

# 矿物质调理剂中铝的稳定性及其对酸性土壤的改良作用<sup>①</sup>

蒙园园<sup>1,2</sup>, 石林<sup>1,2\*</sup>

(1 华南理工大学环境与能源学院, 广州 510006; 2 工业聚集区污染控制与生态修复教育部重点实验室, 广州 510006)

**摘要:**通过室内土壤培养试验和模拟酸雨浸泡试验,研究了3种含铝量不同的矿物质调理剂中铝的稳定性及其对酸性土壤的改良效果。该类调理剂是利用钾长石、白云石和石灰石等合理配伍后经高温焙烧而制得,呈弱碱性,富含有效钙、镁、钾、硅等营养元素。试验结果表明,施入0.5~2 g/kg调理剂培养60 d后,土壤pH由4.98升高到5.04~5.42,交换性铝含量下降37.40%~68.90%,吸附态羟基铝含量稍有增加,但毒性铝和活性铝总量分别降低了5.37%~9.50%和4.33%~12.08%,提高土壤中交换性钙、镁、钾和有效硅的含量。同时模拟酸雨浸泡试验中铝溶出量明显降低。该类矿物质调理剂能中和土壤酸度、缓解铝毒和增加土壤养分;调理剂中铝稳定性较高,不会对土壤铝毒产生叠加效应,可安全应用于农业生产。

**关键词:**矿物质调理剂;土壤改良;铝毒害;模拟酸雨

**中图分类号:** S156.2; S156.6 **文献标识码:** A

近年来,随着工业的快速发展,环境日益恶化,酸雨频繁沉降,土壤酸化日趋加剧。我国酸性土壤分布遍及14个省区,约占全国耕地面积的21%。土壤酸化直接导致的严重后果是土壤固相铝从固体释放进入土壤溶液或以交换性铝吸附于土壤表面的阳离子交换位上,使土壤中钙、镁、钾等营养元素缺失,从而导致土壤肥力退化、农产品品质下降及森林大面积退化等<sup>[1]</sup>。土壤酸化引起的铝毒害已成为酸性土壤中限制作物生长的主要因素<sup>[2]</sup>。随着对土壤铝毒害问题的重视,土壤调理剂的研发已受到国内外学者的青睐<sup>[3]</sup>,目前矿物类调理剂研究多集中于石灰石、磷矿粉。施用石灰可以中和土壤酸度,降低土壤交换性铝并提高交换性钙含量,但降低了土壤交换性镁、钾和钠含量,使土壤和作物出现缺素症状,长期施用存在诱发土壤板结、微量元素缺乏的弊端<sup>[4]</sup>。而天然磷矿粉的施用虽然也起到了一定的缓解铝毒和提供钙素的作用,但是因其溶解性差,存在作物利用率低的问题<sup>[5]</sup>。本研究中所采用的矿物质调理剂是利用钾长石、白云石和石灰石等合理配伍后高温焙烧制得的弱碱性调理剂,富含有效钙、镁、钾、硅等营养元素,作物利用率高,此前对该调理剂的

研究主要集中在改善土壤理化性质和增加农作物产量方面,并取得了良好的效果<sup>[6-7]</sup>。由于调理剂的原料——钾长石( $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ )中含有一定的铝,且不同品位的钾长石中含铝量不同,造成调理剂中铝的含量不一,而调理剂对酸性土壤改良效果、本身所含铝的稳定性及对土壤铝是否造成叠加尚未了解。所以,本研究旨在:通过土壤培养试验对比施用不同含铝量的调理剂后土壤酸度、土壤各形态铝含量和土壤养分的变化,评估调理剂的改良效果和调理剂所含铝的稳定性及其是否对土壤毒性铝产生叠加效应;

通过模拟酸雨浸泡试验中铝的溶出量,评估施入调理剂后土壤铝随酸雨溶出进入水体的能力,为该类型调理剂在农田中的安全施用提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

供试土壤采自广东徐闻县,为玄武岩母质发育的砖红壤,取0~30 cm表层土壤进行土壤培养试验。其基本性质:pH 4.98,交换性钙 22.28 mmol/kg,交换性镁 10.97 mmol/kg,速效钾 8.93 mmol/kg,有效硅 5.43 mmol/kg,交换性铝 76.15 mg/kg,有机结合

基金项目:国家科技支撑计划项目(2015BAD05B05+2)、广东省科技计划项目(20130323c)和广州市2016年污染防治新技术新工艺示范和应用项目资助。

\* 通讯作者(celshi@126.com)

作者简介:蒙园园(1992—),女,广西南宁人,硕士研究生,主要从事土壤修复研究。E-mail: yymmlala@126.com

态铝 248.77 mg/kg, 吸附态羟基铝 401.27 mg/kg。

供试调理剂为 3 种含铝量不同的矿物质调理剂, 按含铝量( $\text{Al}_2\text{O}_3$ , %)的高低分为低铝调理剂(L)、中铝调理剂(M)和高铝调理剂(H)。各调理剂基本性质见表 1, 其中调理剂的有效组分按《NY/T 2272-2012 土壤调理剂钙、镁、硅含量的测定》、《NY/T 2273-2012 土壤调理剂磷、钾含量的测定》方法提取<sup>[8-9]</sup>。

表 1 土壤调理剂主要组成  
Table 1 Major constituents of soil conditioners

| 组分                          | 低铝调理剂  | 中铝调理剂  | 高铝调理剂  |
|-----------------------------|--------|--------|--------|
| $\text{SiO}_2(\%)$          | 27.48  | 27.44  | 26.16  |
| $\text{Al}_2\text{O}_3(\%)$ | 4.32   | 6.42   | 8.51   |
| $\text{Fe}_2\text{O}_3(\%)$ | 0.91   | 0.53   | 0.29   |
| $\text{CaO}(\%)$            | 34.55  | 42.16  | 43.78  |
| $\text{MgO}(\%)$            | 3.32   | 1.08   | 0.38   |
| $\text{K}_2\text{O}(\%)$    | 7.00   | 2.04   | 2.08   |
| $\text{Na}_2\text{O}(\%)$   | 1.07   | 1.09   | 1.18   |
| $\text{P}_2\text{O}_5(\%)$  | 0.08   | 0.05   | 0.05   |
| 有效钙(mg/g)                   | 251.59 | 266.10 | 214.98 |
| 有效镁(mg/g)                   | 39.64  | 12.49  | 5.13   |
| 有效钾(mg/g)                   | 47.33  | 11.47  | 11.30  |
| 有效硅(mg/g)                   | 97.86  | 81.30  | 83.71  |

## 1.2 试验设计

试验选用 3 种调理剂, 设计 0.5、1、2 g/kg(以调理剂与土壤的质量比)施用量水平, 共 10 个处理, 分别为: 对照(CK); 0.5、1、2 g/kg 低铝调理剂(L-0.5、L-1、L-2); 0.5、1、2 g/kg 中铝调理剂(M-0.5、M-1、M-2); 0.5、1、2 g/kg 高铝调理剂(H-0.5、H-1、H-2), 每个处理重复 3 次。土壤样品风干后过 10 目筛, 调理剂过 200 目筛。称取 600 g 供试土壤装入塑料盒中, 按试验设计称取各调理剂, 分别与土壤混合均匀, 调节土壤含水量为田间持水量的 70%, 置于室内培养, 塑料盒上方开小孔, 便于土壤进行换气。每 3 d 通过重量法补充土壤损失的水分, 培养试验持续 60 d。

培养试验结束后, 取施用高铝调理剂的土壤, 相同处理间混匀, 自然风干, 过 10 目筛后进行模拟酸雨连续浸泡平衡试验。用浓度比为  $c(\text{SO}_4^{2-}):c(\text{NO}_3^-)=3:1$  的酸母液分别配制 pH 为 3.50、4.80 和 5.60 的模拟酸雨溶液。以土液比为 5:1 进行浸泡, 取 15 g 土壤, 用 75 ml 模拟酸雨溶液进行浸泡, 每个处理重复 3 次, 连续浸泡 10 d, 每 12 h 振荡 15 min, 每 48 h 后离心取样, 共取样 5 次。

## 1.3 测试项目及方法

土壤培养期间, 分别于 0、5、10、20、35、60 d

取样, 土壤风干后磨细, 过筛, 测定 pH, 并测定培养后交换性铝, 有机结合态铝, 吸附态羟基铝, 交换性钙、镁、钾、钠和有效硅的含量。模拟酸雨浸泡后的土壤浸泡液过滤后测滤液中的铝含量。土壤 pH 按 2.5:1 水土比测定。土壤的交换性铝、有机结合态铝和吸附态羟基铝分别用 1.0 mol/L KCl、0.1 mol/L  $\text{CuCl}_2 + 0.5$  mol/L KCl 和 pH 为 4.0 的 1.0 mol/L  $\text{NH}_4\text{OAc}$  连续提取<sup>[10]</sup>, 交换性铝用 8-羟基喹啉分光光度法测定<sup>[11]</sup>, 有机结合态铝和吸附态羟基铝用二甲酚橙比色法测定<sup>[12]</sup>。土壤交换性钙、镁、钠, 速效钾和有效硅用 1 mol/L  $\text{NH}_4\text{OAc}$  提取, 交换性钙、镁用原子吸收分光光度法测定, 有效钠、速效钾用火焰光度法测定, 有效硅用硅钼蓝比色法测定。浸滤液中的铝用 8-羟基喹啉分光光度法测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 施用矿物质调理剂对土壤 pH 的影响

图 1 为加入调理剂后土壤在培养过程中 pH 的变化趋势。结果表明, 培养开始前(0 d), 土壤 pH 随调理剂施入量的增加而提高, 且不同调理剂相同施用量间的 pH 变化基本相同, 在 0.5、1 及 2 g/kg 施放量水平下, pH 平均升高 0.20、0.43 和 0.96 个单位, 这是调理剂本身的酸中和容量对土壤起改良作用。培养开始后, 调理剂中的  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  等离子进入土壤溶液中, 这些阴、阳离子也会对 pH 产生影响。其中  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  等阳离子可以与土壤表面的  $\text{H}^+$ 、 $\text{Al}^{3+}$  发生离子交换而使土壤 pH 降低, 而  $\text{SO}_4^{2-}$  等阴离子与土壤发生配位交换吸附而释放出  $\text{OH}^-$  来提高土壤 pH<sup>[13]</sup>, 但调理剂提供的  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  等阳离子数量远大于阴离子, 所以培养后土壤 pH 比培养前(0 d)平均下降 0.09 ~ 0.46 个单位。培养 5 d 后, 土壤 pH 趋于

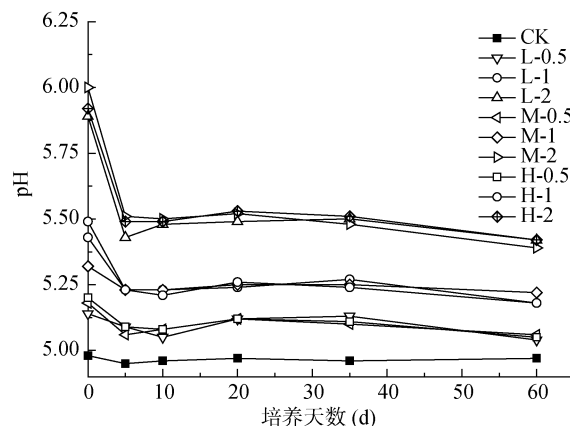


图 1 土壤培养过程中 pH 的变化

Fig. 1 Changes of pH during soil incubation under different conditioners

平稳,表明如果该调理剂在农业生产中提前约 5 天施用,就会达到改良效果。培养结束后,土壤 pH 从 4.98 增加到 5.04 ~ 5.42,平均提高了 0.07 ~ 0.43 个单位。

## 2.2 施用矿物质调理剂对土壤不同形态铝的影响

一般认为土壤的交换性铝、有机结合态铝和吸附

态羟基铝的总量为土壤的总活性铝含量<sup>[14]</sup>。其中,交换性铝和吸附态羟基铝被认为是对植物具有毒害作用的铝形态。在相同处理间,3 种调理剂的施入使土壤交换性铝和有机结合态铝含量降低,而对吸附态羟基铝的影响有随调理剂中铝含量的增加而稍有增加的趋势(表 2)。

表 2 调理剂对土壤不同形态铝含量的影响(mg/kg)  
Table 2 Effects of different conditioners on contents of different aluminum species of soil

| 试验处理  | 交换性铝  | 有机结合态铝 | 吸附态羟基铝 | 毒害性铝   | 总活性铝   |
|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| CK    | 78.60 | 247.25 | 400.36 | 478.96 | 726.21 |
| L-0.5 | 48.26 | 245.95 | 397.15 | 445.41 | 691.36 |
| L-1   | 42.05 | 224.66 | 400.45 | 442.50 | 667.16 |
| L-2   | 31.05 | 205.08 | 402.39 | 433.44 | 638.52 |
| M-0.5 | 49.22 | 241.38 | 401.86 | 451.08 | 692.46 |
| M-1   | 42.61 | 231.97 | 406.56 | 449.17 | 681.14 |
| M-2   | 24.45 | 202.30 | 412.53 | 436.98 | 639.28 |
| H-0.5 | 47.11 | 246.56 | 401.09 | 448.20 | 694.76 |
| H-1   | 42.45 | 208.44 | 410.80 | 453.25 | 661.69 |
| H-2   | 29.40 | 207.10 | 421.69 | 451.09 | 658.19 |

交换性铝是指土壤黏粒表面以静电引力吸附又能被中性盐提取的铝,是土壤其他铝形态转化的重要环节。有研究表明<sup>[15]</sup>,土壤 pH 为 5 左右时,交换性铝含量开始下降;pH 在 5.5 左右时,几乎没有交换性铝。本研究的结果显示(表 2),培养后交换性铝含量与对照相比下降了 37.4% ~ 68.9%,土壤交换性铝与 pH 呈极显著负相关: $y = -89.825x + 511.69$ ,  $R^2 = 0.8326$ 。

吸附态羟基铝包括黏粒矿物层间和边面吸附的羟基铝聚合物、某些无定形铝氢氧化物和无定形铝硅酸盐,通常由交换性铝聚合或矿物铝在氢离子作用下转化而来,是除交换性铝外活性较大的游离态铝化合物<sup>[16]</sup>。施加调理剂后,土壤中交换性铝减少,其中可能部分聚合为吸附态羟基铝。此外,此前的研究结果表明,调理剂中存在铝酸三钙( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ )<sup>[6]</sup>,其在有石膏( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )和水存在的条件下生成难溶的针状钙矾石( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$ )。钙矾石在酸性条件下发生水解生成铝胶等。所以,交换性铝的聚合或钙矾石中铝的转化可能是引起土壤中吸附态羟基铝含量增加的原因。试验结果表明,相同施用量处理间,高铝调理剂的施入引起的吸附性羟基铝增加量>中铝调理剂>低铝调理剂,说明调理剂中的铝含量在一定程度上增加了毒害性铝的含量,但另一方面,吸附态羟基铝的增加可能增强土壤对养分阴离子的固定能力,提高土壤的保肥能力。整体上看,施入

调理剂后土壤的毒害性铝和总活性铝含量下降了 5.37% ~ 9.50% 和 4.33% ~ 12.08%(表 2),表明调理剂中的铝稳定性较高,且调理剂起到了缓解铝毒的作用。调理剂在农田中的实际用量可能比实验室用量要少得多,可见施加该类调理剂不产生土壤铝毒叠加效应。

## 2.3 施用矿物质调理剂对土壤养分的影响

土壤养分是指存在于土壤中的植物必需的营养元素,包括碳、氮、氧、氢、钾、钙、镁等 16 种。其中,根据植物对不同营养元素吸收量的差异,钾被归划为大量元素,钙、镁被归划为中量元素。而截至目前,硅虽然尚未被归划为植物生长的必需元素,但它在植物生长,尤其是禾本科作物的不可或缺性已被广大学者认可。施用该类调理剂增加了交换性镁、钾和有效硅的含量(表 3),增幅大小与调理剂本身有效钙、镁等元素的含量大小一致。交换性钙、镁、钾和有效硅分别增加了 6.48% ~ 52.23%、3.73% ~ 17.59%、2.09% ~ 27.66% 和 10.76% ~ 62.45%。而且,有研究表明, $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  和硅对改善植物铝毒害起到重要作用: $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  可以通过降低植物根系细胞膜外表面负电势从而减小植物根系对  $\text{Al}^{3+}$  的静电引力,减轻  $\text{Al}^{3+}$  对根伸长的抑制<sup>[17-19]</sup>;硅可与溶液中的铝形成铝-硅复合物,同时硅和铝还可在植物体内共沉淀形成羟基铝-硅酸盐复合物<sup>[20-21]</sup>。此外, $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  与  $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$  之间存在协同作用,提高作

表 3 调理剂对土壤交换性阳离子和有效硅的影响  
(mmol/kg)

Table 3 Effects of different conditioners on exchangeable cations and available silicon of soil

| 试验处理  | 钙     | 镁     | 钾     | 硅    |
|-------|-------|-------|-------|------|
| CK    | 22.80 | 10.97 | 8.75  | 5.42 |
| L-0.5 | 24.28 | 11.84 | 9.13  | 6.10 |
| L-1   | 25.54 | 11.90 | 10.05 | 6.95 |
| L-2   | 29.80 | 12.90 | 11.17 | 8.80 |
| M-0.5 | 25.69 | 11.39 | 8.96  | 6.00 |
| M-1   | 28.02 | 11.63 | 9.12  | 6.73 |
| M-2   | 33.72 | 11.89 | 9.21  | 7.88 |
| H-0.5 | 26.29 | 11.38 | 8.64  | 6.01 |
| H-1   | 29.23 | 11.42 | 9.09  | 6.83 |
| H-2   | 34.71 | 11.50 | 9.18  | 8.45 |

物对氮、磷的利用率。因此,这类调理剂的施用不但可以改善铝毒害、提高土壤养分,同时还能提高氮、磷肥的利用率,这对缺乏镁、钾等元素的南方酸性土壤具有重要意义。

#### 2.4 模拟酸雨浸泡下对土壤中铝溶出的影响

试验中设置 pH 为 5.60、4.80、3.50 3 种模拟酸雨浸泡液,分别根据临界酸雨、广东省近年来酸雨情况和强酸雨设置。而由于 3 种调理剂对土壤的改良效果接近,所以该试验设置中只选用了施加高铝调理剂的土壤。模拟酸雨对土壤连续浸泡 10 d,图 2 显示,土壤中铝溶出量随模拟酸雨 pH 降低而增加,施加调理剂后土壤铝溶出量与对照相比减少。土壤在 pH 为 5.60 和 4.80 的模拟酸雨中浸泡 2 d 后,除 H-2 处理中铝溶出量较低外,其他处理中的溶出量都较大,这部分铝可能来源于土壤交换性铝。在 pH = 3.5 的条件下, H-0.5 和 H-1 处理的浸滤液中的铝含量有随浸泡

时间持续增加的趋势,但是依然低于对照处理。而 H-2 处理在浸泡过程中始终保持较低的铝溶出水平(<0.63 mg/L)。在浸泡试验中, H-0.5 处理在 pH 为 5.60、4.80 和 3.50 的条件下铝的总溶出量分别比对照降低了 20.50%、26.27% 和 21.11%, H-1 处理分别降低了 48.46%、45.77% 和 34.57%, H-2 处理分别降低了 82.41%、72.90% 和 79.08%。可见,随调理剂的增加,土壤中活性铝受酸雨的影响降低,调理剂对土壤铝的改良效果也较为稳定,减少了土壤铝溶出后进入水体造成水体污染的可能。

### 3 结论

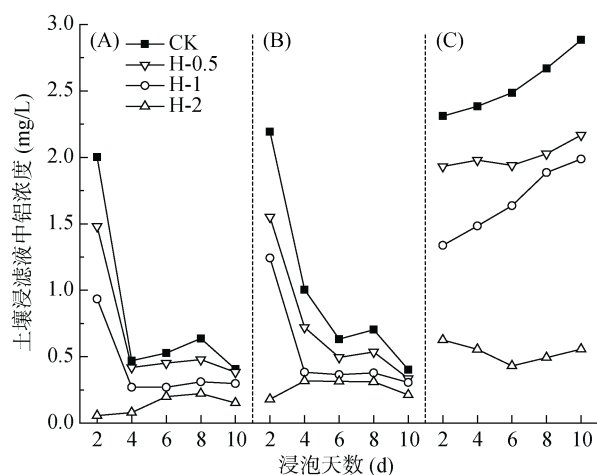
1) 3 种矿物质调理剂的施用都使土壤 pH 提高,且在相同施用量水平下 pH 提高幅度基本相同, 0.5、1、2 g/kg 处理下土壤 pH 分别从 4.98 提高到 5.04、5.19 和 5.42,提高了 0.07~0.43 个单位。

2) 施用调理剂后,土壤中交换性铝含量下降了 37.4%~68.9%, 吸附态羟基铝的含量随调理剂中铝含量的增加而稍有增加,但土壤中毒害性铝和活性铝总量下降了 5.37%~9.50% 和 4.33%~12.08%, 调理剂中的铝稳定性较高,不会对土壤产生铝毒害叠加效应。

3) 施用调理剂后的土壤在模拟酸雨中的铝溶出量在各施用量水平下都小于对照处理。施入量达 2 g/kg 时,铝溶出总量在 pH 5.60、4.80 和 3.50 条件下分别降低了 82.41%、72.90% 和 79.08%,改良效果稳定。

#### 参考文献:

- [1] 朱茂旭, 蒋新, 季国亮, 等. 酸性条件下红壤中铝的活化及环境意义[J]. 地球化学, 2002, 31(4): 361-365
- [2] 吴道铭, 傅友强, 于智卫, 等. 我国南方红壤酸化和铝毒现状及防治[J]. 土壤, 2013, 45(4): 577-584
- [3] 孙蓓蓓, 王旭. 土壤调理剂的研究和应用进展[J]. 中国土壤与肥料, 2013(1): 1-7
- [4] 李九玉, 王宁, 徐仁扣. 工业副产品对红壤酸度改良的研究[J]. 土壤, 2009, 41(6): 932-939
- [5] 王代长, 胡红青, 李学垣. 酸性土壤上磷矿粉释磷机理与农学效应[J]. 中国农学通报, 2006(9): 242-245
- [6] Chen G, Shi L. A multi-element mineral conditioner: A supplement of essential cations for red soil and crops growth[J]. Clean-Soil, Air, Water. 2016. DOI:10.1002/clen.201500684
- [7] Wang Y, Shi L. The effects of modified flue gas desulfurization residue on growth of sweet potato and soil amelioration[J]. Water, Air, & Soil Pollution, 2015, 226(8): 1-13
- [8] 中华人民共和国农业部. 土壤调理剂 钙、镁、硅含量的测定(NY/T 2272-2012) [S]. 北京: 中国农业出版社, 2013



(A. pH = 5.60; B. pH = 4.80; C. pH = 3.50)

图 2 模拟酸雨下土壤浸滤液中铝含量的变化

Fig. 2 Changes of aluminum concentrations in soil filtrates affected by simulated acid rains

- [9] 中华人民共和国农业部. 土壤调理剂 磷、钾含量的测定 (NT/Y 2273-2012) [S]. 北京: 中国农业出版社, 2013
- [10] Soon Y K. Fractionation of extractable aluminum in acid soils: A review and a proposed procedure[J]. Communications in Soil Science & Plant Analysis, 1993, 24(13): 1683–1708
- [11] 李九玉, 徐仁扣, 季国亮. 8-羟基喹啉(pH8.3)分光光度法测定酸性土壤中的可溶性铝[J]. 土壤, 2004, 36(3): 307–309
- [12] 国家林业局. 森林土壤浸提性铁、铝、锰、硅、碳的测定(LY/T 1257-1999) [S]. 北京: 中国标准出版社, 1999
- [13] 徐仁扣. 酸化红壤的修复原理与技术[M]. 北京: 科学出版社, 2013
- [14] Juo A S R, Kamprath E J. Copper chloride as an extractant for estimating the potentially reactive aluminum pool in acid soils[J]. Soil Science Society of America Journal, 1979, 43(1): 35–38
- [15] 沈仁芳. 铝在土壤-植物中的行为及植物的适应机制[M]. 北京: 科学出版社, 2008
- [16] 王维君, 陈家坊. 土壤铝形态及其溶液化学的研究[J]. 土壤学进展, 1992, 20(3): 10–18
- [17] 臧小平. 土壤铝毒与植物钙镁营养[J]. 广西农业科学, 1997(2): 80–82
- [18] Ryan P R, Kinraide T B, Kochian L V.  $\text{Al}^{3+}$ - $\text{Ca}^{2+}$  interactions in aluminum rhizotoxicity[J]. Planta, 1993, 192(1): 98–103
- [19] Kinraide T B. Toxicity factors in acidic forest soils: Attempts to evaluate separately the toxic effects of excessive  $\text{Al}^{3+}$ , and  $\text{H}^{+}$ , and insufficient  $\text{Ca}^{2+}$ , and  $\text{Mg}^{2+}$ , upon root elongation[J]. European Journal of Soil Science, 2003, 54(2): 323–333
- [20] Hodson M J, Evans D E. Aluminium/silicon interactions in higher plants[J]. Journal of Experimental Botany, 1995, 46(283): 161–171
- [21] Cocker K M, Evans D E, Hodson M J. The amelioration of aluminium toxicity by silicon in higher plants: Solution chemistry or an in planta mechanism?[J]. Physiologia Plantarum, 1998, 104(4): 608–614

## Stability of Aluminum in Mineral Conditioners and Amelioration on Acid Soil

MENG Yuanyuan<sup>1,2</sup>, SHI Lin<sup>1,2\*</sup>

(1 School of Environment and Energy, South China University of Technology, Guangzhou 510006, China; 2 The Key Lab of Pollution Control and Ecosystem Restoration in Industry Clusters of Education, South China University of Technology, Guangzhou 510006, China)

**Abstract:** Indoor incubation and bathe equilibrium experiment were conducted to investigate the stability of aluminum (Al) in three Al-containing mineral conditioners and their amelioration on the acidity of soil. The mineral conditioners consist of a mixture of calcined product include potassium feldspar, dolomite and limestone powder which rich in available Ca, Mg, K, Si and other micronutrients. Results showed that soil pH value rose from 4.98 to 5.04–5.42 and exchangeable Al decreased by 37.40%–68.90% after 60 days when the dosage was 0.5–2 g/kg soil. Even though the adsorbent hydroxyl Al increased slightly, the total toxic Al and available Al decreased by 5.37%–9.50% and 4.33%–12.08%, respectively. Results also suggested that exchangeable Ca, Mg, K and available Si increased, and Al concentration in the filtrate under simulated acid rain decreased significantly, which indicated that the mineral conditioners could neutralize soil acidity, eliminate Al toxicity and improve the soil fertility, and could be used in agricultural production safely due to the high stability of Al in conditioners and additive of Al toxicity avoided.

**Key words:** Mineral conditioner; Soil amelioration; Aluminum toxicity; Simulated acid rain