

17.732
7512



农业微生物丛书之五

鉀 細 菌

中国农业科学院土壤肥料研究所

陈廷偉

农 业 出 版 社

农业微生物丛书之五

鉀 細 菌

中国农业科学院土壤肥料研究所

陈 廷 偉

*

农业出版社出版

(北京西总布胡同7号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第106号

中华书局上海印刷厂印刷 新华书店发行

*

787×1092 耗 1/32 · 5/8 印张·13,000 字

1959 年 2 月第 1 版

1959 年 2 月上海第 1 次印刷

印数：1—31,000 定价：(7) 0.08 元

统一书号：16144.571 59.2.京型

农业微生物丛书之五

鉀 細 菌

中国農業科学院土壤肥料研究所

陈廷偉

农业出版社

目 录

一、鉀細菌的性質.....	3
二、鉀細菌的形态和培养特征.....	4
三、鉀細菌的培养和分离方法.....	5
四、鉀細菌对岩石矿物的分解能力.....	9
五、鉀細菌在土壤中的数量和分布.....	11
六、鉀細菌在农業生产上的作用和增产效果.....	12
七、鉀細菌肥料的制造和施用方法.....	16

一、鉀細菌的性質

鉀細菌是土壤中的一種特殊細菌。這種細菌的特殊作用是它能分解岩石礦物，把其中植物不能吸收利用的養分解放出來。例如，含鉀素很豐富的長石和雲母等矽酸鹽礦物是組成我們地球表面岩石和土壤的主要成分（占 60% 以上）。這些礦物雖然含有豐富的鉀素，可是並不能為植物所利用。因為它們都是很穩定的礦物，一般強烈的化學藥劑都不能分解它們。但是，鉀細菌卻有一種特殊本領，它能分解這些化學上極穩定的礦物，把其中對農作物有用的鉀素解放出來。由於鉀細菌具有這種特殊本領，所以就稱它為矽酸鹽細菌。我們為了通俗方便起見，就簡稱它為“鉀細菌”。

其實，鉀細菌不僅有以上作用。它還能從很堅硬的含磷岩石礦物——磷礦石粉中取得磷素營養；又能從空氣中得到氮素營養。

這樣看來，鉀細菌對於植物生長必需的三要素——氮、磷、鉀皆不需要有現成的養料。它具有一種特殊的本領，能使土壤或岩石中不能溶解的磷鉀礦物變成為植物可吸收利用的有效養分；又能從空氣中固定氮素，使植物不能吸收利用的分子狀態氮素變成為可利用的養料。

除此以外，鉀細菌還能增強農作物抗病能力，對防治許多農作物（水稻、小麥、亞麻、馬鈴薯等）病害有顯著的效果。

鉀細菌的這些特殊作用不能不引起人們的很大注意。因為

土壤中的有益微生物同时兼有这样多方面作用的还不多，鉀細菌可以称得上有益微生物中的“多面手”了。

值得我們注意的还在于它对農業生产上的作用。土壤中含有大量的农作物生長必需的磷鉀元素，而空气中更有“取之不尽，用之不尽”的氮素。例如，土壤中含有極其丰富的磷鉀素蘊藏，每亩田一米深的土層中起碼含有4万多斤含鉀矿物和1千多斤的含磷矿物，足够农作物几百年的需要。空气中含有的氮素更多，占空气的80%以上，氮素几乎就包围着植物。但是，不管这些元素多么丰富而农作物又多么需要，农作物畢竟还是不能直接利用它們。因为，这些元素都是非常稳定的“死”的財富，不經過土壤中某些微生物的特殊作用是不能变成对农作物有用的养分的。鉀細菌就是同时能轉变氮、磷、鉀三要素的“死”財富成“活”养分的特殊細菌。很明显，如果我們能在土壤中大量培养繁殖这种特殊細菌，就能增加土壤中氮、磷、鉀三要素的有效含量，也就是能提高土地的肥力并获得农作物的丰收。

二、鉀細菌的形态和培养特征

鉀細菌的形态也是特殊的。它是一种長杆狀細菌，外面包了一層肥厚的橢圓形外膜——即莢膜。莢膜有时只是一層，有时有2—3層。用普通复紅染色时在显微镜下很容易看到。鉀細菌的这种特殊形态很容易与其他土壤細菌区别开来。因此，这种形态特征也帮助了我們对它的認識和鉴

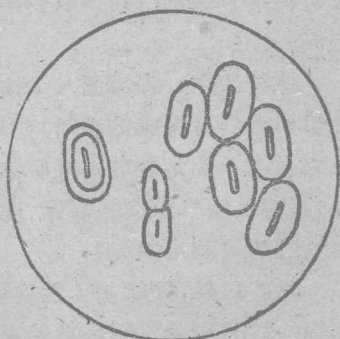


圖1 鉀細菌
(放大1000倍)

別(圖 1)。

鉀細菌的大小是：菌體長 4—7 微米^①，寬 1 微米。連同莢膜時寬 5—6 微米，長 7—10 微米。莢膜層次多時可有長 30 寬 20 微米以上的大菌體。這在普通的高倍顯微鏡下已可以看得很清楚了。

在不含氮素的固體培養基上，鉀細菌生長形成透明凸起的菌落^②，如同半顆玻璃珠一樣光滑明亮，用針挑取時粘而有彈性。這時如挑取少許粘液在載玻片上制成塗片，經染色後在顯微鏡下觀察即可看到是一個杆狀菌體或 2—4 個杆狀菌體外面圍繞着一層肥厚大莢膜。培養時間久了(10 天以上)，菌落即干癟下去。這時用顯微鏡檢查往往可以看到許多空的莢膜，其中杆菌不見了而只留下一些橢圓形的厚膜細胞，這就是鉀細菌的孢子。孢子對外界環境變化(如水分和溫度等)的抵抗力比較強。

鉀細菌對培養條件要求不高，它能在許多培養基上生長。在培養固氮菌的無氮培養基上也能生長得很好。它能利用許多糖類和淀粉。但是在牛肉汁蛋白胨培養基上生長不好，在牛奶中也生長微弱。

鉀細菌是好氣性的，即生長發育時需要充分的氧氣。培養的合適溫度是攝氏 25—30°。培養基的酸鹼度最好是微鹼性(pH 7.2—7.4)。

三、鉀細菌的培養和分離方法

鉀細菌可以在許多培養基上生長，但是生長情況並不一致。在無氮培養基上形成大量粘液莢膜，看起來菌落似甚丰满，實際

① 1 微米 = 千分之一毫米。

② “菌落”就是細菌聚集在一起時生長出的肉眼可以看見的聚集體。

上含菌数并不很多。在有氮培养基上它不形成大量粘液，但是所含菌数比不含氮的多得多(表 1)。在缺乏可溶性磷钾养分的

表 1 鉀細菌在不同培养基上的生長数量
(固体培养基上)

培养基	細菌数(百万)	孢子形成
無氮瓊脂	97	無
淀粉瓊脂	254	80%孢子

培养基上也有以上情况。有人認為：鉀細菌在养分貧乏的培养基上生長大量粘液莢膜是一种不正常的現象，其实，这是它的一种特殊的适应环境的能力。鉀細菌在含氮的淀粉固体培养基上形成的菌落失去彈性，渾濁不透明。在这种培养基中鉀細菌形成大量孢子。一般培养 4—5 天后孢子形成率可达 80% 左右(表 2)。

表 2 鉀細菌生長的数量
(液体培养)

培养基	細菌数(百万)	
	不搖动	搖动
無氮培养液	2.8	9.2
淀粉培养液	9.2	12.4

因此，可以根据不同目的，应用不同的培养基来培养鉀細菌。如保存菌种或测定菌数时可采用無氮培养基；因为在这种培养基上鉀細菌生長得丰满，生成的菌落特征也容易識別(玻璃珠狀無色透明体)。如为生产細菌肥料用則可采用含氮的养分丰富的培养基，因为在这种培养基上鉀細菌数量增長很快。如果是为了制造鉀細菌的干菌粉，最好采用含氮的淀粉培养基，因

为它在这种培养基上生成的孢子特别多，能耐干燥便于制成干粉。

从土壤中分离(即寻找并把它单独分开)钾细菌可应用具有选择性的无氮培养基或钾铝矽酸盐培养基(见后)。分离的方法是把土壤在无菌操作条件下稀释成一千倍左右(根据土壤中含钾细菌数目确定)，再取 1 毫升稀释液放入培养皿中，然后把上述培养基溶化冷到 45 度(摄氏)以下再倒入皿中。待培养基凝

附一、钾细菌的形态和培养特征

项 目		特 征
形态特征	形 状	菌体杆状，荚膜及孢子为椭圆形
	大 小	菌体 $1 \times 4-7$ 微米 连同荚膜 $5-6 \times 7-10$ 微米 孢子 $1.5-1.8 \times 3.0-3.5$ 微米
	末 端	圆形
	格蘭氏染色	陰性
培养特征	固体培养	无氮培养基上：圆形、凸起、全缘、无色半透明(如半个玻璃球)，坚韧有弹性、形成粘液荚膜。 含氮淀粉培养基上：菌落边缘透明、中央混浊，失去弹性；形成孢子，无荚膜。
	液体培养	表面无菌膜，底部沉淀物上有粘液
生理特性	氧 气	需氧
	最适温度 最适 pH 明胶穿刺 牛肉汁蛋白胨琼脂 牛奶石蕊	28°C $7.2-7.4$ 粘液状生长在表面 生长微弱 生长微弱，凝聚，微弱胨化。
农业上的特性		① 能在无氮培养基上生长，固氮力 1.3 毫克 N/每利用 41 克糖。 ② 能利用磷矿石中的磷素。 ③ 能利用含钾矿石中的钾素。

固后將底向上，反放入保温箱中培养 2—3 天后，选取有鉀細菌菌落特征（見前面描述情况）的單个菌落进行显微鏡檢查。如細胞形态也符合标准菌經过純化后就可以認為是初步分离得鉀細菌菌种了。

当然，要詳細研究一个新菌种还得再經過微生物学的鉴定和性能測定，我們不在这里——介紹了。

附二、培养鉀細菌的培养基：一

1. 無氮培养基（即通用的阿息畢培养基）

甘露醇（可改用蔗糖）	10.0 克
磷酸氫二鉀(K_2HPO_4)	0.2 克
硫酸鎂($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)	0.2 克
氯化鈉($NaCl$)	0.2 克
碳酸鈣($CaCO_3$)	5.0 克
硫酸鈣($CaSO_4 \cdot 2H_2O$)	0.1 克
水	1,000 毫升
瓊脂	15 克

用途：保存菌種、測数及分离用。

2. 淀粉培养基

淀粉	5 克
硫酸銨($(NH_4)_2SO_4$)	1 克
磷酸氫二鉀	2 克
硫酸鎂	0.5 克
三氯化鐵	0.2 克
碳酸鈣	0.1 克
酵母浸出汁	0.2 克
水	1,000 毫升

調节酸碱变至 $pH = 7.2 - 7.4$

用途：細菌肥料生产用，生成孢子用。

3. 鉀鋁矽酸鹽培养基

蔗糖	5 克
硫酸銨	1 克
磷酸氫二鈉(Na_2HPO_4)	2 克
硫酸鎂	0.5 克
三氯化鐵	0.005 克
碳酸鈣	0.1 克
鉀鋁矽酸鹽	1 克
蒸餾水	1,000 毫升
瓊脂	20 克

用途:分离菌種用,測定鉀細菌性能用。

①培养基中硫酸銨可酌情去消。在不含氮的培养基上,选择性更强,便于分离培养。含氮培养基上鉀細菌菌落較小而杂菌較多。

②鉀鋁矽酸鹽是土壤經 20% 鹽酸(土壤:鹽酸=1:10)煮沸半小时再清洗到無氯离子反应后干燥制成。可以用正長石粉或白云母粉代替。也有用玻璃粉代替的。

4. 磷矿石培养基

蔗糖	5 克
硫酸銨	1
氯化鉀(KCl)	0.5
硫酸鎂	0.5
三氯化鐵	0.005
碳酸鈣	0.1
磷矿石	1
pH 調节成	7.2—7.4

用途:測定鉀細菌性能用。

四、鉀細菌对岩石矿物的分解能力

前面已經提到鉀細菌有分解含磷和含鉀矿物的能力,同时它还有固定氮素的能力。鉀細菌的这些特殊作用可以在实验室内用精密的仪器測定出来。根据中国农業科学院土壤肥料研究

所農業微生物研究室的分析，在磷矿石培养基中接种鉀細菌可以增加水溶性磷 250% 以上。在以長石和云母为惟一鉀源的培养基中，接种鉀細菌可增加水溶性鉀 80% 以上。另外根据苏联科学家的研究，鉀細菌可以把矽酸鹽矿物中的 70% 左右的鉀素解放出来成为水溶性的可給态鉀。鉀細菌的固氮能力比好气性自生固氮菌差，每利用 1 克糖可固定 1.3 毫克氮素。

如果不用化学分析，用鉀細菌的生長数量也可以証明它对不同岩石矿物的分解利用能力和固氮能力。例如在磷矿石培养基中是沒有水溶性磷素的，只有水分不能溶解的磷矿石粉。但是鉀細菌可以很好的在这种培养基中生長。接种鉀細菌(每毫升 110 个)，培养 3 天后，在磷矿石粉四周圍繞了大量粘液，細菌紧紧地包被住矿物并从其中吸取它

生長必需的磷素养分(圖 2)。在这种培养基中，每毫升培养液含有鉀細菌六百多万个。同样的培养基，如果不另加磷矿石粉，每毫升培养液只有 50 个鉀細菌(比原来加进去的数量少了一半)。这种现象可以充分說明鉀細菌有利用磷矿石中磷素的能力(表 3)。

对長石和云母等矿物的利用能力也有类似情况。

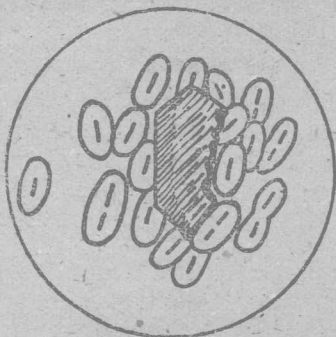


圖 2 鉀細菌圍繞在磷矿石四周吸取其中养分

表 3 鉀細菌对磷矿石的利用能力

处	理	水溶性磷含量 P_2O_5 p.p.m.	比对照 增加%
缺磷培养液+磷矿石	不接種对照	0.2	—
同 上	接種鉀細菌	0.7	250

表4 鉀細菌对長石的分解能力

处	理	水溶性鉀含量 (K, p.p.m.)	比对照 增加%
缺鉀培养液+長石	不接種对照	3.74	—
同上	接種鉀細菌	6.98	87

最有趣的是鉀細菌竟能生長在只加有0.5% 蔗糖(化学極純)及0.1% 磷矿石的蒸溜水中。在这种無灰分元素的培养液中，一般微生物是不能生長的。但是鉀細菌却能繁殖到每毫升16万个。同时鉀細菌粘液粘团在矿石上更紧密。

五、鉀細菌在土壤中的数量和分布

鉀細菌是一种分布很广的細菌，差不多在我国各种土壤中都能找到它。在我国农田土壤中，鉀細菌的数量一般每克土約有几千个，多的有几万个(表5)。

表5 我国各地土壤中鉀細菌的分布数量

地 点	鉀細菌数量 (千个/每克干土)
北 京 (小麦田)	9—25
陝西武功 (小麦田)	2—11
河北邯鄲 (棉花田)	3
湖北武昌 (水稻田)	2—25

在同一塊田地中，鉀細菌在农作物根际附近和根外土壤中的分布数量也有很大差別。农作物根上和根附近的鉀細菌比根外土壤中的要多好几倍到几十倍。人工接种鉀細菌(即施用細菌肥料)可以显著地增加它在土壤中的数量。

表6 棉花地土壤中鉀細菌的分布

(每克干土或鮮根中細菌以千个計)

分 布 地 点	未接种鉀細菌	人工接种鉀細菌
根外土壤	1.5	3.5
根际附近土壤	5.25	6.0
根上	135.0	240.0

除农田土壤外，鉀細菌还广泛分布在許多高山岩石的峭壁上。这些岩石峭壁上的养分極其貧乏，普通細菌是不能大量存在的。但是，鉀細菌却能在这种貧瘠無肥的岩石上生活，而且数量还很多。

表7 在高山岩石上的地衣中的鉀細菌数目(苏联)

(每克風干物中千个)

取 样 地 点	分析的材料	鉀細菌数目
海拔 1,060 米的岩石壁上	黑色地衣	63—463
同 上	灰色地衣	6
同 上	綠色地衣	54
同 上	黄色地衣	954
海拔 900 米处岩石上	蘚 类	571
防波堤岩壁上	海 藻	4
海底岩石上	海 藻	30

鉀細菌在岩石峭壁上大量存在的事实进一步証明，它有分解并吸收岩石矿物中的养分和从空气中得到氮素的能力。

六、鉀細菌在农业生产上的作用和增产效果

鉀細菌对植物营养条件的改善和由此而获得的增产效果可

以在盆栽的精密試驗中証明(圖3)。在加有氮、磷元素的基础上,接种鉀細菌可以提高春小麦对鉀素吸收量的64%,子实增产105%;提高玉米对鉀素吸收量的80%左右(藁稈的吸收量提高227%),子实增产50%,几乎頂得上施用大量鉀肥的增产效果。試驗是用黑土的灭菌盆栽試驗进行的[表8、表9(苏联,亞历山大罗夫)]。



圖3 鉀細菌对玉米生長的影响

左边: 未接种对照
右边: 接种鉀細菌

表8 鉀細菌对春小麦收获量的影响
(灭菌土壤試驗)

試驗处理	子实重(克)	較对照增加%
对 照	10.0	—
每盆中加鉀0.8克	17.7	77
用鉀細菌接种土壤	20.5	105

表9 鉀細菌对玉米收获量的影响
(灭菌土壤試驗)

試驗处理	子实重(克)	較对照增加%
对 照	19.3	—
每盆中加鉀0.8克	29.2	51.3
用鉀細菌接种土壤	28.9	50.2

鉀細菌对农作物营养条件的改善和增产效果，表明有可能应用这种細菌作成細菌肥料应用到农业生产中去。苏联从 1948 年起开始应用鉀細菌作細菌肥料，1952 年起进行这种細菌肥料的工业生产并大规模应用到农业生产中。我国近几年来也已广泛使用鉀細菌肥料，目前許多地方已生产出鉀細菌孢子的干菌粉，更适合农村的广泛需要。

根据苏联和我国的試驗研究，大田生产上施用鉀細菌肥料可使小麦、玉米、棉花增产 20% 左右。对馬鈴薯和甘薯的增产效果更为显著，一般可增产 30% 以上(表 10)。

表 10 鉀細菌对各种农作物的增产效果%
(苏联, 1948—1955)

作物	盆栽試驗	小区田間試驗	大田生产試驗
冬小麦	—	7—17%	6%
春小麦	22—56%	14—24	—
棉花	28—52	11—27	—
玉米	34—50	6—15	25
馬鈴薯	—	20	30—33
番茄	—	9—20	—
向日葵	—	20	21

施用鉀細菌肥料可以显著地改善农作物的营养条件，提高农作物对土壤中营养元素的吸收能力，因而發揮了土壤的潜在肥力。例如，施用过鉀細菌肥料的玉米可以从土壤中多吸收鉀素 3—4 倍，多吸收灰分元素 50% 以上。另外根据苏联研究，施用过鉀細菌肥料的冬小麦地土壤，可溶性营养元素增加了 50—200%。氮、磷元素是春季增多而鉀素在整个生長季节皆有增加。

鉀細菌在防治农作物病害方面也有显著的效果。根据苏联植物保护研究站的試驗研究,施用鉀細菌可以降低小麦銹病、玉米黑粉病、水稻凋萎病以及亞麻、馬鈴薯和許多蔬菜作物的罹病率。例如,施用了鉀細菌肥料可以使小麦銹病和亞麻的各种病害的罹病率降低一半,同时又获得了增产(表 11)。

表 11 鉀細菌对各种作物病害的防治和增产效果

作物	病害	罹病率降低	增产(公担/公頃)
水稻	凋萎病	由28%降到个别	1—4
小麦	叶銹病	由58%降到26%	1—3
大麦	銹病	50%	4.5—4.7
玉米	黑粉病	5.4%	8
亞麻	各种病害	50%	—
蔬菜	菌核病	由44%降到16%	—
馬鈴薯	軟腐病	降低很多	18%

施用鉀細菌后水稻可以基本上避免凋萎病的發生,抵抗镰刀菌的为害。有人証明,施用鉀細菌肥料可以使小麦形成对叶銹病的抗病性。

鉀細菌的这些防病效果是由于它能改善植物的营养条件,使农作物生長發育得更健壯,因而就提高了抗病能力。因为农作物的許多病害(如谷类作物的銹病和各种根腐病等)是不能光靠化学葯剂来消除的,只有提高了植物本身的抗病能力才能达到防病效果。此外,有人研究証明鉀細菌对镰刀菌及小麦腥黑穗病菌有消解作用。

根据以上列举材料,鉀細菌在农業生产上的作用可归結为兩方面:(1)改善植物营养条件,提高土壤肥力。(2)提高农作物的抗病力,能防治多种病害。