

解钾 JX-10 菌的筛选及解钾工艺

薛永萍^{1,2}, 肖春桥³, 张琰图⁴, 池汝安¹

(1. 武汉工程大学 兴发矿业学院, 湖北 武汉 430073; 2. 武汉工程大学邮电与信息工程学院, 湖北 武汉 430073; 3. 武汉工程大学 环境与生物工程学院, 湖北 武汉 430073; 4. 延安大学 化学与化工学院, 陕西 延安 716000)

摘要: 本文从一钾长石矿区土壤中分离、筛选得到了6株高效解钾细菌。其中命名为JX-10的菌株分离于矿区茼蒿根系土壤, 经基因测序鉴定为 *Bacillus* sp., 与KT981886菌相似度高到99.72%。同时就培养时间、温度及转速等解钾工艺条件进行了探讨。实验结果表明, JX-10菌株具有分解钾长石矿物的能力。其较佳解钾工艺条件为: 培养温度28℃、时间10 d, 转速160 r/min, 培养基pH值为5.0, 钾长石浓度2 g/L, 粒度0.03 mm, 接种量25%, 硫酸铵浓度0.2 g/L。在较佳工艺条件下, 溶液中可溶性钾离子含量可达23.32 mg/L, 浸出率为8.36%。

关键词: 解钾菌; 筛选; 鉴定; 工艺优化

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2023.02.004

中图分类号: TD981 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2023) 02-0017-07

氮磷钾对农作物的生长起着极其重要的作用, 但我国土壤中可溶性钾含量却严重贫乏^[1]。我国又是人口大国, 对钾肥需求量很大, 据统计每年需进口60%左右的钾肥^[2]。为缓解我国钾肥紧缺, 需从富含难溶性钾的硅酸盐矿物中分解有效钾^[3]。虽已有研究报道, 可采用物理法和化学法从钾长石矿物中提取难溶性钾, 但随着大量化肥的使用, 我国土壤结构已遭破坏, 且人们赖以生存的环境也被污染, 且食品安全也日益凸显^[4]。鉴于此, 我们需寻求一种新型微生物提钾技术, 以实现低能耗, 无污染和资源的循环利用。

通过阅读大量文献, 目前国内外报道最多的解钾菌主要有根瘤菌属 (*Sinorhizobium* sp.)、固氮菌属 (*Azotobacter* sp.)、芽孢杆菌属 (*Bacillus* sp.) 等^[5]。2017年, 姜霁航等从苹果树根系土壤分离得到118株解钾菌, 其中K1、K98、K115、K105和K168具有较强解钾能力, 平均可溶性钾含量为41.47 mg/L。经鉴定K1为不动杆菌属 (*Acinetobacter* sp.), K98、K115、K105为假单

孢菌属 (*Pseudomonas* sp.), K168为芽孢杆菌属 (*Bacillus* sp.)^[6]。李春钢等从贵州福泉瓮福磷矿区采集大量土壤, 并从中分离出了一株FP.18的解钾新菌株, 经鉴定为肠杆菌属 (*Enterobacteriaceae bacterium*), 能有效提高煤矸石中有效钾含量^[7]。Bhattacharya 等于2016年从印度盐场分离得到一株土壤不动杆菌。该菌以廉价的葡萄糖、果糖为碳源, 在37℃, pH值为6.5, 培养120 h, 发酵液中可溶性钾可达68 mg/L^[8]。

由此可见, 现有解钾菌主要从农作物根系或果树周围土壤筛选而得^[9]。但以矿区土壤为来源分离解钾菌的报道较少, 其原因主要在于矿区土壤贫瘠, 所含微生物量少。微生物的生长和繁殖都有其赖以生存的环境, 若能从矿区土壤中筛选得到解钾菌, 则该菌会表现出较好的钾矿适应能力。通过对矿区农作物的调查, 受矿区环境的影响, 矿区农作物品种较少, 主要以生命力强且环境适应性强的油菜、茼蒿等为主。由于茼蒿具有开胃消食、利肠通便、止咳化痰等多种功能, 且

收稿日期: 2021-02-01; 修回日期: 2021-05-06

基金项目: 国家自然科学基金 (51674178); 国家重点研发计划 (2018YFC1801800)。

作者简介: 薛永萍 (1979-), 女, 博士, 副教授, 主要从事微生物冶金等研究。

通信作者: 池汝安 (1959-), 男, 博士, 教授, 主要从事稀土矿物加工及分离等研究。

已得到众多科研工作者的高度重视。因此本文旨在从矿区茼蒿根系土壤中分离筛选解钾菌, 并对其解钾工艺进行优化, 以提高菌的解钾能力。并在今后的研究中有望利用该菌株制备生物有机肥, 并应用于茼蒿盆栽实验。不仅避免因过度使用化肥而造成土壤板结、土壤污染等问题, 也可提高茼蒿品质和产量, 进一步提升茼蒿的药用型, 食用性。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂及培养基

1.1.1 材料和试剂

土壤: 采集湖北省随州市某钾长石矿区茼蒿根系土壤。

钾长石: 实验所用钾长石系矿区提供, 经粉碎过筛, 依次用去离子水、3 M 盐酸浸泡 24 h、72 h, 以去除矿粉中的可溶性离子。最后用去离子水清洗 3-5 次, 至 pH 值=7, 烘干保存备用^[10]。

1.1.2 培养基

基础培养基: 葡萄糖 10 g, 磷酸氢二钾 0.2 g, 氯化钠 0.2 g, 硫酸镁 0.2 g, 硫酸亚铁 0.002 g, 硫酸锰 0.2 g, 氯化钙 0.2 g, 硫酸铵 0.2 g, 二次蒸馏水 1000 mL, pH 值 5.0。

解钾培养基: 葡萄糖 10 g, 钾长石矿粉 2 g, 氯化钠 0.2 g, 硫酸镁 0.2 g, 硫酸亚铁 0.002 g, 硫酸锰 0.2 g, 氯化钙 0.2 g, 硫酸铵 0.2 g, 二次蒸馏水 1000 mL, pH 值 5.0。

1.2 实验方法

1.2.1 解钾菌的分离筛选

富集培养: 称取供试土壤 100 g, 加 1000 mL 无菌水, 依次搅拌、纱滤。配置土壤悬浮液, 吸取 5 mL 加到装有 50 mL 基础培养基的三角瓶, 于 170 r/min、30 °C 下培养 2 d; 然后再从上一次的培养液中吸取 5 mL 发酵液, 同等条件下培养。按相同方法, 进行多次富集培养, 直至溶液澄清。在此过程中需将 K_2HPO_4 的用量依次减少, 其目的是为了提提高微生物在解钾培养基上的适应能力。

菌种筛选: 移液枪吸取 200 μ L 经多次富集后的澄清菌液, 均匀涂布并于 30 °C 恒温培养箱内倒置平板培养。观察菌落形态, 进行菌落的反复分离纯化。将不同形态的单菌斜面培养, 4 °C 保藏。

1.2.2 解钾菌株形态及鉴定

通过显微镜对已筛选得到的解钾菌株观测其

形态, 并进行生理生化特性实验分析。送至上海美吉生物有限公司进行基因测序鉴定。测序所使用引物为:

27F: 5'-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3';
1492R: 5'-GGTTACCTTGTTACGACTT-3'。经与 NT 数据库比对, 鉴定其种属。

1.2.3 解钾菌解钾能力测定

量取 60 mL 解钾培养基分装于 250 mL 三角瓶中, 根据实验设定方案, 加入一定量的钾长石矿粉, 121 °C 灭菌 20 min。制备活化菌悬浮液, 并按一定体积比接入摇瓶, 在设定工艺条件下发酵培养。每组平行 3 次, 且以不接种为对照组。发酵培养后移出发酵上清液于 9000 r/min 高速离心 30 min, 经 0.45 μ m 微孔膜过滤, 采用原子吸收法测定溶液中有效钾离子含量。

1.2.4 优势菌解钾工艺优化

采用单因素法, 探讨培养时间、温度及转速等因素对解钾菌的生长和解钾能力的影响。

2 结果与分析

2.1 解钾菌的分离筛选及鉴定

通过大量实验, 从矿区土样中筛选得到了 6 株具有解钾功能的真菌, 其中命名为 JX-10。JX-10 菌株为一色白中略带粉色的细菌, 在显微镜下 (放大 100 倍, 油镜) 可观测到较大的顶囊, 菌丝粗有间隔, 分生孢子成球形。通过基因测序鉴定为 *Bacillus sp.*, 与 KT981886 菌相似度高达 99.72%。利用 MEGA6 软件, 绘制了该菌树状发育系统, 见图 1。

2.2 JX-10 菌株分解钾矿机理

为了阐明 JX-10 菌株分解钾矿机理, 对经该菌株溶蚀的矿粉进行了红外检测, 结果见图 2。

从图 2 可知, 在 2923、2854、1744、1647、1544 和 1038 cm^{-1} 出现了羧酸盐的特征吸收峰。由此可推测, 该菌株在代谢过程中产生了有机酸。因此, 可推测该菌株主要是通过代谢产生的有机酸, 经矿粉表面的水化膜渗入矿粉内部使其微环境变化, 使其晶格破坏致其崩解, 通过化学降解释放了矿物中的钾离子。

2.3 JX-10 菌解钾工艺优化

2.3.1 培养时间对溶液中可溶性钾离子含量的影响
使用 1.2.4 工艺优化方法, 固定培养温度、转

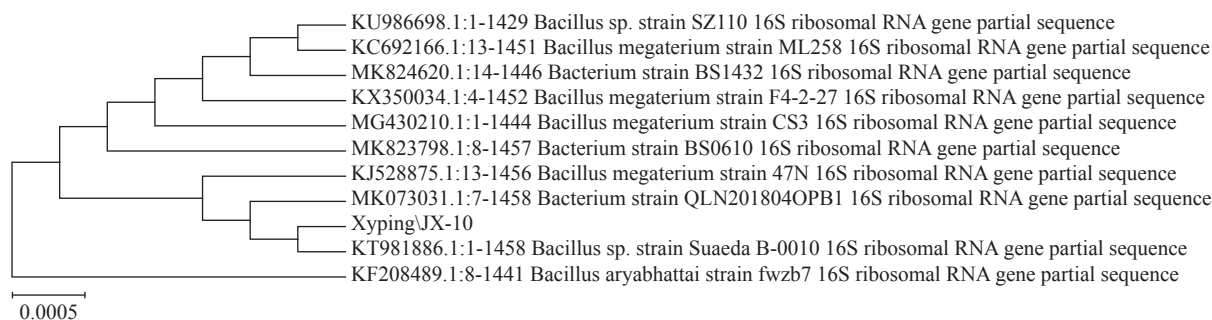


图1 JX-10 菌系统发育进化
Fig.1 Phylogenetic tree of the JX-10 strain

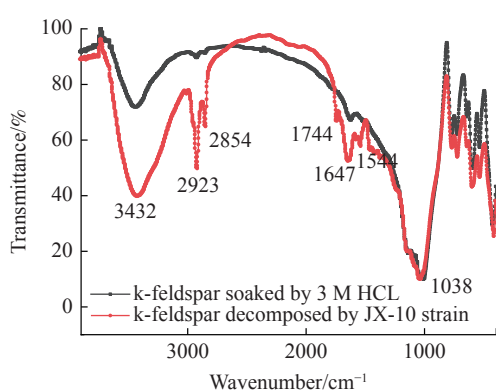


图2 JX-10 菌株分解钾矿红外图谱
Fig.2 Infrared spectrum of k-feldspar decomposed by JX-10 strain

速, 培养基 pH 值, 钾长石浓度及粒度, 接种量, 硫酸铵浓度, 分别为 28 °C、160 r/min, pH 值=5.0, 2 g/L, 0.03 mm, 25%, 0.2 g/L。在上述条件下发酵培养, 测其不同培养时间下溶液中可溶性钾离子含量, 结果见图 3。

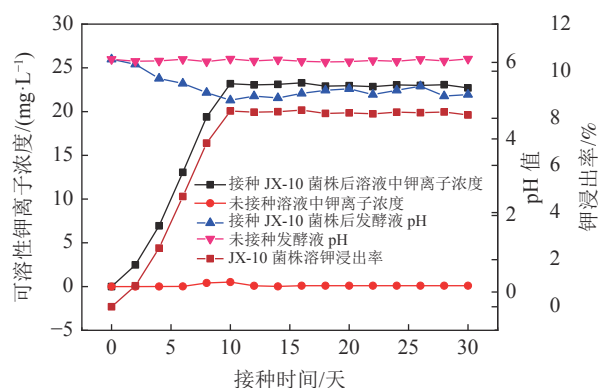


图3 培养时间对溶液中可溶性钾离子含量的影响
Fig.3 Effect of different culture time on the soluble potassium content

分析图 3, 可以明显看出溶液中可溶性钾离子含量随着培养时间的增加而增加, 但当培养时间超过 10 d 时, 钾离子浓度变化很小, 可达 23.18

mg/L, 经计算得浸出率为 8.31%。由此可见, 微生物分泌的有机酸量会随着碳源的减少而减少, 进而降低了细菌的解钾能力^[1]。

2.3.2 培养温度对溶液中可溶性钾离子含量的影响

按照 1.2.4 工艺优化方法, 将培养温度设定为 20, 24, 28, 32, 36, 40 °C, 其他工艺条件同 2.2.1, 在上述条件下发酵培养 10 d, 测溶液中可溶性钾离子含量, 见图 4。

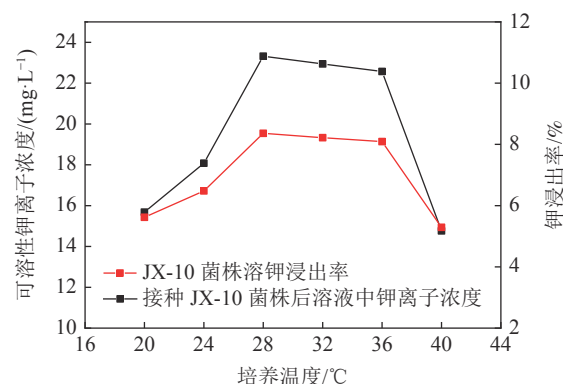


图4 培养温度对溶液中可溶性钾离子含量的影响
Fig.4 Effect of the cultivation temperature on the soluble potassium content

由图 4 可得, 溶液中可溶性钾离子含量随着培养温度的增加先增加后减少。28 °C 时其解钾能力最强, 钾离子浓度为 23.32 mg/L, 浸出率高达 8.32%。这一结果表明, 微生物的生长和繁殖需要适宜的温度, 在此温度下微生物分泌有机酸较多, 使其分解矿物的能力也较大^[12]。

2.3.3 培养转速对溶液中可溶性钾离子含量的影响

同样, 采用 1.2.4 工艺优化方法, 分别设定培养时间、温度, 培养基 pH 值, 钾长石浓度及粒度, 接种量, 硫酸铵浓度为 10 d、28 °C, pH 值=5.0, 2 g/L, 0.03 mm, 25%, 0.2 g/L。再次探索转速对菌株分解矿物的影响, 结果见图 5。

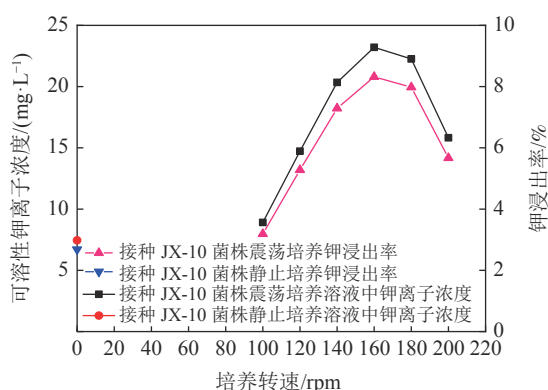


图5 培养转速对溶液中可溶性钾离子含量的影响
Fig.5 Effect of shaking speed during cultivation on the soluble potassium content

从图5可知, 震荡培养更有利于微生物溶解矿物。其原因在于分离筛选所得 JX-10 菌株为好氧型微生物, 而震荡过程加速了氧气的置换速率, 可提高溶液中的氧容量, 更有利于微生物的生长和繁殖。同时, 从图中也可看出, 随着培养转速的增加, 溶液中可溶性钾离子含量先增加后下降。当培养为 160 r/min 时, 钾离子浓度可达 23.21 mg/L, 此时浸出率为 8.32%。分析其原因, 转速较高会产生较大的剪切力。一方面, 过大剪切力对微生物细胞壁损伤较大, 致其过早进入衰亡期, 进而降低了微生物数量, 使得溶出的钾离子含量降低。另一方面, 过大剪切力也不利于微生物和矿粉充分接触, 溶液中钾离子含量亦下降。同样, 转速过低也不利于微生物分解矿物, 造成这一结果的原因和静止培养相同, 过低转速不足以产生足够的氧容量来维持细菌的生长和繁殖, 其溶解钾矿能力也下降。

2.3.4 培养基初始 pH 值对溶液中可溶性钾离子含量的影响

采用 1.2.4 工艺优化方法, 将培养时间、温度、转速, 钾长石浓度及粒度, 接种量, 硫酸铵浓度, 分别设定为 10 d、28 °C、160 r/min, 2 g/L, 0.03 mm, 25%, 0.2 g/L。分析培养基初始 pH 值对溶液中钾离子含量的影响, 见图 6。

通过图 6, 可明显看出溶液中可溶性钾离子含量随培养基初始 pH 值的增加, 先增加后下降。pH 值为 5.0 时, 溶液中钾离子浓度较大, 为 22.91 mg/L, 浸出率可达 8.21%。pH 值和温度一样, 过高或过低都不利于微生物的生长和繁殖, 致其解钾能力下降, 值得一提的是该菌还表现出了较好

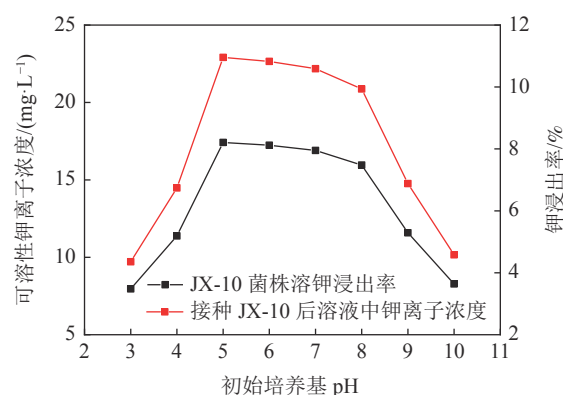


图6 培养基初始 pH 值对溶液中可溶性钾离子含量的影响

Fig.6 Effect of pH value of the culture medium on the soluble potassium content

的耐酸性^[13]。

2.3.5 钾长石矿粉浓度对溶液中可溶性钾离子含量的影响

同前所述, 利用 1.2.4 工艺优化方法, 再次将培养时间、温度、转速, 培养基 pH 值, 钾长石粒度, 接种量, 硫酸铵浓度, 分别为 10 d、28 °C、160 r/min, pH 值=5.0, 0.03 mm, 25%, 0.2 g/L。在上述工艺条件下发酵培养, 分析矿粉浓度对溶液中可溶性钾离子含量的影响, 结果见图 7。

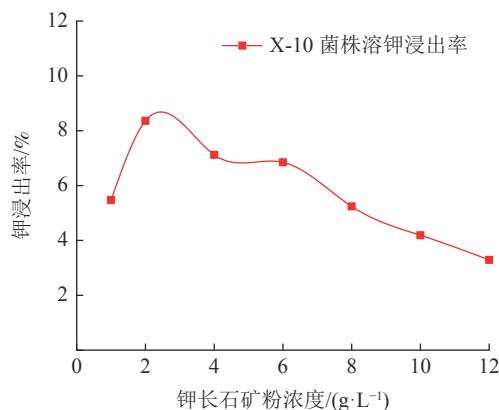


图7 矿粉浓度对溶液中可溶性钾离子含量的影响

Fig.7 Effect of the K-feldspar concentration on corrosion efficiency

分析图 7, 可明显看出随着矿粉浓度的增加, 溶液中钾离子含量先增加后下降。当矿粉浓度为 2 g/L, 浸出率可高达 8.36%。究其原因, 可归于矿粉浓度增加, 则需要更多的微生物来分解矿石。

2.3.6 钾长石矿粉粒度对溶液中可溶性钾离子含量的影响

依然按照 1.2.4 工艺优化方法, 分别将培养时

间、温度、转速，培养基 pH 值，钾长石浓度，接种量，硫酸铵浓度设定为 10 d、28 °C、160 r/min，pH 值=5.0，2 g/L，25%，0.2 g/L。研究分析矿粉粒度对钾离子含量的影响，结果见图 8。

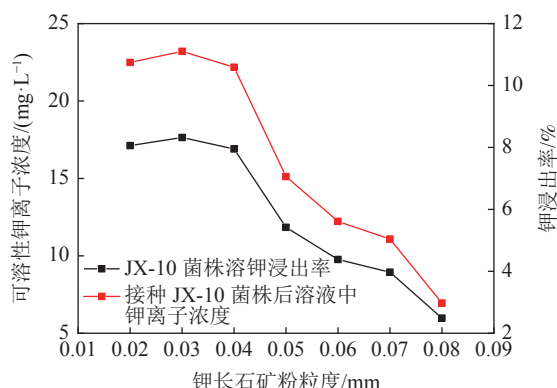


图 8 矿粉粒度对溶液中可溶性钾离子含量的影响
Fig.8 Effect of K-feldspar granularity on the soluble potassium content

由图 8 可得，钾离子含量随着矿粉粒度的增加先略增加后快速下降。当粒径为 0.03 mm，钾离子含量为 23.21 mg/L，浸出率为 8.32%。这一结果可归功于矿粉粒径越小，则增大了与菌体接触的概率，更易于破坏矿物晶格，从而可释放更多的钾离子。但若矿物粒径很小，小于 0.03 mm 时，表面易于形成沉积现象，微生物难以浸入矿粉内部，而降低了矿粉与溶液中菌体的充分接触机率，致使钾离子难以释放，使其解钾能力下降^[14-15]。

2.3.7 接种量对溶液中可溶性钾离子含量的影响

采用 1.2.4 工艺优化方法，固定培养时间、温度及转速，培养基 pH 值，钾长石浓度及粒度，接种量，硫酸铵浓度，分别为 10 d、28 °C、160 r/min，pH 值=5.0，2 g/L，0.03 mm，0.2 g/L。在上述条件下发酵培养，探讨接种量对溶液中可溶性钾离子含量的影响，结果见图 9。

分析图 9 可得，当菌液接种量小于 20%，溶液中可溶性钾离子含量随接种量的增加而快速增加。若接种量在 20%~35% 这一区间，则变化不十分明显，较佳接种量为 25%，钾离子含量可达 22.91 mg/L，浸出率为 8.21%。由此可推测，菌液浓度过低，没有足够多的微生物来分解钾长石以破坏其晶体结构，进而释放钾离子。但当接种量超过 35% 时，溶液中没有足够的营养液维持菌的生长和繁殖，因此其解钾能力也下降。

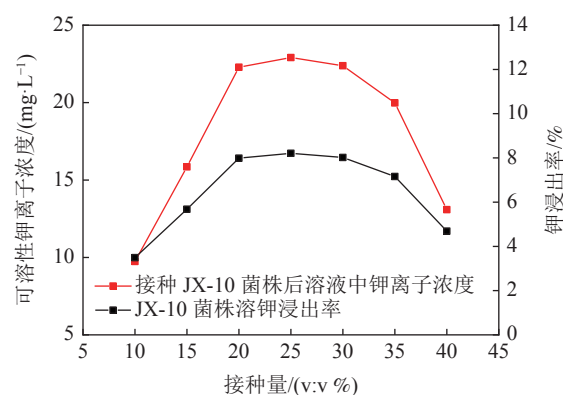


图 9 接种量对溶液中可溶性钾离子含量的影响
Fig.9 Effect of the inoculation volume on the soluble potassium content

2.3.8 硫酸铵浓度对溶液中可溶性钾离子含量的影响

根据 1.2.4 工艺优化方法，分别将培养时间、温度及转速，培养基 pH 值，钾长石浓度及粒度，接种量设定为 10 d、28 °C、160 r/min，pH 值=5.0，2 g/L，0.03 mm，25%。在此工艺条件下，考查了硫酸铵浓度对钾离子含量的影响，结果见图 10。

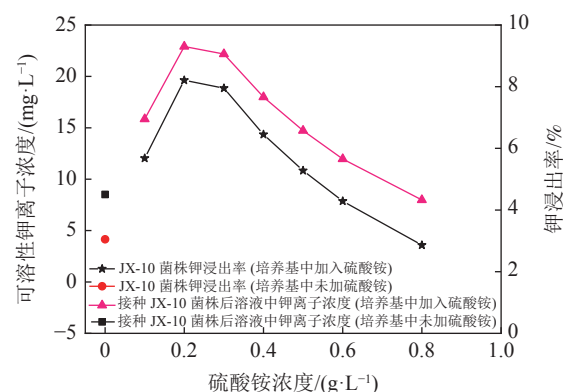


图 10 硫酸铵浓度对溶液中可溶性钾离子含量的影响
Fig.10 Effect of the ammonium sulfate dose on the soluble potassium content

分析图 10，钾离子含量随 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 浓度的增加先增加后减少。当 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 浓度为 0.2 g/L 时，钾离子浓度为 22.91 mg/L，浸出率为 8.21%。特别值得说明的是，若不加硫酸铵，仅为 13.59 mg/L，浸出率为 4.87%。显然加入硫酸铵更有利于释放钾，这一结果说明无机氮的加入，不仅促进了细菌的生长，也利于细菌分泌更多的有机酸^[16]。值得注意的是，但当 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 浓度过高时，则和培养基中的钙、镁等离子形成沉淀，降低了微生物赖以生长和繁殖的微量元素，使其解钾能力下降。

3 结 论

(1) 从钾长石矿区土壤中分离出的 JX-10 菌株可有效分解钾长石矿物以释放其中的难溶性钾, 经鉴定该菌株为一色白中略带粉色的细菌, 和 KT981886 菌同源性高到 99.72%。

(2) JX-10 菌解钾较佳工艺条件为: 培养温度、时间及转速, 培养基 pH 值, 钾长石浓度及粒度, 接种量, 硫酸铵浓度分别为 28 ℃、10 d、160 r/min, pH 值=5.0, 2 g/L, 0.03 mm, 25%, 0.2 g/L。

(3) 较佳工艺条件下, 溶液中可溶性钾离子含量可达 23.32 mg/L, 浸出率为 8.36%。

参考文献:

- [1] 贺令邦, 杨绍祥. 湘西地区钾、镁、钒矿资源特点及开发利用现状[J]. *矿产综合利用*, 2021(2):125-131.
- HE L B, YANG S Y. Characteristics and Status of developing and utilizing potassium, magnesium, and vanadium resources in Western Hu nan[J]. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*, 2021(2):125-131.
- [2] Liu Z G, Li Y C, Zhang S A, et al. Characterization of phosphate- solubilizing bacteria isolated from calcareous soils[J]. *Applied Soil Ecology*. 2015, 96, 217-224.
- [3] 李兴平, 刘阳, 胡兆平. 石灰石和钾长石焙烧法制备硅钙钾肥实验研究[J]. *矿产综合利用*, 2020(2):82-86.
- LI X P, LIU Y, HU Z P. Study on preparation of silicon-calcium-potassium fertilizer by calcining limestone and potassium feldspar[J]. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*, 2020(2):82-86.
- [4] 张亚丽, 侯翠红, 籍婷婷, 等. 热法制备含磷钾中微量元素肥料的实验研究[J]. *矿产综合利用*, 2021(2):185-191.
- ZHANG Y L, HOU C H, JI T T, et al. Experimental study on thermal process of preparing phosphorus potassium fertilizers containing medium and trace elements[J]. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*, 2021(2):185-191.
- [5] 汤鹏, 胡假频, 易浪波, 等. 钾长石矿区土壤解钾菌的分离与多样性[J]. *中国微生物学杂志*, 2015, 27(2):125-129.
- TANG P, HU J P, YI L B, et al. Isolation and phylogenetic analysis of potassium- solubilizing bacteria[J]. *Chinese Journal of Microecology*, 2015, 27(2):125-129.
- [6] 姜霁航, 彭彩薇, 颜振鑫, 等. 苹果树根系高效解钾菌的筛选及鉴定[J]. *中国农业气象*, 2017, 38(11):738-748.
- JIANG J H, PENG C W, YAN Z X, et al. Screening and identification of efficient potassium-resolving bacteria in apple tree roots[J]. *Chinese Agricultural Meteorology*, 2017, 38(11):738-748.
- [7] 李春钢, 钟艳, 李夏夏, 等. 一种新型解钾菌的筛选及鉴定[J]. *贵州大学学报*, 2017, 34(4):132-135.
- LI C G, ZHONG Y, LI X X, et al. Screening and identification of a new type of potassium bacteria[J]. *Journal of Guizhou University(Natural Sciences)*, 2017, 34(4):132-135.
- [8] Bhabatarini Panda, H. Rahman, Jagabandhu Panda. Phosphate solubilizing bacteria from the acidic soils of Eastern Himalayan region and their antagonistic effect on fungal pathogens[J]. *Rhizosphere*, 2016, 2:62-71.
- [9] 谢庆东, 何琳燕, 王琪, 等. 一株高效溶解钾长石芽孢杆菌的分离鉴定与生物学特性研究[J]. *土壤*, 2017, 49(2):302-307.
- XIE Q D, HE L Y, WANG Q, et al. Isolation and identification of a feldspar-dissolving bacillus strain and its biological characteristics[J]. *Soil*, 2017, 49(2):302-307.
- [10] Xiao C Q, Fang Y J, Chi R A. Phosphate solubilization in vitro by isolated aspergillus niger and aspergillus carbonarius[J]. *Res Chem Intermed*, 2015, 41:2867-2878.
- [11] Xiao C Q, Xu G, Wang Q, et al. Biosolubilization of low-grade rock phosphate by mixed thermophilic iron-oxidizing bacteria[J]. *Adv Oxid Technol*, 2017, 20:1-8.
- [12] Prajapati K B, Modi H A. Isolation and characterization of potassium solubilizing bacteria from ceramic industry soil[J]. *Microbiology Technology*, 2012, 1:8-14.
- [13] 薛永萍, 肖春桥, 池汝安, 等. 钾长石矿物的微生物法解钾过程[J]. *天津工业大学学报*, 2021, 40(3):71-78.
- XUE Y P, XIAO C Q, CHI R A, et al. The process of potassium feldspar minerals' potassium removal by microbial method[J]. *Journal of Tianjin Polytechnic University*, 2021, 40(3):71-78.
- [14] Xiao C Q, Wu X Y, Zhu L, et al. Enhanced biosolubilization of mid-low grade phosphate rock by formation of microbial consortium biofilm from activated sludge[J]. *Physicochem Probl Miner Process*, 2019, 55:217-224.
- [15] 薛永萍, 肖春桥, 池汝安, 等. 高效分解钾长石细菌的分离筛选、鉴定及工艺优化[J]. *矿冶工程*, 2021, 41(2):70-74.
- XUE Y P, XIAO C Q, CHI R A, et al. Isolation, screening, identification and process optimization of bacteria that efficiently decompose potash feldspar[J]. *Mining and Metallurgical Engineering*, 2021, 41(2):70-74.
- [16] Xue Y P, Xiao C Q, Zhang Y T, et al. Screening of high-efficiency potassium-dissolving strains and optimization of the

potassium-dissolving process[J]. Physicochemical Problems of Mineral Processing. 2021.57(2): 1-13.

Screening of Potassium Dissolving JX-10 Bacteria and Research on the Optimization of Potassium-dissolving

Xue Yongping^{1,2}, Xiao Chunqiao³, Zhang Yantu⁴, Chi Ru'an¹

(1.School of Xingfa Mining Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan, Hubei, China; 2.College of Post and Telecommunication of Wuhan Institute of Technology, Wuhan, Hubei, China; 3.School of Environmental and Biological Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan, Hubei, China; 4.College of Chemistry & Chemical Engineering, Yan'an University, Yan'an, Shaanxi, China)

Abstract: In this study, six strains with potassium-dissolving ability were screened from the soils collected from a K-feldspar mining area. One of them, which named JX-10 strain was identified as a kind of bacterium, by 16 S rRNA gene sequencing. Simultaneously, the optimization of potassium-dissolving were also discussed. The results show that, the JX-10 strain had an obvious dissolution effect on K-feldspar. The optimum conditions for the JX-10 strain to remove potassium from K-feldspar were as follows: cultured at 28 °C for 10 days, pH value of the culture medium of 5.0, 60 mL medium in a 250 mL conical flask, and 160 r/min shaking speed on a rotary shaker. The K-feldspar concentration and granularity, inoculation volume, ammonium sulfate dose were 2 g/L, 0.03 mm, 25%, 0.2 g/L, respectively. Under the above conditions, the highest the potassium content and corrosion efficiency reach to 23.32 mg/L and 8.36%, respectively.

Keywords: Potassium bacteria; Screening; Identified; Process optimization

////////////////////////////////////
(上接第 16 页)

Study on Influencing Factors of Leaching Process of High-iron Zinc Calcine

Wang Zhiyu^{1,2}, Guo Jialin^{1,2}, He Yue¹

(1.Shangluo University College of Chemical Engineering and Modern Materials, Shangluo, Shaanxi, China; 2.Shaanxi Key Laboratory of Comprehensive Utilization of Tailings Resources, Shangluo, Shaanxi, China)

Abstract: Zinc calcine with high Fe content is leached with a large amount of Fe at the same time, which affects the subsequent operation. In order to solve this problem, the high iron zinc calcine of a company in Shaanxi was taken as the research object. The influence factors of Zn and Fe leaching rate were analyzed by studying the initial acidity, leaching temperature and solid-liquid ratio. The leaching process was optimized to improve the leaching rate of Zn and reduce the leaching rate of Fe. The results show that the effect of temperature on leaching rate of Zn and Fe is different in different sulfuric acid concentration leaching system. When the sulfuric acid dosage is insufficient, the temperature has no obvious effect on the leaching of Zn and Fe. When the sulfuric acid is excessive, the temperature will affect the leaching of Zn and Fe, especially for Fe. Initial acidity 90 g/L, leaching temperature 60 °C, solid-liquid ratio 10:1, stirring speed 600 r/min are ideal leaching conditions.

Keywords: High iron zinc calcine; Zinc hydrometallurgy; Leaching technology