

迪那河-阳霞河绿洲土壤盐渍化现状特征分析

吐尼沙古丽·牙生, 满苏尔·沙比提, 靳万贵, 郑凯, 王彦涛

(新疆师范大学地理科学与旅游学院, 新疆 乌鲁木齐 830054)

摘要:迪那河-阳霞河绿洲土壤盐渍化日益严重,直接影响当地农业发展和生态环境建设。在野外考察、GPS定点和土壤采样分析的基础上,运用统计特征值和趋势分析等方法,探讨了研究区土壤含盐量、盐分化学组成、空间分布以及电导率与各离子含量间的关系、各盐离子间的相关性等现状特征。分析结果表明:(1)研究区土壤pH值的平均值为7.46,属于中性土壤。0~50 cm土层盐分含量呈T型分布,0~10 cm土层的含盐量最大,平均值为2.10%。土体中各阳离子含量为 $\text{Na}^+ + \text{K}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$,阴离子含量为 $\text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- > \text{HCO}_3^-$,而 CO_3^{2-} 未检出。(2)不同土地类型的盐渍化空间变异显著,果园地的盐渍化最轻,含盐量为1.04%,盐生草地的最高,为5.28%。耕地和果园地的离子含量以 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 和 SO_4^{2-} 为主,其它土地类型的以 Cl^- 、 SO_4^{2-} 和 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 为主。(3)土壤含盐量与电导率有较好的相关性。总溶解固体和各离子含量之间也存在很密切的关系。

关键词:迪那河-阳霞河绿洲;土壤;盐渍化特征

中图分类号: S156.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2010)05-0119-05

盐渍化是干旱、半干旱地区由于不合理的人类活动和脆弱的生态环境相互影响而引起的土地退化问题,也是像沙漠化一样成为当今世界重要的环境和社会经济问题。据统计全球有 $952 \times 10^8 \text{ hm}^2$ 盐渍化土地^[1],我国盐渍土面积之大,分布之广,是世界之最^[2]。土壤盐渍化对社会经济、环境和农业生态系统带来破坏性效果而越来越受到关注。盐碱土的发生受区域性因素的制约和影响,其盐分组成及离子比例呈现地域性特点,积盐、脱盐过程存在差异^[3]。不同区域的土壤盐渍化特征及其对植物和农作物生长发育的影响也不尽相同^[4]。

迪那河-阳霞河绿洲社会经济发展速度较快,在巴州以及全疆社会经济发展中占据重要地位。随着社会经济的迅速发展,人口的快速增长,土地开发与土地利用的不合理等因素导致了人均耕地面积减少,土地退化等问题。由于大量开垦,长期引用地表水进行不合理灌溉,致使区内地下水位普遍升高,不少耕地因次生盐渍化而荒废。日趋严重的土壤盐渍化将不利于该区的农业和经济可持续发展。本研究在野外考察、GPS定点和土壤采样分析的基础上,运用统计特征值和趋势分析等方法,探讨了迪那河-阳霞河绿洲土壤含盐量、盐分化学组成、空间分布特征以及电导率与盐离子间的关系,并指出土壤的盐渍化特征。

1 研究区概况

迪那河-阳霞河绿洲位于中天山南麓,塔里木盆地的中北部,北起秋里塔格山,南接塔里木河北岸,东与库尔勒市、尉犁县相邻,西与库车县接壤,是一个沿河延伸的冲洪积平原绿洲,绿洲范围包括轮台县。轮台县全境可分为北部山区,中部冲洪积平原区和塔里木河冲积平原三个区,土地总面积为 $141.57 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占全疆国土总面积的0.85%,绿洲面积为 $30.02 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占全疆绿洲总面积的2.03%,占本县土地总面积的21.20%。研究区深居内陆腹地,具有降水稀少,蒸发强烈,温差大,风大沙多,日照时间长等特点,为典型的大陆性气候。平原区年均降水量51.9 mm,降水主要集中在夏季,平原区年均蒸发量为 $1\,765.9 \sim 2\,449.5 \text{ mm}$,平原区多年平均气温为 10.6°C ,年极端最高气温 40.5°C ,年极端最低气温为 -25.5°C ,最多风向是东北风,常见的大风风向是北风,平原区年平均无霜期188 d。因降水稀少,绿洲境内不产生地表径流,发源于天山南麓的迪那河、阳霞河是进入绿洲境内的主要地表径流^[5]。

2 研究方法

2.1 样品采集

本研究采用GPS定位技术,以轮台县土地类型

收稿日期:2010-02-05

基金项目:国家自然科学基金资助项目(40961032)

作者简介:吐尼沙古丽·牙生(1983—),女,维吾尔族,新疆轮台人,硕士研究生,研究方向为干旱区环境演变。

通讯作者:满苏尔·沙比提。E-mail: mansurs@163.com。

图作为参考,采样点尽可能遍及迪那河-阳霞河绿洲内主要的土地利用类型,而且尽可能使样点分布规则,利于进行统计分析。采样时间 2008 年 10 月 2~6 日,取样层为 0~10 cm,10~30 cm 和 30~50 cm,共计 46 个点,样点分布见图 1。

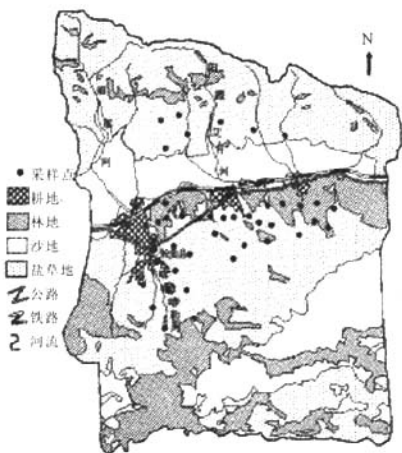


图 1 迪那河-阳霞河绿洲土壤采样点分布图
Fig.1 Distribution map of soil sampling points
in delta oasis of Dina and Yangxia rivers

2.2 分析测试

对所有采集的样品风干,碾碎,过 1 mm 孔径筛,取 40 g 风干土与 200 ml 蒸馏水混合,经过浸泡和振动使土壤盐分充分溶解后,进行土壤盐分及其组分、pH 值等测定;土壤水溶性盐总量采用残渣烘干-质量法测定; CO_3^{2-} 和 HCO_3^- 采用双指示剂中和滴定法测定;其中, pH 值(水土比 2.5:1)采用 LP115pHMeter 酸度计法测定; Cl^- 采用 AgNO_3 滴定

法测定; SO_4^{2-} 采用 EDTA 间接络合滴定法测定; Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 采用 EDTA 滴定法测定; Na^+ 和 K^+ 采用差减法;电导率、含盐量、总溶解固体(TDS)采用 Ori-on115A+ 仪器测定。

3 土壤盐渍化现状特征分析

3.1 土壤剖面盐分离子含盐量深度分布

从表 1 中可知,研究区内离子类型多样,反映了盐分来源和影响因素的多样性。本区土壤 pH 值平均为 7.46,根据酸碱分级标准^[6],呈中性,变化幅度小。0~50 cm 土层盐分含量平均值为 1.81%,呈 T 型分布,不同深度的全盐含量依次为 0~10 cm>10~30 cm>30~50 cm,盐分表聚强烈,土壤表层 30 cm 内土壤含盐量约占 50 cm 土壤总含盐量的 78.29%,向下层迅速减低。土壤盐分各离子含量的变化也出现同样的规律, $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 和 Cl^- 的含量随深度变化显著,而其他成分随深度变化不大,这是由于 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 盐和氯化物的溶解度大。依据 $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$ 离子毫克当量比值大于 2 时为氯化物盐土的分类依据^[7],该地 0~10、10~30 cm 土层中 $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$ 离子毫克当量比值依次为 0.64、0.47,可知土壤中盐类以氯化物-硫酸盐型为主。阴离子而言,各层中 Cl^- 和 SO_4^{2-} 的含量均高于 HCO_3^- 的含量,而 CO_3^{2-} 的含量在实验中未检出,说明碳酸氢盐是该土壤类型盐分的次要成分。根据盐分上下运动的规律,以硫酸盐最为活跃,氯化物次之,碳酸盐较稳定。由表 1 可看出,各类可溶性盐按其溶解度大小在土壤剖面中自上而下的地球化学深度分异特征, Cl^- 的含量明显低于 SO_4^{2-} 的含量^[8]。

表 1 土壤盐分离子含量的深度分布 (mg/100g)
Table 1 Depth distribution of soil salinity ions' quantity

取样深度 (cm) Sample depth	全盐量 (%) Total salt	pH	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	CO_3^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$
0~10	2.10	7.49	319.79	678.99	29.9	未检出 Untested	124.57	55.12	893.79
10~30	1.82	7.47	272.63	666.16	26.6	未检出 Untested	119.92	52.93	684.18
30~50	1.52	7.43	200.17	633.55	25.55	未检出 Untested	114.15	42.58	507.8
0~50	1.81	7.46	264.18	659.57	27.35	未检出 Untested	119.55	50.21	692.26

从表 2 中可知,各离子的含量空间变异显著。研究区内的果园地、耕地、灌区边缘的农牧交错带、盐生草甸、胡杨林地、盐生草地和未利用地相互比较时,果园地的盐渍化最轻,总含盐量为 1.04%,最高的是盐生草地,总含盐量为 5.28%。总含盐量由小

到大依次为果园林地、耕地、农牧交错带、未利用地、盐生草甸、胡杨林地和盐生草地。无论是耕地还是其它土地类型,表层土壤含盐量均超过了 1.00%,土壤盐渍化较为严重。未利用地、盐生草甸、胡杨林地和盐生草地土壤盐分普遍高于耕地和果园林地,

盐生草地 50 cm 内土壤平均含盐量是耕地和果园林地的 4.67 倍,土壤盐分的空间变异性大。耕地和果园林地土壤盐分离子含量以 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 和 SO_4^{2-} 为主,较其它土地类型分别高 23.15% 和 11.70%。未利用地、盐生草甸、胡杨林地和盐生草地土壤盐分离子含量以 Cl^- 、 SO_4^{2-} 和 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 为主,其占土壤含盐总量的 85% 以上,且含盐量变化幅度大,而 HCO_3^- 和 CO_3^{2-} 的含量低,且空间分布比较均匀。从整体上看,研究区土壤含盐量东部高于西部,南部高于北部,东南部高于西北部,荒地高于耕地。

表 2 土壤盐分离子含量的水平分布 (mg/100g)
Table 2 Horizontal distribution of soil salinity ions' quantity

土地类型 Type of land use	取样深 (cm) Sample depth	全盐 (%) Total salt	pH	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	CO_3^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$
果园林地 Orchard	0 ~ 50	1.04	7.16	108.42	272.00	22.37	未检出 Untested	63.67	10.88	559.38
耕地 Cultivated land	0 ~ 50	1.22	7.48	100.11	504.94	30.10	未检出 Untested	84.28	35.45	467.95
交错 Transition district	0 ~ 50	1.45	7.60	303.44	463.13	22.16	未检出 Untested	76.12	19.19	565.66
盐生草甸 Halophytic steppe	0 ~ 50	2.57	7.69	602.65	761.14	20.99	未检出 Untested	171.76	68.28	947.14
胡杨林地 Populus euphratica oliv land	0 ~ 50	4.39	7.82	649.62	1408.00	31.22	未检出 Untested	271.00	37.93	1996.15
盐生草地 Halophytic grass land	0 ~ 50	5.28	8.12	770.45	2296.00	36.84	未检出 Untested	249.33	300.02	1626.49
未利用地 Unused land	0 ~ 50	1.91	7.33	383.10	590.40	22.98	未检出 Untested	154.53	33.71	719.53

3.2 土壤盐渍化类型

目前,土壤盐渍化的分类标准多种多样,不同地区的分类标准不同,本文采用《新疆农业技术手册》的土壤盐渍化类型区分表(按阴离子毫克当量百分数比值)和土壤盐渍化程度分级标准(见表 3),根据表层 0 ~ 30 cm 土壤盐分中 $\text{Cl}^-/(2\text{SO}_4^{2-})\text{mmol}$ 比值及土壤含盐量进行分类和分级,并分类别和级别进行统计(表 3 和 4)。

表 3 新疆盐渍化分类标准

Table 3 Classification of salinization in Xinjiang	
$\text{Cl}^-/(2\text{SO}_4^{2-})$	盐渍化类型 Type of salinization
> 2.00	氯化物型 Chloride
1.00 ~ 2.00	硫酸盐 - 氯化物型 Sulfate - chloride
0.20 ~ 1.00	氯化物 - 硫酸盐型 Chloride - sulfate
< 0.20	硫酸盐型 Sulfate

表 4 新疆盐渍化分级标准 (%)
Table 4 Salinization degrees in Xinjiang

极轻盐渍化 Extreme Light salinization	轻度盐渍化 Light salinization	中度盐渍化 Medium salinization	强度盐渍化 Strong salinization	盐土 Salt soil
< 0.15	0.15 ~ 0.30	0.30 ~ 0.50	0.50 ~ 0.80	> 0.80
< 0.20	0.20 ~ 0.30	0.30 ~ 0.60	0.60 ~ 1.00	> 1.00
< 0.25	0.25 ~ 0.40	0.40 ~ 0.70	0.70 ~ 1.20	> 1.20
< 0.30	0.30 ~ 0.60	0.60 ~ 1.00	1.00 ~ 2.00	> 2.00

由统计结果可知,迪那河 - 阳霞河绿洲土壤盐渍化主要为氯化物 - 硫酸盐型,占 58.70%,其次为硫酸盐型,占 26.09%,硫酸盐 - 氯化物型占 11.20%,氯化物型占 4.01%。区内土壤盐渍化严重,近 70% 的样点已处于强盐渍化程度,其中 45.65% 为盐土,21.74% 为强盐渍化。耕地区盐渍土大多为氯化物 - 硫酸盐型,占 59.26%,其次是硫酸盐型,占 40.74%,其中极轻盐渍化 29.65%,轻度

盐渍化占 29.62%,中度盐渍化占 22.21%,强度盐渍化占 18.52%。果园地盐渍土以氯化物 - 硫酸盐型为主,大多为轻度盐渍化。在灌区边缘的农牧交错带盐渍土也是以氯化物 - 硫酸盐型为主,大多为强度盐渍化。胡杨林地、盐生草甸、盐生草地和未利用地盐渍土大多为氯化物 - 硫酸盐型,占 56.25%,其次是硫酸盐 - 氯化物型,占 37.50%,其中盐土占 75.00%,强盐渍土占 18.75%,中度盐渍土占 6.25%。

4 土壤盐离子间的相关性分析

通过分析土壤各种离子含量之间的相关性,可以反映盐分在土壤中的存在形态及运移规律。

4.1 土壤总盐量与电导率的关系

研究土壤含盐量的变化及其与电导率的关系,

旨在为了解该绿洲土壤盐渍化程度。根据实验所得数据,对不同采样点土壤可溶性盐分总量和电导率的变化进行了分析(图 2、图 3), R^2 分别为0.9131和0.8612,可知无论是 0~10 cm 土壤,还是 10~30 cm 土壤,含盐量与电导率有较好的相关性。

表 5 迪那河-阳霞河绿洲土壤盐渍化分级统计特征

Table 5 Statistical characteristics of classification of soil salinization in delta oasis of Dina and Yangxia rivers

盐渍化类型 Type of salinization	样点数 Number of samples					样点总数 Total number of samples	占样点总数比例 Percentage in total(%)
	极轻度盐渍化 Extremely light salinization	轻度盐渍化 Light salinization	中度盐渍化 Medium salinization	强度盐渍化 Strong salinization	盐土 Salt soil		
氯化物型 Chloride	0	0	0	0	1	1	2.17
硫酸盐-氯化物型 Sulfat-chloride	0	0	0	2	4	6	13.04
氯化物-硫酸盐型 Chlori-sulfate	1	0	4	6	16	27	58.70
硫酸盐 Sulfate	0	7	3	2	0	12	26.09
样点总数 Total number of samples	1	7	7	10	21	46	100.00
占样点总数比例 Percentage in total	2.17	15.22	15.22	21.74	45.65	100.00	—

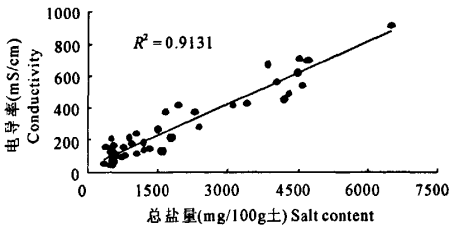


图 2 0~10 cm 土壤总盐量与电导率的关系
Fig.2 Relationship between salt content and conductivity in 0~10 cm soil

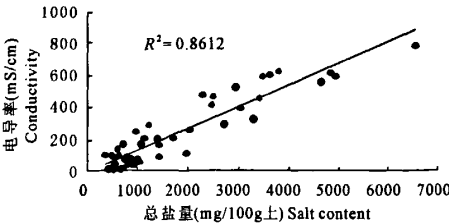


图 3 10~30 cm 土壤总盐量与电导率的关系
Fig.3 Relationship between salt content and conductivity in 10~30 cm soil

4.2 水溶液总溶解固体(TDS)与离子含量的关系

土壤中总溶解固体与土壤盐渍化的形成和发展之间的关系十分密切^[9]。土壤中总溶解固体越多,土壤盐渍化越重,反之越轻^[10]。总溶解固体和各离

子含量之间存在很密切的关系。以钠钾离子为例,它们之间的相关关系如图 4、图 5 所示,在 0~10 cm 和 10~30 cm 土壤中总溶解固体与钠钾离子之间的线性关系良好,其 R^2 分别为 0.8545 和 0.7382。

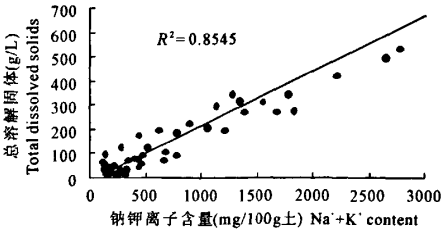


图 4 0~10 cm 土壤中钠钾离子与总溶解固体的关系
Fig.4 Relationship between Na⁺+K⁺ content and total dissolve solid in 0~10 cm soil

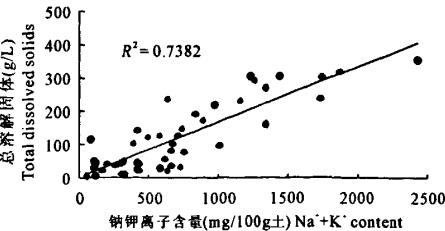


图 5 10~30 cm 土壤中钠钾离子与总溶解固体的关系
Fig.5 Relationship between Na⁺+K⁺ content and total dissolve solid in 10~30cm soil

5 结 论

迪那河-阳霞河土壤盐渍化现状分析结果表明,迪那河-阳霞河绿洲土壤盐渍较严重。

1) 迪那河-阳霞河绿洲土壤 pH 值的平均值为 7.46,属于中性土壤。0~50 cm 土层盐分含量平均值为 1.81%,呈 T 型分布,土壤表层 30 cm 内土壤含盐量约占 50 cm 土壤总含盐量的 78.29%。土体中各阳离子含量为 $\text{Na}^+ + \text{K}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$ 。各阴离子在土体中的含量为 $\text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- > \text{HCO}_3^-$,而 CO_3^{2-} 离子在实验中未检出。

2) 土壤中各离子的含量的水平变异显著。不同土地类型的盐渍化相互比较时,果园地的盐渍化最轻,总含盐量为 1.04%;盐生草地的最高,总含盐量为 5.28%。总含盐量由大往小依次为果园地、耕地、农牧交错带、未利用地、盐生草甸、胡杨林地和盐生草地。耕地和果园地土壤盐分离子含量以 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 和 SO_4^{2-} 为主,未利用地、盐生草甸、胡杨林地和盐生草地土壤盐分离子含量以 Cl^- 、 SO_4^{2-} 和 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 为主。

3) 土壤中含盐量与电导率有较好的相关性。通过对不同采样点土壤可溶性盐分总量和电导率的变化分析可知,无论是 0~10 cm 土壤,还是 10~30 cm 土壤中含盐量与电导率有较好的相关性。总溶

解固体和各离子含量之间也存在很密切的关系。以钠钾离子为例,在 0~10 cm 和 10~30 cm 土壤中总溶解固体与钠钾离子之间的线性关系良好,其 R^2 分别为 0.8545 和 0.7382。

参 考 文 献:

- [1] Szabolcs I. Salination of soil and water and its relation to desertification [J]. Desertification Control Bulletin, 1992, 21: 32—37.
- [2] 俞仁培. 对盐渍土资源开发利用的思考[J]. 土壤通报, 2001, 32 (专辑): 138—140.
- [3] 毛任钊, 田魁祥, 松本聪, 等. 盐渍土盐分指标及其与化学组成的关系[J]. 土壤, 1997, (6): 326—330.
- [4] 罗廷彬, 任 威, 李 彦, 等. 咸水灌溉条件下干旱区盐渍土壤盐分变化研究[J]. 土壤, 2006, 38(2): 166—170.
- [5] 轮台县地方志编纂委员会. 轮台县志[M]. 香港: 新华出版社, 1991: 42—47.
- [6] 新疆农业厅, 新疆土壤普查办公室. 新疆土壤[M]. 北京: 科学出版社, 1996: 458—464.
- [7] 中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所. 新疆土壤与改良利用[M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1980: 166.
- [8] 张 飞, 塔西甫拉提·特依拜, 丁建丽. 渭干河-库车河三角洲绿洲盐渍化土壤特征研究[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25 (2): 146—150.
- [9] 章光新. 洮儿河流域地下水环境演变与安全调控研究[D]. 长春: 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 2004.
- [10] 李加宏, 俞仁培. 水-土壤-植物系统中盐分的迁移和植物耐盐性研究[J]. 土壤学进展, 1995, 23(6): 9—20.

Analysis of characteristics of soil salinization in the delta oasis of the Dina and Yangxia Rivers

Tunsagul·Yasin, Mansur·sabit, JIN Wan-gui, ZHENG Kai, WANG Yan-tao

(School of Geographic Science and Tourism, Xinjiang Normal University, Urumqi, Xinjiang 830054, China)

Abstract: Soil salinization has been increasing in the delta oasis of Dina and Yangxia Rivers, and it impacts directly on local agricultural development and ecological environmental construction. In this paper, by applying statistical eigenvalue and trend analysis, soil salinization of the study area, chemical composition of salt, spatial distribution features as well as the conductivity, relationship between ions and correlations between salt ions are investigated based on field work, GPS positioning and soil sampling analysis. The results show that the study area's soil pH value is 7.46, which belongs to neutral soil. T-Distribution is shown by 0~50 cm soil salt content, 0~10 cm soil salinity is the largest, while the average value is 2.10%. Each cation in soil content is $\text{Na}^+ + \text{K}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$, Anion content is $\text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- > \text{HCO}_3^-$, while CO_3^{2-} is failed to be analyzed. Different types of land salinization have significant spatial variability, salinization of the orchard with salinity of 1.04% is the lowest, while salinization of halophytic grass land with salinity of 5.28% is the highest. The contents of $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ and SO_4^{2-} ions are mainly in arable land and orchard, while the contents of Cl^- , SO_4^{2-} and $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ions are mainly in other soil types. There is a significant correlation between total salt content and conductivity, and between total dissolve solid and soil salinity ions' quantity.

Keywords: delta oasis of Dina and Yangxia Rivers; soil; salinity characters