

# 新疆玛纳斯地区土壤次生盐渍化的 原因及其防治措施

许志坤

(新疆农业科学院)

玛纳斯地区是新疆维吾尔自治区的主要粮食基地之一。但由于土地受到次生盐渍化的威胁,土壤肥力得不到发挥,单位面积产量不稳定,扩大耕地面积也受到了影响,因此,土壤次生盐渍化的研究和防治就成为当前农业生产中的急迫问题。

## 一、玛纳斯地区的自然地理情况

玛纳斯地区位于天山北麓,准噶尔盆地南部的西段,包括玛纳斯、沙湾、乌苏三县;天山北麓山前丘陵主要为第三纪红色地层,在这些地层中,有些含有较多的易溶性盐类和石膏。盐分被地表和地下径流带到盆地,成为平原地区土壤盐分的主要来源。本区地势由东南向西北倾斜,致使艾比湖平原和玛纳斯湖平原成为水盐汇集的中心。本区可以划分为洪积冲积扇带、扇缘潜水溢出带、冲积平原和沙漠等地貌单元;洪积冲积扇带是由许多大小不等、新老迭置的洪积冲积扇组成,坡度较大,在砂砾质沉积物以上,覆盖有厚度不等的黄土状物质,地下水埋藏深,一般在5米以下,径流良好,矿化度低,一般小于1克/升,属重碳酸钙型水。除部分坡积盐渍化外,一般土壤没有盐渍化现象,分布有荒漠灰钙土(白板土或黄板土)。扇形地下部一般开垦历史较久,为较古老的绿洲所在,土壤熟化程度较高。至扇缘潜水溢出带,地势低平,以轻壤或中壤质为主的沉积物,地下径流减缓;地下水位高(1—3米),矿化度增大,一般为1—3克/升,属硫酸-重碳酸钠型水或硫酸钠型水,形成明显的沼泽或泉水地,分布有扇缘盐化草甸土、盐化草甸沼泽土、泥炭沼泽土和一部分水稻土;扇缘溢出带的外缘,地下水位在2—3米,矿化度显著增高,可达5—10克/升,或甚至超过20克/升,多属氯化物-硫酸钠型水,并出现扇缘盐土,这里是受次生盐渍化严重威胁的地区;向北过渡为古老冲积平原,地形平坦,沉积物为第四纪的黄土状物质,有很多古河道形成的干沟,地下水位又复变深,径流缓慢,分布有大面积的残余盐化和碱化荒漠灰钙土,但在扇缘向古老平原过渡的地段,河流的下游、某些干三角洲的边缘及老灌溉绿洲的边缘,地下水位高,也是次生盐渍化严重的地区;沙漠位于玛纳斯地区的北界,地形起伏较大,地下水很深,沙漠的边缘和砂丘之间,分布有龟裂土。玛纳斯地区地下水除随地貌部位的影响而变化外,另一方面也受灌溉的影响。一般耕地中的地下水位高于荒地,特别是灌水季节比非灌溉季节更高,例如一年之内地下水位有两个高峰,第一次受融冰水和春灌影响出现在4—5月;第二次受秋灌影响出现在10—11月。

玛纳斯地区属于大陆性的荒漠气候,夏热冬寒,干旱少雨,年降雨量150—220毫米,水面蒸发量1700—2400毫米,大于降雨量约十倍;年平均气温4—6℃,7月平均气温24—

26℃, 1月平均气温-19—23℃; 冬季平均积雪厚度在平原南部为30—40厘米, 北部小于30厘米。最大冻土层60—100厘米; 稳定冻期85—140天; 气候干旱少雨, 蒸发强烈, 淋溶微弱的特点, 造成土壤中以上升水流占绝对优势, 气候的季节性特征直接影响到土壤的积盐过程和积盐强度, 例如3月至5月底, 土壤逐层解冻, 地面蒸发加强, 下降水流被冻土层所阻, 故春季在冻土层以上, 进行强烈返盐, 出现春季返盐第一高峰, 7至8月气温最高, 蒸发最强, 故荒地为积盐过程, 耕地受农事活动的影响, 时而积盐, 时而脱盐, 为积脱交替期。

综上所述, 玛纳斯地区的地理位置, 属于亚洲中部荒漠带, 其特点是干旱少雨, 蒸发强烈, 淋溶微弱, 同时母质和地下水都含有盐分, 这就决定了土壤中以上升水流为主的单向移动, 为土壤的积盐过程提供了条件。

## 二、玛纳斯地区土壤次生盐渍化的情况

玛纳斯地区的土壤次生盐渍化, 按其成因来讲, 有三种情况: 由于灌溉不当使矿化地下水上升所形成的次生盐渍化; 残余盐渍化或表层脱盐的土壤, 由于剖面中部或下部有贮盐层因灌溉下渗水的引盐作用所形成的次生盐渍化; 引用高矿化的灌溉水所形成的次生盐渍化。所有的次生盐渍化, 或者是现代自然积盐过程的继续和加剧, 或者是残余盐化的影响。

次生盐渍化土壤的表现形式多种多样, 分布也极其广泛, 但主要分布在地表和地下径流较差、灌排和耕作措施不良的地区, 如洪积冲积扇的外缘、某些干三角洲的末端、河间低地和河流的下游、平原以及灌区以内各级渠道的两旁、平原水库的下侧和条田以内的高包, 还有耕地与耕地之间的干排积盐地。

玛纳斯地区的土壤次生盐渍化, 具有以下几个特点: (1)分布面积广, 同时有的土地盐渍化还相当严重; 在发展速度上, 新灌区开垦的头几年大于老灌区。(2)盐渍化类型复杂, 在距离不远的范围内, 常常由于微地形的影响, 出现几种次生盐渍土类型, 或相邻或插花分布, 土层含盐量和盐分组成, 差异性亦很大, 例如荒地或撩荒次生草甸盐土, 1米土层的平均含盐量, 一般都大于2—3%, 以芒硝为主, 耕地中的次生草甸盐土, 一部分群众称为黑碱, 含盐量可达1—1.5%, 为硫酸盐-氯化物或氯化物型, 常因含有钙镁盐类, 而使地面潮湿现油渍状, 渠道两侧有松陷次生盐土, 含盐量超过10%, 盐分呈粉末状覆盖地面; 盐分在剖面中的分布, 都是从上向下递减, 成T字形。(3)扇缘及现代冲积平原均具有不同程度的苏打盐渍化, 例如部分洪积冲积扇边缘, 地下水位高, 一般都小于1.5米, 矿化度低于3克/升, 土壤含盐量不高, 但盐分组成中, 以苏打为主,  $pH > 9$ 。苏打在剖面中的分布, 主要在土壤表层和靠近地下水位的土层中。苏打的发生与天山火成岩的风化母质和生物作用都有密切关系。

## 三、玛纳斯地区土壤次生盐渍化的原因

土壤次生盐渍化, 是自然条件和人为因素综合作用的结果, 地形闭塞, 径流不畅, 气候干旱, 蒸发强烈, 是土壤盐渍化的条件, 而农业生产活动中的某些措施, 如不合理的灌溉、粗放的耕作管理制度等, 往往引起地下水位的上升, 并超过了临界深度, 以致引起土壤次

生盐渍化。

引起土壤次生盐渍化的主要原因,有下列几方面。

(一) 地下水位上升,超过了临界深度,是土壤次生盐渍化的基本原因 玛纳斯地区大部分新垦区,灌溉以后,地下水位迅速上升,一部分老灌区,由于开垦了部分干排积盐地,打破了原来的水盐平衡,引起地下水位上升,产生次生盐渍化。据在炮台地区的观测,在土壤质地为轻壤到中壤而矿化度相近似的情况下,地下水位距地表越浅,毛管蒸发作用越强,土壤积盐过程越强,盐分主要集中于剖面的上部。

在其他条件相同的情况下,地下水位相近似,矿化度越高,土壤积盐过程越强,盐分在剖面中的分配,从上向下递减,例如当地下水位为1.8—2.4米时,表层30厘米土壤的含盐量随矿化度的增加而增加。当地下水位为1—2米和2—3米时,在不同矿化条件下,由于积盐强度的不同,形成了不同类型的盐斑。

引起地下水位上升的主要原因: (1)渠系渗漏是地下水的主要补给来源。玛纳斯地区各老灌区,过去都未正式规划,渠道系统紊乱,渠内淤积,杂草丛生,渗漏损失严重。新灌区,由于管理不善,渠系利用率也较低,渗漏损失很大,并引起严重的沼泽化和次生盐渍化,影响的范围,支渠150米,斗渠50—100米<sup>1)</sup>;炮台灌区,在18万亩耕地上,干、支、斗三级渠道,总长为158公里,50%为填方渠,渠系利用率仅60—70%,因此造成渠道两侧严重的次生盐渍化,渠道的影响范围,支干渠上游为100—150米,下游为100米,支渠为50—100米,最大范围可达120米。(2)不合理的灌溉所引起的田间渗漏。玛纳斯地区以往水多耕地少,没有合理的灌溉制度,灌水技术粗劣,灌溉定额一般偏高。近几年耕地面积扩大,灌溉技术已大有改进,但是有些地方亩灌溉定额仍然偏高,超过400立方米,有的甚至700立方米,水稻超过2000立方米,多系大水漫灌和串灌,以致有30—50%渗漏补给了地下水。据十户滩地区的观测,4—7月,灌水四次,灌前地下水位为1.9米,灌后上升到1.3米,较灌前升高60厘米。(3)平原水库的渗漏。玛纳斯地区为了开源节流,调节水量分配不均的现象,在扇缘地区修建了一系列的水库,库容较大,贮水较多,水头高出地面几米到几十米,渗漏损失水量很大,引起下侧地下水位上升。据十户滩农场的观测,靠近水库的1—4号井,地下水位2.0米,距水库9公里的4—4号井为3.4米,距水库16公里的5—3号井为6.5米,由于水库抬高了下侧的地下水位,故引起严重的土壤次生盐渍化。(4)稻田布局不合理。种水稻改良盐渍土,是群众多年的实践经验,也是改良和利用盐渍土的好办法,但在解放初期,由于对种水稻所必须具备的条件,缺乏认识,稻田缺乏合理布局和统一规划,据调查,炮台和十户滩开垦较早的部分农场在农垦初期,稻田面积约占播种面积的50%,种稻期间亩灌溉定额一般2000—3000立方米,有的竟用到4000立方米,又多系串灌,渗漏损失很大,故造成地下水位迅速升高。在一个生长周期内,一般可以抬高地下水位50—100厘米,最多150厘米,稻田的影响范围超过100米以上。造成稻田附近土壤盐渍化加重,盐分集中表层。(5)缺乏健全的排水系统,有灌无排,或有部分的排水系统,但没有排水出路,造成地下水壅塞。例如炮台灌区,无完整的排水系统,原有部分排水沟,不配套不成系统,由于垮塌淤积,深度也不够,据实地观测,支干排深度仅1.1米。又如

1) 中国科学院新疆分院:农八师十户滩灌区土壤次生盐渍化的原因及改良途径。1961年。

中国科学院新疆分院:农八师十户滩灌区水文地质研究总结报告。1963年。

十户滩农场部分排水系统,由于管理不善,塌坡淤塞,渠内杂草丛生,有的地方竟被道路桥梁所阻塞,也引起地下水位的迅速升高。

## (二) 不合理的农业技术措施引起的土壤的次生盐渍化 主要有以下几方面:

1. 土地不平。本区土壤,特别是新灌区的土壤,耕作层以下,多数都有一、二个盐聚层,浇水以后,平地水分下渗起压盐作用,高处积盐成为盐斑。

2. 不合理的种植和不同作物覆盖下的土壤次生盐渍化。不同的土地利用方式和覆盖类型,直接影响到地面蒸发和土壤的积盐过程,例如荒地土壤,覆盖度很小,主要受气温和蒸发的影响,从4—7月,土壤进行强烈的积盐过程,积盐系数大于1—2,7—10月趋于稳定积盐;撩荒地土壤盐分的变化,受自然因素和人为因素的双重影响,撩荒时间越长,人为因素的影响,逐渐为自然因素所代替,盐分的变化规律,接近荒地,夏季积盐系数为1.3,故次生盐渍化地区,赤地休闲或撩荒,都将加速土壤的次生盐渍化过程;耕作土壤,主要受人为因素的影响,例如土壤改良条件相同的情况下,在不同的作物覆盖下,土壤盐分积累的速度,是不相同的,苜蓿覆盖下(覆盖度90%),秋季盐分累积系数为1.6,而胡麻覆盖下(覆盖度40—50%),积盐系数2.0;水稻覆盖下,由于长期淹灌,下降水流占优势,盐分直线下降,脱盐率80%以上;在不同作物覆盖下,由于综合措施的影响,故土壤盐分在剖面中的分配也是不相同的,如图1盐分在土壤剖面中的分配,原荒地和撩荒地,从上而下递减,中耕作物覆盖下,由于季节性的灌水淋盐作用,盐分主要分布在23—80厘米左右土层中。苜蓿覆盖下,由于密度大,连年密闭,土壤蒸发极端微弱,经过每年融冰化雪水和灌水的淋盐作用,故盐分主要分布在140厘米以下的土层中。同一种覆盖类型,覆盖度越小,积盐强度越大,例如甜菜覆盖下,覆盖度为90%,秋季同春季比较,60厘米土层中的积盐系数为1.0;覆盖度为70%的积盐系数为1.7;覆盖度为40%的积盐系数为1.3,充分证明了不合理的种植,或保苗不全,覆盖度小等,都能加速土壤次生盐渍化过程。

3. 施用含盐碱的肥料。玛纳斯地区老灌区的群众,也有施用灰土粪和草木灰作追肥,或用盐碱土垫圈所积攒的人畜粪肥,施用以后造成春季返盐,引起死苗缺苗,而后地面裸露,形成盐斑,逐年扩大,成为大面积的次生盐渍化。据我们在玛纳斯北五公社所作的观测,灰粪含盐量为4.45%,施肥前土壤含盐量为0.33%,施用灰粪后土壤含盐量增加到0.76%,比施肥前增加1.3倍。

4. 灌水技术较差。例如串灌、漫灌等,而且灌水不适时,或没有因土灌水,造成土壤返盐,形成次生盐渍化。如图2在有粘土层或中层盐聚层的情况下,常因灌水质量不高,不但没有起到彻底压盐的作用,反而把中下层贮积的盐分引到表层,造成土壤次生盐渍化;下野地一带,为残余盐化碱化土区,10—20厘米以下,有一层紧实的碱化层,具有不透水

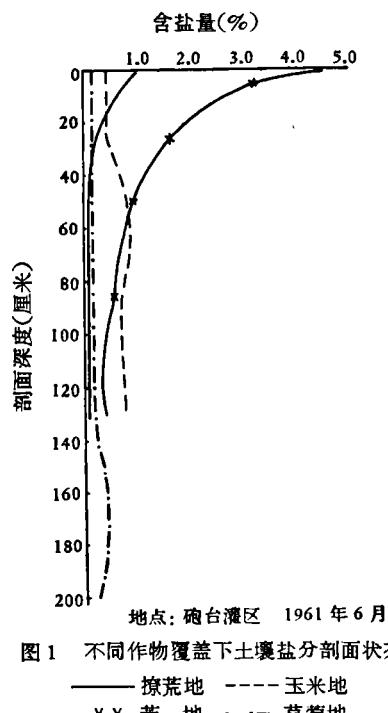


图1 不同作物覆盖下土壤盐分剖面状况

——撩荒地 - - -玉米地  
\*\*\* 荒地 - - -苜蓿地

和隔盐作用,当灌水量不大时,盐分聚积于表层,形成土壤次生盐渍化。

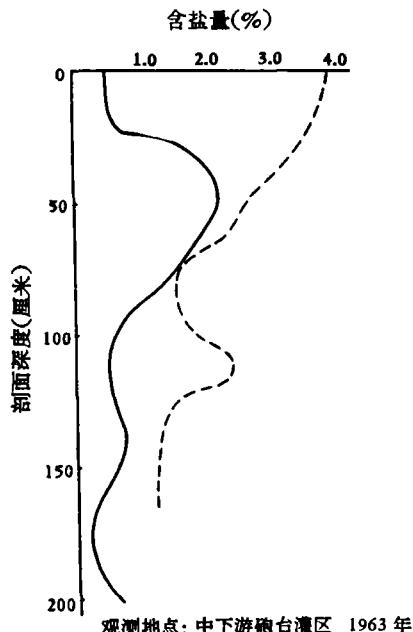


图 2 灌水不合理所引起的接力返盐

——灌前   --- 灌后

亩土地一年最少带进 30—50 公斤的盐,大大加速了土壤的次生盐渍化过程。

5. 耕作粗放,漏耕和浅耕,增强了土壤的毛细管蒸发,造成局部土地的盐渍化。

盐渍土地区,播前压盐不彻底,播种以后,地面强烈返盐;冬麦春耙春灌不适时,中耕作物,灌后未及时中耕松土,都足以造成土壤强烈返盐;条田内部毛渠埂或畦埂,平整以后,撒得不匀,灌水不均匀,都足以造成盐分的聚积,而形成盐斑。

(三) 上排下灌,引用了含盐水灌溉,造成灌区下游土壤次生盐渍化 根据我们的调查资料来看,玛纳斯地区虽有流域规划,但部分地区由于缺乏远近安排,又无排水出路,开垦的时候,上游地区进行排水洗盐,把水盐挤向下游灌区或排泄于下游河湖洼地,下游灌区为了适时播种保苗,被迫引用了含盐量高的水进行灌溉,造成了土壤次生盐渍化。例如中下游的炮台灌区引用玛纳斯河的水,系上游灌溉洗盐水,矿化度一般达到 1—2 克/升,引进新盛干渠,经过一段盐碱滩,矿化度增加到 3—5 克/升,一亩土地一年最少带进 30—50 公斤的盐,大大加速了土壤的次生盐渍化过程。

#### 四、防治土壤次生盐渍化的主要措施

1. 积极开展渠道防渗,实行计划用水,合理灌溉,减少地下水的补给来源,控制地下水位上升。据中国科学院新疆分院和兵团在十户滩和安集海等灌区的试验资料,卵石铺砌可以提高水的利用率 30—36%,草泥护面提高水的利用率 3—8%,水泥板铺砌提高水的利用率 35—45%;通过防渗,渠道两侧地下水位也有显著降低,距渠 30 米的观测井,水位下降 1 米左右,影响范围达 100 米,有效的防止了渠侧的土壤次生盐渍化。据十户滩农场的统计资料,由于实行了计划用水,渠系有效利用系数 1960 年比 1958 年提高 8.2%,大大地减少了渗漏损失,控制了地下水位的抬高。由于水文地质条件的改善,大大的抑制了该区土壤次生盐渍化的发展,受盐害的面积由 1957 年的 17.9% (比播种面积),降低到 1960 年的 8.7%。

2. 在地下水位高,次生盐渍化严重,而有排水出路的地区,实行人工排水(包括井灌井排),排用结合,降低地下水位。据安集海灌区的观测<sup>1)</sup>,平行等高线布置的排水沟,沟深 2.0 米,间距为 250—300 米,维持的地下水位为 1.2—1.0 米,沟深为 3.0 米时,间距为 250—300 米,地下水位为 2.2—2.0 米;垂直等高线布置的排水沟,沟深 2.0—3.0 米时,间距 250—300 米,地下水位可维持在 1.0—1.7 米;在扇缘地区,可以浅密排方式为主,把排水和利用地下水结合起来,近年来,已开始采用井灌井排,实践证明,通过开发取用地下水

1) 新疆八一农学院水利系: 安集海灌区排水沟效果观测资料的初步分析。1963 年。

资源,不仅扩大了耕地面积,而且有效的降低了地下水位,防止了土壤次生盐渍化,并灌井排还解决了明排所不能解决的塌坡淤积问题,在扇缘次生盐渍土地区,很有发展前途。

3. 已经次生盐渍化和洗盐不彻底的地区,特别是耕层以下有盐聚层的地区,要进行洗盐,或结合作物生育期灌溉压盐。洗盐定额决定于土壤含盐量的多少、土壤质地的轻重和地下水位的高低等因素。洗盐时期春季、夏季和秋季都可以,但从脱盐效果来看,秋季比春季好。为了提高洗盐效果,洗盐前应作好土地平整,在洗盐过程中,还要削掉埂子。洗盐次数应根据盐渍化的轻重和洗盐后种植作物的要求来决定。

4. 种稻压盐。群众有“碱地生效,开沟种稻”的经验,在扇缘次生盐渍化地区,可以有条件地应用。据我们在玛纳斯草甸盐土,下野地碱化土壤上进行的试验,证明当1米土层平均含盐量为1.07—3.64%时,种稻压盐,只要措施能跟得上,当年每亩产量可达200—500斤,1米土层中的盐分降低到0.10—1.03%以下,40厘米土层的脱盐率90%以上,40—100厘米土层80%以上,100厘米以下50%以上,种植一般旱作物或选种一些抗盐性较强的作物,不致受到盐害。种植水稻的条件,必须有完善的灌排系统,统一规划,合理布局,集中连片种在河流或灌区的下游或低洼地区。重盐碱地种2—3年,轻盐碱地种一年,立即改种旱作。

5. 运用综合性的农业技术措施。例如因土种植,合理轮作换茬,建立良好的地面覆盖;种植紫花苜蓿、草木樨,选种耐盐作物如甜菜、向日葵等及时覆盖地面,抑制返盐。据炮台灌区的观测,种植三年紫花苜蓿的土地与邻近作物地比较,地下水位降低45—100厘米,与邻近荒地比较盐分要降低很多;紫花苜蓿根系发达,穿透力强,改善了板结土壤的透水性,增加了土壤保蓄水分的能力,提高了淋盐效果;紫花苜蓿根系固氮能力强,丰富了土壤中的氮素和有机质,培肥了地力,同时紫花苜蓿是一种优质饲料,有利于实行农牧结合;三年生紫花苜蓿翻耕后种玉米、棉花、冬小麦、高粱,同连茬比较,增产相应为155%、144%、78%、36%,后效可维持2—3年。盐碱地区种好紫花苜蓿,关键在于保苗,因此,要作好平地工作,重盐碱地还要洗盐。播种方式以冬小麦灌头水时套播为宜,为了提高紫花苜蓿的产草量,生育期最少要灌6次水;紫花苜蓿的种植年限以2—3年为宜。草木樨耐盐能力比紫花苜蓿强,已经有了大面积推广的基础,要继续大力推广。此外还可以有计划的引种一些耐盐碱性较强的绿肥新品种。

提高耕作和种植质量,实行躲盐巧种,加强田间管理,夏粮作物适时合墒春耙防盐,秋粮作物,多次中耕,深中耕,抑制返盐,精细平整土地,消灭盐斑,施足基肥,追施化肥,壮苗抗盐,伏耕晒垡,秋耕冻垡,造成疏松的表层,切断毛细管作用,防止返盐;因地制宜对盐碱斑施用麦秸,压砂改良土壤物理性质。

6. 大量植树造林,建立防护林带,进行生物排水。在次生盐渍化地区,可大力推广种植沙枣、胡杨等耐盐性较强的树种。据1961年在炮台灌区对六年生林带(钻天杨、榆树、沙枣组成)的观测和兵团下野地试验站的观测资料<sup>1)</sup>,混合树种所组成的5—6年生林带,同相邻农田比较,可降低地下水位20—70厘米,作用范围50—75米,最大可达100米,在林带影响范围内,土壤盐分含量低于农田64%(表层);林带还可以减低风速,减少土壤蒸发,

1) 兵团下野地水利土壤改良综合试验站: 玛河流域的生物排水。1965。

有效的防止了土壤返盐。

总之要以除盐培肥、降低地下水位为中心，采取农业水利林业综合措施，才能彻底防治土壤次生盐渍化，建立稳产高产农田；综合措施在不同的土壤改良条件地区，可以有所侧重。例如在地下水位高、矿化度大的地区，首先必须建立完善的排水系统，在此基础上采取农林综合措施；而在地下水位虽高，但矿化度很低的地区，也要在排水基础上，应用综合措施，但排水沟的方式，应以浅密排为主，把排水和利用地下水结合起来，而且农林措施同水利措施要并进。而在轻度次生盐渍化地区，就应侧重农林措施，特别是种植紫花苜蓿和草木樨把防盐同培肥结合起来。

## ПРОИСХОЖДЕНИЕ ВТОРИЧНЫХ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ В РАЙОНЕ МАНАСА (СИНЬЦЗЯН) И БОРЬБА С НИМИ

Сюй Чжи-куэн

(Академия сельскохозяйственных наук Синьцзян)

### Резюме

Район Манаса, относящийся к пустынной зоне, характеризуется замкнутым рельефом, сухим климатом, сильным испарением и слабым вымыванием, причем материнские породы и грунтовые воды содержат значительные количества солей. Все эти факторы обуславливают условия образования вторичных засоленных почв. Наряду с этим некоторые мероприятия, принятые в сельскохозяйственной деятельности, как нерациональное орошение, неправильные обработка земли и эксплоатация и др., нередко повышают уровень грунтовых вод, тем самым содействует образованию вторичных засоленных почв.

В борьбе с вторичными засоленными почвами главный упор должен делаться на снижение грунтовых вод, удаление солей и повышение плодородия почв. Принятые для этого мероприятия должны быть комплексными, включающими в себе мелиоративные мероприятия агротехнические (обработка, сидерация, удобрение, засыпание песков и т.д.), водохозяйственные (рациональное орошение, дренаж, ликвидация просачивания из каналов) и биологические (лесонасаждение с целью биологического дренажа, в особенности насаждение тамарикса и др.).