

老君庙油田油层的微生物区系*

王修垣 畢炬新

(中国科学院微生物研究所,北京)

自从 T. Л. Гинзбург-Карагичева^[12] 和 Bastin^[2] 等于 1926 年在苏联和美国的油层水中发现了各种生理菌羣以后, 油田微生物的研究就越越来越引起人们的注意。在油田岩心的研究方面, Bair^[1] 于 1937 年在汉诺威油区、深 1200 米的两个岩心中没有发现微生物。T. Л. Симакова 等^[18] 在深 587—2,500 米的含油岩心中仅仅发现了腐生菌。С. И. Кузнецов^[13] 和 В. А. Экзерцев^[19,20] 用直接的显微镜检查法, 统计了在 Саратов 和 Бугуруслан 等油区取自不同深度(500—2,000 米)的岩心中的细菌数量, 发现每克干岩心中的细菌总数达 1 千万到 2 亿以上。他们通过培养证明, 岩心中存在着硫酸盐还原菌, 由 CO₂ 和 H₂ 合成甲烷的细菌, 分解脂肪酸形成甲烷的细菌以及利用石油形成气态产物的细菌, 并探讨了在上述油藏中甲烷现代形成的可能性^[21]。Н. Б. Нецаева^[17] 和 В. А. Евдокимов^[12] 也作过同样的研究, 得到了正结果。И. Л. Андреевский^[10] 利用从坑道直接取样的方法, 在含油砂岩中发现了硫酸盐还原菌和其它菌羣, 并且研究了它们对石油成分的影响, 从而提出了加入营养物质活化油层微生物的活动以提高采油率的建议。

我国油田的微生物研究急待开展。本文报导了老君庙油田岩心的微生物区系及其与某些生态因子的关系。

一、材料和方法

1. 样品来源 1962 年, 在老君庙油田上专门钻井研究油田参数时, 我们从中选取了岩心样品进行微生物调查。

该油田为不对称背斜构造, 主要产油层属第三纪。1941 年开始开发, 油层可以自喷。油层水属高度矿化的 CaCl₂ 型, Cl⁻ 组, Na⁺ 亚组。甲油层水的矿化度为 10,940—98,100 p.p.m., 含盐量 8,572—79,000 p.p.m., 含 SO₄²⁻ 0.64—2.99 当量%。乙油层水的矿化度 18,550—98,333 p.p.m., 含盐量 16,352.5—66,570 p.p.m., 含 SO₄²⁻ 0.01—4.96 当量%。

油层温度在 20—36°C 左右。

2. 实验方法

(1) 取样方法: 岩心取出后, 除去泥浆层, 用纸包住并涂一层石蜡, 室温保存。自岩心取出后至微生物分析的时间, 一般为一个星期, 最长不超过半个月。分析时打开包纸, 按无菌操作除去被泥浆污染的岩心外层 2.5—3.0 厘米后取样^[23], 入研钵磨碎, 称样 40 克(1—5 号样为 20 克) 加到装有 80 毫升无菌生理盐水的玻璃瓶中, 强烈振荡制成悬浮液, 以此悬浮液接种。

(2) 岩心中细菌含量的测定: 以 Schütz 的 10 级稀释法 (Zehntelungsverfahren)^[6] 测定菌量。培养基为普通肉汁蛋白胨加 5 倍自来水稀释所成。测定嫌气菌量时, 在培养液上盖高层的液体石蜡, 以创造嫌气条件。

* 此工作承玉门石油管理局地质室大力支持, 并提供了有关资料, 谨致谢忱。

林业土壤研究所生物分所在本所进修的郭宝福、齐惠阳两同志参加了部分工作。

本文 1964 年 2 月 10 日收到。

(3) 岩心中各类生理菌羣的分析: 利用有机物的硫酸盐还原菌采用 Starkey^[6] 培养基培养, 培养基中的乳酸鈉用 1:1 的乳酸鈣和醋酸鈣代替, 并附加 NaCl 0.5%。

反硝化細菌采用 Giltay-Aberson^[4] 培养基培养; 嫌气的石蜡和液体石蜡分解菌采用 Bushnell-Haas 培养基培养^[3]; 嫌气纖維分解菌用 Omelianski 培养基培养^[7]。

利用 H₂ 的硫酸盐还原菌、嫌气破坏石油并形成气态产物的細菌、利用有机物形成甲烷的細菌、利用 CO₂ 和 H₂ 形成甲烷的細菌、嫌气破坏石油含氮化合物的細菌和嫌气脂肪分解菌所采用的培养基見“石油微生物区系調查方法”^[22]。

为了創造嫌气条件, 采用装有相应培养基的大試管, 加入相当于 1 克湿岩心的岩心悬浮液。然后再倒入相应的培养基至滿, 小心的加上橡皮塞, 使試管中无气泡存在, 并以石蜡封閉。

接种物置 20—32°C 溫室中培养。

(4) 岩心-水的 pH 測定: 取岩心 2 克放入 5 毫升蒸餾水中, 强烈混合后以 pH 試紙測定。

二、实验結果

1. 岩心中的生活菌量

我們共研究了四口鑽井的岩心样品, 其中鑽井試 IV 位于油田的南部, 試 II 位于油田

表 1 老君廟油田甲油层的岩性特征及微生物分析結果

样井号	层位	岩性描述	pH	饱和度 (%)		有效孔隙度 (%)	渗透率 (md)	在肉汁蛋白胰培养基中的細菌含量 (克)		反硝化細菌	液体石蜡分解菌	硫酸盐还原菌	脂肪分解菌	备注
				水	油			好气	厌气					
40	試 II 甲 ₁	灰色細砂岩	8.2	68.9	15.95	8.32	0.77	5.0 × 10 ⁹	3.0 × 10 ⁹	+	-	-	-	
41	” ”	浅棕色細砂岩	6.7	67.7	22.4	16.15	81.10	5.0 × 10 ⁴	2.2 × 10 ⁴	+	+	-	-	
43	” 甲 ₁₋₃	褐色砂质粉砂岩	6.7	49.0	29.9	23.40	58.70	2.2 × 10 ⁸	2.2 × 10 ⁸	+	+	-	-	
44	” 甲 ₃	深褐色砂岩	6.5	0	油砂	23.60	疏松	8.0 × 10 ⁵	5.0 × 10 ⁵	+	+	-	-	
45	” ”	棕色块状粉砂岩	6.8	61.75	18.25	19.55	17.20	8.0 × 10 ⁸	3.0 × 10 ⁸	+	+	-	-	
46	” ”	棕色粉砂岩	6.8	0	油迹	14.60	4.28	2.2 × 10 ⁵	1.5 × 10 ⁸	+	+	-	-	
13	試 I 盖层	巧克力色泥岩夹薄层天青色粉砂岩	5.8	0	无	0	緻密	3.0 × 10 ³	3.0 × 10 ³	+	+	-	-	
12	” ”	巧克力色泥岩	5.5	0	无	0	”	3.0 × 10 ⁴	6.0 × 10 ⁴	-	-	-	-	
15	” 甲 ₁	棕灰色粉砂岩	6.5	28.2	32.8	17.50	9.8	1.5 × 10 ⁸	2.2 × 10 ⁸	-	+	-	-	
16	” ”	棕色粉砂岩	6.8	58.8	22.6	22.9	86.9	> 10 ⁴	2.2 × 10 ⁴	+	+	-	-	
14	” ”	棕紅色砂岩	5.6	47.49	22.9	14.45	1.6	2.2 × 10 ⁴	8.0 × 10 ⁴	+	+	-	-	
18	” ”	黑褐色粉砂岩	6.6	16.45	57.7	38.40	231	5.0 × 10 ⁸	1.1 × 10 ⁸	+	+	-	-	
19	” ”	灰褐色砂岩	6.4	59.99	32.85	13.95	19.45	5.0 × 10 ⁸	6.0 × 10 ⁸	+	+	-	-	
20	” 甲 ₂	深灰褐色粉砂岩	6.4	33.00	35.2	26.00	714.5	2.2 × 10 ⁴	1.5 × 10 ⁸	+	+	-	-	
21	” ”	粉砂质細砂岩	6.6	0	4.49	31.80	疏松	2.0 × 10 ⁸	2.2 × 10 ⁸	+	+	-	-	
22	” 甲	深棕褐色細砂岩	6.4	59.90	30.30	17.16	18.93	1.5 × 10 ⁴	8.0 × 10 ⁸	+	+	-	+	
23	” 甲 ₃	黑棕褐色中砂岩	6.8	25.90	28.90	29.4	4420	5.0 × 10 ⁴	1.1 × 10 ⁵	+	+	-	-	
25	” ”	棕紅色泥质中砂岩	6.4	0	无	13.90	5.9	8.0 × 10 ⁴	8.0 × 10 ⁴	0	+	+	-	螢光重 0.16%
24	” ”	棕褐色中砂岩	6.8	46.40	24.80	16.35	52.3	1.5 × 10 ⁴	1.5 × 10 ⁴	+	+	-	-	
26	” ”	棕褐色細砂岩	6.2	31.90	17.70	30.20	99.6	1.0 × 10 ⁸	1.5 × 10 ⁴	+	+	-	-	
27	” 甲 ₄	棕紅色泥质粉砂岩	6.5	0	5.15	11.85	17.29	1.5 × 10 ⁷	1.5 × 10 ⁴	+	+	-	-	
28	” ”	棕褐色粉砂岩	6.5	60.80	27.9	18.95	37.3	1.1 × 10 ⁸	6.0 × 10 ⁸	-	+	-	-	
48	試 III 甲 ₁	棕褐色块状粉砂岩	6.8	41.6	33.1	25.60	19.06	8.0 × 10 ⁴	8.0 × 10 ⁸	+	+	-	-	
49	” 甲 ₁₋₃	黑色粗粉砂岩	6.5	25.4	43.53	30.8	150	3.0 × 10 ⁴	6.0 × 10 ⁴	+	+	-	-	
50	” 甲 ₂	褐色細砂岩	6.7	34.0	29.3	25.5	3.9	1.5 × 10 ⁴	5.0 × 10 ⁴	+	+	-	-	
53	” 甲 ₄	褐色細砂岩	6.5	24.5	40.60	30.60	1482	1.0 × 10 ⁸	5.0 × 10 ⁸	+	+	-	-	

注 “+”有菌发育; “-”无菌发育; “0”未实验。

表 2 老君庙油田乙油层的岩心特性及微生物分析结果

样号	井号	层位	岩性描述	pH	饱和度 (%)		有效孔隙度 (%)	渗透率 (md)	在肉汁蛋白胰培养基中的细菌含量 (克)		反硝化细菌	厌气液体石蜡分解菌	硫酸还原菌	脂肪分解菌	备注
					水	油			好气	嫌气					
29	試 I	乙 ₁	棕色細砂岩	6.8	42.9	36.9	22.10	22.7	6.0×10 ⁹	6.0×10 ⁹	-	-	-	-	
30	"	"	浅棕褐色中砂岩	6.9	49.7	34.5	18.5	12.1	1.0×10 ⁴	3.0×10 ⁴	+	+	-	-	
31	"	"	深棕褐色細砂岩	7.3	43.9	49.8	25.60	142.5	5.0×10 ²	8.0×10 ²	-	+	-	-	
32	"	乙 ₂	棕褐色砾状砂岩	7.5	46.6	34.6	15.90	6.3	2.2×10 ⁴	1.1×10 ⁵	+	+	+	-	
33	"	"	棕紅色細砂岩	6.4	41.5	32.4	27.20	165.5	1.5×10 ³	5.0×10 ³	-	-	-	-	
34	"	"	棕紅色砂砾状砂岩	6.4	36.6	20.2	19.10	16.20	8.0×10 ¹	6.0×10 ¹	+	+	-	-	
36	"	乙 ₃	棕紅色砂砾岩	6.4	0	油迹	0	致密	>10 ⁵	>10 ⁵	+	+	+	+	
38	"	"	深棕紅色細砂岩	6.5	47.9	37.7	17.60	2.1	1.5×10 ³	2.2×10 ³	+	+	-	-	
39	"	"	棕紅色泥质粉砂岩	6.7	0	无	0	致密	8.0×10 ¹	8.0×10 ⁰	+	+	-	-	螢光重 0.015 %
1	試 IV 夹层		棕紅色泥岩	5.7	0	无	0	"	8.0×10 ⁰	6.0×10 ⁰	+	○	-	-	
2	"	"	棕紅色泥质細砂岩	5.6	0	无	9.56	0.40	1.1×10 ¹	8.0×10 ⁰	+	○	-	-	
3	"	乙 ₁	棕褐色細砂岩	5.3	39.8	25.2	23.8	111.90	1.0×10 ²	3.0×10 ¹	+	○	+	-	
4	"	"	深棕褐色細砂岩	5.5	0	油砂	0	疏松	6.0×10 ⁴	8.0×10 ³	+	○	+	-	
5	"	"	棕紅色泥质細砂岩	5.4	57.8	25.0	12.0	3.36	1.5×10 ³	2.2×10 ³	+	+	+	-	
6	"	乙 ₂	深棕褐色細砂岩	5.6	49.6	38.8	22.8	82.6	2.0×10 ²	8.0×10 ⁰	+	-	-	-	
7	"	"	棕紅色砂质泥岩	5.6	59.7	30.6	22.4	5.23	1.1×10 ³	5.0×10 ³	+	+	-	-	
8	"	乙 ₃	棕紅色泥质細砂岩	5.4	58.9	29.6	15.30	13.3	8.0×10 ²	1.5×10 ³	+	+	-	-	
9	"	"	棕紅色砾状砂岩	5.3	53.3	14.7	14.70	7.15	3.0×10 ³	2.2×10 ⁴	+	+	+	-	
10	"	"	棕褐色泥质細砂岩	5.5	55.9	40.5	11.70	4.4	8.0×10 ³	6.0×10 ²	+	+	-	-	
11	"	白堊	棕紅色砂质泥岩	7.2	0	无	0	致密	3.0×10 ¹	1.1×10 ¹	-	+	-	-	

注 同表 1。

頂部和东腰部之間，試 I 位于西腰部二区，試 III 位于西边三区。其岩心特性及細菌分布見表 1 和表 2。

从表 1 和表 2 可以看出，除无明显含油标志的个别岩样为泥岩(1,11)外，其余均为砂岩或泥质砂岩。在层位上分别属于盖层、夹层和甲、乙含油层。深度从 435.26—812.00 米。岩心的水饱和度在 16.45—68.90% 之間，pH 在 5.3—8.2 之間。在所研究的岩心样品中，在肉汁蛋白胰培养基上培养后都生长細菌。菌量在 3.0×10^0 — 8.0×10^5 /每克湿岩心。嫌气菌量与好气菌量有些波动，但差别不大。

将所生长的細菌富集培养后，曾对 9 个样品进行了分离，所得到的菌株为运动的革兰氏阴性杆菌及不运动的革兰氏阳性杆菌及球菌。在形态上没有发现特殊的类型。在好气条件下分离的菌株，絕大多数均能在盖以液体石蜡高层的肉汁蛋白胰培养基中生长。而由嫌气培养中得到的菌株都具有在好气条件下生长的能力。

2. 岩心中生理菌羣的分布 从 46 块岩心中我們一共分析了 11 种生理菌羣，其中反硝化細菌和嫌气的液体石蜡分解菌(表 1 和表 2)分布最广。在含油的和无明显含油标志的岩心中均有。

分离嫌气液体石蜡分解菌表明，这些細菌不仅在嫌气条件下以液体石蜡为碳源，而且在好气条件下还能迅速地分解液体石蜡。它們多属革兰氏阳性、不运动的杆菌和球菌，革兰氏阴性、运动的杆菌較少見到。

硫酸盐还原菌只在含油的岩心中遇到,而且以乙油层较多,分布在钻井试 I 的乙₂和乙₃油层中和试 IV 井的乙₁和乙₄油层中。在甲油层中只在试 I 井甲₃油层的一个样品(25)中发现硫酸盐还原菌。

在岩心中很少存在嫌气脂肪分解菌,只在试 I 井甲层的一样品(22)和乙₃层的一个样品(36)中发现。其余的菌羣,在任何一块岩心中均未发现。

3. 细菌的分布与某些生态因子的关系

(1) 岩心的含油度: 在所调查的 7 块无明显含油标志的岩心中, 菌含量¹⁾比含油岩少得多, 岩心中的菌含量在 $6.0 \times 10^0 - 8.0 \times 10^1$ /每克湿岩心。在 39 块含油岩心中, 只有 7 块(№ 27、40、41、24、14、29、34) 菌含量在 $3.0 \times 10^0 - 8.0 \times 10^0$ /每克湿岩心; 有 13 块菌含量在 $x \times 10^2 - x \times 10^3$ /每克湿岩心; 有 22 块(未计入 4 块没有含油饱和度资料的样品)在 $x \times 10^4 - x \times 10^5$ /每克湿岩心。图 1A 表示细菌含量与含油饱和度之间的关系, 可以看出, 随着含油饱和度的提高, 菌量高的样品百分数增加。

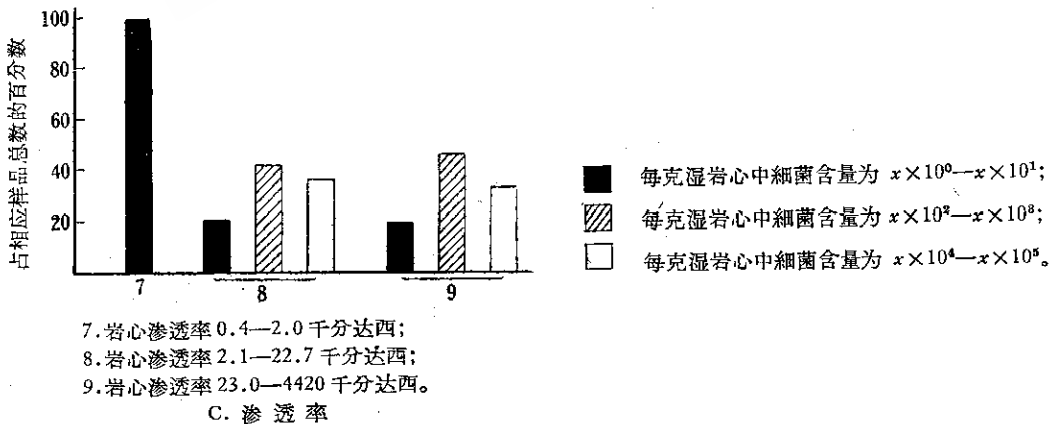
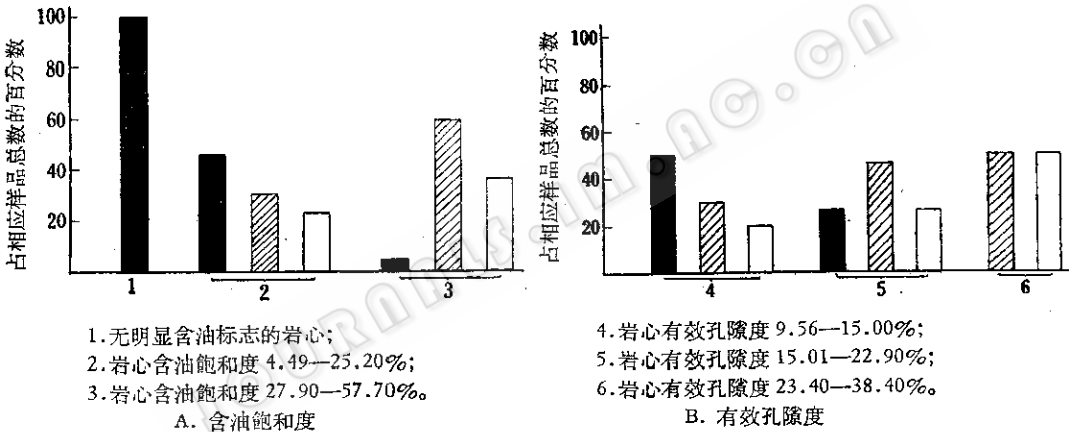


图 1 在肉汁蛋白胨培养基中生长的细菌含量与含油饱和度、孔隙度及渗透率的关系

(2) 岩心的孔隙度: 在 39 块岩心中, 有 10 块有效孔隙度在 9.56—15.00%, 15 块在 15.01—22.90%, 14 块在 23.40—38.40%。从图 1B 中可以看到, 在孔隙度大的样品中

1) 菌含量指在肉汁蛋白胨培养基中测得的菌量。

細菌含量高的样品百分数亦增加。

(3) 岩心的渗透率：在 37 块样品中，有 3 块渗透率在 $0.4-2.0\text{md}^1$ ，19 块在 $2.1-22.7\text{md}$ ，15 块在 $23-4420\text{md}$ 。从图 1C 中可以看出，在渗透率高的样品中，菌量呈现增加的趋势。

在細菌含量与岩心所处深度、岩心的含水饱和度以及岩心的 pH 之間沒有发现有規律的联系。

三、討 論

我們共分析了玉門老君庙油田深 435.26—812.00 米的第三系的 46 块岩心样品，这些样品里都存在着生活細菌。

應該提到 С. И. Кузнецов 等^[14]关于在肉汁蛋白胨培养基中生长的細菌是由于污染而引起的意見。有各种各样的細菌（如气态煙氧化菌，石蜡分解菌等）能够在肉汁蛋白胨培养基中生长。从原油中分离出的在肉汁蛋白胨上生长的細菌具有在原油中生存的能力^[5,9]。至于非油田的外源菌株，我們的研究則表明，虽然有些菌株能够适应在原油中生存的条件，但也不是任何菌株都是如此。考虑到我們的取样及工作条件，我們认为，受到外界污染的可能性是沒有或者是极少的。既然 С. И. Кузнецов 等在說明油田微生物起源时承認，随着地表水渗入地层可以把某些細菌带入地层，那末，那些能够利用石油的某些成分、且能在肉汁蛋白胨培养基上生长的兼性嫌气菌，也有可能适应改变了的生活条件，在油藏中繼續存在。这样，在油田微生物調查时就应将它們包括在內。因此，在我們的工作中仍然进行了这羣細菌菌量的統計。

众所周知，微生物的存在与外界条件有着密切联系。原油是油层微生物的主要营养来源。微生物的分布与含油层有着密切的联系。在含油岩心中，無論微生物的数量或类羣都比无明显含油标志的岩心丰富。例如，在无明显含油标志（有两块岩心的螢光重量%为 0.015 和 0.16，其他样品未測定）的 7 块岩心中，菌量都局限在 $6.0 \times 10^0-8.0 \times 10^1$ /每克湿岩心，只在部分样品中存在反硝化細菌和液体石蜡分解菌；而絕大部分的含油岩心生活菌量在 $1.0 \times 10^2-8.0 \times 10^5$ /每克湿岩心之間，生理菌羣也較丰富。这些岩心不仅存在着反硝化細菌和液体石蜡分解菌，而且还存在着硫酸盐还原菌和个别的嫌气脂肪分解菌。

С. И. Кузнецов 等^[14]指出，地下水和原油中的总菌量取决于地下水的交替速度，当矿藏中水流加强时，菌量增加。在矿藏中决定液体可容量和流体交换速度的是岩层的孔隙度和渗透率。从我們得到的資料可以看出，在孔隙度大以及渗透率高的样品中，菌的含量也較高。

В. Л. Мехтнева^[15,16]在研究沉积层中的菌量时指出，沉积岩中的菌量与天然湿度有联系，但是，此結論并未被她所列举的資料所証实。在我們的工作中沒有发现菌含量与湿度之間有依賴关系，这可能是由于我們所研究的样品湿度都相当高（表 1 和表 2），因而湿度对微生物发育的限制作用已經表現不出来的緣故。

1) 千分达西

老君庙油田是一个封闭的油田,已开采多年,早就采用注水措施。在开采时期随着油田的开发,微生物的数量和类群究竟发生了一些什么变化?在老君庙油田有关水文地质(1956)的报告中曾经提到,在油层附近的地下水中含有 H_2S 。 H_2S 的出现往往是由于硫酸盐还原菌的活动而引起的。目前在油层中发现的硫酸盐还原菌是油层原来所固有的呢,还是由于采用注水措施后活化或带入了硫酸盐还原菌所造成的呢?还没有具体的资料可以证明。在老君庙油田天然气中氮的含量是 0.7—13.3%,它与微生物活动的关系如何,也待探讨。因此,为了阐明微生物在油田中的活动及其作用,就应该在油田开始开发时系统地研究其中微生物的变化及原油和水化学特性的变化。

四、摘 要

1. 在深度 435—812 米的第三系岩心中,在肉汁蛋白胨培养基中生长的菌量波动在 3.0×10^0 — 8.0×10^5 /每克湿岩心之间。

2. 岩心中的上述菌量和生理菌群的分布与岩心的含油度有明显的联系。无明显含油标志的岩心菌量很低,每克湿岩心中的菌量在 6.0×10^0 — 8.0×10^1 之间,部分样品中发现有反硝化细菌和嫌气的液体石蜡分解菌。在含油岩心中菌量高,多半在 1.0×10^2 — 8.0×10^5 /每克湿岩心之间,除上述两类菌群外,还存在着硫酸盐还原菌和嫌气的脂肪分解菌。

3. 在大部分孔隙度大和渗透率高的岩心中,菌量也比较高。

参 考 文 献

- [1] Bair, C. R.: *Kieler Meersforschungen*, II: 146—156, 1937.
- [2] Bastin, E. S., Greer, F. E., Merrit, C. A. and Moulton, G.: *Science*, **63**:21—24, 1926.
- [3] Bushnell, L. D. and Haas, H. F.: *J. Bact.*, **41**:653—673, 1941.
- [4] Giltay, E. and Aberson, J. H.: *Arch. Néerl. Sci.*, **25**:341—361, 1892.
- [5] Knösel, D. u. Schwartz, W.: *Arch. f. Mb.*, **20**:362—390, 1954.
- [6] Krombholz, E. u. Lohrenz, W.: *Zbl. f. Bakt. usw., I. Abt. Orig.*, **104** (Beiheft): 277, 1927.
- [7] Omelianski, W.: *Zbl. Bakt. usw., II. Abt.*, **8**:225—231, 1902.
- [8] Starkey, R. L.: *Arch. Mikrobiologie*, **9**:268—304, 1938.
- [9] Wang Hsiu-yüan u. Schwartz, W.: *Zeitsch. f. allg. Mikrobiologie*, **1**:223—244, 1961.
- [10] Андреевский, И. Л.: *Тр. ин-та микроб.*, вып. **9**: 75—80, 1961.
- [11] Гинзбург-Карагичева, Т. Л.: *Азерб. нефт. хоз.*, № 6—7: 30—39, 1926.
- [12] Евдокимов, В. Л.: *Микроб.*, **28**: 594—97, 1959.
- [13] Кузнецов, С. И.: *Микроб.*, **19**: 193—202, 1950.
- [14] Кузнецов, С. И., Иванов, М. В., Ляликова, Н. Н.: *Введение в геологическую микробиологию*, Москва, 1962.
- [15] Мехтиева, В. Л.: *Геохимические поисков нефт. и газов. месторождений*, 280—282, Москва, 1959.
- [16] Мехтиева, В. Л.: *Тр. ин-та Микроб.*, АН СССР, вып. **9**: 64—69, 1961.
- [17] Нечаева, Н. Б.: *Микроб.*, **24**: 3—13, 1955.
- [18] Симакова, Т. Л., Ломова, М. А.: *Тр. ВНИГРИ*, вып. **117**: 211—221, 1958.
- [19] Экзерцев, В. А.: *Микроб.*, **20**: 324—329, 1951.
- [20] Экзерцев, В. А. и Кузнецов, С. И.: *Микроб.*, **23**: 3—14, 1954.
- [21] Экзерцев, В. А.: *Геохимия*, № 4: 362—370, 1960.
- [22] 中国科学院微生物研究所地微生物研究室: *微生物*, **2**(2): 83—93, 1960.
- [23] 王修垣,毛桂震: 应用指示菌株测定钻井时泥浆渗入岩心的深度. *微生物学报*, **10**(2): 168—174, 1964.

MIKROFLORA DER ÖLSCHICHTEN VON ERDÖLLAGERSTÄTTE LAO-CHÜN-MIO

WANG HSIU-YÜAN PI CHÜ-HSIN

(Institute für Mikrobiologie der chinesischen Akademie der Wissenschaften, Peking)

Es wurden insgesamt 46 triasgehörige Bohrkernproben aus verschiedener Tiefe von 435 bis 812 m bezüglich des Vorkommens von Mikroorganismen untersucht. Die Keimzahl auf Fleischbouillonagar liegt zwischen 3.0×10^0 — 8.0×10^5 je Gramm feuchtes Bohrkern.

Die Höhe der Keimzahl und die Anwesenheit physiologischer Sondergruppen sind von dem Erdölgehalt des Bohrkerns abhängig. Die Keimzahl der ölfreien Kernen ist nur gering und liegt zwischen 6.0×10^0 — 8.0×10^1 . In manchen Proben sind denitrifizierende und paraffinölsplaltende Bakterien nachgewiesen. In ölhaltigen Kernen liegt die Keimzahl meistens zwischen 1.0×10^2 — 8.0×10^5 . Abgesehen von den obengenannten Sondergruppen sind noch desulfurizierende und fettspaltende Bakterien anzutreffen.

Die Keimzahl liegt bei den meisten Bohrkernen mit höherer Durchlässigkeit oder höherer Porosität auch entsprechend höher.