

按盐渍化程度和性質并結合植物耐盐性 而拟定的土壤分类

B. A. 科夫达 B. B. 葉戈洛夫

B. C. 穆娜朵娃 B. П. 施特尔戈洛夫

在研究与盐渍化作斗争的問題中，有些共同性的問題必須由相近学科的学者来共同解决，研究植物的耐盐性和提高其耐盐性的方法即为这些問題中的一个。

有很多学者从事于植物耐盐性的研究，如植物生理学家、植物生物化学家、土壤学家、土壤改良学家、地植物学家、遗传学家、农业化学家、微生物学家和农学家等。关于提高植物耐盐性方法的运用，虽在理論上有一定成績，但在农业实践中碰到很大困难。其原因之一是到目前为止，有关植物耐盐性的研究，沒有考虑到盐渍化性質对植物器官有特殊的作用。

正如有些研究材料証明，由于盐渍化的性質不同，植物內部屬性和形态都有显著改变。同一品种植物，在硫酸盐盐渍化条件下，出現旱生的特征和特性；而在氯化物盐渍化情况下，呈盐生的特征和特性。因此，土壤中盐分的組成是在同一品种范围内形成植物生态型的特殊因素(B. П. 施特尔戈洛夫, 1958)。自然，提高植物耐盐性的实际方法应根据盐渍化的特点来区分。

实际上，到目前为止，还没有一个根据盐渍化性質統一采用的詳尽的盐渍土分类。由于缺少这种分类，有关植物耐盐性試驗的論述和所得結果的闡明就不够清楚和容易誤解。譬如，在植物抗性生理會議上植物耐盐性小組所作报告的討論中，就曾明显地反映出这样的問題。有很多报告人指出，在土壤盐渍化性質不同的条件下，采用盐渍化程度的同一分級是完全不合适的。往往在布置試驗时，沒有記載土壤的含盐量和盐渍化的性質，在这种情况下，很难弄清楚在什么基础上来判断土壤的輕度、中度和强度盐渍化。

上述情况給植物耐盐性小組的参加者提出一項任务，必須制定一个按盐渍化程度和性質的土壤分类、分級标准。

在盐渍土地区工作的很多学者，建議按盐渍化程

度拟定盐渍土分类。其中最早的是丘列姆諾夫(C. M. Тюрменов, 1928)为阿塞拜疆土壤拟定的分类，它包括土壤盐渍化程度的几个等級(表1)。

表1 阿塞拜疆的土壤盐渍化程度的分級

按盐渍化程度的土壤名称	土壤含盐量(%)
非盐渍化土壤	<0.3
輕度盐渍化土壤	0.3—0.6
中度盐渍化土壤	0.6—1.0
强度盐渍化土壤	1—2
極强盐渍化土壤	2—3
盐土	>3

在阿塞拜疆共和国盐渍化地区，很多学者目前还采用这个分类。

嗣后，邵申(A. A. Шовин, 1955)提出适于这个地区的較詳細的盐渍土分类。在这一分类中还注意到盐分的組成(表2)。

表2 根据盐渍化的程度和特性所提出的盐渍土分类

按盐渍化程度的土壤名称	氯化物盐渍化占优势(%)	氯化物-硫酸盐混合盐渍化含少量石膏(%)	硫酸盐盐渍化占优势含大量石膏(%)
輕度盐渍化	0.2—0.6	0.4(0.6)—0.8(0.9)	1.0—1.3
中度盐渍化	0.6—1.0	0.8(0.9)—1.2(1.3)	1.3—1.7
强度盐渍化	1—2	1.2(1.3)—2.2(2.3)	1.7—2.7
極强盐渍化	2—3	2.2(2.3)—3.2(3.3)	2.7—3.7
盐土	>3	>3.3	>3.7

必須指出，邵申是从一个土壤改良工作者的角度来对待盐渍化土壤分类問題的。因此，其盐渍化分級常用于确定土壤脫盐的冲洗定額方面，而不适用于确定植物有机体对含盐量的反应。

格拉波夫斯卡娅(O. A. Грабовская, 1947)根据

在瓦赫錫谷地的研究材料，曾提出按盐渍化程度的土壤分类，其含盐量是按0—50厘米土层计算。

表3 根据盐渍化程度所提出的土壤分类

土壤名称	可溶盐含量(%)	氯离子含量(%)
非盐渍化土壤	<0.35	<0.03
轻度盐渍化	0.35—0.60(0.80)	0.03—0.20
强度盐渍化	0.60(0.80)—1.0(1.5)	0.20—0.40
盐土	>1.0(1.5)	>0.40

劳波娃(Е. В. Лобова)和罗扎诺夫(А. И. Розанов, 1951)曾提出适用于土庫曼运河地区，按土壤盐渍化程度的分类，他们分盐渍化程度为三级(表4)。

表4 按土壤盐渍化程度的分类

土壤名称	含盐量(%)
轻度盐渍化土壤	0.25—0.50
中度盐渍化	0.50—0.70
强度盐渍化	>0.70—1.0

劳波娃和罗扎诺夫(1951)又建议按含盐层埋藏深度拟定土壤分类(表5)。

表5 按含盐层埋藏深度拟定的土壤分类

土壤名称	含盐层埋藏深度(厘米)
非盐渍化土壤	深于150
深层盐渍化土壤	100—150
深层盐土化土壤	70(80)—100
盐土化土壤	30—70(80)
盐土型土壤	5—30

奈别捷夫(Ю. П. Лебедев, 1951)提出相类似的分类，他建议计算含盐量到一定深度，即到地下水径

表7 不同作者的分类中土壤盐渍化程度的分级

土壤盐渍化程度	Федоров, 1930	Рабочев, 1955	Керзун, 1957	Нерозин, 1957
	Cl ⁻ 含量%	Cl ⁻ 含量%	夏季0—50厘米Cl ⁻ 含量%	秋季0—100厘米Cl ⁻ 含量%
极轻度盐渍化	0.01—0.04	—	0.02	—
轻度盐渍化	0.04—0.10	0.02—0.04	0.02—0.2	0.02—0.04
中度盐渍化	0.10—0.20	0.06—0.08	—	0.05—0.07
强度盐渍化	0.20—0.30	0.10—0.14	0.20—0.40	0.08—0.12
极强盐渍化	0.30—0.40	0.16—0.20	—	—

A. E. 聶罗津(1957)援引双重分级(根据幼苗和成年植株)，还分别地用于饥饿草原、弗尔干及花拉子模省(Хорезмская обл)。卡巴也夫根据各种农作物耐盐度不同的材料，拟定适用于中亚细亚各地区的分类(饥饿草原、布哈拉、弗尔干)。因此，目前已有按各个地区土壤盐渍化程度的详细分类。这些分类在其用

流排出的地方。巴泽奈维奇(Н. И. Базилевич, 1953)在按盐渍化程度划分巴拉滨低地土壤时，曾建议按不同土层计算贮盐量(0—20、0—60、0—100厘米)。

顾萨克(В. В. Гусак, 1956)针对阿姆-达里河下游地区提出土壤盐渍化分级标准，他计算0—100厘米土层内含盐量。作者和阿莱克桑德洛夫(М. К. Александров)用棉花品种“1086”，按植株密度80,000株/公顷进行了试验。试验中注意到在不同土壤上棉花的一般生长情况及收获后纤维的质量，并在这种基础上拟定了土壤盐渍化程度的分级标准(表6)。

表6 土壤盐渍化分级标准

土壤名称	蒸干残渣(%)	氯离子含量(%)
非盐渍化土壤	<0.3	<0.01
轻度盐渍化	0.3—0.7	0.01—0.06
中度盐渍化	0.7—1.0	0.06—0.10
强度盐渍化	1—2	0.10—0.20
盐土	>2	>0.2

中亚细亚大多数的学者是根据氯离子含量来判別土壤盐渍化程度，在这种情况下，常计算0—50厘米(П. А. Керзун, 1957)或0—100厘米(А. Е. Нерозин, 1957)土壤中氯离子的平均含量。有人注意到野生植物(В. В. Федоров, 1930)或农作物的生长情况(В. В. Кабаев, 1953; П. А. Керзун, 1957; А. Е. Нерозин, 1957)。有些人根据农作物幼苗生长情况判別土壤盐渍化程度(И. Н. Елсуков, 1948)，其他还有根据夏季或秋季成年植株生长情况来分级的(П. А. Керзун, 1957; А. Е. Нерозин)，他们所采用的土壤盐渍化分级是不同的，如表7所载。

于一定的地方条件时，在程度上也不一定注意到土壤盐分的质的组成。

В. А. 科夫达(1947)结合棉花生长的情况提出苏联灌区硫酸盐-氯化物和氯化物-硫酸盐盐渍化土壤的详细分类(表8)。

在表9中我们提出了基于已有资料的综合和农作

表 8 科夫达結合棉花生長狀況而拟定的苏联灌区盐渍土分类

盐渍化 化学性质	地区	非盐渍化土壤			輕度盐渍化土壤			中度盐渍化土壤			強度盐渍化土壤			盐 土		
		棉花发育良好			棉花发育中等			棉花稀疏,受抑制			棉花孤另矮小, 1—3 个棉鈴			棉花不能生长		
		干残余物	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	干残余物	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	干残余物	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	干残余物	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	干残余物	Cl ⁻	SO ₄ ⁼
Cl ⁻ > SO ₄ ⁼	莫干-沙里 草原,里海 低地	<0.1	<0.005	<0.03	0.1— 0.3	0.005 —0.01	0.03 —0.08	0.3— 0.5	0.01— 0.05	0.1	0.5— 0.8	0.05— 0.10	0.3— 0.5	>1.0	>0.1	>0.5
Cl ⁻ ≥ SO ₄ ⁼	瓦赫錫, 飢餓草原 莫尔卡帕	<0.2	<0.005	<0.05	0.3— 0.5	0.005 —0.03	0.1— 0.02	0.5— 0.8	0.03— 0.05	0.2— 0.5	0.8— 1.0	0.05— 0.15	0.5— 0.7	>1.2	>0.1	>0.8
Cl ⁻ ≤ SO ₄ ⁼	花拉子模 卡希卡- 达里尔	<0.3	<0.005	<0.15	0.5— 0.8	—	0.2— 0.4	0.8— 1.0	0.03— 0.06	0.4— 0.6	1.0— 1.5	0.05— 0.10	0.7— 0.9	>1.5	>0.1	>1.0
SO ₄ ⁼ > Cl ⁻	布哈拉,中 部费尔干	<0.5 —0.6	<0.005	<0.3	0.8— 1.2	0.005 —0.01	0.3— 0.6	1.2— 1.5	0.01— 0.03	0.5— 0.8	1.5— 2.0	0.02— 0.05	0.9— 1.2	>2.0	>0.05	>1.5

表 9 按盐渍化程度和性質而拟定的盐渍化土类(适用于大田作物)

中度耐盐农 作物的生長 情况	土壤盐分 組成 类型 盐渍化 程度	苏打型	氯化物-苏打 型和苏打-氯 化物型	硫酸盐-苏打 型和苏打-硫 酸盐型	氯化物型	硫酸盐- 氯化物型	氯化物- 硫酸盐型	硫酸盐型	
		盐分聚积层(0—60 厘米)中可溶盐 含量(盐分总量或残渣量) %				0—100 厘米土层中可溶盐平均含量 (盐分总量或残渣量) %			
		<0.10	<0.15	<0.15	<0.15	<0.20	<0.25	<0.30	
植物生長发育 良好,不缺苗 产量正常	实际非盐渍化 (或极輕度盐 渍化)	<0.10	<0.15	<0.15	<0.15	<0.20	<0.25	<0.30	
稍受抑制(植 物缺苗,产量 降低 10—20 %)	輕度盐渍化	0.10—0.20	0.15—0.25	0.15—0.30	0.15—0.30	0.20—0.30	0.25—0.40	0.30—0.60	
中等受抑制 (植物缺苗,产 量降低 20— 50%)	中度盐渍化	0.20—0.30	0.25—0.40	0.30—0.50	0.30—0.50	0.30—0.60	0.40—0.70	0.60—1.0	
重度受抑制 (植物缺苗,产 量降低 50— 80%)	強度盐渍化	0.30—0.50	0.40—0.60	0.50—0.70	0.50—0.80	0.60—1.0	0.70—1.20	1.0—2.0	
个别植株成 活,实际无收 成	盐 土	>0.50	>0.60	>0.70	>0.80	>1.0	>1.20	>2	

物在田間条件下生長狀況的新近观察結果,并根据盐渍化程度和性質而拟定的盐渍土分类。这一分类适用于中度耐盐的大田作物。土壤盐渍化程度的分級主要是針對灌区农作物条件而制定的,在这当中同时注意到作物的充分供水。

这里有必要談一下确定土壤盐分組成类型(盐渍化性質)的方法。

C. B. 佐恩 (1934) 針對捷列克河三角洲, E. H. 依万諾娃和 A. H. 罗扎諾夫 (1939) 針對一般盐渍化土壤及 O. A. 格拉波夫斯卡娅 (1947) 針對瓦赫錫谷地所提出的分类都被广泛采用。他們根据 Cl⁻: SO₄⁼ 的比例确定土壤盐分組成类型(表 10)。

根据依万諾娃和罗扎諾夫 (1939) 的意見,在有苏打的情况下,应采用另外的土壤分类(表 11)。

表 10 土壤盐分组成的分类

土壤盐分组成 类型	Cl ⁻ /SO ₄ ²⁻		
	按 C. B. 佐恩	按依万诺娃和 罗扎诺夫	按格拉波夫 斯卡娅
氯化物	>5	>2	>4
硫酸盐-氯化物	1—5	1—2	1—4
氯化物-硫酸盐	0.5—1	0.2—1	0.5—1
硫酸盐	<0.5	<0.2	<0.5

表 11 按离子比例所拟定的含有苏打的土壤分类

土壤盐分组成类型	离子比例			
	HCO ₃ ⁻ / Cl ⁻ +SO ₄ ²⁻	Cl ⁻ / SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻ / Cl ⁻	HCO ₃ ⁻ / SO ₄ ²⁻
硫酸盐-氯化物-苏打型	>1	>1	—	—
氯化物-硫酸盐-苏打型	>1	<1	—	—
氯化物-苏打-硫酸盐型	1—0.2	<1	>1	—
苏打-氯化物-硫酸盐型	1—0.2	<1	<1	—
硫酸盐-苏打-氯化物型	1—0.2	>1	—	>1
苏打-硫酸盐-氯化物型	1—0.2	>1	—	<1

作者建議采用以下比較簡單和准确的确定土壤盐渍性质的方法。

盐分组成类型的命名，应以其在土壤水浸提液中含量超过阴离子当量总数 20% 的那些阴离子为根据。主要离子的名称放在最后，当出现苏打时，因其具有特殊毒害，个别离子的上述含量范围应加以改变。如果 HCO₃⁻ 含量在水浸提液中达每百克土壤 2 毫克当量或更多时，尽管它少于离子当量总数的 20%，其盐分组成类型的名称中仍需反映出有苏打存在，并按上述顺序将苏打列入举例：

(1) 土壤水浸提液中 HCO₃⁻ 含量为 3 毫克当量/100 克土，SO₄²⁻ 含量为 3 毫克当量/100 克土，Cl⁻ 含量为 14 毫克当量/100 克土，阴离子毫克当量总数 (HCO₃⁻ + SO₄²⁻ + Cl⁻) = 20，则 HCO₃⁻ 占总数 15%，SO₄²⁻ 占总数 15%，Cl⁻ 占总数 70%。这种土壤的盐分组成类型应称为苏打-氯化物型。

(2) HCO₃⁻ 含量为 8 毫克当量/100 克土，SO₄²⁻ 含量为 5 毫克当量/100 克土，Cl⁻ 含量为 3 毫克当量/100 克土，阴离子总量 = 16，HCO₃⁻ 占总量 50%，SO₄²⁻ = 31.2%，Cl⁻ = 18.8%。这种土壤的盐分组成类型为硫酸盐-苏打型。

(3) HCO₃⁻ 含量为 1 毫克当量/100 克土，SO₄²⁻ 含量为 15 毫克当量/100 克土，Cl⁻ 含量为 4 毫克当量/100 克土，阴离子总量 = 20，HCO₃⁻ 占总量 5%，SO₄²⁻ = 75%，Cl⁻ = 20%。这种土壤的盐分组成类型为氯化物-硫酸盐型。

应该指出，在水浸提液中除总碱度外，CO₃²⁻ 含量一般单独测定，但计算时并不用它，因为 CO₃²⁻ 含量计算

在总碱度 (HCO₃⁻) 之内 (按 K. K. 盖德罗依茨测定碱度的方法)。

确定土壤盐分组成类型时一定要根据土壤中所含离子当量比例，而不根据其百分含量。

在土壤盐分组成类型命名中没有反映出阳离子名称，因为盐渍土中一般都以钠占优势。有时会遇到碳酸镁和氯化镁盐渍化，这种情况没有包括在上述分类系统内，需进行单独的研究。

确定土壤含盐量是按根系活动层 (100 厘米) 土壤水浸提液中全盐量或烘干残渣重量 (百分数)。当土壤中含苏打时，盐渍化程度必须按根系活动范围内盐分聚积较集中的土层 (60 厘米) 来确定。

关于根系活动层土壤盐渍度 (当土壤中含有氯化物和硫酸盐时) 必须是重量平均值，而不是简单的算术平均值。含盐量的重量平均值是根据不同盐渍化程度的各土层厚度计算。假设分析水浸提液时各层烘干残渣重量不同*，则 0—100 厘米土层盐渍化的重量平均值等于 0.56%。若计算其算术平均值则大得多

$$\left(\frac{4.0+2.0+0.5+0.3+0.2}{5} = \frac{7.0}{5} = 1.4\% \right)$$

表 10

土壤层次 (厘米)	盐渍化%	土层厚度 (厘米)	盐渍化%与土层厚度的乘积
0—5	4.0	5	20
5—10	2.0	5	10
10—30	0.5	20	10
30—50	0.3	20	6
50—100	0.2	50	10
总 计			Σ56

$$56:100\text{厘米}=0.56\%$$

氯化物和硫酸盐极易活动，由于灌溉、大气降水和水分蒸发的影响，它们在土壤剖面中极易转移。苏打在土壤中为不易活动的盐类，一般比较稳定，向下淋溶的效果很差。因此，在苏打盐渍化 (氯化物-苏打，硫酸盐-苏打) 情况下，土层中将稳定地积累有害浓度的盐分，而不决定于剖面中水分的移动。根据已有资料，苏打盐渍化大多出现在根系活动层中，盐渍化程度并不高，但苏打的毒害作用由于其含量最高而仍将在根系活动层中表现出来。

以上建议的分类对果树和葡萄是不适用的，对于这些作物以及对于森林植物需拟定特殊的分类。(原文参考文献 17 篇略)

(祝寿泉译自苏联“植物学杂志”，45 卷，8 期，1960，杨景辉校)

*按原文为相同，但根据上下文的内容似应改译为不同——编者注。