

## 山东平原县葦子园村高粱和谷子耐盐性的初步研究

刘淑瑶

(山东省农业科学院土壤肥料研究所)

因地种植,是经济有效利用盐渍土的重要措施之一。因此,深入研究各种作物的耐盐范围是具有重大的生产实践的意义。高粱和谷子是比较耐盐的作物,但是耐盐的程度究竟如何,各地区有无不同,似有研究的必要。叶戈罗夫曾将作物的耐盐性分为不耐盐、中度耐盐和高度耐盐三类,而将高粱列入中度耐盐一类,耐盐力为0.4—0.6% (盐分含量)。考斯契可夫的資料是0.6—0.8%。据辽宁盘锦、宁夏银川和新疆等地区的研究資料,高粱在土壤含盐量小于0.3—0.4%时,生长正常;大于0.5—0.6%时就逐渐死亡;高至1.3%时,不出苗<sup>[1,2]</sup>。山东省菏泽地区的研究结果,土壤表层含盐0.1—0.2%时,高粱生长正常,0.2—0.4%时显著受抑制,大于0.5%时严重缺苗,或死亡<sup>[3]</sup>。

謝尔格也夫、凱利琴科、菲多洛夫等认为,作物耐盐性与土壤盐分组成的关系十分密切<sup>[5,6]</sup>。

凱利琴科、菲多洛夫认为氯化物对作物的危害程度远较硫酸盐为大<sup>[4]</sup>。为了弄清高粱和谷子的耐盐性以便进行生产,我们曾于1963年在黄泛平原徒駭、馬颊两河中下游浅色草甸盐渍土地区的平原县葦子园村,进行了高粱和谷子耐盐性的研究。现将初步观测資料整理汇报,以求指教。

### 一、高粱和谷子的生育状况与土壤含盐量的关系

不同盐渍化程度的耕种壤质浅色草甸盐渍土地段内,高粱和谷子的生育状况差异很大。轻度盐渍化地段,高粱和谷子生育正常,植株高大,叶色深绿,株叶茂盛,根系发达,成熟较早;中度盐渍化地段,生育受抑制,株形矮小,叶色发黄,植株稀疏,根系不发达,成熟较晚;重度盐渍化地段,严重受抑制,植株萎缩枯黄,逐渐失去生机(表1)。

种子的萌发,严格地受着土壤盐分含量的制

表1 不同盐渍度地段高粱、谷子生育状况

作物	土壤盐渍度	幼苗期					拔节期		抽穗和成熟期	盐害程度
		株高(厘米)	叶数(片)	主根长(厘米)	侧根数(个)	分蘖数(个)	株高(厘米)	叶片		
高粱	轻度盐渍土	18.6	6.7	1.4	1.3		36.0	深绿色	大部孕穗,株高2米	正常
	中度盐渍土	12.7	4.8	2.5	3.8		27.0	绿色,叶梢发黄	上尚未孕穗,株高1.5米	受抑制
	重度盐渍土	5.7	4.2	1.3	2.8		23.0	黄绿色,叶梢和茎叶发黄	株、叶枯黄,株高1.0米	严重受抑制
谷子	轻度盐渍土	7.8	5.4	3.0	3.7	3—4	25.6	深绿色	全部抽穗,成熟较早	正常
	中度盐渍土	2.8	4.4	4.5	2.5	2—3	21.4	绿色,叶梢发黄	部尚未抽穗,成熟延迟	受抑制
	重度盐渍土	1.3	3.8	3.0	1.4	0—1	20.5	黄绿色,叶梢和茎叶发黄	大部枯黄,失去生机	严重受抑制

約。当0—5厘米土层含盐量为0.08%时,高粱种子的吸湿增重量由2.7克/100粒,增至5.5克/100粒,增重2.8克/100粒,体积膨胀至6.7厘米<sup>3</sup>/100粒,发芽率为94%(以对照为100%,下同);而土壤含盐量增至0.12和0.37%时,吸湿增重量达5.3和5.2克/100粒,仅增重2.6和2.5克/100粒,体积膨胀为4.9和4.5厘米<sup>3</sup>/100粒,发芽率分别为75和71%。

植株耐盐力是随着生育阶段不同而改变的,由苗期至拔节期耐盐力逐渐增高,至抽穗期又逐渐下降,以后趋于稳定状态(表2)。高粱和谷子在苗期阶段,30厘米土层平均含盐分别在0.08和0.42%时即受抑制;到0.44和0.53%时即受到严重抑制以至于死亡。苗期至拔节期,30厘米土层平均含盐量在0.22—0.40%时植株仍能正常生长;达0.69和0.48%时才受到严重的抑制。

表2 高粱、谷子不同生育期的耐盐力(0—30厘米)

作物	盐害程度	苗期土壤全盐(%)				拔节期土壤全盐(%)				抽穗期土壤全盐(%)				成熟期土壤全盐(%)			
		0-5	5-15	15-30	0-30	0-5	5-15	15-30	0-30	0-5	5-15	15-30	0-30	0-5	5-15	15-30	0-30
高粱	正常	0.080	0.058	0.068	0.067	0.902	0.442	0.201	0.398	0.059	0.215	0.088	0.125	0.083	0.182	0.152	0.153
	受抑制	0.115	0.080	0.070	0.081*									0.242	0.260	0.194	0.224
	严重受抑制或死亡	0.371	0.539	0.405	0.444	2.510	0.445	0.243	0.688	0.946	0.525	0.325	0.495	0.520	0.190	0.153	0.226
谷子	正常	0.059	0.063	0.062	0.062	0.519	0.201	0.127	0.217	0.237	0.183	0.190	0.195	0.093	0.071	0.083	0.081
	受抑制	0.629	0.432	0.335	0.416					0.147	0.222	0.148	0.172	0.268	0.274	0.222	0.247
	严重受抑制或死亡	0.959	0.591	0.338	0.526	1.516	0.418	0.176	0.480					0.607	0.255	0.180	0.276

\* 开始受抑制。

当植株进入拔节至抽穗期时,耐盐力又逐渐下降,但仍保持在较高水平的耐盐程度上。从抽穗至成熟期,由于降雨逐渐增多,土壤产生压盐作用,难于断定其耐盐力。

谷子与高粱耐盐力的变化基本相同。如从表2中30厘米土层平均含盐量的数值来看,谷子在拔节期的耐盐力并不比苗期增强,但是在这个时期谷子的根系仍然分布在较浅的耕层中,起决定性作用的仍然是表土和亚表土的盐分含量(表2),按表土和亚表土的含盐量来看,谷子拔节期的耐盐力比苗期高。

作物耐盐力的表现不仅受当时土壤盐分含量

的制约,在很大程度上还决定于早期(尤其是苗期)受盐害程度的轻重,早期受了盐害必然会反映到后期的生育特征。因此,在衡量作物耐盐力时,必须研究前期受盐害的程度,以及不同时期土壤含盐量的变化。换句话说,作物的耐盐力是具有明显的阶段性和阶段联系性的。

## 二、高粱和谷子的耐盐性与土壤盐分组成的关系

高粱和谷子的耐盐性不仅与盐分含量有关,也受土壤盐分组成的影响(表3)。在耕层剖面的盐分组成中,Cl<sup>-</sup>和Na<sup>+</sup>的相对含量逐渐增多,HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

表3 高粱和谷子耐盐性与土壤盐分组成关系(0—30厘米)

作物	生育期	盐害程度	全盐(%)	阴离子(毫克当量/100克土)			阳离子(毫克当量/100克土)		
				HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup> + Na <sup>+</sup> (按差数)
高粱	苗期	生育正常	0.067	0.510	0.241	0.113	0.375	0.300	0.190
		受抑制	0.081	0.688	0.201	0.112	0.642	0.139	0.220
		严重受抑制或死亡	0.444	0.312	3.749	1.686	2.412	1.418	1.917
	拔节	生育正常	0.398	0.405	3.408	2.678	3.082	1.543	1.866
		严重受抑制或死亡	0.688	0.257	8.292	3.194	4.090	3.236	4.417
	抽穗	生育正常	0.125	0.612	1.022	0.349	1.104	0.664	0.215
		严重受抑制或死亡	0.495	0.434	5.971	1.938	3.423	2.419	2.501
	成熟	生育正常	0.152	0.553	0.442	1.294	1.320	0.728	0.241
		受抑制	0.224	0.326	1.617	1.616	1.440	0.872	1.247
严重受抑制或死亡		0.226	0.385	1.008	2.029	1.292	0.696	1.434	
谷子	苗期	生育正常	0.062	0.604	0.145	0.088	0.501	0.220	0.116
		受抑制	0.416	0.354	3.450	2.917	1.595	1.990	3.136
		严重受抑制或死亡	0.526	0.344	6.410	2.076	1.653	2.426	4.751
	拔节	生育正常	0.217	0.400	1.542	1.514	1.532	0.957	0.967
		严重受抑制或死亡	0.480	0.592	4.862	1.899	3.192	2.017	2.144
	抽穗	生育正常	0.195	0.681	0.558	1.647	1.168	0.840	0.878
		受抑制	0.172	0.642	1.233	0.830	1.456	0.762	0.487
	成熟	生育正常	0.081	0.701	0.275	0.170	0.560	0.456	0.130
		受抑制	0.247	0.517	3.033	0.663	1.488	1.594	1.131
严重受抑制或死亡		0.276	0.581	3.275	0.930	1.651	1.590	1.545	

土样由林澄菲同志化验

与  $Ca^{++}$  离子的相对含量逐渐减少,作物就开始表现出受抑制的象征。如  $Cl^{-}$  与  $Na^{+}$  的相对含量增加愈多,盐害作用愈重。这种现象在苗期和抽穗期表现得最为明显。谷子在抽穗期受抑制时的土壤含盐量虽较生育正常的为低,但在离子组成中因  $Cl^{-}$  离子占绝对优势,而使植株遭受抑制。

一般来说,阴离子中以  $HCO_3^{-}$  或  $SO_4^{--}$  为主,阳离子中以  $Ca^{++}$  为主时作物可正常生育。如盐分组成中以氯和钠为主,谷苗不能正常生育,甚至受到一定程度的抑制作用。土壤盐分组成中,离子的相对含量相接近,则因盐分总量的高低而影响作物的生长。

高粱观察情况与谷子不完全相同。可能是高粱与谷子的耐盐力有差异性,有待进一步研究。

表 3 还说明:各种离子对作物的危害是不同的,  $Cl^{-}$  的离子半径较小,对细胞的穿透力较强,在同浓度下,  $Cl^{-}$  的渗透压较  $SO_4^{--}$  大;  $Na^{+}$  是一价阳离子,离子半径较  $Ca^{++}$  小一半,易于透入细胞,危害植株的作用远较  $Ca^{++}$  为强。

### 三、高粱和谷子的耐盐性与土壤盐分浓度的关系

土壤盐分对作物的危害,主要是通过渗透作用,使细胞失水,渐渐消失生理机能;同时盐类离子还直接穿入细胞,毒害植株,破坏了正常的新陈代谢功能,使作物受到不同程度的抑制。

限于设备,我们此次暂采用土壤盐分浓度的计算结果作为初步探讨。虽然这种计算值与实测值存在一定的差值,有时甚至很大,不一定能够完全代表作物不同生育期间所能忍受的实际盐分浓度,但至少可以看出一般的规律(图1)。

初步研究结果,高粱和谷子受抑制的程度是随土壤盐分浓度的增大而加重。在谷子苗期,30厘米土层平均(下同)盐分浓度为4.1克/升时,生育正常;浓度为24.2克/升时生育受到抑制;浓度为28.2克/升时生育严重受抑制。高粱和谷子对土壤盐分浓度的忍耐限度,与第一节所述大体一致,也是苗期对土壤盐分浓度的耐受力最差,从苗期至拔节期,耐受力逐渐提高,从拔节一抽穗期,耐受力又开始下降。但从抽穗期一成熟期,由

于自然降雨显著增多,土壤盐分浓度显著降低,不宜作为最低限度的忍耐指标。同时,从抽穗一成熟期,土壤盐分浓度虽然陡降为6—9克/升,但对作物仍有不同程度的抑制,显然是与前期遗留的抑制作用分不开的。另外,高粱在苗期对盐分浓度的忍耐限度较谷子低,但至拔节期则有显著提高,并大大超过谷子。如苗期浓度为4克/升左右时,高粱和谷子均能正常生育,但浓度增至23克/升时,高粱即严重受抑制,增至28克/升时,谷子才严重受抑制。在拔节期却相反,当浓度为24.3和34.6克/升时,谷子和高粱均生育正常,浓度为43和46克/升时,谷子和高粱即严重受抑制。

土壤盐分浓度的变化,主要是受土壤可溶性盐总量及土壤水分状况所制约。因此,在分析作

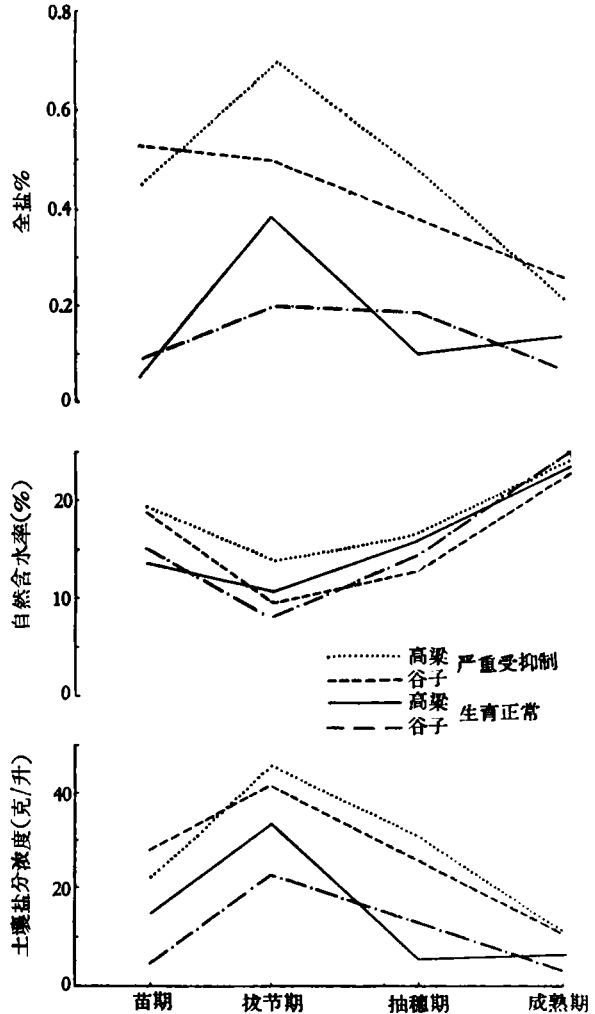


图 1 高粱、谷子耐盐性与土壤水分、盐分及盐分浓度的关系

物耐盐力时,不仅须考虑到土壤全盐量的指标,同时还应重视盐分浓度的变化情况。

#### 四、結 語

作物耐盐范围,是指作物受盐害作用不能正常生育时的盐分含量的变化幅度。由于作物种类、品种和生育阶段的不同,以及土壤的自然条件、水盐状况和耕作管理也不一样,所以各地作物耐盐范围是不一致的。

作物对土壤盐分的忍耐限度,可分为最小耐盐限度和最大耐盐限度。最小耐盐限度指生育正常到受抑制之间的土壤含盐量的变化幅度;最大耐盐限度是从受抑制到严重受抑制或死亡之间的盐量的变化幅度。

通过一年来在山东平原县董子园村的研究,初步总结出高粱和谷子的耐盐范围(表4)。但应指出,这个耐盐范围是在一定的土壤、气候、地形等自然条件下所测得的结果,不一定符合其他地区,以后应在各地总结资料才能获得较全面的数据。

表4 高粱谷子耐盐范围(0—30厘米)

作物	盐害程度	全盐(%)
谷 子	生育正常	0.06—0.21
	受抑制	0.21—0.41
	严重受抑制或死亡	0.41—0.52
高 粱	生育正常	0.06—0.32
	受抑制	0.32—0.44
	严重受抑制或死亡	0.44—0.68

#### 参 考 文 献

- [1] 江渊、任玉民: 盘锦地区水稻及旱作物耐盐能力的初步观察。土壤通报, 3期, 12—17页, 1959。
- [2] 黄宽礼: 塔里木河上游地区高粱推广品种的生育特性。新疆农业科学, 3期, 105页, 1964。
- [3] 盐碱地改良利用研究总结。菏泽农业科学研究所, 1960。(未刊稿)
- [4] 王文堂: 为什么盐土中 $Cl^-$ 比 $SO_4^{2-}$ 对作物的危害大? 土壤通报, 3期, 54页, 1958。
- [5] Л. И. 谢尔格也夫(罗宗洛等译): 植物的忍耐力。87页, 科学出版社, 1956。
- [6] 陈静生: 华北平原的景观及其地球化学特性。地理学报, 28卷3期, 203—215页, 1962。