

有机氮无机氮不同配比对盐渍化土壤的改良效果

李 洁¹, 刘善江², 陈益山², 白 杨², 马 良², 吴 荣¹

(1. 山东农业大学 资源与环境学院, 山东 泰安 271000; 2. 北京市农林科学院 植物营养与资源研究所, 北京 100097)

摘 要:通过大田试验,研究了冬小麦夏玉米轮作模式下4种有机氮无机氮配比对盐渍化土壤改良效果的影响。结果表明:有机氮投入比例越高,对土壤全盐含量的降低效果越好;盐渍化土壤单施化学肥料会加重盐害;有机氮投入会在短期降低耕层土壤 pH 0.11~0.19,有机氮投入可降低耕层土壤 Na^+ 、 Cl^- 含量;以有机氮:无机氮=2:1对盐渍化土壤的改良效果最佳。

关键词:有机氮;无机氮;配比;盐渍化土壤;改良

中图分类号:S 156.4⁺9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)08-0160-05

土壤盐碱化,又称土壤盐渍化,是一种渐变的(或缓变性)的地质灾害,是地下水中盐分在地表土层逐渐富集的结果^[1]。全世界盐渍土面积为 $9.5438 \times 10^8 \text{ hm}^2$,我国各类盐渍土总面积约为 $0.99 \times 10^8 \text{ hm}^2$ ^[2]。盐渍化土壤中由于含有钾、钠、钙、镁的氯化物、硫酸盐、重碳酸盐等盐碱成分,导致了土壤理化性质异常,不同程度抑制了植物生长^[3],形成了大量中、低产田,使农民收入下降,大面积的土壤资源难以利用。在人口不断增长、耕地面积相对逐渐减少的情况下,盐渍化土壤已经成为我国农业可持续发展的资源制约因素。

针对土壤盐渍化问题,一般采取以工程、耕作、培

肥、化学改良的综合治理措施达到治理盐碱的目的,但这些措施在降低盐分的同时也存在各种弊端^[4-6]。有研究^[7-9]认为,有机肥料在改良土壤盐渍化方面有较好的应用前景,一是施用有机肥能够促进表层土壤脱盐,特别是可溶性阳离子 Na^+ 、 K^+ 的下移量大于 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} ,可显著增加土壤有机质和养分含量;二是还能增加土壤微生物数量,改善土壤腐殖质组成。该研究选取已发生盐渍化的土壤,以等氮为原则,研究有机氮、无机氮不同配比对盐渍化土壤的改良效果,以期对盐渍化土壤的可持续利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

通州国际种业科技园区位于北京市通州区于家务乡,该园区地处北京市东南部,属永定河、潮白河冲积平原(黄淮海平原的北端),地势平坦,自西北向东南倾斜,海拔最高点 27.6 m,最低点仅 8.2 m,属大陆性季风气候,受冬、夏季风影响,春季干旱多风。年平均降水量为 620.9 mm,历年平均蒸发量为 1 895 mm,无霜期 190 d 左右。试验在园区内进行,地势平坦,供试土壤为轻壤

第一作者简介:李洁(1988-),男,山东青岛人,硕士研究生,研究方向为土壤肥料与环境质量检测与评价。E-mail:15652108820@163.com.

责任作者:刘善江(1965-),男,硕士,硕士生导师,研究员,现主要从事土壤肥料与环境质量检测与评价等研究工作。E-mail:liush-anjiang@263.net.

基金项目:北京市农业科技资助项目(20120120)。

收稿日期:2013-12-18

Abstract: Taking seedlings of *C. Reticulata* as test materials, with water as the control (CK), the effect of different concentrations of glycine on *C. Reticulata* dry weight, rhizosphere and non-rhizosphere soil nutrient content were studied. The results showed that the dry matter weigh contents at 4 mmol/L were observably higher than others, the soil moisture content in 79.80%~83.95% was requirement for the normal growth of *C. Reticulata* seedling, the rhizosphere soil pH, in addition to the Gly-N 6 mmol/L was higher than that of non-rhizosphere soil, the others were lower. The organic matter content of the rhizosphere was lower than that of the non-rhizosphere soil, only including the Gly-N 6 mmol/L. The soil total nitrogen content in rhizosphere was as well as in non-rhizosphere soil. As for the soil total phosphorus content, the rhizosphere including CK, Gly-N 2 mmol/L were lower, the others were contrary. For total potassium content the Gly-N 4 mmol/L, the Gly-N 6 mmol/L was higher than that of rhizosphere soil, others were contrary. Under the conditions of this experiment, it was suggested that Gly-N 4 mmol/L treatment was better on *C. Reticulata* seedling.

Key words: *C. Reticulata*; glycine-N concentration; dry matter; soil nutrient

土,耕层土壤容重为 1.48 g/cm^3 , $0\sim 20 \text{ cm}$ 土层,全氮含量 0.699 g/kg ,有机质含量 7.47 g/kg ,硝态氮含量 0.74 g/kg ,有效磷含量 4.7 mg/kg ,有效钾含量 61 mg/kg ,全盐量 1.25 g/kg ,pH 8.97,电导率 31 mS/cm 。土壤盐分离子组成见表 1。

表 1 试验地土壤盐分离子组成

Table 1 Salinity ion composition of experimental soil mg/kg								
土层深度 Soil depth/cm	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+
0~20	未检出	319	75.5	195	71.4	31.4	8.28	141
20~40	10.00	355	124.0	234	73.8	36.4	5.13	181
40~60	15.00	397	186.0	227	75.0	39.8	3.83	181
60~80	6.68	406	160.0	167	60.9	33.9	3.40	178
80~100	11.70	378	115.0	160	49.6	28.0	4.04	184

1.2 试验材料

供试“农大 212”冬小麦由通州区种子协会提供;“德农郑单 958”夏玉米由北京德农种业提供。供试撒可富复混肥(15-15-15)由中国-阿拉伯化肥有限公司提供(无机氮);有机肥由北京丰台民安生物科技有限公司提供(有机氮),有机肥养分含量为全氮 1.33%,全磷 2.11%,全钾 2.48%,有机质含量为 41.1%,pH 8.48。

1.3 试验方法

试验以等氮为原则,每个处理施用纯氮含量为 150 kg/hm^2 ,共设 3 个处理,即有机氮:无机氮=1:2(记作 A);有机氮:无机氮=1:1(记作 B);有机氮:无机氮=2:1(记作 C);以全施无机氮为对照(有机氮:无机氮=0:1),施肥用量见表 2,肥料均用作基肥,不追肥;冬小麦、夏玉米施肥方案一致。大田试验面积为 5.33 hm^2 ,每个处理面积均为 1.33 hm^2 ,采用田间随机排列,每个处理定点监测 3 个点,取 3 点混合土样检测,取样时间为 2012 年 9 月 30 日冬小麦播种前;2012 年 11 月 15 日冬小麦越冬前;2013 年 3 月 15 日冬小麦返青期;2013 年 5 月 30 日冬小麦收获(即玉米播种前)及 2013 年 7 月 30 日玉米大喇叭口期。冬小麦、夏玉米种植、耕作均按照当地种植习惯进行。

表 2 各处理施肥用量

Table 2 The amount of different treatments used fertilizer kg/hm ²		
处理	复混肥(无机氮) Compound fertilizer	有机肥(有机氮) Organic manure
CK	1 000	0
A	666	3 760
B	500	5 639
C	333	7 518

1.4 项目测定

土壤全氮含量采用凯氏定氮法测定;有机质含量以 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\text{-H}_2\text{SO}_4$ 消煮, FeSO_4 滴定法测定; $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 、 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 采用 NaCl 浸提,连续流动分析仪测定;有效磷含量以 NaHCO_3 浸提,钼锑抗比色法测定;速效钾含量

采用乙酸铵浸提,火焰光度计测定;土壤全盐量以重量法测定;pH 采用酸度计测定;EC 采用电导率仪测定; Na^+ 、 K^+ 采用火焰光度法测定; Cl^- 采用 AgNO_3 滴定法测定;水溶性钾离子、钠离子、钙离子、镁离子、硫酸根离子采用电感耦合等离子光谱仪(715-ES)测定;水溶性碳酸根、碳酸氢根离子用 H_2SO_4 滴定法测定。

1.5 数据分析

试验数据采用 Microsoft Excel 2007 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同有机氮、无机氮比对盐渍化土壤全盐含量的影响

由图 1 可以看出,随着有机氮投入比例的提高,同一土层各点离散程度缩小,土壤中各土层全盐变化趋于稳定。2013 年 3 月 15 日对照的耕层土壤 $0\sim 20 \text{ cm}$ 全盐含量较 2012 年 9 月 30 日增加 1.91 g/kg ,2013 年 5 月 30 日耕层土壤 $0\sim 20 \text{ cm}$ 提高至 4.30 g/kg ,增加了 3.09 g/kg ,这对冬小麦返青及玉米苗期生长均不利。而随着有机氮投入比例的提高,耕层土壤 $0\sim 20 \text{ cm}$ 全盐含量并无明显的变化,以 C 处理效果最佳,且该处理每个月份土壤盐分含量在各土层分布均匀。而 2013 年 5 月 30 日监测数据表明,该月份 CK 及处理 A 均出现不同程度的地表返盐现象。

2.2 不同有机氮、无机氮比对盐渍化土壤 pH 的影响

由图 2 可以看出,2012 年 11 月 15 日对照土壤 pH 较 2012 年 9 月 30 日上升 0.18,而投入有机氮的 3 个处理 pH 则下降 0.11~0.19;3 个处理和对照的 $20\sim 40 \text{ cm}$ 土壤 pH 数据同样存在上述规律,但上升、下降幅度较低。各处理土壤各土层 pH 各月份变化较大,而 C 处理 pH 各月份变化较为和缓。

2.3 不同有机氮、无机氮比对盐渍化土壤 Na^+ 的影响

由图 3 可以看出,对照各土层水溶性钠离子各月份变化幅度大,且逐步升高。A 处理与 B 处理土壤 $0\sim 40 \text{ cm}$ 水溶性钠离子含量同样变化幅度较大,这与图 1 所示 2013 年 5 月 30 日地表返盐现象吻合, $40\sim 100 \text{ cm}$ 土层各月份变化则相对稳定;C 处理变化相对稳定,与 2012 年 9 月 30 日数据对比,各土层水溶性钠离子含量明显降低。

2.4 不同有机氮、无机氮比对盐渍化土壤水溶性 Cl^- 含量的影响

由图 4 可以看出,与对照相比,其余 3 个处理土壤各层水溶性氯离子各月份变化较小,C 处理 $0\sim 40 \text{ cm}$ 土层变化最小,而 A 及 B 处理 $0\sim 40 \text{ cm}$ 土层变化则相对较大,分别于 2013 年 5 月 30 日及 2013 年 7 月 30 日出现较大幅度的增长。

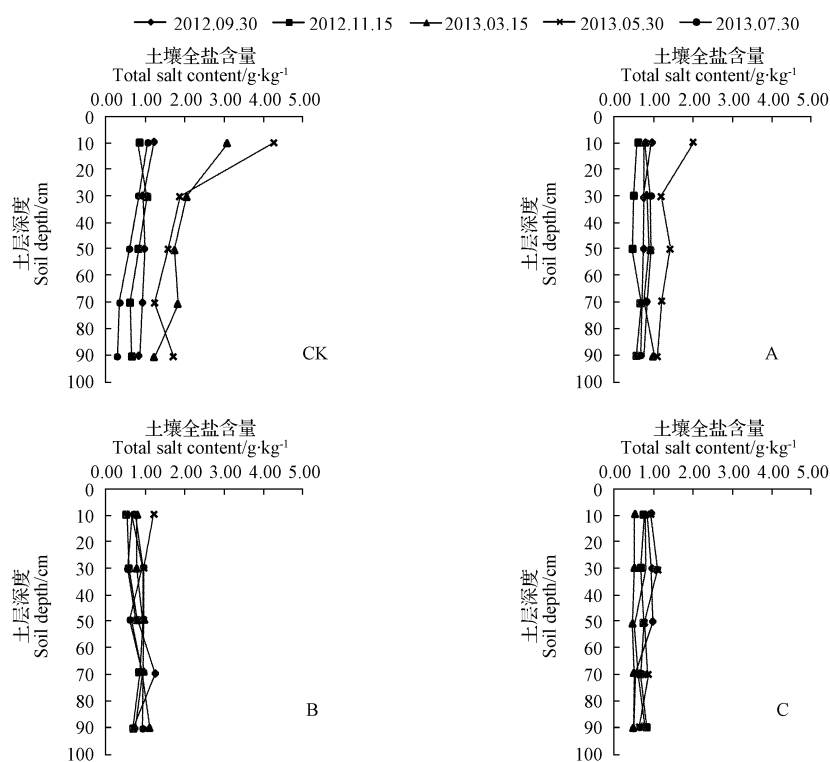


图 1 不同有机氮、无机氮对比对盐渍化土壤全盐含量的影响

Fig. 1 Effect of different proportion of organic nitrogen and inorganic nitrogen on total salt of salinity soil

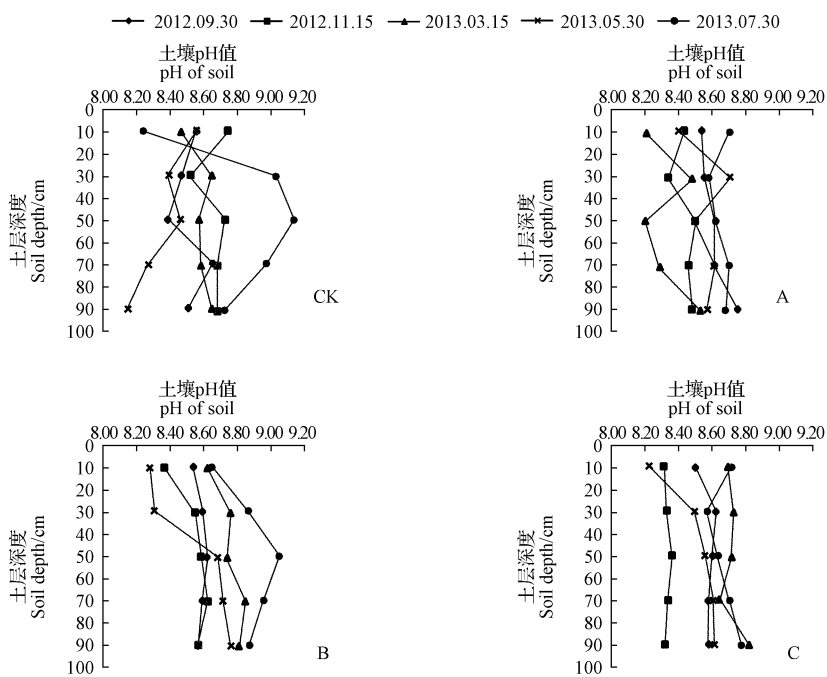


图 2 不同有机氮、无机氮对比对盐渍化土壤 pH 的影响

Fig. 2 Effect of different proportion of organic nitrogen and inorganic nitrogen on pH of salinity soil

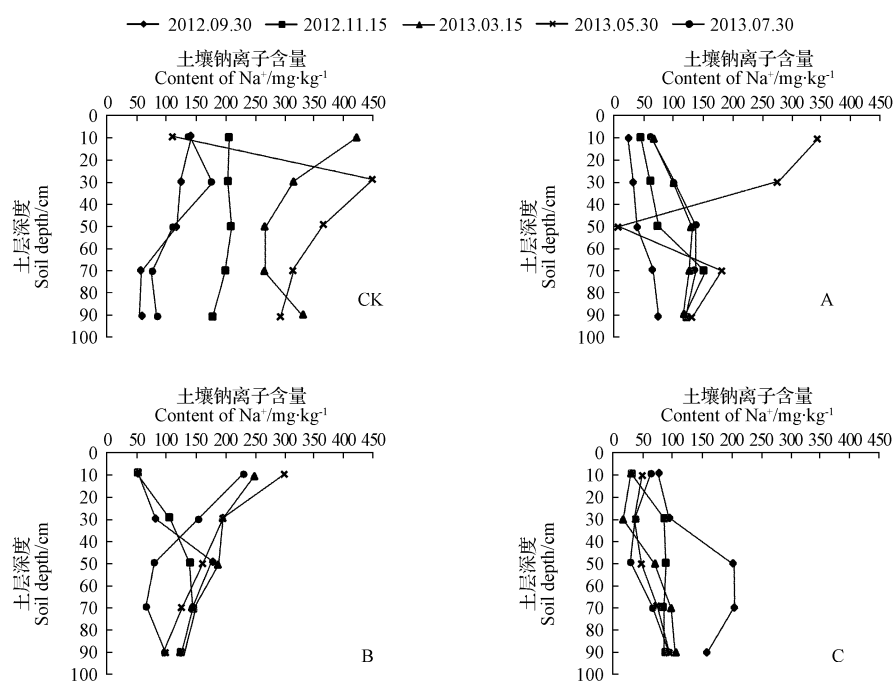


图3 不同有机氮、无机氮比对盐渍化土壤水溶性钠离子含量的影响

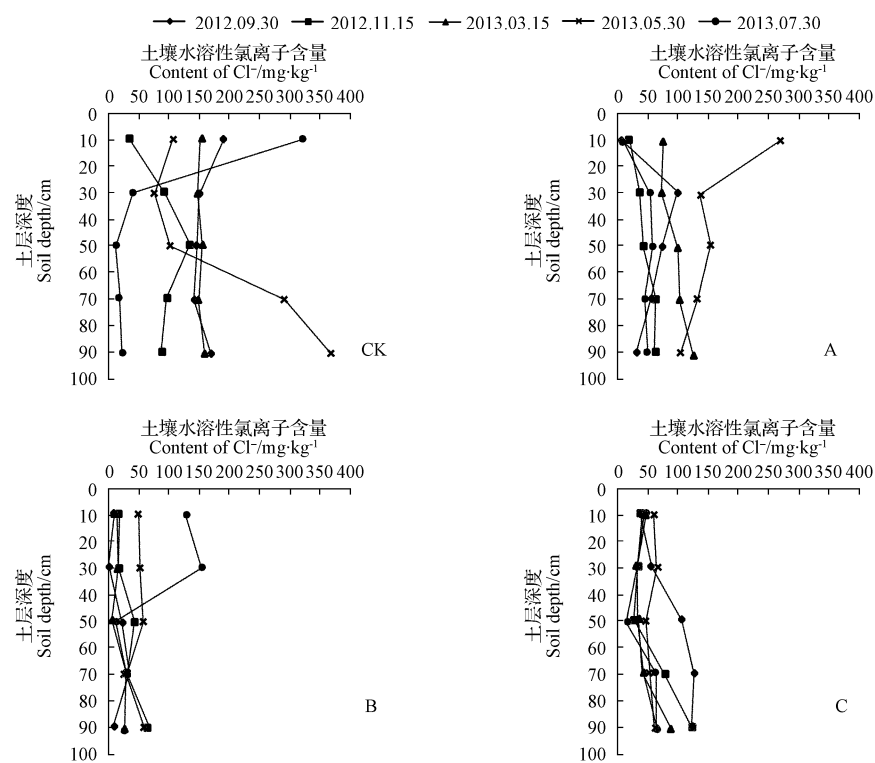
Fig. 3 Effect of different proportion of organic nitrogen and inorganic nitrogen on Na^+ of salinity soil

图4 不同有机氮、无机氮比对盐渍化土壤水溶性氯离子含量的影响

Fig. 4 Effect of different proportion of organic nitrogen and inorganic nitrogen on Cl^- of salinity soil

3 讨论与结论

有机肥施入盐渍化的土壤后,可有效增加土壤有机质含量,促进土壤微团聚体形成,土壤有机质含量与土壤团聚体数量有显著的正相关关系^[10]。盐渍土结构不良,土壤紧实板结,通透性差,有机肥的投入,使土壤团粒结构增多,土壤容重降低,土壤孔隙度增加,抑制土壤水分和盐分离子向地表的聚积^[11];另外,土壤入渗率的提高,蒸发量减少,对盐渍土的脱盐、洗盐有重要影响,这与大田试验全盐月份变化结果相符。

有机肥对土壤表层 pH 短期内有降低效果,这可能与有机物分解产生有机酸降低土壤 pH 有关,但降低 pH 效果不明显,这与朱义等^[12]的研究结果相同。

腐殖质是土壤有机质的主要组成部分,是一种带有高电荷的阴离子胶体,在有机物质分解和腐殖化过程中,产生低分子有机酸,使土壤中部分 CaCO_3 被分解出 Ca^{2+} ,并把吸附在土壤胶体上的 Na^+ 置换出来。腐殖质形成后,可以提供比土壤颗粒吸附能力强 6~10 倍的结合能力^[13],降低土壤盐分离子的活性,降低对作物在生长期间的危害。

该研究表明,在等氮条件下,有机氮投入比例越高,对土壤全盐含量降低效果越好,在易返盐期土壤全盐含量并无明显升高;单施化肥会加重盐渍化土壤的盐害,在易返盐期土壤全盐含量会大幅提高;有机氮投入会在短期降低土壤 pH,但长期施用效果不明显;有机氮投入可降低耕层土壤 Na^+ 、 Cl^- 含量;当有机氮:无机

氮=2:1 配比时对盐渍化土壤的改良效果最佳。

(该文作者还有杨东杰,单位同第一作者。)

参考文献

- [1] 蒋辉. 环境地质学[M]. 北京:化学工业出版社,2008:171-173.
- [2] 王遵亲,祝寿泉,俞仁培,等. 中国盐渍土[M]. 北京:科学出版社,1993:1-4,322-375.
- [3] 龚洪柱. 盐碱地造林学[M]. 北京:中国林业出版社,1988.
- [4] 陈小兵,杨劲松,刘春卿,等. 大农业条件下新疆土壤盐碱化及其调控对策[J]. 土壤,2007,39(3):347-353.
- [5] 常婷婷,张洁,吴鹏飞,等. 设施土壤次生盐渍化防治措施的研究进展[J]. 江苏农业科学,2011,39(4):449-452.
- [6] 朱虹,祖元刚,王文杰,等. 盐碱地的植被恢复与盐碱地改良方法的评述[J]. 吉林林业科技,2007,36(5):14-27.
- [7] 王涌清,孙昭荣,刘秀奇. 潮土及盐化潮土中的微团聚体及有机质在各组微团聚体中的分布[J]. 土壤肥料,1983(4):10-13.
- [8] 谢承陶,李志杰,章友生,等. 有机质与土壤盐分的相关作用及其原理[J]. 土壤肥料,1993(1):19-22.
- [9] Liang Y C, Si J, Nikolic M, et al. Organic manure stimulates biological activity and barley growth in soil subject to secondary salinization[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2005, 37: 1185-1195.
- [10] 谢承陶. 盐渍土改良原理与作物抗性[M]. 北京:中国农业科技出版社,1993.
- [11] Vidal-Beaudet L, Charpentier S. Percolation theory and hydrodynamics of soil-peat mixtures[J]. Soil Science Society of America Journal, 2000, 64(3): 827-835.
- [12] 朱义,崔心红,张群,等. 有机肥料对滨海盐渍土理化性质和绿化植物的影响[J]. 上海交通大学学报(农业科学版),2012(4):91-96.
- [13] 谢承陶. 盐渍土改良原理与作物抗性[M]. 北京:中国农业科技出版社,1993:160-161.

Improvement Effect of Different Proportion of Organic Nitrogen and Inorganic Nitrogen on Salinity Soil

LI Jie¹, LIU Shan-jiang², CHEN Yi-shan², BAI Yang², MA Liang², WU Rong¹, YANG Dong-jie¹

(1. College of Resources and Environment, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271000; 2. Institute of Plant Nutrition and Resources, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100097)

Abstract: A field experiment was carried out to study the improvement effect of four different proportions of organic nitrogen and inorganic nitrogen on salinity soil in the winter wheat and summer maize rotating system. The results showed that the higher of organic nitrogen proportion was, the better of the effect on reducing the soil total salt content was. Only chemical fertilizer would aggravate salt injury. The organic nitrogen application decreased soil pH from 0.11 to 0.19 in a short time and reduced the Na^+ and Cl^- contents in the tilth soil. The best ratio of organic nitrogen to inorganic nitrogen was two to one.

Key words: organic nitrogen; inorganic nitrogen; ratio; salinity soil; improvement