

# 基于解钾功能性菌肥的土地整治技术研究

姚玉镯\* 国新 陈康怡 高艳军 栗业 孙越

河北省地质矿产勘查开发局第二地质大队 (河北省矿山环境修复治理技术中心)

DOI:10.12238/as.v7i4.2442

**[摘要]** 钾是植物生长发育所必需的三大营养元素之一,但土地整治新增耕地的土壤中速效钾含量匮乏,不能满足植物的生长需要,而普通化肥的过度施用会给土壤环境、大气环境以及水环境带来许多负面影响。微生物肥料的研究与应用可以减少化肥使用带来的危害并且提高土壤中的速效钾含量。本文通过亚历山鲍罗夫培养基筛选土壤中的解钾菌,分别以玉米秸秆粉末、发酵牛粪和稻壳为载体制备解钾菌肥,探究了制备菌肥的最佳条件。最后,将制得的菌肥施加到贫瘠土中,研究解钾菌肥对土地整治中新增的贫瘠土土壤性质的影响,对土地整治土壤改良技术体系建设具有重要意义。

**[关键词]** 解钾菌; 土地整治; 菌肥; 菌肥载体; 贫瘠土

中图分类号: S144 文献标识码: A

## Research on optimization strategy of land remediation technology based on potassium-soluble functional bacterial fertilizer

Yuzhuo Yao\* Xin Guo Kangyi Chen Yanjun Gao Ye Li Yue Sun

The Second Geological Brigade of Hebei Provincial Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development (Hebei Mining Environment Restoration and Governance Technology Center)

**[Abstract]** Potassium is one of the three essential nutrients for plant growth and development, but the soil of newly cultivated land under land reclamation lacks fast-acting potassium content, which cannot meet the growth needs of plants, and the overuse of common chemical fertilizers will bring many negative impacts on the soil environment, the atmospheric environment and the water environment. The research and application of microbial fertilizers can reduce the harm caused by the use of chemical fertilizers and increase the content of fast-acting potassium in the soil. In the present work, we screened the potassium-solubilizing bacteria in the soil through the Alexandrov's medium, and prepared potassium-solubilizing bacterial fertilizers by using corn stover powder, fermented cow dung and rice hulls as the carriers, and explored the optimal conditions for the preparation of the bacterial fertilizers. Finally, the prepared bacterial fertilizer was applied to the barren soil to study the effect of the potassium-solubilizing bacterial fertilizer on the soil properties of the newly added barren soil in land remediation, which is of great significance to the construction of soil improvement technology system in land remediation.

**[Key word]** Potassium-solubilizing bacteria; Land remediation; Fungal fertilizer; Fungal fertilizer carrier; Barren soil

近年来我国十分重视对土地整治模式研究,探索了包括农村土地综合整治、高标准基本农田建设、增减挂钩、基本农田保护示范区建设等土地整治模式。总体上,既往土地整治工作过多地追求整治效果的“短、平、快”和整治的数量,缺乏成套的土地整治技术,缺乏创新性,缺少新设备、新材料和新工艺,过度侧重工程治理,轻提质改造,土壤改良措施未很好地融入土地综合整治技术体系。土地整治工作缺乏生态修复思维,忽视了生态效益,难以保证可持续发展,难以满足现

代农业发展的需要。

钾被认为是作物生产的“质量要素”,对植物的正常生长发育、抗逆性、产量及品质等均有重要影响<sup>[1]</sup>。从植物营养角度可将钾分为速效钾、缓效钾和矿物钾<sup>[2]</sup>,土壤中的大部分钾(90%~98%)以矿物的晶格结构存在<sup>[3]</sup>,不能被植物直接吸收利用,只有速效钾可被植物直接吸收利用,这也就造成了土壤看似富钾却又缺钾的现象<sup>[4]</sup>。解钾菌肥可以有效的解决土地整治中化肥过量的情况。解钾菌肥是微生物肥料的一种,该肥料施入土壤

后,能够利用硅酸盐细菌在土壤中的大量繁殖与活动,分解长石、云母等硅酸盐类原生矿物,将土壤中难溶性钾转变为能够被植物直接吸收利用的速效性钾<sup>[5]</sup>,补充土壤速效钾的含量,促进粮食增产,提升耕地地力,提高耕地等别。同时能够产生多种具有促进植物生长作用的生物活性物,为今后土地整治(提质改造)项目的顺利开展提供借鉴,对于农业生产和环境保护都具有重要意义。

## 1 解钾菌肥研制

### 1.1 解钾菌的分离纯化

菌株的分离方法采用稀释平板法<sup>[6]</sup>:称取10.00g实验室土样放入盛有90mL无菌水的锥形瓶中,封口后置于水浴恒温振荡器中于25℃、200r/min条件下振荡30min后,静置20min。

在玻璃试管中移取1毫升上清液,加入9mL无菌水,放在涡旋混合器上充分摇匀。据此依次将土壤溶液稀释至 $10^{-3}$ 、 $10^{-4}$ 、 $10^{-5}$ 、 $10^{-6}$ 。吸取除 $10^{-3}$ 外三个浓度梯度的土壤稀释液各100  $\mu$ L,在亚历山鲍罗夫培养基平板上,用无菌涂布棒将稀释液均匀涂抹均匀,静置10分钟后,在28℃恒温培养箱中倒置培养2d。观察并记录菌落形态。每个浓度设3个重复,另设空白对照。

用接种环挑取具有典型解钾菌特征(大型、透明、表面突起、有勃稠感)的菌落于LB琼脂培养基上<sup>[7]</sup>,进行平板划线纯化。在28℃的恒温培养箱培养2d后得到解钾菌的单菌落。

### 1.2 菌种鉴定

将筛选得到的解钾菌菌株委托给沣田宝农业科技有限公司进行16S rDNA菌种鉴定。

### 1.3 菌的耐受实验

通过单因素控制变量法测定解钾菌对盐浓度、pH值及温度的耐受程度。包括:耐盐实验<sup>[8]</sup>、耐pH实验、耐温实验。

### 1.4 菌肥载体的选择

本实验选取的三种菌肥载体为稻壳、玉米秸秆粉末和发酵牛粪,三种材料各100g,称重后于121℃高温蒸汽灭菌锅中灭菌2h。将灭菌后的载体置于超净工作台上,加入无菌水混匀,使之达到“手握成团,一触即散”的状态<sup>[9]</sup>,向三种载体中各加入12mL种子液,充分混匀后得到菌肥。将制备好的菌肥储存在室温、阴凉、通风、干燥的地方,用平板涂布法测定不同载体解钾菌肥中的微生物数量,记录、比较实验数据,确定最佳载体。

### 1.5 解钾菌肥的制备

称取6份灭菌完全的最佳载体各150g,分别加入种子液6mL、12mL、18mL、24mL、30mL,通过平板涂布法测定不同添加量的解钾菌肥的微生物数量,记录、比较实验数据,确定最佳菌肥。

## 1.6 实验结果

### 1.6.1 解钾菌的筛选

本实验共筛选解钾菌两株,分别命名为 $K_1$ 、 $K_2$ ,经16S rDNA鉴定后初步判断出 $K_1$ 为芽孢杆菌属, $K_2$ 为枯草芽孢杆菌属,两种菌的形态和样貌见下表1.1。

## 1.6.2 解钾菌的耐受实验

表1.1 解钾菌的菌落形态

解钾菌名称	形状	颜色	透明度	隆起程度	表面形态
$K_1$	圆形	白色	半透明	中央凸起	湿润光滑
$K_2$	圆形	白色	不透明	中央凸起	湿润光滑

在不同盐含量的液体培养基中,将 $K_1$ 与 $K_2$ 培养3天,两种菌的OD600值均明显高于初始值,表明在盐含量为5%以内的盐环境中,两种解钾菌均有耐受性。在盐含量为1%的环境中,两种菌生长状况较好,可能是因为解钾菌的生长繁殖受到低盐浓度的促进作用,而高盐浓度具有抑制作用。此外, $K_1$ 与 $K_2$ 均可以耐受pH值为5~9的环境,两种解钾菌均在碱性条件下生长情况较差, $K_1$ 、 $K_2$ 分别在pH为5的酸性环境下和pH为7的中性条件下细菌增长量最大,生长状况较好。这说明,碱性环境对解钾菌的生长有一定的抑制作用。

最后,两种解钾菌均可耐受温度为30℃~70℃的环境,且两种解钾菌均在30℃的条件下细菌增长量最大。解钾菌 $K_1$ 在70℃环境中,细菌增长量最小,生长状况较差;而解钾菌 $K_2$ 在50℃环境中,细菌增长量最小,生长状况较差。

### 1.6.3 菌肥最佳载体的确定

两种解钾菌在整个培养过程中,以发酵牛粪为载体制备的菌肥,无论是在细菌菌落数量还是细菌的增长速率上,均保持在第一位。以玉米和稻壳秸秆粉末为载体制备的菌肥,综合十七天的数据可知,以不同载体制备出的菌肥的微生物数量的多少由高到低依次为:发酵牛粪、玉米秸秆粉末和稻壳。所以,最终选择发酵牛粪为最佳载体并进行后续的实验。

### 1.6.4 菌肥制备的最佳配比

综合17天的数据可知,150g发酵牛粪添加24mL菌液时微生物的数量最多。所以,本实验中制备菌肥的最佳配比为150g发酵牛粪添加24mL菌液。

## 2 菌肥的施用对贫瘠土壤的影响

为探究制备出的解钾菌肥对贫瘠土壤的影响设计了下述实验,采用单因素变量法研究施加解钾菌肥后,土壤微生物的数量、pH值、有机质含量、速效钾含量、缓效钾含量以及土壤酶活性的变化。

### 2.1 解钾菌肥最佳投加量的确定

根据五点采样法对河北省唐山市丰润区土地整治中的贫瘠土壤进行采样<sup>[10]</sup>,对每盆土样进行编号,其中CK为空白对照组; $k_1$ 、 $k_2$ 、 $k_3$ 、 $k_4$ 、 $k_5$ 、 $k_6$ 分别为添加了6g、12g、18g、24g、30g、36g  $K_1$ 解钾菌肥的土样; $k_7$ 、 $k_8$ 、 $k_9$ 、 $k_{10}$ 、 $k_{11}$ 、 $k_{12}$ 分别添加了6g、12g、18g、24g、30g、36g  $K_2$ 解钾菌肥的土样。

## 2.2 实验结果

### 2.2.1 不同菌肥投加量对土壤速效钾及缓效钾的影响

施加解钾菌肥后,土壤中速效钾的含量会随着时间的延长而减少,但各组土样中的速效钾含量均高于空白对照组。两种菌肥施加7天时,k<sub>5</sub>和k<sub>11</sub>中速效钾的含量还能维持在100mg/kg以上,这说明,1.5kg的贫瘠土中施加30g的解钾菌肥可以较好的提高土壤中速效钾的含量。

施加解钾菌肥后土样中缓效钾的含量有先升高后降低的趋势。综合七天内速效钾和缓效钾的在土壤中的留存量可以判断出K<sub>1</sub>解钾菌肥与K<sub>2</sub>解钾菌肥的最佳投加量均为30g菌肥/1.5kg贫瘠土。

### 2.2.2最适投加量下菌肥对土壤环境影响

解钾菌肥对土壤pH值的影响不大,土壤的pH值始终保持在7.2~7.4的中性范围内。解钾微生物数量越多,微生物生长代谢活动也越频繁,这有利于增加贫瘠土壤中速效钾、缓效钾的含量,提高土壤的蔗糖酶活性,从而增加土壤肥力。

## 3 总结

本次实验共筛选出两种解钾菌,分别命名为K<sub>1</sub>和K<sub>2</sub>,经16SrDNA鉴定K<sub>1</sub>为芽孢杆菌属,K<sub>2</sub>为枯草芽孢杆菌属。为在5%以下的盐环境、30°C-70°C的中高温环境和pH为5-9的酸碱环境中,两种解钾菌都能存活。选择稻壳、玉米秸秆粉和发酵牛粪三种材料制备解钾菌肥,并根据菌肥中微生物的数量,通过控制变量法确定了150克解钾菌肥加24毫升解钾菌液的最佳制备比例。将菌肥施入土地整治中的贫瘠土壤中,发现菌肥对土壤pH值的影响不大,土壤中土壤酶活性、速效钾和缓效钾都有一定程度的提高。这表明本研究中的解钾菌肥具有良好的使用效果和广泛的实际应用潜力。有望进一步完善土地综合整治提供技术支持。

## [基金项目]

河北省地质勘查资金项目(13000024P0069B410313H)。

## [参考文献]

- [1]罗光辉,罗光琼,陈森,周奇,等.不同施钾量对白芨产量和品质的影响[J].现代农业科技,2015(10):77+82.
- [2]徐晓燕,马毅杰,张瑞平.土壤中钾的转化及其与外源钾的相互关系的研究进展[J].土壤通报,2003(05):489-492.
- [3]Christian Zörb,Mehmet Senbayram,Edgar Peiter. Potassium in agriculture - Status and perspectives[J].Journal of Plant Physiology,2014,171(9).
- [4]林英,司春灿,章慧璇.解钾微生物研究现状及其在农业生产中的应用和展望[J].江苏农业科学,2020,48(12):1-5.
- [5]鞠伟.杨树根际高效解钾细菌的分离筛选与鉴定[D].南京林业大学,2016.
- [6]党雯.解钾菌的筛选及其对矿区复垦土壤肥力的影响[D].山西大学,2015.
- [7]包苏日娜.大柳塔矿区土壤乡土解磷菌和解钾菌的筛选与鉴定[D].内蒙古大学,2018.
- [8]曹晶晶,熊悯梓,钞亚鹏,等.极耐盐碱固氮菌的分离鉴定及固氮特性研究[J].微生物学报,2021,61(11):3483-3495.
- [9]王潇敏.生物质炭基解钾菌肥的试制及其在农业中的应用[D].南京农业大学,2015.
- [10]GB/T 36197-2018,土壤质量土壤采样技术指南[S].

## 作者简介:

姚玉镯(1986--),男,满族,河北省唐山市人,硕士研究生,高级工程师,从事土地规划、国土空间生态修复等工作。