

## 五粮液老窖厌氧菌群的分布及其作用的研究

吴衍庸 薛堂荣 陈昭蓉 卢世珩 刘爱华 林 山

(中国科学院成都生物研究所, 成都)

唐万裕 唐洪杰 赵 晓

(四川宜宾五粮液酒厂科研所, 宜宾)

通过对四川宜宾五粮液酒厂百年以上窖池中六大厌氧菌群的数量分布、生态结构的研究, 发现甲烷菌在老窖中具有一定数量。其中厌氧异养菌、己酸菌的数量分布是随窖龄而增加, 厌氧异养菌、甲烷菌、己酸菌的菌数又随窖池的上、中、下层的顺序而递增。在传统工艺的长期影响下, 在老窖发酵方面形成了一个相对稳定的化学生态环境和固有的微生物区系生态结构, 它是生产五粮液名酒的基础。本研究工作进一步揭示了窖泥甲烷菌和己酸菌相互关系的存在, 对提高浓香型酒主体香己酸乙酯的含量, 突出五粮液名酒的香型具有重要意义。

**关键词** 浓香型; 老窖; 厌氧菌

老窖发酵, 是浓香型名白酒传统工艺的特点。由传统工艺所形成的固有的微生物区系中, 存在着与浓香型酒密切相关的厌氧细菌类群。本文报道四川宜宾五粮液酒厂百年以上窖龄的老窖厌氧菌群生态分布及其作用研究的结果。

### 材 料 和 方 法

#### (一) 样品采集

来自四川宜宾五粮液酒厂城区车间百年以上窖龄的窖泥和新窖两年窖龄的窖泥。

#### (二) 取样方法

用充有  $\text{CO}_2$  的厌氧管, 在窖池的上、中、下部, 每部位分 4—5 点进行取样混合。

#### (三) 计数培养基和计数方法

专性厌氧菌培养基制做、试剂配制和稀释、接种均按 Hungate 严格厌氧技术进行。

1. 甲烷菌培养基 (g/L):  $\text{HOONa} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  5.0,  $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  5.0,  $\text{NH}_4\text{Cl}$

1.0,  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  0.1,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  4.0,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  4.0, 微量元素液 10 ml, 刃天青 (0.1%) 1ml, L-半胱氨酸盐酸盐 0.5。甲醇 5ml, 单独灭菌。接种前加入 1%  $\text{Na}_2\text{S}$  和 5%  $\text{NaHCO}_3$  无氧贮备液和甲醇, 调 pH 至 7, 121℃ 30 分钟高压灭菌。接种后用 80/20 体积比的  $\text{H}_2/\text{CO}_2$  充满试管, 35℃ 培养一个月, 用气相色谱测甲烷作为计数指标, 用 MPN 法计数。

2. 梭状芽孢杆菌属产己酸细菌培养基 (g/L):  $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  5.0,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  0.5,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  0.5,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0.2, 酵母膏 1.0,  $\text{CaCO}_3$  10.0, pH7, 121℃ 30 分钟高压灭菌。接种前加入乙醇 20ml。灭菌后, 每管加培养基 15ml, 接种 1ml, 34℃ 液体深层培养 15 天, 以产己酸作为

本文于 1990 年 7 月 31 日收到。

本工作为国家自然科学基金资助项目。

彭世琼、侯明负、刘光坤、黄德英、江跃林、刘怡兰也参加此项工作; 酒厂科研所气相色谱组分析酒质。五粮液酒厂总工程师刘沛龙对初稿提了宝贵意见, 特此致谢。

计数指标,用 MPN 法计数。

3. 乳酸菌培养基(g/L): 蛋白胨 10.0, 酵母膏 5.0, 柠檬酸三铵 2.0, 牛肉膏 10.0,  $K_2HPO_4$  2.0, 葡萄糖 20.0,  $CH_3COONa \cdot 3H_2O$  5.0, 吐温 80 1.0, 盐溶液 2.0 ml, 抗坏血酸 2.0, 半胱氨酸 0.7,  $Na_2SO_3 \cdot 0.2$ , 蒸馏水 1L, pH6.2—6.60 (盐溶液: 100ml 蒸馏水中含  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  11.5g,  $MnSO_4 \cdot 2H_2O$  2.4g)。培养基中加入单独灭菌的 1%  $CaCO_3$ , 115℃ 30 分钟高压灭菌,每支试管加培养基 10ml, 接种 1ml, 在 32℃ 下培养 15 天, 测定产乳酸作为计数指标, 用 MPN 法计数。

4. 硫酸盐还原菌培养基 (g/L):  $KH_2PO_4$  0.5,  $NH_4Cl$  1.0, 酵母膏 1.0  $CaCl_2 \cdot 2H_2O$  0.1,  $MgSO_4 \cdot 2H_2O$  2.0,  $Na_2SO_4$  1.0, 乳酸钠 5.0, 蒸馏水 1L, pH7.2, 121℃ 25 分钟高压灭菌。0.5g 半胱氨酸加水 10ml 灭菌后, 再加入以上培养基中分装试管, 每支 10ml, 接种 1ml, 用胶塞塞紧, 34—35℃ 液体深层培养 7 天后, 每支试管加入 5% 硫酸亚铁铵 2 滴, 检查以显黑色者作为计数指标, 用 MPN 法计数。

5. 硝酸盐还原菌培养基 (g/L): 柠檬酸钠 5.0,  $KNO_3$  2.0, 乳酸钠 (70%) 5.0,  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  0.2,  $K_2HPO_4$  0.5,  $FeCl_2$  0.02,  $CaCl_2$  0.1, 天冬酰胺 0.05, “黄水”上清液 10ml, 1% BTB 乙醇溶液 5ml 调 pH  $7.0 \pm 0.2$ 。用试管内放置的杜哈姆发酵管测试, 以培养基颜色由绿变蓝或杜哈姆发酵管内有气泡产生为指标, 用 MPN 法计数。

6. 厌氧异氧菌培养基 (g/L): 葡萄糖 5.0, 蛋白胨 1.0,  $K_2HPO_4$  0.4,  $(NH_4)_2SO_4$  0.5,  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  0.05,  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  0.1,  $FeCl_3$  0.01,  $CaCl_2$  0.1, 酵母膏 1.0, L-半胱氨酸盐酸盐 0.5, 刃天青 (0.1%) 10ml, 蒸馏水 1L, 115℃ 30 分钟高压灭菌, 每管

10ml 培养基, 接种 1ml, 35℃ 培养 7 天后, 以培养基是否产生浑浊为计数指标, 用 MPN 法计数。

#### (四) 产物分析

甲烷、己酸、乳酸测定均用四川 SC-6 型气相色谱仪。

#### (五) 窖泥化学成分分析

每个窖分上、中、下层, 每层取 4—5 点混合土样进行土质分析。

1. 水份: 用烘干称重法测定。

2. pH 值: 用酸度计测定。

3. 有机质: 用丘林法测定。

4. 全氮: 用凯氏法测定。

5. 全磷: 用钼锑抗比色法测定。

6. 有效磷: 用碳酸氢钠浸提钼锑抗比色法测定。

7. 碱解氮: 用扩散法测定。

8. 腐植酸: 用 pH8.5 焦磷酸钠 0.1 mol/L 提取丘林法测定。

## 结 果

### (一) 不同窖龄窖泥厌氧细菌数量分布特征

在五粮液酒厂取老窖泥和新窖泥, 分上、中、下层取样分析研究各厌氧细菌类群分布规律, 结果见表 1。

从表 1 可以看出:

1. 厌氧异养菌: 老窖泥中的厌氧异养菌数量明显多于新窖, 一般随窖池上、中、下层的顺序而递增。

2. 甲烷菌: 老窖泥中的甲烷菌数量随窖池上、中、下层顺序而递增。新窖泥中未测出甲烷菌。

3. 己酸菌: 老窖泥中的己酸菌明显多于新窖, 并随窖池上、中、下层顺序而递增。

4. 乳酸菌: 新、老窖泥中的乳酸菌数量分布无一定规律性。

5. 硫酸盐还原细菌: 除 4 号窖外, 老

表 1 老窖、新窖窖池中各类厌氧细菌数量分布特征

Table 1 Features of quantity distribution of anaerobic bacteria in the old and young fermented-pits

老窖窖号 Number of old fermented- pits	层次 Layers	厌氧异养菌* Anaerobic heterotro- bacteria	甲烷菌 Methanogen	己酸菌 Caproic acid bacteria	乳酸菌 Lactic acid bacteria	硫酸盐还原菌 Sulfate- reducing bacteria	硝酸盐还原菌 Nitrate- reducing bacteria
7	上 Up	$2.76 \times 10^4$	$3.40 \times 10^2$	$4.0 \times 10^2$	混样 Mixture	$8.10 \times 10^2$	$9.30 \times 10^2$
	中 Middle	$1.33 \times 10^4$	$1.60 \times 10^2$	$1.90 \times 10^2$	$2.10 \times 10^2$	$8.90 \times 10^2$	$6.10 \times 10^2$
	下 Low	$7.57 \times 10^4$	$3.80 \times 10^2$	$1.90 \times 10^2$		$2.00 \times 10^4$	$5.20 \times 10^2$
4	上 Up	$1.19 \times 10^4$	$0.00 \times 10$	$0.00 \times 10$	$1.24 \times 10^4$	$9.30 \times 10^2$	$2.10 \times 10^2$
	中 Middle	$1.70 \times 10^6$	$6.19 \times 10^2$	$4.50 \times 10^2$	$6.00 \times 10^6$	$4.40 \times 10^2$	$6.20 \times 10^2$
	下 Low	$6.19 \times 10^6$		$6.50 \times 10^4$	$1.30 \times 10^2$	$3.90 \times 10^4$	$3.80 \times 10^2$
26	上 Up	$1.38 \times 10^2$	$0.00 \times 10$	$6.41 \times 10^2$	$2.00 \times 10^4$	$2.00 \times 10^2$	$8.60 \times 10^2$
	中 Middle	$3.62 \times 10^2$	$1.30 \times 10^2$	$7.24 \times 10^2$	$8.90 \times 10^2$	$8.00 \times 10^4$	$8.60 \times 10^2$
	下 Low	$3.97 \times 10^2$	$2.50 \times 10^2$	$7.94 \times 10^4$	$1.40 \times 10^2$	$3.40 \times 10^4$	$3.30 \times 10^2$
20	上 Up	$4.48 \times 10^4$	$1.30 \times 10$	$1.20 \times 10^2$	$8.70 \times 10^2$	$7.90 \times 10^4$	$7.20 \times 10^2$
	中 Middle	$8.59 \times 10^2$	$8.35 \times 10^4$	$1.88 \times 10^4$	$2.00 \times 10^4$	$1.90 \times 10^6$	$7.60 \times 10^4$
	下 Low	$4.88 \times 10^2$	$1.71 \times 10^4$	$8.10 \times 10^4$	$3.00 \times 10$	$2.30 \times 10^2$	$9.00 \times 10^4$
21	上 Up	$3.67 \times 10^2$	$0.30 \times 10$	$1.30 \times 10$	$5.13 \times 10^2$	$2.30 \times 10^2$	$1.80 \times 10^6$
	中 Middle	$1.14 \times 10^2$	$2.03 \times 10^2$	$4.50 \times 10^2$	$1.02 \times 10^2$	$3.18 \times 10^2$	$1.00 \times 10^2$
	下 Low	$2.64 \times 10^2$	$5.74 \times 10^4$	$9.88 \times 10^2$	$3.17 \times 10^2$	$5.80 \times 10^2$	$1.20 \times 10^2$
新窖 Young fermented- pits	上 Up	$4.40 \times 10^2$	$0.00 \times 10$	$6.20 \times 10$	$2.00 \times 10^4$	$7.50 \times 10^2$	$2.01 \times 10^4$
	中 Middle	$3.90 \times 10^2$	$0.00 \times 10$	$1.10 \times 10^2$	$1.10 \times 10^2$	$1.44 \times 10^2$	$7.50 \times 10^2$
	下 Low	$4.38 \times 10^2$	$0.00 \times 10$	$2.08 \times 10^2$	$1.30 \times 10^2$	$1.20 \times 10^2$	$1.49 \times 10^2$

\* 菌数: 个/g土

窖中硫酸盐还原细菌数量有多于新窖的趋  
势。

6. 硝酸盐还原细菌: 老窖、新窖泥中  
都存在一定数量的硝酸盐还原细菌。

表 2 老窖、新窖中甲烷菌和己酸菌分布特征

Table 2 Distributions of methanogens and caproic acid bacteria in the old and young fermented-pits

细菌 Bacteria	新窖 Young fermented- pits	老窖 Old fermented-pits				
		7	4	26	20	21
甲烷菌 (个/g土) Methanogens	$0.00 \times 10^3$	$6.67 \times 10^2$	$2.22 \times 10^2$	$8.34 \times 10^4$	$6.49 \times 10^2$	$1.98 \times 10^4$
己酸菌 (个/g土) Caproic acid-producing bacteria	$5.15 \times 10^2$	$1.20 \times 10^4$	$2.32 \times 10^4$	$2.88 \times 10^4$	$3.33 \times 10^4$	$3.29 \times 10^3$

表 3 甲烷菌与己酸菌混合发酵对产物的影响

Table 3 Influence on products yielding in the mixed culture fermentation of methanogens and caproic acid bacteria

项 目 Item	己酸量(ppm) Value of caproic acid	甲烷量(%) Value of methane
己酸菌发酵 Fermentation of caproic acid producing bacteria	8355.38	
甲烷菌发酵 Fermentation of methanogen		21.87
甲烷菌己酸菌混合发酵 Mixed culture fermentation of methanogen and caproic acid producing bacteria	9081.90	26.73
比对照增加(%) Up than CK	8.69	22.22

## (二) 甲烷菌与己酸菌的相互关系

1. 甲烷菌与己酸菌在老窖中的数量分布特征: 从表 2 看出, 新、老窖泥中两类主要厌氧功能菌分布具有明显差异, 甲烷菌和己酸菌数量以老窖为多。新窖中未测出甲烷菌存在。同一窖池中, 从甲烷菌与己酸菌的数量分布看出, 有同步增长的特征。

2. 甲烷菌与己酸菌混合发酵对产己酸和产甲烷效应: 在专性己酸菌生长培养基中加入甲烷菌所需要的碳源, 在专性甲烷菌生长培养基中加入己酸菌生长所需要的

碳源, 分别接种甲烷菌和己酸菌, 在发酵旺盛期测定己酸和甲烷。

从表 3 结果看出, 甲烷菌、己酸菌混合发酵产己酸比对照增加 8.69%, 产甲烷气比对照增加 22.2%。

## (三) 老窖的化学生态环境

窖泥是浓香型酒生产的基础, 老窖的化学生态环境条件起着重要的作用。我们在不同窖龄的酒窖上测定了窖泥水份、pH、有机碳、腐植质、全氮、全磷、碱解氮、速效磷等项目, 结果见表 4。

从表 4 可以看出, 7、4、26、21 号老

表 4 老窖、新窖的水份、有机质及营养成分分析

Table 4 Determinations of moisture organic matter nitrogen and phosphorus in the old and young fermented-pits

老窖窖号 Number of old fermented-pits	层次 Layers	水份(%) Moisture	pH	有机碳 (%) Organic carbon	腐植质 (%) Humus	全氮(%) Total nitrogen	全磷(%) Total phosphorus	碱解氮 Alkaline hydrolysis nitrogen (N mg/ 100g)	有效磷 Effective phosphorus (P mg/ 100g)
7	混样 Mixture	31.00	4.53	5.80	3.39	1.045	0.802	205.50	146.00
4	上 Up	24.30	7.25	6.00	0.87	1.141	0.804	324.50	137.20
	中 Middle	43.50	7.00	6.41	1.30	0.668	1.023	200.20	146.60
	下 Low	43.80	5.19	10.10	1.98	0.663	2.546	140.40	216.55
	平均 Average	37.20	6.48	7.50	1.38	0.824	1.458	221.70	166.78
26	上 Up	22.00	4.79	5.66	1.89	0.980	3.403	194.00	208.00
	中 Middle	31.00	5.05	8.77	2.81	1.356	2.380	264.00	310.00
	下 Low	37.00	5.02	8.46	2.96	1.308	2.192	252.50	188.30
	平均 Average	30.00	4.95	7.63	2.55	1.214	2.703	236.80	235.40
20	上 Up	27.00	5.90	7.27	1.04	0.930	2.498	171.90	165.50
	中 Middle	31.65	6.05	7.96	1.56	1.120	2.242	314.50	219.70
	下 Low	37.40	4.25	16.09	3.45	1.665	2.070	250.30	204.20
	平均 Average	32.01	5.40	10.44	2.02	1.238	2.103	245.55	196.48
21	上 Up	31.77	5.85	7.90	2.46	1.320	5.476	278.00	371.00
	中 Middle	21.30	5.92	5.42	1.57	1.104	3.311	356.00	428.00
	下 Low	39.35	5.30	12.16	3.78	1.891	2.816	399.00	574.00
	平均 Average	30.81	5.69	8.49	2.60	1.438	3.867	344.30	457.60
老窖 Old	平均 Average	32.18	5.41	7.97	2.39	1.152	2.187	250.77	240.45
新窖 young	平均 Average	24.76	6.15	4.42	0.36	0.532	0.288	99.80	65.64

表 5 五粮酒厂老窖、新窖的酒质分析  
Table 5 Quality analysis of the spirits from old and young fermented-pits

老窖窖号 Number of old fermented-pits	层次 Layers	(mg/100ml)									
		己酸乙酯 Ethyl caproate	乳酸乙酯 Ethyl acetate	异戊醇 Iso-amyl velar	丁酸乙酯 Ethyl butyrate	正丁醇 N-butanol	异丁醇 Isobutyl alcohol	乙缩醛 Acetal	正丙醇 N-propyl alcohol	乙酸乙酯 Ethyl caproate	乙醛 Acetaldehyde
18 和 26 18 and 26	上 Up	103.24	196.76	53.17	18.94	9.74	14.16	30.96	24.29	142.93	26.13
	中 Middle	207.31	227.15	116.21	22.18	5.11	3.93	22.24	7.27	106.52	18.29
	下 Low	374.71	244.00	66.36	23.58	7.70	15.06	36.97	14.56	105.96	17.90
	平均 Average	224.32	222.64	56.22	21.57	7.58	11.75	24.34	14.88	118.47	20.99
20 和 22 20 and 22	上 Up	140.03	113.13	35.74	16.26	25.52	3.88	22.32	9.58	76.91	44.11
	中 Middle	187.32	129.03	37.13	43.79	5.24	6.22	43.66	8.52	157.27	57.14
	下 Low	359.32	222.89	45.08	22.66	4.83	19.55	35.56	13.38	128.05	27.29
	平均 Average	246.25	155.02	43.07	27.57	16.24	9.41	36.12	11.32	120.50	45.44
21	上 Up	187.04	117.69	33.15	28.35	3.51	3.94	13.41	8.89	116.82	57.09
	中 Middle	191.53	142.36	22.09	34.19	7.05	2.81	10.58	5.84	66.47	54.78
	下 Low	299.06	248.39	10.74	61.99	42.14	1.80	41.83	12.78	154.58	18.16
	平均 Average	216.33	159.29	23.44	38.86	14.39	2.98	15.75	6.59	107.13	46.60
新窖窖号 Number of young fermented-pits	1	93.83	296.94	63.41	7.23	4.43	2.84	20.31	9.95	81.53	15.62
	2	97.29	215.39	29.64	25.67	20.49	4.95	32.67	20.41	105.36	15.91

表 6 不同老窖、新窖酒体中四类酯量比关系  
Table 6 Proportion of four ethyls in the spirits from different fermented-pits

老窖号 Number of old fermented-pits	层次 Layers	四类酯含量 (mg/100ml) Concentration of four ethyls				四类酯比例 Proportion of four ethyls				己酯/四大酯 Zethyl caprate sum of the four ethyls	
		己酸乙酯 Ethyl Caproate	乳酸乙酯 Ethyl Lactate	乙酸乙酯 Ethyl Acetate	丁酸乙酯 Ethyl Butyrate	己酸乙酯 Ethyl Caproate	乳酸乙酯 Ethyl Lactate	乙酸乙酯 Ethyl Acetate	丁酸乙酯 Ethyl Butyrate		
18 和 26 18 and 26	上 Up	103.24	196.76	142.93	18.94	1	1.91	1.38	0.18	1:4.47	
	中 Middle	207.31	227.15	106.52	22.18	1	1.09	0.51	0.11	1:2.71	
	下 Low	374.71	224.00	105.96	23.58	1	0.65	0.28	0.06	1:1.99	
	平均 Average	224.32	222.64	118.47	21.57	1	0.99	0.53	0.10	1:2.62	
20 和 22 20 and 22	上 Up	140.03	113.13	76.91	16.26	1	0.81	0.55	0.12	1:2.48	
	中 Middle	187.32	129.03	157.27	43.79	1	0.69	0.84	0.23	1:2.76	
	下 Low	359.32	222.89	128.05	22.66	1	0.62	0.36	0.06	1:2.04	
	平均 Average	246.25	155.02	120.50	27.57	1	0.63	0.49	0.11	1:2.23	
21	上 Up	187.04	117.69	116.82	28.35	1	0.63	0.62	0.15	1:2.40	
	中 Middle	191.33	142.36	66.47	34.19	1	0.74	0.35	0.18	1:2.27	
	下 Low	209.06	248.39	154.58	61.99	1	0.84	0.51	0.20	1:2.54	
	平均 Average	216.33	159.29	107.13	38.86	1	0.74	0.50	0.18	1:2.42	
新窖号 Number of young fermented-pits	1 平均 Average	97.29	215.39	105.36	25.67	1	2.21	1.08	0.26	1:3.55	
	2 平均 Average	93.83	296.94	81.53	7.23	1	3.16	0.86	0.08	1:5.11	
		名优标样酒 Quality standard spirit									
		1									
		0.6-0.7									
		0.5-0.6									
		0.1									
		1:2.2-2.4									

窖的窖泥含水量平均为 32.20%，新窖为 24.76%，一般随窖池上、中、下层顺序而递增。老窖泥 pH 值平均为 5.41，新窖为 6.15。老窖有机碳平均含量为 7.97%，新窖为 4.42%。老窖泥腐殖质平均含量为 2.39%，新窖为 0.36%。老窖泥全氮平均含量为 1.152%，新窖为 0.532%。老窖泥全磷平均含量为 2.187%，新窖为 0.288%，老窖与新窖差异明显。老窖泥含碱解氮平均为 250.77 mg/100g，新窖为 99.80 mg/100g，老窖比新窖增加 151.27%。老窖泥含有效磷平均为 240.45 mg/100g，新窖 65.64mg/100g，老窖比新窖增加 266.32%。

#### (四) 老窖产酒效应

为研究酒质与酒窖窖龄之间的关系，我们对老窖和新窖代表性糟酒的微量成份进行了色谱分析，结果如下：

1. 老窖、新窖酒质分析结果：从表 5 看出，糟酒质量一般随上、中、下层顺序而递增，老窖酒质明显优于新窖。

2. 酒体中四类酯的含量及比例关系：从表 6 结果看出，26 号、20 号、21 号的老窖酒体中四类酯含量协调，尤以 20 号、21 号的老窖与标样名酒的四类酯量比关系相近。新窖酒的乳酸乙酯则大于己酸乙酯 2—3 倍，失去了浓香型酒中优质酒成份比例的一般要求。

## 讨 论

1. 酒窖窖泥微生物区系生态结构是生

产名优白酒的基础：生产浓香型曲酒的老窖是一个特殊的微生物生态环境。通过对四川宜宾五粮液酒厂老窖池中厌氧菌群分布调查研究，发现了老窖中厌氧异养菌、甲烷菌、己酸菌的数量明显多于新窖，尤其是新、老窖中的甲烷菌差异更加明显，在新窖中未测出甲烷菌。厌氧异养菌、甲烷菌、己酸菌又是随酒窖上、中、下层的顺序而递增。老窖功能菌群的这一生态结构的形成与窖池窖龄和老窖化学生态环境紧密相关，并反映出窖池生产优质酒的性能。百年以上窖龄老窖固有微生物区系结构及功能作用的发挥，是生产五粮液酒的基础。

2. 窖泥甲烷菌与己酸菌之间的相互关系和意义：六十年代的研究，确定了梭状芽孢杆菌属的产己酸细菌是参与名优白酒发酵生香的主要功能菌。八十年代，我们首次从泸州曲酒厂老窖泥中分离出甲烷菌。经研究，它与梭状芽孢杆菌属中的产己酸细菌混合培养时，存在着“种间氢转移关系”<sup>[1]</sup>，有利于浓香型酒主体香己酸乙酯的生成。本研究进一步证实这一效应，揭示了中国名白酒老窖发酵机理，甲烷菌与己酸菌共栖于老窖中，具有重要的工业生态学意义。

## 参 考 文 献

- [1] 吴衍庸等：微生物学通报，7(3)：108—112，1980。
- [2] 林山等：食品科学学报，试刊号：12—19，1988。
- [3] 吴衍庸等：生命的化学，8(5)：31—32，1988。



## STUDY ON DISTRIBUTION AND ACTION OF ANAEROBIC BACTERIA IN WULIANGYE OLD FERMENTED-PITS

Wu Yanyong    Xue Tangrong    Chen Zhaorong

Lu Shiheng    Liu Aihua    Lin Shan

*(Sichuan Institute of Biology, Academia Sinica, Chengdu)*

Tang Wanyu    Tang Hongjie    Zhao Xiao

*(Institute of Science and Technology Wuliangye Plant, Yibin Sichuan, Yibin)*

After the studying of quantity distribution and ecological composition of six anaerobic bacteria in old fermented-pits over hundreds years. We discovered that the quantity distribution of anaerobic heterotrophic and caproic acid bacteria increase with the fermented-pits age and the amount grow along with layers in order of up, middle and low we discovered there are many methanogens in the old fermented-pits, too. As the long-term effect of traditional craft, it has formed a relatively stable chemical surround and special

microbial ecosystem. We think these features are the fundamental for producing wuliangye. This paper reveals further relationship between methanogens and caproic bacteria, and it has great significance to raise ethyl caproate concentration in chinese spirits and give prominence to feature of wuliangye.

### Key words

Concentrative fragrant type; Old fermented-pits; Anaerobic bacteria