

# 土壤知识通俗讲稿

## 八、鹽土与碱土

黃照愿

我国境内的鹽渍土,主要分布在渤海沿岸、苏北、华北平原的河北中南部、河南、山东等省。西北的新疆、陝西、青海、内蒙,宁夏的银川、东北的松辽平原以及浙江、福建、广东沿海一带均有零星分布。根据农业部初步估计約有四亿亩。这样大面积的鹽渍土,对我国农业生产影响很大,尤其是在发展农业灌溉的过程中,由于不合理的灌溉,致使土壤发生次生鹽渍化,因此了解研究鹽渍土的生成、性质和改良利用是一项重要工作。本文就有关鹽渍土作一般介绍。

### 一、什么叫做鹽渍土

鹽渍土(包括鹽土与碱土)是指土壤本身含水溶性鹽类的数量,达到危害作物的正常生长与发育,这种土壤就叫做鹽渍土。一般土壤中水溶性鹽类的组成主要有三种阳离子(鈉、鈣、鎂)和四种阴离子(碳酸根、重碳酸根、氯根、硫酸根)的鹽类。而按这些阴阳离子可以组成 12 种常见的鹽类:

食鹽(NaCl)	硫酸鎂(MgSO <sub>4</sub> )
石灰(CaCO <sub>3</sub> )	芒硝(Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )
碳酸鎂(MgCO <sub>3</sub> )	碳酸氫鈣(Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )
碳酸鈉(Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	碳酸氫鎂(Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )
碳酸氫鈉(Na(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )	氯化鈣(CaCl <sub>2</sub> )
氯化鎂(MgCl <sub>2</sub> )	石膏(CaSO <sub>4</sub> )

又可按其溶解度分成三种溶性鹽类:

易溶性鹽类: 氯化鈉, 硫酸鈉, 碳酸鈉, 碳酸氫鈉, 氯化鈣, 氯化鎂, 硫酸鎂

中度溶性鹽类: 硫酸鈣

难溶性鹽类: 碳酸鈣, 碳酸鎂

当土壤中含有这些鹽类时,而其中一种鹽的含量或它们的总量在土壤溶液中超过一定限度的时候,它们就危害作物的生长与发育。一般的计算是当土壤含鹽量(总鹽量)达 0.5—1% 时作物就不能生长(而一般鹽类含量大于 0.1% 时,对作物产量与质量就发生影响),这种土壤就叫鹽土。如果土壤中含有很多碳酸鈉或重碳酸鈉(苏打或小苏打),并危害作物正常生长时,那么,这种土壤就叫做碱土。

所以说,鹽土与碱土是指二种不同的土壤:一种是指鹽化的土壤,另一种是指碱化的土壤,但它们都是属于鹽渍土范畴的土壤,故把鹽土与碱土統称为鹽渍土。

现将它们的形成分别叙述:

### (一) 鹽土形成的原因

(1) 地形的影响:地形的高低对鹽土的形成有很大的关系。首先地形可以影响地下水的高度、矿化度的大小。在低窪或封閉的地形降雨后雨水把鹽分从高处帶到低处积累起来,加上水位高,排水不通暢,地下水矿化度就比较高(地下水矿化度可高至 2.5—10 克/升)。鹽分容易随毛管水上升到地表,水分蒸发以后,鹽分积累于地表,容易形成鹽土。土壤鹽渍亦較重。相反的地势比较高的地方,地下水埋藏比較深,排水通暢(地下水矿化度小于 0.5 克/升),鹽化很輕,甚至无鹽化发生(如图 1)。

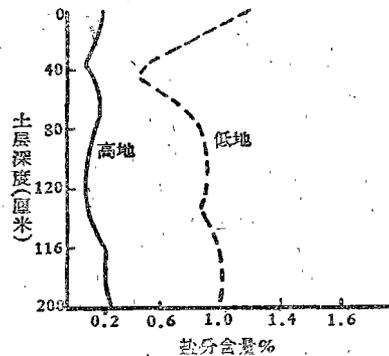


图 1 不同地形部位对鹽积累的影响

但是,小地形对土壤鹽渍化情况就有所不同,一般小地形高起之处,由于暴露面大,蒸发作用强烈的进行。低处鹽分可向高处不断汇集,故高处往往比低处鹽化为重。也就是通常见到一块地上相距一米左右,而土壤含鹽量相差就很大,两处作物生长亦不一样。如人工堆成的土台、土埂或高出地面的道路,鹽化都較周围土壤为重。又如人工耕种所培修的田壟,壟背比壟溝鹽化重(如图 2)。

(2) 地下水的影响:地下水矿化的程度对鹽土的

形成有很大的关系。一般平原中土壤发生鹽渍化的原因,主要是受地下水和地形的影响。地下水的来源主要是靠河水的补给,其次是降雨水和灌溉水等,加上各地区气候的差異,影响矿化度的高低和土壤含鹽量的大小。根据試驗,当地下水埋藏深度高于临界水位时,地下水矿化度对土壤鹽化程度的关系很密切。分析結果,当地下水矿化度小于1克/升时,土壤含鹽量(一米土体平均含鹽量)小于0.1%,土壤非鹽渍化。矿化度为1—2克/升时,土壤含鹽量可达0.1—0.3%,土壤发生輕鹽渍化。矿化度为5克/升时,土壤含鹽量可达0.3—0.6%,土壤发生中度鹽渍化。矿化度为20克/升时,土壤含鹽量可高至1%左右,土壤发生重鹽渍化。

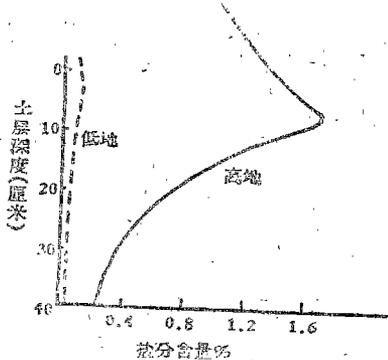


图2 小地形对鹽分积累的影响

由此說明了地下水矿化度的高低,直接影响到土壤鹽化程度。而矿化度的高低是与地区、气候、地形、母質等条件有关。因此了解地下水矿化度的变化,就能了解土壤鹽渍化的真相,从而能很好地进行改良利用。

(3) 土壤質地的影响:土壤含鹽量的多少与土壤質地的不同关系很大。因为土壤質地不同,土壤毛管水的运行亦不同,因而影响到土壤鹽渍化的差異。如土壤質地粘重,毛管水上升緩慢;質地愈沙,毛管水上升愈短;壤質的土壤毛管作用最好。所以粘性土壤和沙性土壤鹽渍化比壤質土壤輕。在土壤剖面中,如有一定厚度的膠泥层,土壤水分及鹽分受到膠泥层阻隔的影响,土壤鹽渍化亦較輕。

(4) 人为活动的影响:由于人为不合理的灌溉引起地下水位升高,造成土壤鹽渍化。其原因是无节制灌水,灌水量太大,灌溉渠道滲漏,溢水网設置不合理或其他管理工作不妥而引起土壤发生次生鹽渍化。根据水利部在17个灌区的初步統計:发生次生鹽渍化的土壤,佔灌溉面积的30%(約为370万亩)。如河北的金門灌渠次生鹽渍化土壤佔灌溉面积的42%,宁夏的銀川灌区次生鹽渍化佔30%,內蒙后套佔34%,河南的引黄灌区佔32%,吉林的郭前旗灌区佔85%,山西汾河灌区佔19%,陕西的涇惠渠灌区佔3.5%等。这些地区发

生次生鹽渍化的原因,主要是由于渠道設計布置不周、灌溉水質不良以及耕作管理不好,几次灌溉后发生了鹽渍化。由此,說明了防止土壤次生鹽渍化的重要性。

(5) 气候的影响:我国土地辽阔,北方与南方气候变化很大,有多雨、湿润的南方和少雨、干旱的北方。从我国鹽渍土分布的地区来說,大約在年雨量500—800毫米范围。在这些地区由于蒸发量大于降雨量(如华北平原蒸发量大于降雨量2—3倍,內蒙蒸发量大于降雨量5—7倍,新疆大于10多倍),地面蒸发作用很强,因而降雨不能够把土壤中由化学风化所形成的鹽或由地下水蒸发所积累的鹽洗淨;随着蒸发,土壤的水分連同鹽分上升积累于地表而发生鹽渍化。相反的,在我国南方除沿海一带由于受海水影响有鹽渍化土壤发生外,其他地区一般是沒有鹽渍化土壤。这是因为,这些地区降雨量較大,降雨季节能将土壤中含有的溶性鹽类淋洗出土层,通过地下水的逕流排掉。因此,南方土壤中一般含有溶性鹽类极少,无鹽渍化发生。

## (二) 鹽土的性质

鹽土一般是碱性反应, pH 在8.0以上,当土壤中含有许多溶性鹽类时,就会阻碍作物对水分养分的吸收,危害作物的生長,甚至死亡。鹽土中具有各种不同种类的鹽类,这些不同的种类,首先是决定于土壤地下水矿物质的特点,例如含有氯化物的地下水产生氯化物鹽土,含有硫酸和碳酸鈉的地下水产生硫酸鹽土和碳酸鈉鹽土等。

一般鹽土具有下列性质:

根据化学成分按阴离子可以分成:氯化物鹽土,硫酸鹽氯化物鹽土,氯化物硫酸鹽土,硫酸鹽土和碳酸鹽土。按阳离子可分为鈉鹽土、鈉鈣鹽土、鈣鈉鹽土等。

根据形态可分为:

結皮鹽土:多为氯根( $Cl^-$ )和硫酸根( $SO_4^{2-}$ )的白色鹽結皮或白色鹽霜。

蓬松鹽土(疏松鹽土):主要为  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ (带有結晶水硫酸鈉)鹽类,結皮下有一层細粒状蓬松土层,厚度不一,大約在5—10厘米左右。

淺色草甸鹽土:主要含有較多硫酸鹽或氯化物鹽类,其次为重碳酸鹽类。

潮湿鹽土:多为氯化鎂( $MgCl_2$ )和氯化鈣( $CaCl_2$ )鹽类,因为吸湿性很强,所以土壤表現得潮湿(返潮現象)。

苏打鹽土:主要含有碳酸鈉,或称苏打( $Na_2CO_3$ )和碳酸氫鈉( $NaHCO_3$ );土壤表层具有酚酞反应。

根据土壤中含有的鹽分对作物的危害程度划分不

同鹽漬土(以华北平原內陆鹽土为例):

- 非鹽漬土:土壤含鹽量小于0.1%
- 輕鹽漬土:土壤含鹽量0.1—0.3%
- 中鹽漬土:土壤含鹽量0.5—0.6%
- 重鹽漬土:土壤含鹽量0.6—1%
- 鹽土:土壤含鹽量大于1%

不同地区应根据具体情况进行划分。

### (三) 碱土的形成

碱土的成因很多,目前还在研究中,一般說来,在鹽土形成过程中,土壤中积累了大量的鈉鹽(硫酸鈉、氯化鈉),于是土壤中溶液的鈉离子浓度逐渐增高。在浓度较高的条件下,則鈉离子与土壤吸收复合体中的阳离子(鈣离子)发生交换作用,由于离子交换的结果,土壤吸收复合体中的鈣离子被代换出来,逐渐为鈉离子所饱和,与土壤中的碳酸和碳酸鹽作用,形成碳酸鈉,土壤呈碱性反应,形成碱土。

### (四) 碱土的性质

碱土由于含有比較多的碳酸鈉( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), pH 高达9—10或更高,因此土壤膠体遭受到破坏,无机膠体的矽(Si)、鋁(Al)、鉄(Fe)和腐殖膠体均具有較大溶解度。虽在降雨很少的情况下,也会被淋洗到土壤下部,因而構成了土壤的特殊剖面,上部为淺灰白色或灰白色的淋溶层,淋溶层下为顏色較深棕褐色、紧实、柱狀結構、富碳酸鈉和代換性鈉的淀积层。再下为鹽类聚积层。

由于土壤吸收复合体为鈉离子所饱和,土壤物理性状很差,湿时易分散、泥濘、透水性极差。在干燥时土壤紧实、紧实、裂成垂直的裂縫,呈現柱狀結構,此为碱土的主要特征。

## 二、鹽漬土与作物生長的关系

作物的生長需要許多有机和无机的营养物质和水分,才能正常的发育与生長,而这些养分和水分絕大部分是靠土壤不断的供給,但是,不同的作物所需要的养分不同。如果这些养分和水分过多或过少对作物生長都不利,同样土壤中含有的鹽类过多时,就会抑制作物的生長与发育,甚至死亡。为什么說,发生鹽漬土的地区,作物生長不好,有的地区寸草不生,就是因为土壤中含有过多的鹽碱,而这些鹽碱都是不利于作物生長的需要,相反的起毒害作用。

### (一) 鹽分对于作物种子发芽的影响

鹽渍土上作物生長的好坏、产量的高低与种子的发芽率有很大关系,一般土壤中(表層耕作层)含鹽量达到0.2—0.3%以上时,种子发芽率即开始受到影响,鹽分浓度愈大种子从溶液中吸收为膨脹与发芽所需的水分愈困难,故发芽率愈低。根据华东农科所的

研究,鹽分对棉花发芽的影响与土壤水分条件有关,如表1。

表1 棉花出苗和水分鹽分的关系

水分(%)	鹽分(%)	出苗情况
14	0.1 以下	可以
16	0.2 以下	可以
22	0.25 以下	可以
19	0.30 以上	只发芽不出苗
25	0.4	尚能发芽但不出苗
不論多少	0.5 以上	难发芽

由此,說明了含鹽量少的土壤,采用保墒措施是有利于作物的出苗。

### (二) 鹽分对作物生長的影响

鹽分对作物生長的影响,表现在植株矮小,叶色藍綠。鹽分较重时,植株頂部呈干枯現象,叶片发生焦枯現象。一般來說,鹽分浓度愈高,作物的产量愈低。根据資料分析結果,棉花在土壤含鹽量0.3%以下可以正常生長,而当含鹽量大于0.6%时,便不能生長。苜蓿在含鹽量0.85%的土壤中仍可以正常生長;而小麦、谷子、玉米等作物的耐鹽度均較低。

一般土壤(1米土体内平均含鹽量)含鹽量小于0.1%时,作物生長良好,不受影响。土壤含鹽量在0.1—0.3%时,一般作物生長正常或輕微受抑制。土壤含鹽量在0.3—0.6%时,作物生長受到抑制,缺苗 $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{5}$ 。土壤含鹽量在0.6—1%时,作物生長受到严重抑制,缺苗达 $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ ,土壤含鹽量大于1%时,所有作物均不能生長。

各种作物耐鹽度(表層20厘米全鹽量)根据宁夏銀川灌区的調查資料(表2)可以看出,不同作物耐鹽

表2 各种作物耐鹽度(表層20厘米)

作物	全鹽量%	生長情况
春小麦	0.26—0.31	生長正常或良好
	0.31—0.36	生長受显著抑制
	0.58	不能出苗或死亡
糜子	0.39	生長正常或良好
	0.53	生長受显著抑制
	0.94	不能生長
馬鈴薯	0.10	生長正常
	0.40	缺苗很多
	0.42	沒有出苗

度是不相同的,但一般在含鹽量大于0.4%时,作物生長就发生困难,几乎不能生長。

### (三) 碱土对于作物生長的影响

碱土物理性状很差,干时坚硬,湿时泥濘,通气与透水不良,使作物难扎根伸展。碱土中由于含有多量的代換性鈉离子,影响作物生長。另一方面,碱土中碳酸鈉含量較多,对作物根、莖有极大的腐蝕作用。因此,发生碱土的地方,常常是寸草不生。

## 三. 鹽漬土的改良与利用

由于各地区情况不同,对改良鹽渍土的方法与措施也有不同,但在目前情况下总的改良方向,应该是利用与改良相結合,水利、土壤改良(冲洗、排水)与农业改良措施(如耕作、施肥等)相結合。只有采用这种綜合改良措施,才能根据当地具体条件,因地制宜,采用經濟而有效的办法。

现就改良鹽渍土的几种方法与措施介紹如下,以供参考。

1. 降低地下水临界深度:地表鹽分的累积通常是由于地下水鹽分上升而造成,彻底的改良方法,应该是通过排水使地下水位降低到临界深度以下。如分布在低窪地区无排水出路或受河水与海水位影响的鹽渍土,无法降低地下水临界水位,就需要通过其他农业措施如通过耕作,可以破坏毛细管作用,而达到减小临界深度。同时有条件的地区,可以抽水排除地下水,降低地下水位。

2. 冲洗鹽分:冲洗改良鹽渍土,目前采用的地区比較广泛。冲洗效果与冲洗定額,時間有密切的关系,可以根据不同地区作不同处理。但一般冲洗時間是在地下水位最深而蒸发量最小时进行为佳。一般的說,以秋季洗鹽为有利,因此时河水水量大,蒸发量小,如銀川地区采用冬灌洗鹽,要求在霜降后小雪前灌完,以免田面冻冰。冬灌的水量不能过小,必須把土壤上层鹽分冲洗到适当的深度。

在冲洗前,应该进行土地整理工作,如平地、耕翻、耙地和耨地等。

3. 种水稻改良鹽土:种水稻改良鹽土在我国华北、西北、东北等地区都普遍采用,使过去大面积鹽荒地变成良好的稻田。由于种稻后長期淹灌而具有溶解土壤鹽分的作用,加上有排灌系統,鹽分就能不断被排除掉。种水稻改良鹽土的目的仍然是要达到洗鹽作用,若是种稻不結合排水,效果不佳。如銀川西湖农场,种稻后无深排水溝,仅能排除地面积水,水稻不能正常生長,死苗严重。因此,在进行种稻改良鹽土时应注意如下問題:

(1) 在有排水条件下进行种稻改良鹽土效益高,

在經濟上或時間上比單純排水洗鹽合算。

(2) 无排水条件或沼澤化鹽地上,只要不影响到鄰近田地的地下水抬高,可以进行。

(3) 为了創立換水与排水条件,应設排水溝,排水溝的深度,应该使地下水有流动的条件,一般是使水稻根系活动层的地下水能得到通暢流出。

(4) 在灌区种水稻,不仅須在水稻区内部建立排水系統,使地下水通暢流出,还必須在水稻区的四周建立排水深溝,以便隔絕地下水对其四周旱地的影响。

4. 換土法:挖掉鹽分較大的表土,換上鹽分較少或好土(如淤泥、膠泥等)。此法工作量較大,一般适于小面积鹽渍化的地区。

5. 翻地法:把上层的鹽碱翻到最低层,然后盖土4—5寸膠泥或粘重好土,將鹽碱压住。此法在河南鹽渍土地区羣众普遍采用,效果良好。但不是彻底的改良方法,因为只是把地表鹽分压在一定土层深度,沒有达到把鹽分彻底地排除掉。

6. 修筑溝洫台田法:溝洫台田是一种抬高地面降低地下水位,减少鹽分上升,利用雨水淋洗土壤中鹽分的方法。其方法是按一定面积的地块在周圍挖排水溝,將挖出的土鋪在地面上,溝的深寬及坡度大小,应根据土質及各地具体条件而定。溝愈深效果愈好,一般溝深約2米,坡度約为60度。此法在河北、河南二省羣众普遍采用,效果良好。

7. 平整土地:因为土地欠平整,高低不平,首先影响灌溉質量,往往由于土地不平,当灌溉后,高处灌不上水;低处积水,促使鹽分向高处累积。因此,無論旱地或稻田必須平整土地,才能保証出苗整齐,生長好。若稻田欠平整,造成高处缺水,稻种晒死或鹹死。低处积水过深,稻苗淹死或受鹽碱为害,造成严重的缺苗,因此在播种前必須平整地面。

8. 夏季犁溝晒垡压鹽:在夏季犁地成溝,进行休閑办法接納夏季雨水进行蓄淡压鹽。溝犁得愈多愈深,效果愈好。每于雨后再犁时,隔行犁溝,依此犁好数遍,立秋后不犁,雨后进行耙地,能起改良鹽碱效果。此法适于鹽渍化不很严重的地区,都能实行,既方便且又能收到一定成效。

9. 泡水法:在华北、西北、内蒙等地区羣众通常均用之。一般在作物收割后或秋翻后放水泡田,其目的既可增加土壤中水分又能起洗鹽作用。一般使用伏水泡田效果佳,因此时水温較高,可以增加鹽分的溶解度。泡水量不能过小。但此法有缺点,往往由于缺乏排水溝而引起周圍土地鹽渍化現象;因此采用此法时应注意。

10. 施肥改良鹽土法:作物幼苗期一般抵抗鹽害能力弱,这时候若土壤肥料缺乏或不足,(下轉第4頁)

应在0.1%或小于0.1%。为了作物正常生长,则含盐小于0.3%亦可。因而临界深度也可以分别讨论。我们探讨的具体方法有:

表6 土壤含盐与小麦产量

土壤含盐(%)	碧玉麦干粒重(克)
0.1—0.2	40.8770
0.18	38.0395
0.18	36.646
0.27	24.7435
0.30	24.6555

1. 在灌水间隙普遍采集典型土壤剖面,观察作物生长状况,记载土壤及地下水性态,并进行化验分析,然后总结归纳出土壤含盐与地下水的关系(表1)。根据表1,作物生长良好,土壤含盐小于0.1%的地下水临界深度应为180厘米。作物生长正常,土壤含盐小于0.3%的地下水临界深度应在140—180厘米。

2. 当地下水矿化度1—4克/升时,以土壤含盐为纵座标,地下水埋藏深度为横座标,作出两者的关系曲

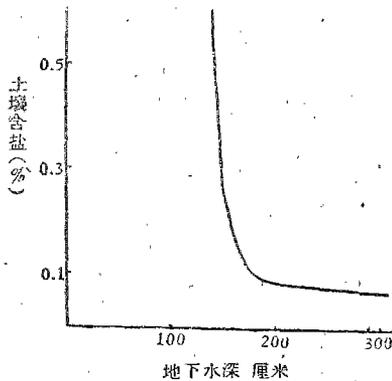


图3 地下水深与土壤含盐关系

## 对“土制硫酸铵”的意见

陈 述

用人尿和石膏为原料来制造硫酸铵,这一方法不宜推广。这是因为尿本身就是一种好肥料,含氮高,肥效快,应用方便,又何必浪费人力、物力去加工制成硫酸铵呢?因此这一方法没有应用价值,只有理论意义。

\* \* \*

(本刊第6期由于选稿时失慎,曾介绍了“土制硫酸铵”一法;陈述同志提出的意见是正确的,今后我们在这方面当多加注意——编者)。

线(图3),根据曲线,土壤含盐小于0.1%的地下水临界深度应为180厘米,而土壤含盐小于0.3%的地下水临界深度应为150厘米。

3. 我们曾于1958年对灌区伏灌冬灌对土壤盐分的影响进行了定位调查。根据定位资料,灌水停止后,若地下水深度在150厘米左右,盐分上升不超过0.3%,若地下水深度在200厘米左右,盐分上升在0.1%左右。因此土壤含盐在0.1%及0.3%的临界水位分别为200厘米及150厘米左右。

4. 灌区水旱轮作地改为常年旱作地时,由于土壤及地下水状况不同,种植旱作小麦等常有不同反映,我们借此总结临界深度,土壤含盐<0.1%作物生长良好的地下水临界深度与土壤含盐0.3%作物生长正常的地下水临界深度分别在180—245厘米及130—180厘米。

表7 土壤地下水临界深度(厘米)

方 法	土壤含盐<0.1%	土壤含盐<0.3%
根据大量典型剖面总结归纳	180	140—180
作土壤含盐与地下水深关系曲线	180	150
用定位调查资料	200	150
总结水田改旱地后的情况	180—245	130—180

综合上述四种方法(表7),我们认为:在银川地区,灌溉耕作的中壤质浅色草甸土,为使作物生长良好,土壤含盐为0.1%或0.1%以下的地下水临界深度应为180厘米。为使作物正常生长,土壤含盐小于0.3%的地下水临界深度应为150厘米。其结果均远比用旧公式毛管强烈上升高度加根系活动层深度所求得的数值为小。

(上接第32页) 不能借肥料的分解过程来缓和土壤中盐分对作物的危害。根据试验结果,如在小麦盐碱地上年秋翻时施入腐肥6车,再于春播前施入腐肥8车,每亩共施14车。与春播前一次施入14车作比较,前者较后者增产9.7%,每亩增产小麦42斤。分次施肥能达到不断供给养分外,并借此缓和盐分对作物的毒害作用,保证作物正常生长。

11. 水旱轮栽改良盐渍土:种稻改良盐渍土以后,土壤盐分是逐渐减少了,但因受大量水分的淋洗,养分被淋洗掉,结构被破坏,地下水位升高,所以种过几年水稻后就应改为旱作。但是栽种旱作太久,则地太干,杂草病虫很多,产量又减低,所以连种一二年旱作后,需要换种水稻。

水旱轮作不宜同一区进行,应分区进行,区与区之间应设深排水沟,避免旱返盐。