

土壤含盐量、EC 值及术语

土壤电导率(EC)是土壤含盐量(土壤含盐量)的量度。它是一个很好的养分有效性和损失、土壤质地和有效水分容量的指标。它影响作物产量、土壤对某些作物的适宜性、植物可利用的水分和养分的数量以及土壤微生物的活动,而土壤微生物影响关键的土壤过程,如温室气体的排放,包括氮氧化物、甲烷和二氧化碳。过多的盐分会影响土壤和水分平衡,从而阻碍植物生长。含盐量过高的土壤自然地发生在干旱和半干旱的气候条件下。由于种植、灌溉和土地管理,盐含量会增加。虽然 EC 不能直接测量特定的离子或盐化合物,但它与硝酸盐、钾、钠、氯化物、硫酸盐和氨的浓度有关。对于某些非盐渍化土壤,测定 EC 是估算植物可利用氮量的一种简单、经济的方法。土壤电导率也可以作为测定表层结构的有效方法,因为较小的粘土颗粒比较大的粉砂颗粒传导更多的电流。

影响土壤 EC 的内在因素

影响 EC 的内在因素包括土壤矿物质、气候和土壤质地。其他因素包括容重、土壤结构、水势、测量时间、土壤团聚体和土壤水中的电解质。盐发源于矿物和岩石的解体(风化)。在接受大量降雨的地区,可溶盐被冲刷到根区以下,最终进入深层地下水系统或进入将盐输送到海洋的河流。含盐量较高的非盐渍化土壤比含盐量较低的土壤有更多的速效养分。

在干旱地区,降雨量较少的地区,以及采用盐水灌溉的地区,可溶性盐更有可能积累并保持在土壤表面,导致高 EC。受盐影响的土壤主要在美国西部,在干旱或半干旱的地区,那里的年降雨量很低。

低洼地区、洼地或其他积水聚集的地区往往比周围地势较高、排水较好的地区有更高的 EC。渗入土壤的水会与下层基岩和其他风化物质相互作用,释放出盐分,在山坡上形成含盐渗漏。这种现象发生在黄土-耕作界面,在黄土土壤被冰碛覆盖的地区。

小颗粒含量较高(粘土含量较高)的土壤比大颗粒含量较高(粘土含量较低)的土壤传导更多的电流。主要含具有较高阳离子交换能力(CEC)的黏土矿物(如蒙脱石)的土壤,比以阳离子交换能力低的黏土矿物为主的土壤(如高岭石)EC 值较低。

有限制层的土壤，例如粘土层土壤，有更高的 EC。因为限制层限制了水的流动，盐在土壤表面积累，因此，它们不能从根区淋滤。

盐度管理

电导率受耕作、灌溉、土地利用、肥料、粪肥和堆肥的施用等因素的影响。在对水浇地进行盐分管理时，必须测定灌溉水的含盐量。灌水量过低导致盐渗出，应用含盐量过高的水分，会导致根系盐分的积累，增加土壤 EC。

现有的盐度水平和粪肥、城市垃圾中的盐分含量必须密切监测，特别是在干旱气候下。氮肥也会增加盐度，特别在那些含盐已经成为一个潜在问题的地区。导致有机质含量低、渗入差、排水差、饱和土壤状况或压实的管理会增加盐分，降低土壤支持某些植物的能力。灌溉时，施用比作物所需的更多的水，可以帮助将过多的盐淋滤到根部以下，为作物生长维持满意的 EC 水平。在施用过量的灌溉水时需要小心，因为土壤可能会被水浸透，导致盐分积累。将作物残留物留在地表限制了蒸发，有助于保持土壤水分，使降雨和灌溉用水更有效地淋滤出盐分。在一些地区，需要同时灌溉和排水来降低盐度。为了使土壤有机碳保持在理想水平，需要采取适当的土壤管理措施来维持土壤有机质含量和土壤整体健康。

有关 EC 的问题和 EC 对土壤功能的关系

需要以不同于非盐碱地区的方式管理盐碱地地区(例如，不同的作物和灌溉方法)。土壤微生物活性随着电导率的增加而下降。这影响了重要的土壤过程，如呼吸作用、残留物分解、硝化作用和反硝化作用(表 1)。

土壤中高浓度的钠盐(含钠条件下)会导致土壤结构不良、渗入或排水不良，并对许多作物产生毒性。每种作物都有特殊的耐盐性。表 3 显示了基于土壤 EC 水平的产量下降百分比。

$EC_{1:1}$ 小于 1 dS/m 的土壤被认为是不含盐的(表 2)。这些土壤的盐度不会影响大多数作物和土壤微生物过程(表 1 和 3)。土壤 $EC_{1:1}$ 大于 1 dS/m 被认为是含盐的，重要的微生物过程，如氮循环、一氧化二氮气体和其他氮氧化物气体的产生、呼吸作用和有机质分解都会受到影响。在这些土壤中，寄生线虫的数量和氮的流失会更高。

如图 1 所示，即使是轻微到中度的盐度也会阻碍作物生长。在非盐渍化土

壤中，EC 水平可以作为植物可利用的水溶性营养物质(如硝态氮)含量的一个间接指标。

表 1. 土壤 EC 对氯化钠(NaCl) 或氮肥改良土壤微生物过程和气态氮产生的影响

过程	EC1:1 范围 (dS/m)	相对提高或降低 (%)	EC1:1 临界值
呼吸	0.7 to 2.8	-17 to -47	0.7
分解	0.7 to 2.9	-2 to -25	0.7
硝化作用	0.7 to 2.9	-10 to -37	0.7
反硝化作用	1.0 to 1.8	+32 to +88	1.0
厌氧 N ₂ O 气体的产生 (高氮)*	0.02 to 2.8	+1500 to +31,500	1.0-1.5
*厌氧 N ₂ O 气体的产生 (低氮)	0.5 to 2.0	+ 200 to + 90,000	0.7-1.0

EC 值大于 1 dS/m 和硝酸盐含量相对较高的土壤，在厌氧条件下(90%或更多充满水的孔隙空间)反硝化将增加一氧化二氮(N₂O)气体的产生 15 至 315 倍以上。

表 2. 盐度等级和 EC1:1 和 ECe 值之间的关系

质地	盐度（盐度分级）					
	非盐化	轻微盐	中度盐	强盐	非常强的盐	EC1:1 与 ECe 的比率
EC1:1 方法 (dS/m)						
粗砂到壤砂	0-1.1	1.2-2.4	2.5-4.4	4.5-8.9	9.0+	0.56
壤质细砂 to 壤土	0-1.2	1.3-2.4	2.5-4.7	4.8-9.4	9.5+	0.59
粉沙壤土 to 粘壤土	0-1.3	1.4-2.5	2.6-5.0	5.1-10.0	10.1+	0.63
沙质粘壤土 to 粘土	0-1.4	1.5-2.8	2.9-5.7	5.8-11.4	11.5+	0.71
ECe 方法 (dS/m)						
所有质地下	0-2.0	2.1-4.0	4.1-8.0	8.1-16.0	16.1+	N/A

注意：这里的 EC 值是土:水为 1:1 稀释的，稀释倍数对 EC 影响很大。

表 3. 盐耐受性和产量下降超过 EC 阈值

作物	EC _e 阈值 (dS/m)	EC _{1:1} 阈值 (dS/m)	EC _{1:1} unit (dS/m) 每提 高百分之一，产量降低百 分数
Barley	8.0	4.5 to 5.7	5.0
Cotton	7.7	4.3 to 5.5	5.2
Sugar beets	7.0	3.9 to 5.0	5.9
Wheat	6.0	3.4 to 4.3	7.1
Perennial ryegrass	5.6	3.1 to 4.0	7.6
Soybeans	5.0	2.8 to 3.6	20.0
Tall fescue	3.9	2.2 to 2.8	5.3
Crested wheatgrass	3.5	2.0 to 2.5	4.0
Peanuts	3.2	1.8 to 2.3	29.0
Rice, common vetch	3.0	1.7 to 2.1	12.0
Tomatoes	2.5	1.4 to 1.8	9.9
Alfalfa	2.0	1.1 to 1.4	7.3
Corn, potatoes	1.7	1.0 to 1.2	12.0
Berseem clover, orchardgrass, grapes, peppers	1.5	0.8 to 1.1	5.7
Lettuce, cowpeas	1.3	0.7 to 0.9	13.0
Green beans	1.0	0.6 to 0.7	19.0

术 语

阳离子交换容量(CEC)：土壤将阳离子(带正电的离子)保持在带负电的粘土和土壤有机质表面，并将其释放到土壤溶液中供植物使用，供淋滤，和/或用于生物过程的能力。粘土或有机质含量高的土壤比有机质含量低的土壤或砂质土壤的 CEC 含量高。

每米 deci (1/10) 西门子数(dS/m)：土壤电导率的测量单位。相当于毫欧姆(mhos) 每厘米。

脱氮：当土壤被水饱和时，由于土壤缺氧，硝酸盐氮以各种形式转化和损失到大气中。

EC_{1:1}方法：饱和测量土壤电导率的方法，是标准的实验室方法(不需要调整土壤质地)。EC_{1:1} 与 ECE 值的关系见表 2。

EC_{1:1}方法：用土水比 1:1 测量土壤电导率的方法(需要根据土壤质地调整)。EC_{1:1} 与 ECE 值的关系见表 2。

硝化作用：土壤细菌将有机物质和肥料中的铵类化合物转化为亚硝酸盐和硝酸盐，使植物获得氮。

氮氧化物：人类活动产生并释放到大气中的氮气。由于土壤干燥时的硝化作用和土壤饱和时的反硝化作用，从土壤中流失的氮气体增加了 10 到 100 倍。当土壤电导率大于 1 ~ 2ds /m 时，氮氧化物气体的损失也增加。

呼吸：由于生物活动(如微生物和根)和有机物的分解，二氧化碳从土壤中释放出来。

生理盐水/钠质土：盐渍土壤中可溶性盐含量高，对土壤过程、生产力和土壤整体产生负面影响