

## 多元矿溶液在高度浓香型白酒中的应用

徐朝晖<sup>1</sup> 赵晓本<sup>2</sup> 宋晓燕<sup>2</sup> 张文铃<sup>2</sup>

1(中国食品发酵工业研究院,北京,100027) 2(山东兰陵美酒股份有限公司,山东,277731)

我国著名量子统计化学家金日光教授在研究遗传基因载体 DNA 和各种水之间作用机理的过程中发现,微量元素群对细胞核内 DNA 起深层次的作用,其内在实质是调节和优化遗传密码子合成转录等过程中氢键和色散能的作用。由此经过多年研究,将这些微量元素群从自然界富集提纯,从而发明了多元矿溶液(高能态生物能活力素)。并将多元矿溶液广泛应用到食品行业,用以补充人体内的微量元素。在白酒酿造过程中,为了减少对酵母细胞和酒体中各种风味物质的干扰,酿造用水均采用去离子软水或尽量减少酿造用水中的金属离子。文中采用后修饰方法将多元矿溶液添加到白酒中,对添加多元矿溶液后白酒中的各种成分及其效果进行了跟踪。

## 1 材料与方法

## 1.1 实验材料

## 1.1.1 样品

浓香型白酒为山东某大型企业提供。

## 1.1.2 实验材料

多元矿溶液(又称高能态生物能活力素)为北京群子生命动力技术研究所提供。

## 1.1.3 实验仪器

美国 HP6890 气相色谱仪。

色谱柱:美国 HP-1NOWX 毛细管 0.32 mm × 0.25 μm, 30 m。

## 1.2 实验方法

## 1.2.1 酒样的准备

在白酒车间直接提取蒸馏后的原酒,按要求降低至 53°。

## 1.2.2 实验材料的准备

由北京群子生命动力技术研究所制造,并按中国食品发酵工业研究院提供的要求去除多元矿溶液中部分可能对白酒造成有害影响的金属离子。

## 1.2.3 实验设计

将准备好的多元矿溶液按 0.6‰、0.8‰、1‰、2‰ 分别添加到 53° 成品白酒中,混合均匀,同时预留空白样。这样每一种酒度均有 5 种不同添加量的样

品。从配制之日起每隔 1 个月检测 1 次白酒中主要成分的含量。其中添加后 2 周内增加 1 次检测。

## 1.2.4 样品处理

为了防止检测中因打开盖子对酒体造成的影响,每种样品统一配制并分装成 8 份,统一存放于固定的地方,环境地区为黄河以南长江以北室内冬季。每次提出 1 个样品检测,每检测 1 次即不再使用。

## 1.2.5 指标的测定

实验中,主要对浓香型白酒中的主要成分进行了测定,包括:甲醇、正丙醇、异丁醇、甲酸乙酯、丁酸乙酯、戊酸乙酯、己酸乙酯、乳酸乙酯、乙酸、丁酸、己酸、乳酸、乙醛等,由于采用的是毛细管色谱柱双内标法 1 次测定,受到色谱柱的影响,异戊醇的指标是对异戊醇和 2-甲基-1-丁醇的共同峰指标,乙酸乙酯是乙酸乙酯和乙缩醛的共同峰指标。

## 1.2.6 统计分析

采用检测记录的方法,将气相色谱分析数据统一记录并整理。首先从中挑选出可以进行分析的数据和出现非常异常的数据。

对检测记录的数据进行差值分析,即每组样品分时检测数据同配制原始数据的差值。

## 2 检测结果与分析

## 2.1 检测结果

53° 检测结果主要成分差值:

## 2.1.1 醇类

甲 醇	2 周	1 个月	2 个月	3 个月	4 个月	5 个月	6 个月
对 照	0.9	0.8	-15.6		5.8	-19.4	-84.4
0.20%	0.2	6.4	6.7	-46.6	-19	-28	-28.6
0.10%	-1	-1.1	2.9	0.8	-21.3	-9.7	-67.6
0.08%	1.4	21.2	16.4	-23.9	39.7	41.1	13.7
0.06%	-54.7	-0.5	5.5	-1	5.3	-4.7	1.4
仲丁醇	2 周	1 个月	2 个月	3 个月	4 个月	5 个月	6 个月
对 照	2	2.6	3.1	-250.2	3	1.3	3.2
0.20%	-0.4	-0.7	0	-254.8	0.7	1.4	-0.7
0.10%	-1.5	-2.3	-0.4	-0.4	1.4	-2.6	
0.08%							
0.06%	-8.8	0.6	-1.6	-0.1	-2.1	3.1	

第一作者:学士,工程师。

收稿时间:2003-07-12

正丙醇	2 周	1 个月	2 个月	3 个月	4 个月	5 个月	6 个月
对 照	-11	0.6	-0.8		-4	-0.1	-10.4
0.20%	-4.7	14.1	8.6	5.1	-0.6	3.7	-7
0.10%	-6.1	2.8	4.4	0.7	-1.8	5.8	2.2
0.08%	-4.5	4.1	-2.3	-4.9	-6.3	6.8	-2.8
0.06%	-6.3	4.3	14.9	-1.1	1.9	2.2	9.8
异丁醇	2 周	1 个月	2 个月	3 个月	4 个月	5 个月	6 个月
对 照	-3.4	-1.5	0.2	4.7	-0.4	-4.3	-8.4
0.20%	-1.9	3		-1.3	-2.2	-6.9	-8.4
0.10%	-0.7	0.9	3.2	0.4	-0.3	-5.4	-3.5
0.08%	0	-0.7	-4.4	-3.8	-3.5	-2.5	-7.5
0.06%	-0.9	0.7	3.3	-1.5	0.6	-4.7	-1
正丁醇	2 周	1 个月	2 个月	3 个月	4 个月	5 个月	6 个月
对 照	1.3	0.6	4.5	2	2.4	2.4	2
0.20%	-3.3	1.4	-0.7	-4.9	-4.6	0.3	4.7
0.10%	-1.4	1.4	4.6	-1.7	-2.6	0.3	0.7
0.08%	-0.4	1.1	-1.9	-2.2	-3.8	7.9	-0.7
0.06%	1.3	0.8	1.6	0.5	-0.6	2.3	5.2
样 1	2 周	1 个月	2 个月	3 个月	4 个月	5 个月	6 个月
对 照	-1.2	-2.2	2.4	10.8	-0.6	-4.5	-13
0.20%	-3.3	3.3	4.4	-3.4	-3.6	-8.6	-12.5
0.10%	-1.8	1	5.4	-1.1	-0.4	-12.5	-7.7
0.08%	-2.4	2.6	-8.5	-6.5	-6.9	-4	-11
0.06%	-1.5	0	4.5	-3.7	-0.6	-2.6	-2.3
正戊醇	2 周	1 个月	2 个月	3 个月	4 个月	5 个月	6 个月
对 照	0.9	1.3	1.3	1.7	1.6	1.5	7.1
0.20%	6.3	3.6	1.7	1.6	1.2	6.2	1
0.10%	-0.5	12	2.2	3.7	7.6	3.6	0.7
0.08%	-0.6	1.8	0.5	-1.4	0.6	1.5	1.6
0.06%	-0.1	1.8	1.8		2.9	1.7	4
正己醇	2 周	1 个月	2 个月	3 个月	4 个月	5 个月	6 个月
对 照	-1.9	-0.8	1.6	1.2	3.4	-0.9	-3.5
0.20%	-0.8	2.6	3.3	5.1	6.2	11.5	-2.6
0.10%	-4.2	-0.4	4	3.9	-1	-7.9	0.9
0.08%	-3.2	-3.1	-2.8	-4.3	-0.9	-0.1	-1.6
0.06%	-0.2	1.7	2.1	9.2	8.3	4.6	3.8
样 2	2 周	1 个月	2 个月	3 个月	4 个月	5 个月	6 个月
对 照	2.8	9.1	-15.7	-20	-161	-29	-31.4
0.20%	-31.7	-17		-17.4	-9.7	-22.6	-29.6
0.10%	-31.6	-11.6	-15.5	-14.1	-19.2	-16.8	-25.9
0.08%							
0.06%	0.6	4.9	-16.1	-12.5		-27.3	-26.7

注 样 1:为异戊醇+2-甲基-1-丁醇;

样 2:为 2,3-丁二醇(左旋)。

## 2.1.1.2 酯 类

样 3	2 周	1 个月	2 个月	3 个月	4 个月	5 个月	6 个月
对 照	-30.1	40.6	43.5	148.3	55.4	-84.7	-223.3
0.20%	0.6	157.4	101.7	8.7	43.6	-112.3	-142.6
0.10%	49.1	73.4	83.5	55.6	0.6	-124.4	-190.6
0.08%	33.8	78.9	9.1	12.4	54.1	11.4	-105.3
0.06%	25.1	82.9	137.2	56.4	127.2	2.1	18.9

甲酸乙酯	2 周	1 个月	2 个月	3 个月	4 个月	5 个月	6 个月
对 照	-0.2	0.4	1.2		-1.1	-5.5	-4.3
0.20%	0.5	1	1.6	-4.1	0.8	-2.4	-3.1
0.10%	1.4	0.8	1.5	1.6	1.1	0.3	-2.7
0.08%	0.6	39	1.9	1.2	4.4	0.9	-2.1
0.06%	-4.8	-0.6	0.4	0.8	0.3	-3.4	-4.3
丁酸乙酯	2 周	1 个月	2 个月	3 个月	4 个月	5 个月	6 个月
对 照	-9.6	2.5	3.9		6.5	-10.1	-21.8
0.20%	-4.8	-82.9	12.3		4.2	-12.8	-16.3
0.10%	-7	3.3	9.2	5.4	-0.4	-19	-28.2
0.08%	8	23.9	16.8	5.1	17.8	16.6	4.8
0.06%	-9.7	4.7	18.3	4.7	9.8	-1.2	7.4
戊酸乙酯	2 周	1 个月	2 个月	3 个月	4 个月	5 个月	6 个月
对 照	-3.7	0.5	2.5	5	0.4	-3.8	-4.4
0.20%	0.4	8	6.8	1.2	4.4		-3.8
0.10%	-1.5	-2.7	3.1	1.5	-2	-7.7	-1.5
0.08%	1.6	1.1	-2.5	0	-2.2	-2.2	-2.4
0.06%	2.9	3.1	5.8	1.4	1.8	0.8	4.7
乙酸乙酯	2 周	1 个月	2 个月	3 个月	4 个月	5 个月	6 个月
对 照	-83.8	-33.6	23	51.2	1.2	-63.6	-182.7
0.20%	-47.6	85.1	69.5	-8.9	-20.5	-135.3	-178.4
0.10%	-19.1	1.6	85.3	29.5	6.8	-191.6	-141.5
0.08%	-8.3	22.4	-83.2	-59.6	-90.1	-87.8	-154.2
0.06%	46.4	78	149.8	27	50.4	-0.6	16.7
庚酸乙酯	2 周	1 个月	2 个月	3 个月	4 个月	5 个月	6 个月
对 照	-0.9	-0.5	-0.8	0.8	0.9	0.5	-0.3
0.20%	-1.2	1.7	0.6	-0.4	-0.9	-0.9	-1.6
0.10%	-1.3	0.5	1.2	1.4	1.2	-1	0.9
0.08%	-1.4	-0.3	-1.2	-0.1	-0.7	-0.2	0.2
0.06%	0.3	0.3	1.4	0.6	0.2	0.4	1.8
辛酸乙酯	2 周	1 个月	2 个月	3 个月	4 个月	5 个月	6 个月
对 照	-2.4	-2	1.4	-3.4	-1.1	-1.1	-2.2
0.20%	0.7	1.5	1.1	0.3	0.4	-0.4	-0.6
0.10%	-0.7	-0.3	1.2	-0.1	0.3	-2.4	-1.2
0.08%	-1.7	-5.9	-1.6	-2.7	-2.2	-1.9	-2.5
0.06%	0.9	0.4	1.4	-0.2	0.1	-0.1	3.7
乳酸乙酯	2 周	1 个月	2 个月	3 个月	4 个月	5 个月	6 个月
对 照	-79.6	49.6	82.5	30.4	9	-10.5	60.5
0.20%	-25.5	187.7	132.7	91.5	160.8	139.2	35.3
0.10%	34.3	88.5	166.7	203.5	86.8	192.9	130.1
0.08%	-2.7	201.3	122.1	121.3	117.4	-337.4	96.8
0.06%	95	178.3	227.3	222.8	111	284.8	-18.7

注 样 3 为乙酸乙酯+乙缩醛。

## 2.1.1.3 有机酸类

乙 酸	2 周	1 个月	2 个月	3 个月	4 个月	5 个月	6 个月
对 照	-25.6	-48.3	-30.8	-13.9	12.4	-306.2	-222.1
0.20%	22.1	186.2	93.9	-26.1	141.2	-69.9	-22.8
0.10%	54.7	88.9	41.7	126.6	38.2	71.9	-280.1
0.08%	53	105.7	42.2	12.9	287	125.8	12.8
0.06%	44.5	25.6	40.4	26.2	222.1	-131.2	215.6

丙酸	2周	1个月	2个月	3个月	4个月	5个月	6个月
对 照	-2.9	-0.7	-0.2	0.6	-1.5	-0.8	0.6
0.20%	-1.1	1	-1.6	-0.8	4.5	2.7	-0.1
0.10%	-2.1	10.2	0	-0.1	-3.6	1.5	0.9
0.08%	-8.7	-3.4	-5.8	-7.7	-7.6	-17.5	-8.8
0.06%	-0.3	-4	1.2	0.4	4	1	0.6
样 4	2周	1个月	2个月	3个月	4个月	5个月	6个月
对 照	-5.5	-1.7	-0.9	-2.3	-3.4	-1.9	-2.8
0.20%	-2.2	0.4	-2.8	-2.4	-0.9	-3.8	-1.5
0.10%	-1.4	3.1	-0.3	1.3	-4.1	3.2	0.3
0.08%	-1.6	-6.8	-4.6	-6.7	0.9	-12.5	-1.6
0.06%	1.3	1.1	-1.3	-2.5	-0.7	-0.7	4.4
丁酸	2周	1个月	2个月	3个月	4个月	5个月	6个月
对 照	-0.5	4.9	-5	-0.8	-8.2	-60.7	-33.6
0.20%	4.2	30	18.9	2.1	21.3	-21.1	-44.6
0.10%	1.6	-13.8	5.8	25.1	5.4	-10.9	-74.9
0.08%	7.7	20.4	11.6	-4.7	-54.4	-7.1	-4.1
0.06%	2.9	-4.1	3.4	3.5	33.2	-29.3	13.9
戊酸	2周	1个月	2个月	3个月	4个月	5个月	6个月
对 照	1.8	2.3	1.1	1.8	-0.1	-8.8	-3
0.20%	0.7	3.4	2.1	-1.3	3.6	18.5	-9
0.10%	7.8	3.8	0.3	4.4	0.7	-4.1	-11.3
0.08%	1.3	2.1	1.3	0.5	4.8	-2.5	-0.5
0.06%	4	0.7	0	0.3	4.5	-7.3	9
异戊酸	2周	1个月	2个月	3个月	4个月	5个月	6个月
对 照	-0.7	-0.6	-0.3	-2	-3	-3.2	-2
0.20%	-1	0.5	-0.2	-1.2		-1.1	-3.4
0.10%	0.6	0.2	0.1	0.6	-0.3	0	-18
0.08%	-1.6	-1.5	-1.7	-7.8	-0.1	-6.7	-2.6
0.06%	0.3	-1.2	0.8	1.7	8.6	0.2	3.3
己酸	2周	1个月	2个月	3个月	4个月	5个月	6个月
对 照	-16.6	-3.5	11.8	22.9	12.3	-221	-138.1
0.20%	22.3	112.2	83.9	-16.6	111.5	-80.8	-124.2
0.10%	58.9	92.3	55.2	120.6	75.5	-42.1	-154.5
0.08%	47.6	119.5	52.1	64.7	194.9	39.5	-12.9
0.06%	-62.8	85.2	52.8	36.3	144.6	-73.7	57.5
庚酸	2周	1个月	2个月	3个月	4个月	5个月	6个月
对 照	-0.5	-0.7		-12.5	-0.4	-4.6	-4.6
0.20%	-5.7	0.9		1.8	2.6	-1.7	-0.9
0.10%	0.4	1.2		2.6	1.3	-1.8	-3.1
0.08%	4	1.1		1.1	4	-0.4	-1.2
0.06%	0.3				2.6	-0.8	1.8
辛酸	2周	1个月	2个月	3个月	4个月	5个月	6个月
对 照	-1.3	-1.5		-0.9	-0.5	-8.7	-2.2
0.20%	0	1.4		-2	2.4	-2.2	-1.7
0.10%	2.5			2.5	3.5	0.4	-1.7
0.08%	1.2	1.4		1.5	3.7	-1.8	-0.4
0.06%	2.7				4.3	-0.4	2.3

注 样 4 为异丁酸+2,3-丁二醇(内消旋)。

乙醛	2周	1个月	2个月	3个月	4个月	5个月	6个月
对 照	-20.8	-141.9	24.7	-139	-124.5	-58.4	-78.9
0.20%	74	-72	-87.4	38.5	-126.8	-50.2	-56.2
0.10%	6.2	-101.2	-90.4	-88.6	-130.9	-15.3	-2
0.08%	-0.2	-114.2	-131.2	-118.1	-94.7	-12.8	-55.6
0.06%	-7.2	-31.1	-89.8	-107.8	-86.8	-29.1	-29.6
样 5	2周	1个月	2个月	3个月	4个月	5个月	6个月
对 照	3.7	6.3	3.8	6	9.6	5.6	21.4
0.20%	20.7		6	7	10.9	12.5	15.5
0.10%	-4.8	1.3	4	8.9	7.8	14.7	24.4
0.08%	-0.7	12	8.9	19	13.2	24.8	24.2
0.06%	5.2	7.9	7.8	10	28.4	17.8	19.4

注 样 5 为 3-羟基-2-丁酮

## 2.2 53 度浓香型白酒添加多元矿溶液后结果分析

### 2.2.1 醇类

(1) 甲醇: 在 53° 浓香型白酒中, 添加多元矿溶液后, 甲醇提前 1 个月开始产生大的变化, 但随后趋于平稳, 半年后总体变化小于对照样, 且在国家规定的范围内。

(2) 仲丁醇: 对照样在前 2 周有个较明显的变化, 而后趋于平稳。添加多元矿溶液后总体变化均较平稳。0.2% 浓度的添加量表现较好。

(3) 正内醇: 变化趋势同对照样相同, 但总体低于对照样, 总变化幅度也小于对照样, 基本可以判定为对正丙醇的变化没有影响。

(4) 异丁醇: 添加样的变化幅度总体小于对照样, 基本可以判定为对异丁醇的变化没有影响。

(5) 正丁醇: 所有样品变化幅度均非常小, 基本上在检测误差范围之内, 因此基本可以判定对正丁醇没有影响。

(6) 异戊醇+2-甲基-1-丁醇: 添加多元矿溶液后所表现得更加平稳。

(7) 正戊醇: 总体走势没有大的变化, 高浓度的多元矿溶液的添加使正戊醇的波动比较大一点, 低浓度的添加量则表现得比较平稳。

(8) 正己醇: 有下降趋势, 但幅度不明显。

(9) 2,3-丁二醇(左旋): 添加多元矿溶液(高浓度)后 2,3-丁二醇在开始时有明显的上升, 而后比较平稳, 对照样和低浓度的添加样本则缓慢上升。

### 2.2.2 酯类

(1) 甲本乙酯: 添加样的总变化趋势与对照样相同, 但幅度要小得多, 也较平稳。

(2) 乙酸乙酯+乙缩醛: 添加样的变化的趋势几乎同对照样相同。

(3) 丁酸乙酯: 添加样的变化趋势几乎与对照样相同。

(4) 戊酸乙酯: 除 0.2% 的多元矿溶液添加量有比较大的变化以外, 其他的变化均比较小, 几乎在分

### 2.1.4 羰基化合物类



析误差范围之内。

(5)己酸乙酯:添加样和对照样的变化趋势基本相同。添加样似乎在开始有较快的下降而后开始上升,对照样开始下降比较缓慢,而后开始上升。

(6)庚酸乙酯:添加样和对照样基本比较稳定,1~2个ppm的变化完全在检测的误差范围之内。

(7)辛酸乙酯:表现得比较稳定,添加多元矿溶液的数据要优于对照样。

(8)乳酸乙酯:2周内均有明显的下降,而后保持稳定的变化。

### 2.2.3 有机酸类

(1)乙酸:在前4个月对照样表现得比较稳定,而后开始上升。添加多元矿溶液后,随着剂量的加大,乙酸呈现较大的负波动,后2个月明显抑制了乙酸的上升。

(2)丙酸:即使加多元矿溶液添加量,添加样表现得也比较稳定,基本与对照样相同。

(3)异丁酸+2,3-丁二醇(内消旋):虽然添加样的曲线比对照样活泼,但其变化基本上在检测数据误差范围之内。

(4)丁酸:对照样在前4个月表现比较平稳,而后出现明显的上升,添加样则在前4个月表现向下波动的趋势,4个月后才开始上升,但幅度比对照样小。

(5)戊酸:对照样同添加样表现基本相同,但在后2个月对照样开始升高时,添加样的升高幅度要明显小于对照样。

(6)异戊酸:对照样表现为缓慢而稳定的上升,而高浓度添加样的表现基本与对照样相同,但幅度明显低于对照样,低浓度添加样则有较大的波动,但缓慢上升的趋势总体来讲还是小于对照样。

(7)己酸:对照样同添加样的表现趋势基本相

同,但添加样能明显抑制己酸的上升速度。

(8)庚酸:从现有的数据看,添加样能明显抑制庚酸的上升速度。

(9)辛酸:从现有的数据看,添加样能明显抑制辛酸的上升速度。

### 2.2.4 羰基化合物类

(1)乙醛:添加多元矿溶液对乙醛的变化趋势没有非常大的影响,总的来讲,添加多元矿溶液后变化量普遍低于对照样。

(2) $\beta$ -羟基-2-丁酮:添加样同对照样的变化趋势基本相同。但幅度明显大于对照样。

## 3 结 论

通过对53°样酒的分析可以得出以下结论:

(1)通过对几种醇类的对比分析可以看出,添加多元矿溶液对53°白酒中的醇类影响不大。在53°白酒中其本身多元醇的变化已经不明显了。但个别数据上添加多元矿溶液所得到的曲线比对照样活泼得多。

(2)在53°白酒中添加多元矿溶液对其中的酯类物质的影响已经不太明显。基本上不会改变其变化规律。

(3)从对几种有机酸分析可以得出,多元矿溶液对53°白酒中有机酸有明显地抑制其上升的作用。使53°浓香型白酒听有机酸变化比较稳定。

(4)多元矿溶液对53°浓香型白酒酒体没有非常剧烈的影响,会对白酒酒体风格产生非常大的变化。

(5)添加多元矿溶液对53°白酒酒体中各种物质的变化起到稳定的作用。

(6)对于53°浓香型白酒,多元矿溶液的添加量在0.10%和0.20%时,综合表现比较好。

## 讣 告

《食品与发酵工业》特邀编委石煌教授于2003年11月18日凌晨在北京逝世,享年65岁。石煌教授毕生从事食品和发酵工业科学研究工作,学养深厚、涉猎甚广,特别是在食品检测分析和食品风味化学研究方面造诣颇深。多年来,他在旅美期间,虽远隔重洋,仍对《食品与发酵工业》编辑出版工作极为关切,对刊物发展也寄予殷切厚望,并经常提供食品领域宝贵信息和稿源,曾为我刊不断发展作出贡献。石煌教授对本刊的关爱和支持将永远铭记在我们心中。《食品与发酵工业》编辑部全体同仁,在此对于他的不幸逝世谨致最深切的哀悼!

勘 误 本刊2003年第8期第12页刊登的《食品研究与开发》证订启事中的电子信箱“qiq@tifood.com.cn”应为“qiq@tifood.com.cn”