

DOI:10.11937/bfyy.201510040

秸秆还田方式对设施土壤盐分的影响

董 环, 娄春荣, 袁兴福, 王秀娟

(辽宁省农业科学院, 辽宁 沈阳 110161)

摘 要:在设施栽培条件下,研究不同秸秆还田方式对土壤盐分空间运移的影响,通过测定分析不同秸秆还田方式处理对不同深度土壤全盐、电导率、硝酸盐、pH 值,比较不同处理盐分指标的差异,并对不同盐分指标进行相关性分析。结果表明:2 000 kg/667m² 行下秸秆反应堆处理之间差异不明显,但与无秸秆处理相比,不同行下秸秆反应堆处理能够降低 0~10 cm 土层土壤全盐 20.16%~21.75%,降低 10~20 cm 土层土壤全盐 13.25%~24.40%;能够降低 0~10 cm 土壤硝酸盐 25.00%~25.80%,降低 20~30 cm 土层土壤硝酸盐 22.41%~24.75%;土壤全盐与土壤硝酸盐极显著正相关,土壤全盐与土壤 pH 值极显著负相关。

关键词:秸秆还田;盐渍化土壤;理化性质

中图分类号:S 158 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)10-0000-04

设施土壤次生盐渍化是阻碍种植业生产健康、可持续发展的障碍因子之一,通过各项农艺管理措施降低土壤次生盐渍化程度,改善土壤微环境,对于农业增产,农民增收,农产品安全具有重要意义。设施农业其

自身的特点是高温、高湿、无雨水淋溶,致使盐分易随土壤水分蒸发在表层土集聚;部分地区由于地下水位偏高,地下水中的矿物质易通过毛细现象迁移到地表,使土壤盐分表聚;实际生产过程中由于施用肥料过大或施肥比例不合理也能产生次生盐渍化;设施农业复种指数高,茬重严重,也是产生盐渍化的重要原因。严重的土壤盐渍化可能会引起作物生理干旱,使作物易发土传病害,土壤的孔隙结构和酸碱度变差,土壤的酶活性和微生物区系受到影响,作物养分元素吸收易出现拮抗,农产品的品质变坏^[1-4]。通过调整施肥数量和配方施肥,转变灌溉方式,客土或深翻,轮作倒茬,有针对性的应用

第一作者简介:董环(1979-),男,硕士研究生,副研究员,研究方向为植物营养和环境资源。E-mail:xianyu1979@126.com.

责任作者:娄春荣(1966-),男,硕士,研究员,研究方向为植物营养和环境资源。E-mail:lcllys@126.com.

基金项目:辽宁省农业科技创新团队资助项目(2014201021);辽宁省科技厅重大攻关计划资助项目(2011215003)。

收稿日期:2015-01-19

[10] 王凤玉,周广胜,贾丙瑞,等. 水热因子对退化草原羊草恢复演替群落土壤呼吸的影响[J]. 植物生态学报,2003(5):644-649.

[11] 赵彩霞,郑大玮,何文清,等. 不同围栏年限冷蒿草原群落特征与土壤特性变化的研究[J]. 草业科学,2006(12):89-92.

Effect of Enclosed and Grazing Prohibition on Typical Steppe Soil Properties

WANG Ying¹, CUI Xiang-xin¹, JIN Juan², SHI Wan-lin³, ZHANG Qi¹, SUN Qing¹

(1. College of Ecological Environmental, Inner Mongolia University, Hohhot, Inner Mongolia 010018; 2. College of Forestry, Inner Mongolia University, Hohhot, Inner Mongolia 010018; 3. Station of Forestry Administration and Resource, Xianghuang Banner, Xilinguole, Inner Mongolia 013250)

Abstract: Taking typical grassland in Xilinguole as the research object, by analyzing and comparing grassland moisture content, bulk density, organic matter content, nitrogen and available phosphorus, potassium and other indicators under different years of enclosure, to explore the influence of soil properties on the typical grassland. The results showed that, with the increase time of enclosure, the bulk density decreased, moisture content rose at first then decreased. With the extension of the enclosed time, potassium content in soil slowly increased, soil organic matter, available phosphorus and nitrogen content increased as well. Therefore, enclosure is an effective measure on soil improvement and promote the restoration of degraded grassland vegetation.

Keywords: typical steppe; enclosure; soil properties

土壤改良剂,以及使用有机物质还田来调控盐渍化土壤,取得了一定成效^[5-7]。秸秆还田是一种有机物还田调控土壤盐分的措施之一,以往的研究多是秸秆直接还田,靠吸附土壤盐分,调节土壤碳氮比例来实现控盐的目的。研究秸秆的特殊埋置方式和秸秆存在的特殊的位置来洗盐、阻盐的报道较少^[8-11]。该研究应用秸秆生物反应堆技术,探讨秸秆还田形式下,土壤盐分的存在数量与土层垂直分布。以期防治设施土壤次生盐渍化提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在辽宁省开原市进行。开原市位于辽宁省铁岭市东南部,东经 123°43′~124°48′,北纬 42°6′~42°53′。

表 1 耕层土壤基本理化性质

Table 1 Basic physical and chemical properties of topsoil

土壤类型	pH 值	有机质	全氮	全磷	全钾	碱解氮	速效磷	速效钾	全盐	EC 值
Soil type	pH value	Organic matter /%	Total N / (g · kg ⁻¹)	Total P / (g · kg ⁻¹)	Total K / (g · kg ⁻¹)	Alkali-hydrolyzable nitrogen / (mg · kg ⁻¹)	Rapidly-available P / (mg · kg ⁻¹)	Rapidly-available K / (mg · kg ⁻¹)	Total salt / %	EC value / (μS · cm ⁻¹)
棕壤	6.1	2.5	1.91	1.5	28.19	185	299.1	310	0.374	454

1.2 试验材料

供试菌种为沈阳应用生态研究所的秸秆发酵复合菌剂。

供试反应堆的建造:将菌种、麦麸与水按 1:17.5:5 的比例混合,混均后堆积 12 h 备用,在种植床内挖深 30 cm、宽 80 cm 沟。每沟内用风干玉米秸秆填实,将高出地面的秸秆踩实。将菌种麦麸混合物均匀撒在玉米秆上,振动玉米秆,使菌种和玉米秆充分结合。将原土回填到秸秆上,垄宽 1.2 m,保证秸秆以上 25 cm 土层厚度。垄台浇足水,沉降 5 d 后,搂平垄台,15 d 后定植番茄,浇水后在垄台打孔,孔距 20 cm。

1.3 试验方法

有机肥一次性施入,化肥分 4 次,按照苗期、1 穗果膨大期、2 穗果膨大期、3 穗果膨大期以 20%、25%、30%、25% 的比例依次施入。2012 年 11 月中旬育苗,2012 年 12 月 22 日埋设秸秆反应堆,2013 年 1 月定植,采用膜下滴灌方式灌溉,正常田间管理,每株番茄留 4 穗果。

试验共设 5 个处理,每处理 3 次重复。T1 处理:常规种植(无秸秆);T2 处理:行下秸秆反应堆(菌种 10 kg/667m²,麦麸 175 kg/667m²,秸秆 2 000 kg/667m²),秸秆整株埋置;T3 处理:行下秸秆反应堆(菌种 10 kg/667m²,麦麸 175 kg/667m²,秸秆 1 000 kg/667m²),秸秆整株埋置;T4 处理:秸秆还田 2 000 kg/667m²,秸秆切成 5 cm,与土混合均匀;T5 处理:行下秸秆反应堆(菌种 10 kg/667m²,麦麸 175 kg/667m²,秸秆 2 000 kg/667m²),将秸秆切成 5 cm。

1.3 项目测定

收获期后采集 0~10、10~20、20~30、40~50 cm

东西长 89.4 km,南北宽 86 km,总面积 2 824.78 km²。开原市属北温带季风型大陆性气候。无霜期为 145~165 d 左右。年平均降水量为 678 mm。试验区热量充足、雨量充沛、地势平坦、土壤肥沃,地下水和地表水资源丰富,适宜发展设施农业。该地块地下水位 4~5 m,种植年限 5 年,试验地耕层土壤基本理化性质见表 1。

小区面积 30 m²,皆施用干猪粪 5 000 kg/667m²,猪粪养分为:有机质 12.4%,N 0.45%,P₂O₅ 0.53%,K₂O 0.41%。化肥施用为:N 30 kg/667m²,P₂O₅ 25 kg/667m²,K₂O 35 kg/667m²(即尿素 44 kg/667m²),磷酸二铵 54.3 kg/667m²,硫酸钾 70 kg/667m²。

土层土壤,测定土壤全盐、硝态氮、EC 值、pH 值。土壤可溶全盐含量采用重量法测定;土壤硝酸盐含量采用酚二磺酸比色法测定;土壤 pH 值采用 pH 计测定。

1.4 数据分析

利用 Microsoft Excel 2000 软件、DPS 7.05 软件进行方差分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 秸秆不同还田方式对设施土壤理化性质的影响

2.1.1 秸秆不同还田方式对设施土壤全盐的影响 由图 1 可知,对于 0~10 cm 土层,T4(秸秆切碎还田)处理土壤全盐含量最高,T2、T5 处理全盐含量差异不显著,T1 处理与 T2、T5 处理全盐含量差异显著($P<0.05$),T1、T2、T5 处理全盐含量分别为 0.377%、0.285%、0.301%。与 T1 处理相比,T2、T5 处理土壤全盐含量分别降低了 21.75%、20.16%。对于 10~20 cm 土层,T5 处理土壤全盐含量最低,T4 处理土壤全盐含量最高,T4 处理土壤全盐含量显著高于 T1 处理,T1 处理土壤全盐含量显著高于 T2 处理,T2 处理土壤全盐含量显著高于 T5 处理,T1 处理和 T2、T5 处理土壤全盐含量分别为 0.347%、0.301%、0.262%,与 T1 处理相比,T2、T5 处理土壤全盐含量下降了 13.25%、24.4%。20~30 cm 土层土壤全盐比较:趋势跟 10~20 cm 土层规律相同。分析 0~30 cm 土层土壤全盐含量变化趋势可以看出,T1 处理、T4(秸秆切碎还田)处理土壤全盐含量有所下降,趋势平缓,T2、T5 处理全盐含量也有所下降,趋势平缓,但它们开始下降的起始全盐含量不同。由此说明行下秸秆反应堆处理适宜上层水分的向下流动,将上层土壤中的盐分淋洗到秸秆中,秸秆成为了盐水的载体。纵观

0~10、10~20、20~30 及 40~50 cm 土层, T2、T5 处理土壤全盐皆显著低于 T1 处理。因此说明秸秆反应堆成为盐水载体的同时, 也阻隔了盐水的继续下行。

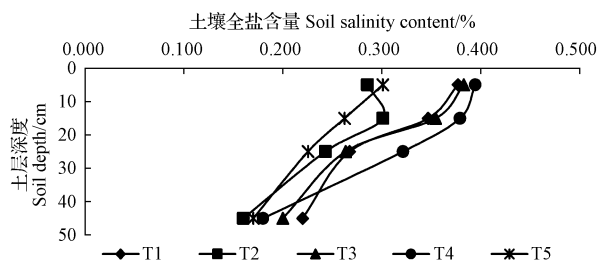


图1 土壤剖面中的全盐含量

Fig. 1 Comparison of different treatments on total salt content of different soil layers

2.1.2 秸秆不同还田方式对设施土壤硝酸盐的影响

由图2可知,对于0~10 cm 土层, T1 处理土壤硝酸盐最高, 其它处理土壤硝酸盐都显著低于 T1 处理; 与 T1 处理相比, T4、T2、T5 处理土壤硝酸盐分别降低了 15.6%、28.8%、25%。T1 处理土壤硝酸含量由上至下变化平缓, 且处于较高水平; T2、T5 处理的土壤硝酸盐含量由上至下低-高-低的变化趋势, 且低于 T1 处理, 说明在一个生长周期内表层土壤硝酸盐被淋洗到下层; 从 0~10 cm 层到 10~20 cm 层土壤硝酸盐呈上升趋势, 这可能跟滴灌水的量和滴灌速度有关, 也就是说与行下秸秆反应堆应用配合, 滴灌的流量和滴灌速度很大程度上影响着硝酸盐的淋洗深度和速度。对于 20~30 cm 土层, T1 处理和 T2、T5 处理土壤硝酸盐分别为 342.43、257.67、265.68 mg/kg, 与 T1 处理相比, T2、T5 处理土壤硝酸盐降低了 24.75%、22.41%, 说明秸秆反应堆有利于表层土壤硝酸盐的向深层淋洗。T4 处理各土层硝酸盐亦有变化, 与 T1 处理相比, 有降低土壤硝酸盐的趋势, 这可能是番茄生产中水分淋洗和秸秆在微生物活动下消耗 N 素共同作用的结果。

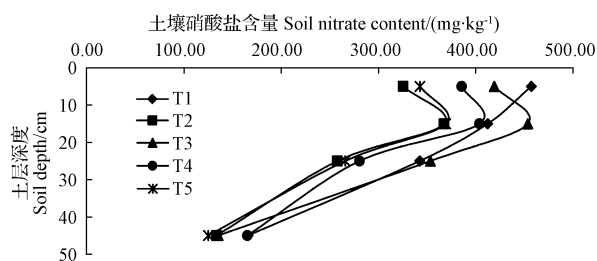


图2 各处理不同土层土壤硝酸盐含量的比较

Fig. 2 Comparison of different treatments of nitrate content of different soil layers

2.1.3 秸秆不同还田方式对设施土壤 pH 值的影响

工业生产的大部分化学肥料都表现为弱酸性或进入土壤后发生化学变化使土壤酸化, 比如化学肥料中往往带

有 Cl^- 和 SO_4^{2-} 等强酸性离子, 这些离子会随着 KCl 、 NH_4Cl 、 K_2SO_4 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 等肥料的长期大量施用而进入土壤, 它们中仅部分被作物吸收, 而大部分则残留于土壤中, 成为土壤次生盐渍化和土壤 pH 值下降的主要原因。由图3可以看出, 常规种植和行间秸秆反应堆处理的土壤 pH 值差异不显著, 且随着土层的加深呈上升趋势, 秸秆切碎还田处理(T4)不同土层的土壤 pH 值都显著低于其它处理, 与 T1 处理相比, 秸秆切碎还田处理各层次土壤 pH 值下降了 1.13%~2.33%, 这可能因为秸秆碎屑本身就具有较强的吸持水分和养分离子的能力, 在作物生长的全过程中, 土壤与秸秆碎屑之间维持着一种吸收与释放的运动状态, 使土壤的 pH 值维持在一个较低的水平。T2、T5 处理不同土层的土壤 pH 值都显著高于 T1 处理。

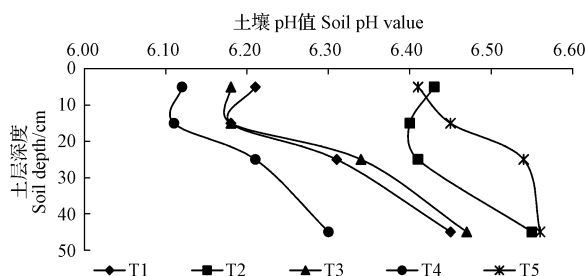


图3 各处理不同土层土壤 pH 值的比较

Fig. 3 Comparison of different treatments on soil pH value of different soil layers

2.2 设施土壤全盐与土壤硝酸盐、土壤 pH 值的相关性分析

2.2.1 土壤全盐与土壤硝酸盐的相关性分析 将重复土壤样本全盐含量平均值与重复土壤样本硝酸盐平均值建立相关关系, 可以看出土壤全盐与土壤硝酸盐极显著正相关, 相关系数为 0.777, 相关方程为 $Y=0.0006X+0.0788$ ($n=16$), 式中: Y 代表土壤全盐, X 代表土壤硝酸盐。说明在该地块土壤硝酸盐是影响土壤全盐主要因子。

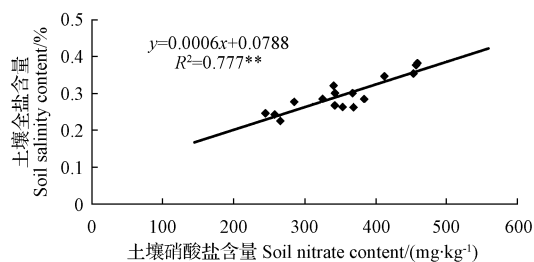


图4 土壤全盐含量与土壤硝酸盐含量的相关关系

Fig. 4 Relationship between total salt content and nitrate content

2.2.2 土壤全盐与土壤 pH 值的相关性分析 将重复土壤样本全盐含量平均值与重复土壤样本 pH 值平均值建立相关关系,可以看出土壤全盐与土壤 pH 值极显著负相关,相关系数为 0.6577,相关方程为 $Y = -0.3451X + 2.4782$ ($n=16$),式中:Y 代表土壤全盐,X 代表土壤 pH 值。说明土壤盐分丰富的地块容易出现酸化现象。

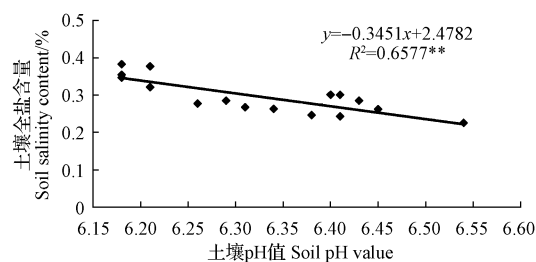


图5 土壤全盐含量与土壤 pH 值的相关关系

Fig. 5 Relationship between total salt content and soil pH value

3 结论

2 000 kg/667m² 行下秸秆反应堆处理降低耕层土壤盐分,秸秆切碎还田处理(T4)能够影响部分化学性质。不同行下秸秆反应堆处理能够降低 0~10 cm 土层土壤全盐 20.16%~21.75%,降低 10~20 cm 土层土壤全盐 13.25%~24.4%;能够降低 0~10 cm 土壤硝酸盐 25%~25.8%,降低 20~30 cm 土层土壤硝酸盐 22.41%~24.75%;能够使土壤 pH 提高 0.46%~4.40%,是土壤酸碱度趋近中性;秸秆切碎还田处理能够降低土壤硝酸盐含量,降低土壤 pH 值,使土壤酸化。

土壤全盐与土壤硝酸盐极显著正相关,相关方程为 $Y = 0.0006X + 0.0788$,该地块土壤硝酸盐是影响土壤全盐主要因子。土壤全盐与土壤 pH 值极显著负相关,相关方程为 $Y = -0.3451X + 2.4782$,土壤盐渍化使土壤酸化。

参考文献

- [1] 孙世忠,郭云周,官会林,等. 不同管理模式下香石竹设施栽培土壤盐渍化特征及其诱导病害[J]. 土壤,2010,42(6):972-977.
- [2] 王辉,董元华,安琼,等. 高度集约化利用下蔬菜地土壤酸化及次生盐渍化研究[J]. 土壤,2005,37(5):530-533.
- [3] 李凤霞,张学艺,袁海燕,等. 宁夏不同类型盐渍化土壤微生物区系及多样性[J]. 水土保持研究,2013,20(1):61-65.
- [4] 曾希柏,白玲玉,苏世鸣,等. 山东寿光不同种植年限设施土壤的酸化与盐渍化[J]. 生态学报,2010,30(7):1853-1859.
- [5] 李元. 填闲作物对日光温室土壤环境作用效果比较研究效应[J]. 农业工程学报,2008(1):224-229.
- [6] 邵玉翠. 天然矿物改良剂在微咸水灌溉土壤中应用效果的研究[J]. 水土保持学报,2005,19(4):100-103.
- [7] 邵玉翠. 有机-无机土壤改良剂对滨海盐渍土降盐防碱的效果[J]. 生态环境学报,2009,18(4):1527-1532.
- [8] 李新举,张志国,李永昌. 秸秆覆盖对盐渍土水分状况影响的模拟研究[J]. 土壤通报,1999,30(4):176-177.
- [9] 马建成,张丽荣,等. 秸秆生物反应堆技术的应用对设施黄瓜土壤微生物的影响[J]. 西北农业学报,2010,19(12):161-165.
- [10] 马永良,师宏奎,张书奎,等. 玉米秸秆整株全量还田土壤理化性状的变化及其对后茬小麦生长的影响[J]. 中国农业大学学报,2003,8(增刊):42-46.
- [11] 强学彩,袁红莉,高旺盛. 秸秆还田量对土壤 CO₂ 释放和土壤微生物量的影响[J]. 应用生态学报,2004,15(3):469-472.
- [12] 唐启义,冯光明. DPS 数据处理系统-实验设计、统计分析 & 数据挖掘[M]. 北京:科学出版社,2007.

Effect of Straw Returning Method on Soil Salinity in Greenhouse

DONG Huan, LOU Chun-rong, YUAN Xing-fu, WANG Xiu-juan

(Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang, Liaoning 110161)

Abstract: The spatial movement of soil salinity with different straw returning methods in greenhouse was studied. Total soil salinity, conductivity, soil nitrate and pH value of different soil depth under different straw returning method treatments were determined. Different saline indexes were compared between different treatments. The correlations of different saline indexes were analyzed. The results showed that there were not significant differences between straw reactors under the ridge 2 000 kg/667m² to regulate soil saline indexes. Straw reactors under the ridge can decrease soil total salinity from 0 to 10 cm soil depth 20.16%—21.75%, decrease soil total salinity from 10 to 20 cm soil depth 13.25%—24.40%, decrease soil nitrate from 0 to 10 cm soil depth 25.00%—25.80%, decrease soil nitrate from 20 to 30 cm soil depth 22.41%—24.75% respectively than CK(no straw). There was a significant positive correlation between total soil salinity and soil nitrate. There was a significant negative correlation between total soil salinity and pH value.

Keywords: straw returning to the field; saline soil; physiological characteristics