

山东滨海盐渍棉田盐分和养分特征及对棉花出苗的影响

董合忠, 辛承松, 李维江, 唐薇, 张冬梅, 罗振

(山东棉花研究中心, 山东省棉花栽培生理重点实验室, 济南 250100)

摘要:在黄河三角洲6个县随机选择318块盐渍棉田,对0~20 cm土层盐分、有机质和主要养分含量分析表明,轻度(含盐量 $<2.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)、中度($2.5 \sim 4.49 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)和重度($>4.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)盐碱地所占的比例分别为44.3%、40.6%和15.1%。中度盐碱地N、P、K含量皆中等偏下,轻度盐碱地则是钾含量偏低;种植年限短的重度盐碱地有机质含量很低,碱解氮和有效磷含量严重不足,但含钾量高;种植年限较长的重度盐碱地有机质、碱解氮和有效磷的含量中等,但速效钾较低。滨海盐碱棉田土壤含盐量(y)和土壤溶液(水:土=5:1)电导率(x)回归方程为 $y=3.4058x+0.1427(n=27, R^2=0.9964^{**})$ 。当土壤含盐 $2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以下时,棉花基本能正常出苗、成苗;当含盐 $2 \sim 3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时,只有60%~78%的种子可以出苗,45%~55%的种子能够成苗;含盐超过 $4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时,出苗率40%左右,成苗率不足30%。根据滨海盐碱地的盐分和养分特征,采取合理的成苗技术和施肥技术是实现棉花高产的保证。

关键词:棉花;滨海盐碱地;盐分;养分;出苗

中图分类号:S562.048 **文献标识码:**A

文章编号:1002-7807(2009)04-0290-06

Characteristics of Salinity and Fertility in Coastal Saline Cotton Fields in Shandong and Their Effects on Cotton Emergence

DONG He-zhong, XIN Cheng-song, LI Wei-jiang, TANG Wei, ZHANG Dong-mei, LUO Zhen

(Cotton Research Center, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Shandong Provincial Key Lab for Cotton Culture and Physiology, Jifnan 250100, China)

Abstract: Soil samples (0~20 cm) from 318 saline cotton fields randomly selected in the Yellow River Delta were used to study the characteristics of salinity, contents of organic matter and major nutrients. The results showed that, of the total 318 saline fields tested, the lightly salty (LS) fields (salt content $<2.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$), moderately salty (MS) fields ($2.5 \sim 4.49 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) and severely salty (SS) fields ($>4.50 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) accounted for 44.3%, 40.6% and 15.1%, respectively. The levels of N, P, K in MS fields were moderate, but K level in LS fields was low. The contents of organic matter, N and P were deficient, but K content was abundant in SS fields where cotton had been planted shorter than 5 years. In contrast, the contents of organic matter, N and P were moderate, but K content was relatively low in SS fields where cotton had been planted longer than 5 years. Regression analysis showed a significant linear correlation between soil salt content (y) and soil solution conductivity (x) at 25°C ($y=3.4058x+0.1427, n=27, R^2=0.9964^{**}$). Normal emergence and stand establishment rates were obtained when soil salinity was lower than $2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$. Rates of emergence and stand establishment were reduced to 60%~78% and 45%~55%, respectively, when salinity was $2 \sim 3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$. The emergence and stand establishment rates were only about 40% and $<30\%$, respectively, in saline fields with salinity higher than $4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$. Reasonable agronomic measures for stand establishment and chemical fertilization should be taken according to the characteristics of salinity and fertility, to improve cotton productivity in saline fields.

Key words: cotton; coastal saline soil; salinity; nutrient; emergence

收稿日期: 2008-10-20

作者简介: 董合忠(1965-), 博士, 研究员, donghz@saas.ac.cn

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(nyhyzx07-005-02); 国家棉花现代产业技术体系岗位科学家经费资助

山东是滨海盐碱地面积最大的省份之一。其滨海盐碱地主要集中在黄河三角洲地区,适宜植棉^[1]。因此,利用棉花耐盐性强的特点,开发利用黄河三角洲地区的滨海盐碱地植棉,并不断提高现有盐碱棉田的棉花产量,是全面提升山东棉花生产水平、提高棉花市场竞争力的重要途径^[2-3]。盐渍棉田土壤盐分和养分特征是盐碱地植棉重要的依据和指导。但一直以来,有关盐渍棉田土壤肥力和盐分特征方面的研究主要集中在内陆盐碱地,迄今对滨海盐碱棉田的研究相对较少。而且,近 10 多年来,山东滨海盐碱地的规模、生态条件和耕作制度等都发生了很大变化^[3-5],其土壤盐分和养分也有所改变^[2,6];同时,由于棉花苗期的耐盐性较弱,滨海盐碱地植棉常常由于盐碱和低温等造成缺苗断垄和晚发迟熟,影响棉花产量和品质^[7]。因此,有必要在前人相关工作的基础上,深入研究滨海盐渍棉田的盐分和养分特征,以及盐分对棉花出苗和苗期生长的影响,为滨海盐碱地植棉提供直接的指导。

1 材料和方法

本文包括两个试验。第一个试验用于研究滨海盐碱地的盐分、养分特征以及土壤盐分的测定方法;第二个试验用于研究盐分含量对滨海盐碱地棉花出苗及棉苗生长的影响。

1.1 盐分和养分特征

先后于 2005 年 11 月下旬和 2007 年 3 月上旬在滨州市的无棣县和沾化县,东营市的垦利县、利津县、东营区和广饶县共 6 个县区随机选择 388 块棉田。初测其电导率,低于 $0.31 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 的 70 块非盐渍棉田淘汰,剩余 318 块棉田用于取样调查。每块地按 5 点取样法取 0~20 cm 的表层土样,室内晾干、磨碎后均匀混合待测。

电导率:将以上制备的土样加入蒸馏水中(土:水=1:5),在振荡机上振荡 3 min,过滤后,测定浸出澄清液的电导率,并乘以温度校正系数(F_x)校正为 25℃ 下的电导率。

总含盐量:用残渣烘干法测得土壤水溶性盐总量^[8]。

土壤有机质含量:采用 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\text{-H}_2\text{SO}_4$ 加热氧化, $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ FeSO_4 滴定法测得。

主要养分含量:土壤有效 N 含量采取碱解扩散法测定;土壤有效 P 含量采取 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

NaHCO_3 浸提,钼锑抗显色后比色测得;土壤有效 K 含量采取 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NH_4OAC 浸提火焰光度法测得。

1.2 出苗和棉苗生长

于 2003—2004 年的春季在垦利县永安镇选择含盐量不等的氯化物盐土棉田,采用鲁棉研 18 或鲁棉研 21 号脱绒包衣种子(发芽率 80% 以上)于 4 月下旬人工点播,每穴点 5 粒。大小行种植,大行行距 100 cm,小行行距 60 cm,株距 28 cm,播后盖膜。每块地选平整的区域作试验区,设 3 个重复,4 行区,小区长 5 m。另外,在播种当天取试验田 0~20 cm 的表层土样,用于土壤含盐量与棉花出苗、成苗的关系的分析,土样处理和测定方法同试验 1。

播种后 15 d 在每小区的中间两行调查出苗情况,播种后 35~40 d 调查成苗状况。按下式计算出苗率和成苗率。出苗率=出苗粒数÷(实际播种粒数×种子发芽率),成苗率=成苗粒数÷(实际播种粒数×种子发芽率)。成苗情况调查完毕后立即定苗,每穴留 1 棵,缺苗处不再补苗。播种 55 d 后测定棉苗株高,每小区自然拔出 5 棵棉株,以 Li-3000 叶面积仪测定单株叶面积,烘干后称重。

1.3 数据统计

所得数据采用 DPS 和 Excel 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 盐碱地棉田的含盐量

不同棉田的含盐量差别较大,高的接近 $10 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,低的只有 $1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 左右。根据前人对盐碱地棉花出苗的难易以及盐分对棉花产量影响等的研究报道^[9],这里把总可溶性盐分含量在 $1 \sim 2.49 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的棉田作为轻度盐碱地;可溶性盐分含量在 $2.5 \sim 4.49 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的棉田作为中度盐碱地;可溶性盐分含量在 $4.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以上的作为重度盐碱地。根据这一标准,统计所测 318 块盐碱棉田,轻度盐碱地、中度盐碱地和重度盐碱地各有 141、129 和 48 块,分别占 44.3%、40.6% 和 15.1%。由此可见,当前黄河三角洲滨海盐碱棉田主要以轻度和中度盐碱地为主,含盐量在 $4.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以上的重度盐碱地种植棉花的比例不大。

2.2 盐碱地棉田的肥力

从项目区 318 块盐碱棉田盐分和养分含量的测定结果(表 1)可以看出,三类盐碱地的有机质和养分含量差别很大。重度盐碱棉田、中度盐碱棉田

与轻度盐碱棉田相比较,有机质含量分别低 24% 和 13%,水解氮分别低 37% 和 29%,有效磷分别低 45% 和 15%。有效钾含量则以中度盐碱棉田最低,轻度盐碱棉田次之,重度盐碱棉田最高,但重度盐碱棉田的有效钾含量在不同棉田间差异很大,高的达到 $297 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,低的却只有 $57 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。总体来看,重度盐碱地 N、P 比较缺乏,中度盐碱地 N、P、K 的含量都不高,轻度盐碱地的钾含量则有些偏低。

我们在实际考察中还发现,重度盐碱地的肥力

表 1 不同盐碱地棉田的有机质和主要养分含量

Table 1 Contents of organic matter and main nutrients in cotton fields of different salinity

棉田类型	项目	含盐量 /($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	有机质 /($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	水解 N /($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	有效 P /($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	速效 K /($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)
重度盐碱	平均值	$6.6 \pm 1.4^*$	8.3 ± 2.7	43.4 ± 21.6	8.7 ± 5.7	160 ± 66
	变幅	4.6~9.7	4.7~11.6	15~78	1.5~21.8	57~297
中度盐碱	平均值	3.5 ± 0.5	9.5 ± 1.6	48.7 ± 11.3	13.4 ± 5.1	114 ± 42
	变幅	2.6~4.2	7.0~11.4	18.0~70.0	2.1~30.0	72~133
轻度盐碱	平均值	1.4 ± 0.5	10.9 ± 1.8	69.0 ± 16.0	15.7 ± 12.9	125 ± 21
	变幅	1.1~2.4	8.0~14.0	33.0~89.0	7.0~45.0	95~156

注: * 为平均数 \pm SD,下同。

表 2 开垦植棉年限不同的重盐碱棉田的有机质和养分含量

Table 2 Contents of organic matter and main nutrients in saline fields of different years for cotton cultivation

棉田类型	项目	含盐量 /($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	有机质 /($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	水解 N /($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	有效 P /($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	速效 K /($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)
植棉不满 5 年 的重度盐碱地	平均值	7.5 ± 1.8	5.8 ± 0.7	26.3 ± 11.0	4.2 ± 2.1	213 ± 41
	变幅	5.2~9.7	4.7~7.0	15~50	1.5~7.1	185~297
植棉超过 5 年 的重度盐碱地	平均值	6.2 ± 1.3	10.5 ± 1.4	58.1 ± 16.2	12.6 ± 4.7	114 ± 43
	变幅	4.7~8.7	8.5~1.2	32~78	6.3~21.7	57~186

2.3 土壤溶液电导率和含盐量的关系

采用残渣烘干法测得 27 块棉田土壤的总可溶性盐含量,通过与 5:1 浸提液的电导率的回归,建立两者的直线回归关系如图 1。滨海盐碱棉田土壤溶液的电导率(x)和土壤含盐量(y)呈显著直线相关($n=27, R^2=0.9964^{**}$)。这一关系可用于盐碱地含盐量的换算。

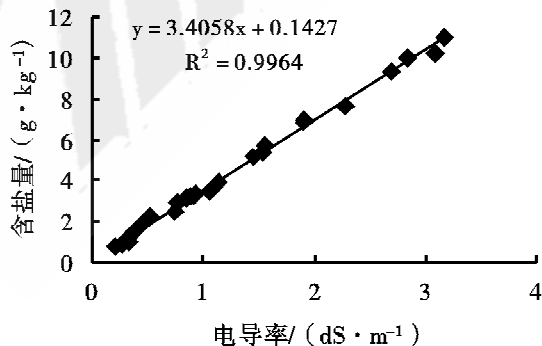


图 1 土壤溶液含盐量和电导率的回归关系

Fig. 1 Regression between soil conductivity and salt content

高低与开发植棉的年限有关。据此,我们把重度盐碱地又进一步分成两类进行统计:一类是开垦植棉在 5 年之内的盐碱地,地力水平较差;另一类是开垦植棉的年份多在 5 年以上的盐碱地,地力水平较高(表 2)。开发年限短的盐碱地有机质含量极低,碱解氮和有效磷含量也严重不足,但含钾量最高;开发年限较长的盐碱地的肥力与中度盐碱地基本相当,有机质、碱解氮和有效磷的含量中等,但速效钾含量有些偏低。

2.4 对出苗、成苗的影响

根据对不同含盐量棉田棉花出苗情况的调查(表 3),当土壤含盐量在 $2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以下时,棉花种子基本能正常萌发,出苗率在 80% 以上,成苗率接近 70%,生长也比较正常;当土壤含盐量在 $2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \sim 3.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时,萌发出苗受到较重影响,虽然有 70% 左右的种子能够出苗,但只有 50% 左右能够成苗;超过 $4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时,只有 40% 左右的能够出苗,成苗率只有 25% 左右。同时,出苗期也随着盐分升高而大大延长,说明盐分不仅影响出苗率,还影响出苗时间。

通过回归分析,发现出苗期(y)与土壤含盐量(x)的关系为:

$$y = 2.0028x + 2.2145 \quad (n=14, R^2 = 0.9536);$$

出苗率(y)与土壤含盐量(x)的关系为:

$$y = -17.675x + 115.9 \quad (n=14, R^2 = 0.9711);$$

成苗率(y)与土壤含盐量(x)的关系为:

$$y = -19.668x + 106.82 \quad (n=14, R^2 = 0.9496).$$

表 3 地膜覆盖下不同含盐量滨海盐渍土的棉花出苗情况

Table 3 Cotton emergence and stand establishment rates in different salty fields under plastic mulch

2003				2004			
土壤含盐量 /(g·kg ⁻¹)	出苗期	出苗率 /%	成苗率 /%	土壤含盐量 /(g·kg ⁻¹)	出苗期	出苗率 /%	成苗率 /%
0.73	4a	100a	92.8a	0.70	4a	100a	93.5a
1.22	5ab	98.5ab	89.5ab	1.13	4a	98.3b	90.5ab
1.72	6b	86.6c	70.6c	1.70	6b	84.1c	72.4c
3.28	7b	63.3d	50.4d	2.98	8c	70.2d	49.4d
3.76	9c	49.3e	30.5e	3.67	9c	52.3e	20.5e
4.66	11d	26.6f	8.2f	4.11	12d	30.1f	10.1e
6.02	15e	10.1g	0g	5.76	14e	20.7g	2.1f

注:两年皆为4月28日播种,穴播,地膜覆盖。采用鲁棉研18和21号脱绒包衣棉种。出苗期为播种至出苗的天数。同一列内标注不同字母者表示差异显著(P=0.05)。

表 4 不同土壤含盐量对棉苗生长的影响

Table 4 Effects of salinity on cotton seedling growth in saline fields

含盐量 /(g·kg ⁻¹)	单株真 叶数/片	单株叶 面积/cm ²	单株地上 干重/g	单株地下 干重/g	单株总 干重/g	根冠比	主根长 /cm	一级侧根 /(条·株 ⁻¹)
0.51	10.3a	294a	3.24a	1.98a	5.22a	0.61a	36.7a	27.2a
1.24	9.5ab	278b	3.16a	1.81b	4.97a	0.57b	28.4b	24.6b
2.16	7.5c	164c	2.76b	1.24c	4.00b	0.45c	21.2c	21.1c
3.38	7.3c	119d	2.02c	0.82d	2.84c	0.41c	16.5d	18.0c
5.09	6.0d	65e	1.41d	0.45e	1.86d	0.32d	8.2e	11.9d

注:含盐量为早春(3月8日)取样(0~20 cm)测定结果,生长指标为播种后55天的测定结果(4月25日播种,6月19日测定)。同一列内标注不同字母者表示差异显著(P=0.05)。

2.5 对棉苗生长的影响

据2005年的试验观察,在地膜覆盖栽培条件下,0~20 cm土壤含盐量超过2 g·kg⁻¹时,播种后55 d的单株干重比对照(0.51 g·kg⁻¹)降低了50%,含盐量超过3 g·kg⁻¹时单株干重降低了67%,超过5 g·kg⁻¹时则降低了75%,含盐量越高,对植株生长的不利影响越大(表4)。另外发现,随着含盐量的升高,根冠比明显减少,说明盐离子对根系生长的影响大于对地上部生长的影响。

3 讨论

3.1 滨海盐碱地的盐分和肥力特征

我国的滨海盐碱地按地理位置和行政区划可以分为长江口以南和长江口以北两大区域^[10]。长江口以南的滨海盐碱地主要包括浙江、福建、广东、广西和海南等省的滨海盐土,面积较小,分布零星,基本不种植棉花;长江口以北的滨海盐碱地包括江苏、山东、河北、天津、辽宁等省市的滨海盐土,面积大,且河口还在不断地向浅海推进形成新的土地,成为中国棉花的重要产区,其中又以现代黄河冲积三角洲为核心的鲁北滨海盐碱地区的植棉规模最大^[11]。鲁北滨海盐碱地区从行政区划上包括东营市的垦利县、河口区、利津县、东营区和广饶县,滨州市的沾化县和无棣县,潍坊市的寿光市、昌邑市

和寒亭区等,常年植棉面积35万hm²左右。

现代黄河冲积三角洲盐碱地,地势较其它滨海地区为高,土质东粘西沙,尤其是远海地区多为粉砂壤土,土壤肥力低,毛管性能强,土壤易于积盐;另外,土壤释水性弱,排水性能低,土壤粘聚力小^[12]。一般认为,鲁北滨海盐碱地有机质含量低,并且“贫氮、缺磷、富钾”^[11]。我们在前文^[2]对小范围内不同滨海盐碱棉田的土壤养分测定发现,高产田的有机质含量较高,而中产和低产田的有机质偏低;高产田和中产田的碱解氮较高,而低产田偏低;盐渍棉田的速效磷含量普遍偏低,而低产田的速效钾含量很高。总体来看,只有低产盐碱地符合有“有机质含量低、贫氮、缺磷、富钾”的传统观点。本文按照含盐量将棉田分为重度、中度和轻度盐碱地三类,在扩大调查范围、加大样本量的条件下测定发现,总体上重度盐碱地N、P比较缺乏,中度盐碱地N、P、K都不高,轻度盐碱地的钾含量偏低。就重度盐碱地而言,种植年限短的具有“有机质含量低、贫氮、缺磷、富钾”的特征,这可能与该类盐碱地种植培肥时间短,没有得到根本性改良有关;而种植年限长的,其氮、磷的含量明显提高,这应该是常年种植培肥的结果,但钾的含量显著降低。据此,我们认为,种植年限短的重度盐碱地要把培肥地力、提高有机质含量作为提

高棉花产量的突破口,化肥运筹上要重施氮、磷肥,不施钾肥;种植年限长的重度盐碱地和中度盐碱地应在继续培肥地力的基础上,氮、磷、钾平衡施用;轻度盐碱地要在平衡施肥的基础上,根据产量目标重施磷肥和钾肥。

3.2 土壤溶液电导率和含盐量的换算

盐碱地土壤盐分含量多采用电导法测定。但是,溶液的电导度不仅与溶液中盐分的浓度有关,而且也受盐分的组成成分的影响^[13]。因此要使电导率的数值能符合土壤溶液中盐分的浓度,必须预先用所测地区不同盐分含量的代表性土样,用残渣烘干法测得土壤水溶性盐总量,再以电导法测其土壤溶液的电导度,换算成电导率(EC),计算出回归方程。土壤溶液盐分用同一型号的电导仪测得其电导率,即可根据其回归方程算出土壤水溶性盐总量。本文通过残渣烘干法测得27块棉田土壤的总可溶性盐含量,与5:1浸提液的电导率的直线回归,建立了两者直线回归关系为 $y = 3.4058x + 0.1427$ 。该方程对准确、简便的测定该区的土壤含盐量具有实践意义。

3.3 盐碱地棉花出苗和棉苗生长

棉花播种出苗期间,恰好是盐碱地返盐最甚、盐害最严重的4月和5月份,容易出现出苗慢、死苗重,甚至缺苗断垄、大片死苗现象。因此,萌发、出苗和成苗是盐渍土棉花生产中的一大难题。据杨兆庚^[9]在盆栽条件下的观察,当土壤含盐量提高时,出苗率降低,出苗期延长。本文在滨海盐碱地大田的研究结果与前人在盆栽条件下的研究结果基本一致。当土壤中含盐量在 $2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以下时,棉花基本能正常萌发,出苗率在85%以上,成苗率在70%左右,生长也比较正常;当含盐量在 $2 \sim 3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时,萌发出苗受到严重影响,只有60%~78%的种子可以出苗,45%~55%的种子能够成苗;超过 $4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时,棉花出苗只有40%左右,成苗率不足30%,进一步说明,即使采用地膜覆盖,在根层盐分超过0.3%也能够显著抑制棉花种子萌发、出苗,并推迟出苗时间。

在盐碱地上种植棉花,出苗以后保苗也十分关键。棉花幼苗的拒盐能力很差,盐离子大量进入棉株体内,产生毒害作用^[14-15]。这些毒害作用包括:外界高浓度 Na^+ 抑制根系对 K^+ 、 Ca^{2+} 等离子元素的吸收,造成植株体内离子不平衡;过量 Na^+ 导致植株细胞质膨胀、变形并取代质膜上 Ca^{2+} ,破坏质膜的选择透性,使胞内离子大量外

渗,造成胞内离子不平衡,破坏细胞的正常生理功能;由于大量 Na^+ 流入细胞,影响一些酶的结构和功能,抑制细胞的正常新陈代谢^[6,16]。本研究发现,盐分胁迫下,显著影响了棉苗的生长,且0~20 cm土壤含盐量越高,对植株生长的影响越大。需要特别注意的是,随着含盐量的升高,根冠比明显减少,说明盐离子对根系生长的影响大于对地上部的影响。盐碱地棉花根系发育差可能是盐碱地棉花更容易早衰的一个重要原因。

根据本试验的结果,滨海盐碱地棉田含盐量不超过 $2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时,采用地膜覆盖直接播种可以实现一播全苗;含盐量在 $2 \sim 3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时,通过轻度压盐($900 \sim 1200 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)或适当增加播种量,然后地膜覆盖,能基本实现一播全苗;超过 $4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时,仅通过地膜覆盖和增加播种量难以实现全苗,此时必需采用较大水量($1500 \sim 2000 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)的淡水压盐后,再采用地膜覆盖或沟种等技术才能实现一播全苗。

4 结论

本文对黄河三角洲盐渍棉田的调查和测定表明,该区现有棉田以轻度和中度盐碱地为主,重度盐碱地植棉的规模和比例不大。中度盐碱地的有机质含量一般,N、P、K含量中等偏下;轻度盐碱地有机质含量和N、P含量较高,但是有效钾含量偏低;种植年限短的重度盐碱地有机质含量很低,碱解氮和有效磷含量严重不足,但含钾量高,具有典型的“缺氮、贫磷、富钾”的特征;种植年限较长的重度盐碱地有机质、碱解氮和有效磷的含量中等,但速效钾较低。这些特征可作为滨海盐渍棉田改造和施肥的重要依据。

滨海盐碱地棉花出苗、成苗受土壤含盐量的显著影响。当含盐量超过 $4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时,出苗率只有40%左右,成苗率不足30%。这是必须采用淡水压盐和地膜覆盖等措施才能实现全苗。

研究建立了滨海盐碱棉田土壤含盐量和土壤溶液电导率(x)回归方程,可以通过电导法准确简便地测算出含盐量。

致谢:

滨州市农业局陈汝勇研究员、东营市农业局苗兴武研究员协助取样和调查,无棣县、沾化县、垦利县、利津县、东营区和广饶县农业局在试验和调查过程中给予了多方支持,谨致谢意!

参考文献:

- [1] 李文炳. 山东棉花[M]. 上海:上海科学技术出版社, 2001:407-415.
LI Wen-bing. Shandong cotton [M]. Shanghai: Shanghai Press of Science and Technology, 2001:407-415.
- [2] 董合忠, 辛承松, 唐 薇, 等. 山东东营滨海盐渍棉田盐分与养分的季节性变化及对棉花产量的影响[J]. 棉花学报, 2006, 18 (6): 362-366.
DONG He-zhong, Xin Cheng-song, Tang Wei, et al. Seasonal changes of salinity and nutrients in the coastal saline soil in dongying and their effects on cotton yield [J]. Cotton Science, 2006, 18(6): 362-366.
- [3] DONG He-zhong, Li Wei-jiang, Tang Wei, et al. Furrow seeding with plastic mulching increases stand establishment and lint yield of cotton in a saline field [J]. Agron J, 2008, 100: 1640-1646.
- [4] 关元秀, 刘高焕. 黄河三角洲盐碱地动态变化遥感监测[J]. 国土资源遥感, 2003(2): 19-23.
GUAN Yuan-xiu, Liu Gao-huan. Remote sensing detection of dynamic variation of the saline land in the Yellow River Delta [J]. Remote Sensing for Land & Resources, 2003(2): 19-23.
- [5] 关元秀, 刘高焕, 刘庆生, 等. 黄河三角洲盐碱地遥感调查研究[J]. 遥感学报, 2001, 5 (1): 46-52.
GUAN Yuan-xiu, Liu Gao-huan, Liu Qing-sheng, et al. The study of salt affected soils in the Yellow River Delta based on remote sensing [J]. J Remote Sensing, 2001, 5 (1): 46-52.
- [6] 辛承松, 董合忠, 唐 薇, 等. 不同肥力滨海盐土对棉花生长发育和生理特性的影响 [J]. 棉花学报, 2007, 19 (2): 124-128.
XIN Cheng-song, Dong He-zhong, Tang Wei, et al. Effects of coastal saline soils with different fertility on plant growth and development as well as physiological characteristics in cotton [J]. Cotton Science, 2007, 19 (2): 124-128.
- [7] 李振怀, 鲁合全, 唐 薇, 等. 滨海盐土地膜覆盖对抗虫棉产量和熟相的影响[J]. 中国农学通报, 2008, 24 (6): 351-353.
LI Zhen-huai, Lu He-quan, Tang Wei, et al. Effects of plastic mulching on yield and maturity performance of Bt transgenic cotton in a costal saline field [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2008, 24 (6): 351-353.
- [8] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 163-165, 178-199.
BAO Shi-dan. Agricultural and chemical analysis of soil [M]. Beijing: China Agriculture Publishing, 2000: 163-165, 178-199.
- [9] 杨兆庚. 土壤盐分与水分含量对棉苗生育的影响[J]. 中国棉花, 1986(3): 38-40.
YANG Zhao-geng. Effects of soil salinity and moisture on cotton seedling growth and development [J]. China Cotton, 1986(3): 38-40.
- [10] 王遵亲, 祝寿泉, 尤文瑞, 等. 中国盐渍土[M]. 北京: 科学出版社, 1993: 130-211.
WANG Zun-qin, Zhu Shou-quan, You Wen-rui, et al. Salt soil of china [M]. Beijing: Science Press, 1993: 130-211.
- [11] 刘淑瑶, 谢逸民. 近代黄河三角洲土壤盐渍空间动态及农业综合开发利用[J]. 土壤通报, 1993, 24 (专辑): 3-4.
LIU Shu-yao, Xie Yi-min. Spatial dynamics of soil salinity in Yellow River Delta and the agricultural exploitation [J]. Chinese J Soil Sci, 2003, 24 (S): 3-4.
- [12] 王春裕, 武志杰, 王汝镛, 等. 近代黄河三角洲的滨海盐渍土及其开发利用[J]. 土壤通报, 2001, 32(S1): 1-2.
Wang Chun-yu, Wu Zhi-jie, Wang Ru-yong, et al. Seaside saline soil of Neo-delta of Yellow River and its exploitation and utilization [J]. Chinese J Soil Sci, 2001, 32(S1): 1-2.
- [13] 刘广明, 杨劲松. 土壤含盐量与土壤电导率及水分含量关系的实验研究[J]. 土壤通报, 2001, 32(6): 85-87.
LIU Guang-ming, Yang Jin-song. Study on the correlation of soil salt content with electric conductivity and soil water content [J]. Chinese Journal of Soil Science, 2001, 32 (6): 85-87.
- [14] RAZZOUK S, Whittington W J. Effects of salinity on cotton yield and quality [J]. Field Crop Res, 1991, 26: 305-314.
- [15] MELONI D A, Oliva M A, Martinez C A. Photosynthesis and activity of superoxide dismutase, peroxidase and glutathione reductase in cotton under salt stress [J]. Environ Exp Bot, 2003, 49: 69-76.
- [16] 辛承松, 董合忠, 唐 薇, 等. 棉花盐害与耐盐性的生理和分子机理研究进展[J]. 棉花学报, 2005, 17 (5): 309-313.
XIN Cheng-song, Dong He-zhong, Tang Wei, et al. Physiological and molecular mechanisms of salt injury and salt tolerance in cotton [J]. Cotton Science, 2005, 17(5): 309-313. ●