营养生长转为生殖生长的重要标志,是能否形成虫草子实体及子实体是否优劣的重要关键措施和环节。显然,光照培养及良好转色对促进蛹虫草菌丝向生殖生长转化,促进菌丝菌体细胞进一步合成虫草素、虫草酸等虫草主要活性成分,为确保蛹虫草甜米酒的营养及保健品质创造了良好条件<sup>[12-14]</sup>。

表 1 不同蛹虫草与糯米质量比对蛹虫草甜米酒质量的影响

质量比	总糖含量 /g · (100g) <sup>-1</sup>	总酸含量 /g · (100g) <sup>-1</sup>	氨基酸含量 /g · (100g) <sup>-1</sup>	酒精度 /%	乙酸乙酯含量 /mg · (100g) <sup>-1</sup>	虫草素含量 /mg · (100g) <sup>-1</sup>	虫草酸含量 /mg · (100g) <sup>-1</sup>	感官评价
2 : 80	10.30	0.08	0.090	2.50	3.13	0.03	163.90	微黄、甜度高、回味甜绵
4 : 80	10.01	0.09	0.089	2.14	3.10	0.06	283.40	微黄、甜度高、酒体丰满
6 : 80	9.90	0.10	0.080	1.66	3.20	0.07	380.71	偏黄、香气甜腻、天润爽口、甜香
8 : 80	8.40	0.18	0.065	1.39	3.19	0.08	420.80	黄、香气甜腻、偏酸口味一般
10 : 80	8.30	0.19	0.060	1.10	3.09	0.09	560.71	较黄、较酸、微甜
12 : 80	7.13	0.25	0.050	0.73	3.00	0.08	622.33	较黄、酸、虫草香突出

### 2.3 最适的拌曲量的确定

从表 2 可以看出,随着拌曲量的增加总糖含量和总酸含量增加,但总糖与总酸含量之间失衡,拌曲量少于 1.5% 时,感官缺陷主要体现在甜度较差、口感单一复合香偏弱,这是由于拌曲量过少,有益微生物数量较少,不能形成优势菌体,代谢产物达不到要求,严重影响酒体的口感,而且各种有效成分偏低。拌曲量为 1.5% 的常规理化数据和感官评价要优于其它处理,其中总糖含量为 10.07 g/100g,氨基酸含量为 0.093 g/100g,总糖与总

表 2 不同拌曲量对蛹虫草甜米酒质量的影响

拌曲量 /%	总糖含量 /g · (100g) <sup>-1</sup>	总酸含量 /g · (100g) <sup>-1</sup>	氨基酸含量 /g · (100g) <sup>-1</sup>	酒精度 /%	乙酸乙酯含量 /mg · (100g) <sup>-1</sup>	虫草素含量 /mg · (100g) <sup>-1</sup>	虫草酸含量 /mg · (100g) <sup>-1</sup>	感官评价
0.5	6.70	0.05	0.059	0.72	2.5	0.060	207.19	微甜、口味单一、口感粗糙
1.0	8.17	0.06	0.067	1.10	2.8	0.071	280.77	较甜、虫草米酒复合香偏弱
1.5	10.07	0.08	0.093	1.47	3.21	0.089	398.51	甜润爽口、虫草米酒复合香较浓、回味绵香
2.0	11.31	0.15	0.099	1.90	3.40	0.090	457.86	偏酸、虫草米酒复合香较浓
2.5	11.98	0.21	0.130	2.11	3.90	0.095	498.72	入口酸、甜度高、酒体偏老
3.0	12.50	0.33	0.150	2.41	4.10	0.099	508.35	入口酸、回甜、酒体老、复合香偏弱

### 2.4 最适的发酵时间确定

该试验选择一次性发酵方法,由表 3 可知,发酵时间为 28 h 时,总糖含量达到峰值,高于 22~26 h 发酵时间,根据发酵动力学分析可知,这是由于糖化菌的生长达到了稳定期,其代谢产物也达到了峰值。然而总酸却

### 2.2 最适蛹虫草与糯米质量比的确定

由表 1 可以看出,随着蛹虫草含量的增加,乙酸乙酯含量受质量比的影响较小,其幅度波动不大,故不同的蛹虫草含量的酒体口感主要集中在酸甜不平衡方面。米酒中总糖含量、氨基酸含量、酒精度等随之减少,总酸、虫草素、虫草酸等含量随之增加。米酒中总糖和总酸的这种变化趋势,可能是由于糖化菌的生长代谢受到影响,使得乳酸菌变成优势菌体,代谢旺盛于糖化菌。虫草酸和虫草素的增加则是由于蛹虫草增加的缘故。根据试验人员的感官评价蛹虫草与糯米比为 6 : 80 时,蛹虫草米酒的口感优于其它比例,而且酒精度在 1.66% 左右,属于甜型米酒。虫草酸、虫草素的含量虽然随着蛹虫草含量的增加而增加,但过分追求二者含量则严重影响酒体口感。经综合感官评价与理化数据,确定最适宜蛹虫草与糯米的质量比为 6 : 80。

酸含量比较为平衡,口感明显优于其它拌曲量。酒精在 1.47% 左右较适宜。虫草酸、虫草素含量与其它拌曲量含量无太大区别,当拌曲量高于 1.5% 时,酒体口感较酸,虽然营养价值相对提高,但感官较差,其中虫草素含量和虫草酸含量随着酒精度的增高而有所增加,是因为二者极易溶于酒精,但酒精度过高则不符合甜米酒的感官要求<sup>[19]</sup>。另外,拌曲量过高会让酒曲中微生物占优势,活体虫草的加入对其影响不大。经综合分析感官评价确定拌曲量 1.5% 为宜。

随着发酵时间的增长而增加,可能是由于乳酸菌的生长周期、生长条件与糖化菌的生长周期的差异所致,因此必须不同的糖酸比之间选择最佳比例,以达到最佳口感,经试验证明及口感分析,发酵时间为 28 h 的糖酸比的口感较佳。虽然酒精度、虫草素含量、虫草酸含量低



于 30、32 h,但是感官评价最为合适,保证了虫草酸含量和虫草素含量不至于过低的情况下最大限度保留了甜米酒的甜润爽口、丰满可口的风味。其它较短的发酵时

间虽然提高了生产效率,但其中的重要营养成分低于 28 h,而且风味口感也不及 28 h,故确定发酵最适宜时间为 28 h。

表 3 不同发酵时间对蛹虫草甜米酒质量的影响

时间 /h	总糖含量 /g · (100g) <sup>-1</sup>	总酸含量 /g · (100g) <sup>-1</sup>	氨基酸含量 /g · (100g) <sup>-1</sup>	酒精度 /%	乙酸乙酯含量 /mg · (100g) <sup>-1</sup>	虫草素含量 /mg · (100g) <sup>-1</sup>	虫草酸含量 /mg · (100g) <sup>-1</sup>	感官评价
22	6.75	0.04	0.075	0.80	3.17	0.063	213.11	微甜、虫草米酒复合香偏弱较弱
24	8.36	0.05	0.096	1.10	3.55	0.078	275.37	较甜、虫草米酒复合香偏弱较弱、绵柔
26	11.18	0.08	0.100	1.28	4.25	0.085	405.72	甜润、酒体丰满、复合香较佳、回味短暂
28	12.56	0.08	0.120	1.49	4.10	0.098	455.67	甜润饱满、酒体丰满、复合香较浓
30	11.27	0.09	0.100	2.10	4.37	0.097	498.18	甜味明显、酒体偏老
32	10.27	0.16	0.110	2.43	4.58	0.097	505.32	酒体偏老、甜后带酸、较甜

## 2.5 最适发酵温度的确定

从表 4 可以看出,发酵温度为 30℃时,甜酒品质甜润爽口,复合香突出。除总酸外,总糖含量、氨基酸含量、乙酸乙酯含量均高于其它发酵温度。根据相关文献记载,适当提高发酵温度可缩短发酵时间,但不利于酯类物质的形成,酒体不够丰满,因为酯类物质是影响酒

体口感的重要因素,它的形成必须遵循微生物的生长周期,酯的产生相对于糖类、酸类物质更为敏感。温度在 32℃时总酸偏高,口感也偏酸,是因为 32℃比 30℃更适合乳酸菌的生长,故造成米酒偏酸,出现酒体老化,30℃最接近糖化菌的最佳生长温度,发酵出的甜米酒的品质也最佳,因此确定发酵最佳温度为 30℃。

表 4 不同发酵温度对蛹虫草甜米酒质量的影响

温度 /℃	总糖含量 /g · (100g) <sup>-1</sup>	总酸含量 /g · (100g) <sup>-1</sup>	氨基酸含量 /g · (100g) <sup>-1</sup>	酒精度 /%	乙酸乙酯含量 /mg · (100g) <sup>-1</sup>	虫草素含量 /mg · (100g) <sup>-1</sup>	虫草酸含量 /mg · (100g) <sup>-1</sup>	感官分析
26	6.59	0.03	0.06	0.5	2.02	0.033	224.36	甜味淡,无明显复合香
28	9.12	0.05	0.08	0.9	2.71	0.081	341.51	甜味淡,酒体爽口,复合香淡
30	12.81	0.06	0.12	1.3	4.17	0.100	488.63	甜度较佳,口感甜润,复合香较佳
32	11.30	0.10	0.2	2.2	4.03	0.103	504.35	甜润,稍辛辣,有明显复合香

## 2.6 不同的终止发酵方法对产品感官的影响

由于蛹虫草甜米酒是多种微生物共同发酵形成,不同终止发酵方法对于产品的保存及对产品的口感、感官、主要成分等有着重要影响。由表 5 可以看出,紫外线终止发酵的效果最差,保存 5 d 后,产品便出现了变质现象,这是由于紫外线对产品内层微生物消灭不彻底所致。虽然对产品的感官并没有影响,但从经济角度考虑不予采用。高压蒸汽终止发酵的产品保存时间最长,能够存放 160 d。但对产品的感官影响较大,主要体现在形态上出现散烂、浑浊、粘稠现象,这是由于在高温高压下淀粉糊化严重,因此也不宜采用高压终止法终止发酵。微波灭菌的保存时间比高压蒸汽方法终止发酵保存时间稍短,但由于微波炉其独特的加热方式,通过电磁波转为热能,温度提高极快,容易保留产品原有的营养物质和活性物质和虫草甜米酒原有的甜润、爽口、复合香、可口的风味,色泽黄润<sup>[20]</sup>,经综合考虑,选用微波

灭菌方法进行终止发酵最为适宜。

## 2.7 蛹虫草甜米酒的调味

对产品进行调味处理,以提高口感及不同地域人群的口味需求,是目前食品行业通行做法。由表 6 可以看出,在等体积的米酒中添加等量的甜味剂,蔗糖的增甜效果最明显,且对甜米酒的风味影响最小,最大限度的保持了产品的原有风味,且蔗糖价格较其它 2 种甜味剂偏低,葡萄糖虽然可以延长食品保质期,但口感单一,甜度低,而麦芽糖甜度只有蔗糖的 1/3,成本较高;蔗糖来源广泛,价格较低廉,可作为大规模生产时主要甜味剂。对于北方非甜食嗜好地区来说,不添加任何调味品,即原味,亦有较好的口感和风味(表 1~5)。

表 6 不同甜味剂对产品口感的影响

甜味剂	感官评价
葡萄糖	较甜、口感单一
蔗糖	甜润、饱满爽口
麦芽糖	微甜、口感偏淡

表 5 不同终止发酵方法对产品感官的影响

灭菌方法	保存时间/d	感官评价
高压	160	色泽黄润、颗粒散烂、酒体浑浊、口感粘稠、甜润爽口、不影响复合香
紫外线	5	色泽黄润、颗粒形态较佳、稀而不流、浓而不糊、甜润爽口、不影响复合香
微波 <sup>[13]</sup>	148	色泽暗黄、颗粒形态较佳、甜润爽口、较接近原风味、不影响复合香

## 3 结论

该试验配制了新型的发酵原料且所设定的一次性发酵工艺进行发酵制作甜米酒,具有污染低、菌龄整齐、生物量高、产量大、生产简便等特点,使培育周期及培育成本大幅度降低,十分利于规模化生产。综合蛹虫草甜米酒的常规成分分析,感官评价以及经济效益等角度考

虑,采用一次发酵工艺确定最佳虫草与糯米质量比为 6:80,甜酒曲含量为 1.5%,发酵时间为 28 h,发酵温为 30℃,最佳终止发酵方法为微波灭菌,蛹虫草的营养及保健成分在进行发酵过程中将逐步溶入到甜米酒中,在保持甜米酒独特风味的同时又增加了虫草有效营养成分。试验中,虽然通过提高发酵原料中蛹虫草菌丝比例,可增加最终米酒产品中虫草酸、虫草素等虫草活性成分含量,提高营养及保健价值;或延长发酵时间,提高最终产品酒精浓度,但过分追求二者的含量则可导致最终产品与传统风味在感官、口感等明显差异,出现偏酸、辛辣、酒味过浓等现象。综合各发酵因素对发酵过程及结果的影响,既最大限度的保证了蛹虫草主要活性成分含量及其营养保健功能,且氨基酸含量、乙酸乙酯含量、可溶性糖含量、酒精度等指标与传统的甜米酒并无明显区别,甚至总糖含量、氨基酸含量等部分指标优于普通米酒,口感清甜、酸润可口,色泽红润偏金黄,光泽明显,产品具有较鲜明特色,可供工业化大规模生产借鉴。

#### 参考文献

- [1] 王雅玲,代玲玲,赵铁男,等. 蛹虫草功能食品的最新研究进展[J]. 食品工业科技,2008(11):285-286.
- [2] 郑婷婷,李多伟,王英娟,等. 蛹虫草液体培养条件优化及有效成分含量分析[J]. 菌物研究,2004,2(4):22-25.
- [3] 韦会平,肖波,胡开治. 蛹虫草药用价值考[J]. 中药材,2004,27(3):215-217.
- [4] 周广麒,万晓星,侯友松,等. 蛹虫草液态深层发酵的研究[J]. 食品与发酵工业,2004,30(8):39-43.
- [5] 刘新益,何松贵,徐岩. 新工艺米酒的研发[J]. 酿酒科技,2012(7):102-104.
- [6] 李纪亮,李火宇. 孝感保健型米酒的生产与系列化[J]. 酿酒科技,2003(5):60-63.
- [7] 方华舟,贾瑞,程利霞,等. 不同培养基原料及配方对北冬虫草夏草液体菌种质量的影响[J]. 贵州农业科学,2011,39(2):105-109.
- [8] 方华舟,向会耀,王小艳. 不同氮源对蛹虫草菌丝及子实体生长状况的影响[J]. 荆楚理工学院学报,2010,25(2):5-8.
- [9] 马国良,韩玉军. 北冬虫草菌丝对不同碳氮源利用的研究[J]. 青海大学学报(自然科学版),2007,25(2):25-28.
- [10] 朱雅红,桂仲争. 蛹虫草液体菌种通气发酵培养及其营养成分分析[J]. 食品与生物技术学报,2009,28(5):699-704.
- [11] 丁米田,李灿. 食用菌液体菌种摇瓶培养操作技术要点[J]. 现代农业科技,2009,16(4):53-54.
- [12] 牟雪,贾成发,陈帅,等. 光照时数对蛹虫草生长发育的影响[J]. 河北农业科学,2010,14(12):20-21.
- [13] 方华舟,董海波,肖习明. 不同保藏温度及光照条件对北冬虫草菌种质量的影响[J]. 中国农学通报,2011,27(22):247-252.
- [14] 方华舟,李淑玲,左雪枝,等. 北冬虫草液体菌种制备工艺研究[J]. 北方园艺,2011(14):164-167.
- [13] 聂建红,王瑞,孙戴,等. 微波灭菌及应用[J]. 吉林医药学院院报,2009,30(1):51-53.
- [15] 翟海燕,林征. 食品质量检验[M]. 北京:中国标准出版社,2013.
- [16] 葛新,白小红,李云兰. 分光光度法测定蛹虫草 D-甘露醇的含量[J]. 山西医科大学学报,2001,32(4):317-318.
- [17] 郭澄,朱杰,张纯,等. 高效液相色谱法测定人工虫草菌丝中腺苷和虫草素的含量[J]. 中国中药杂志,1998,23(4):236-237.
- [19] 李纪亮. 系列酒精度的孝感米酒生产工艺及其产品特点[J]. 酿酒科技,2008(7):26-28.
- [20] 应月青,张礼生,农向群,等. 微波对固体培养基灭菌效果的观察[J]. 中国消毒学杂志,2007,24(1):36-38.

## Study on Production Techniques of Cordyceps Militaris Sweet Rice Wine

SUN Lu-lu, LI Huan-duan, ZHANG Zhi-yuan, QI Rui, ZENG Guang-lin, FANG Hua-zhou

(Department of Bio-engineering, Jingchu College of Science and Technology, Jingmen, Hubei 448000)

**Abstract:** Taking cordyceps militaris mycelia and sticky rice as main raw materials, according to single factor controlled principles, referring to general sweet wine production method, using cordyceps pigment, cordyceps acid content, total sugar, amino acids, alcohol degrees, acetic acid bester, total acid content, and sensory evaluation as main index, the fermentation and main technical parameters of high quality cordyceps militaris sweet wine were explored, compared and optimized. The results showed that the best quality ratio of cordyceps militaris and glutinous rice was 6:80, the best concentration of sweet wine yeast was 1.5%, and the best fermentation time and temperature were 28 h and 30℃ respectively, the best method of terminating fermentation was microwave sterilization. The sensory evaluation and practice of physical and chemical analysis of taste flavor and nutritious ingredients of cordyceps militaris sweet rice wine produced at the best optimum fermentation conditions indicated that the sweet rice wine in cordyceps militaris full flavor while retaining the traditional sweet rice wine flavor, markedly improved its nutritional and health value

**Key words:** cordyceps militaris; sweet rice wine; fermentation process; processing parameters; nutritional value