

土壤酸化与磷的固定

生产性农业土壤的 pH 值一般在 5 到 8 之间(氯化钙测量法)。pH 值低于 5 时,大多数作物和牧草受到酸性的不利影响。这种影响的程度是可变的,取决于所种植物对酸性土壤的耐受性。此外,大多数农业土壤(许多是酸性的)也缺乏磷,或在种植和放牧活动中由于没有添加磷(P)肥而很快缺乏磷。

1. 土壤酸度

土壤酸性以下列方式影响作物和牧草的生长:

- 铝和锰变得更容易溶解(有效的), pH 值低于 4.8 时可能达到有毒水平,而阻碍植物生长。在等于或低于这个 pH 值时,铝会减少根的生长,而锰则会扰乱光合作用和其他生长功能。

- 豆科植物根瘤(根瘤菌)的固氮作用在酸性土壤中减弱。酸度对不同菌株的影响是不同的,例如,与紫花苜蓿相关的根瘤菌在 pH 值为 6.3-7 的范围内固定大部分氮,而羽扇豆根瘤菌在 pH 值为 4.0 的范围内功能良好。

- 当酸性对正在分解的生物体产生不利影响时,有机物的分解释放有价值的营养物质的速度就会减慢。因此,在酸性土壤中,有机物的循环速度较慢,降低了氮、磷和硫等主要元素的有效性。

- 当 pH 值降到 5.0 以下时,重要的微量元素钼(Mo)的可用性越来越低。缺钼会降低固氮,及随后的牧草质量和体积。

- 通过减少必需营养素的可用性或根系获取养分和水分的效能,酸性严重地限制了植物对其他养分应用的响应。

- 随着酸度淋溶至较低土层的增加,一旦 pH 值下降到 5.0 以下,导致下层土壤酸化,酸化就不能轻易修正。

2. 土壤中的磷

至少有四种形式(池)的磷(P)存在于土壤中。磷在这些池之间不断移动,但在大多数土壤中,磷对植物吸收是相对无效的。

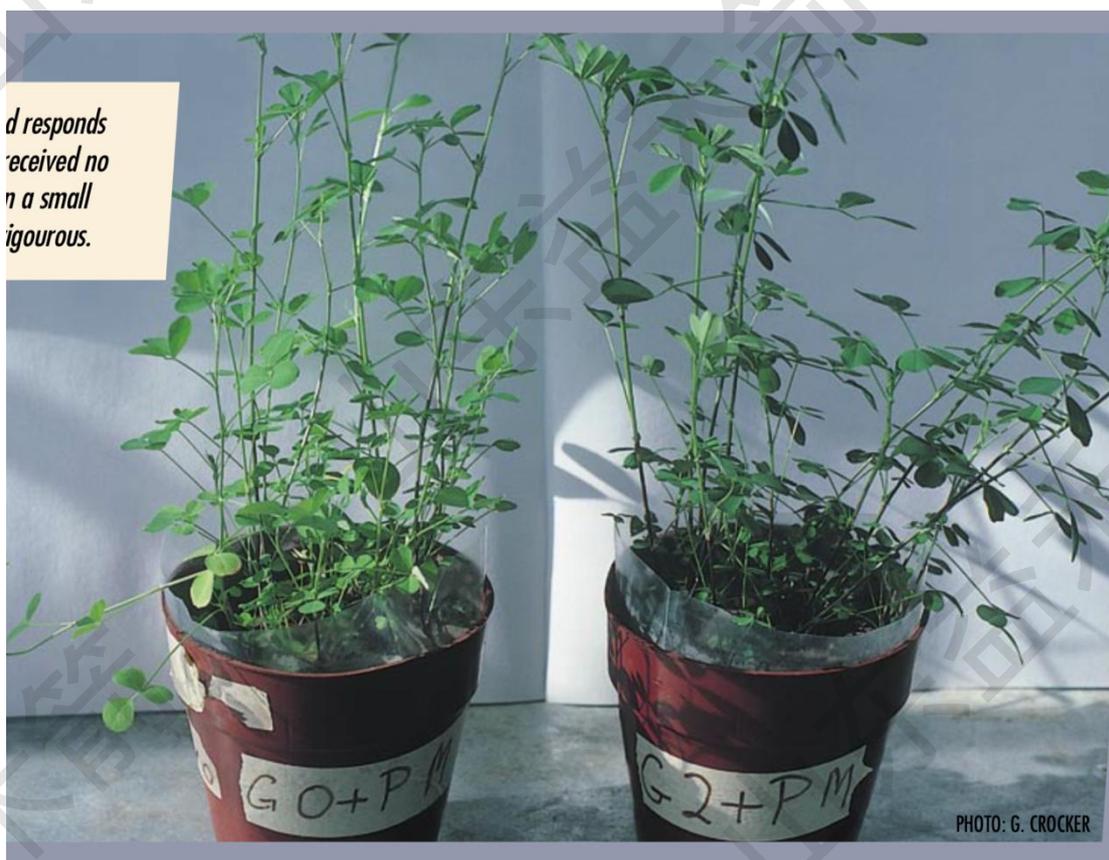
- 这些池中的二个-有机磷和无机磷与土壤紧密结合-植物不能立即获取,但依靠包括 pH 值在内的许多因素,随着时间植物可以慢慢获取。土壤中 80%到 90%的磷存在于这两种相对不溶的、非常缓慢的有效形式中。

- 10-20%是有效形式，与土壤颗粒松散联系，只有约 1%在土壤溶液中。
- 这 1%被称为水溶性形式，是植物生长最容易获得的。

土壤有机质中含有 2%到 3%的磷，但在磷被植物吸收之前需要进行矿化。许多因素有助于矿化，包括土壤温度、湿度、微生物的存在和 pH 值。

大多数植物在施用磷肥后第一个生长季使用 10%-20%的水溶磷。剩下的大约 30%到 40%将在未来几年内供植物使用。在大多数土壤中，剩余的 50%变得固定，至少在短期到中期对耕作系统失去有效性，直到有机物质中的磷逐渐转移至土壤溶液中。

注意：氮(N)和磷固定的区别。固氮是把大气中的氮转化为对植物有效形式的过程，一个积极的结果。P 固定是磷“锁定”为植物无法获得的形式，一种不利的结果。

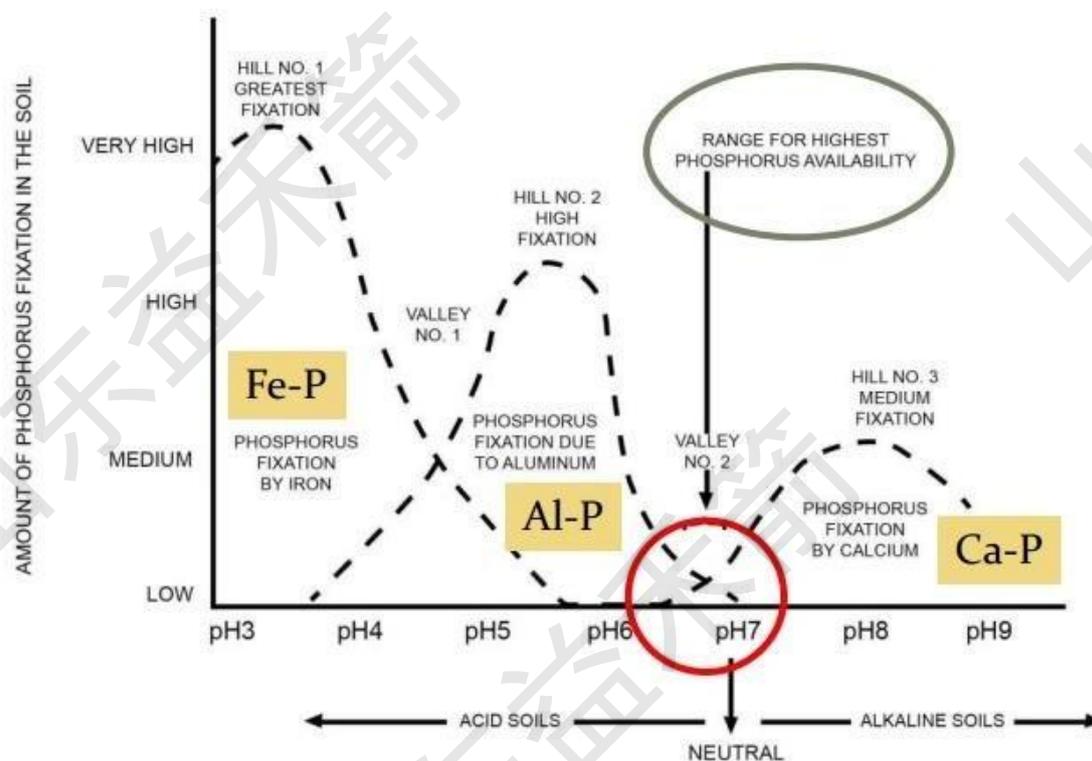


苜蓿对酸性土壤十分敏感，右侧使用石灰的生长更健壮。

3. 土壤 pH 对磷的有效性的影响

研究表明，pH 值在 6 到 7 之间，P 最容易获取。有效性是由溶解性和磷在土

壤中固定的程度决定的。在澳大利亚大多数土壤中，在 pH 值很低(通常低于 4)的情况下，固定在胶体铁表面并不是主要的磷固定过程。在 pH 为 4.5-6 的土壤中，铝的固定更常见，导致磷的大量锁固，而在酸性较弱的或中性土壤中，磷酸钙是磷的最常见的无机形式。



奇怪的磷元素，在酸性土壤中被铝铁固定，在碱性土壤中被钙固定。

土壤类型与 pH 值在固磷方面存在一定的关系。土壤 pH 值低于 5.5 会影响磷在土壤中的溶解度(有效性)，这些土壤以粘土为特征，铝和铁占主导地位。pH 值在这个水平以上，钙和镁是主要离子，固定不会太持久。

4. 石灰和磷之间的关系

1985 年至 1990 年，新南威尔士农业公司(NSW Agriculture)在北方高原改良酸性土壤的牧场进行的研究，极大地提高了我们对牧草和放牧制度下磷和石灰关系的认识。以下是本研究的重要成果的简要总结。

- 在不添加磷的情况下，石灰增加了存在铝和锰毒害的酸性土壤中磷的有效性和植物吸收。
- 缺磷症状在酸性土壤中很常见，铝中毒引起的根部“修剪”限制了养分和水分的吸收。在短期内，这些症状仅用石灰就可以缓解。

■ 石灰增加了磷的吸收，可能是由于改善了根系生长，尽管矿化作用的增加和随后来自有机质的磷供应也可能起到了作用。

■ 在本研究项目的三年时间里，石灰通过增加天然磷的有效性和吸收，使一些缺磷土壤不再需要添加磷。

■ 石灰施用量应以 pH 值在 5.2 至 5.5 之间为目标。在此 pH 值以上施用石灰可引起微量元素缺乏。



5. 使用石灰、磷肥或二者结合？

决定是使用石灰、磷，还是两者的结合来提高牧草产量将取决于一些因素。这些包括：

- 土壤目前的 pH 和 P 状况
- 要种植的作物或牧草对酸性土壤的耐受性
- 表层土中铝的存在
- 在耐酸品种存在的情况下施用磷的成本/收益比。

从环境的角度来看，使用石灰可以纠正酸性土壤的相关问题，这是一个非常合理的策略（见 ASA 传单 4、5 和 6）。至少在短期内，使用石灰的经济效益会根据商品价格和季节条件而变化。

关于石灰对磷有效性和植物营养的影响可能存在一些混淆，特别是在多年生牧草中。除了减少铝的毒性外，石灰还可能纠正钼的缺乏。在降低铝的毒性水平和改善钼的状态后，进一步添加石灰，至少在短期内，可能不会得到保证或提供任何经济效益。在这一点上，改正磷和硫的缺乏将可能产生一个更好的整体结果。

6. 结论

在开始施用石灰之前，需要做一些细致的功课，考虑到与一系列土壤养分可能发生相互作用。

第一步应该是策略性的土壤取样，以确定牧场的 pH 和养分状况。

下一步是为牧场建立一个 4 到 5 年的计划。在某些情况下，纠正中度酸性土壤中主要和/或轻微的营养不足可能更有好处，因为在中度酸性土壤中，铝和锰似乎没有达到有毒水平，或者主要作物或牧草对酸性相对耐受性较强。然而，这是一种短期的方法，忽视了土壤持续酸化的可能性，更糟糕的是，更严重的问题是酸性层向地表以下移动。底土酸性比表层土壤酸性更难纠正，处理成本也要高得多(这一点在 ASA 第 4 号传单中有进一步解释)。

石灰很少是化肥的长期替代品。相反，它是适当的肥料产品的补充，在许多地方将显著提高肥料的有效性。

第三步是建立一个定期的土壤测试计划，以协助牧场管理，并为后续石灰和肥料的使用提供指导。