鲁北低平原内陆盐碱地不同种植方式对土壤理化性质的影响

李学平[1], 刘 萍[1], 刘兆辉[2], 董晓霞[2], 李甲亮[1], 荣 琨[1]

(1. 滨州学院 城市与环境系, 山东 滨州 256600; 2. 山东省农业科学院 土壤肥料研究所, 山东 济南 250100)

摘 要: 采用农户调查和室内试验相结合的方式,研究内陆盐碱地农田管理方式对土壤理化性质的影响。结果表明,作物种植方式主要有小麦—玉米轮作、小麦—棉花轮作、西瓜—棉花套种、玉米—大豆间作和春玉米单作 5 种。这 5 种种植方式的土壤有机质、碱解氮、速效磷和速效钾平均含量分别为 20.1,60.1,106.2 和 170.2 mg/kg,不同种植方式间差异显著,西瓜—棉花套种方式的养分含量最高。不同种植方式下,土壤碱解氮含量最高值仅为 70.2 mg/kg,应适当增施氮肥;土壤速效磷含量平均值高于作物所需磷含量 15 mg/kg,应适当减少磷肥的施用;土壤速效钾平均值为 170.2 mg/kg,应根据作物对钾的需求特点,控制钾肥的使用。

关键词: 种植方式; 有机质; 碱解氮; 速效磷; 速效钾

文献标识码: A **文章编号**: 1000-288X(2012)01-0050-04 **中图分类号**: S158.3

Effects of Different Planting Patterns on Soil Physicochemical Properties in Inland Saline-alkali Soil on Low Plain of North Shangdong Province

LI Xue-ping[1], LIU Ping[1], LIU Zhao-hui[2], DONG Xiao-xia[2], LI Jia-liang[1], RONG Kun[1]

(1. *Department of City and Environment, Binzhou University, Binzhou, Shandong* 256600, *China*;
2. *Institute of Soil and Fertilizer, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Ji'nan, Shandong* 250100, *China*)

Abstract: The effects of farmland management on soil physicochemical properties in an inland saline-alkali land were studied through household survey and indoor experiment. Results showed that there were the five crop planting modes of wheat—maize rotation, wheat—cotton rotation, melon—cotton interplant, maize—soybean interplant, and spring maize monoculture. The average contents of soil organic manure, alkali-hydrolyzable nitrogen, available phosphorus, and available potassium under the five planting modes were 20.1, 60.1, 106.2, and 170.2 mg/kg, respectively. The differences between the planting modes were significant and the soil nutrient contents were the highest under the melon—cotton interplant mode. Under the different planting modes, the highest content of soil alkali-hydrolyzable nitrogen was only 70.2 mg/kg, which suggests that nitrogen fertilizer should be added; the average content of soil available phosphorus was 15 mg/kg higher than what the plants need, which implies that phosphorus fertilizer should be reduced; and the average content of available K was 170.2 mg/kg, which implies that K fertilizer should be controlled according to the needs of crops.

Keywords: planting pattern; organic manure; alkali-hydrolyzable nitrogen; available phosphorus; available potassium

鲁北低平原内陆盐碱地是我国盐碱地主要地区之一,近年来,该区域出现了春季返盐现象,农业种植结构不尽合理,农业投入水平不高,粮食产量仅为高产区的 1/2,农业效益低下。黄河三角洲盐渍化土地面积 4.429×10^5 hm^2,占全区总面积的 1/2 以上,土壤以滨海盐土为主,土壤含盐量高。在长期的利用过程中,其利用方式发生了较大的变化,土壤肥力也随着发生变化[1]。关于土壤理化性质与种植方式的关系,国内外许多学者作了大量的研究[2-6],但对滨海盐碱地区的研究较少[7-15]。本文以鲁北低平原内陆盐碱

收稿日期:2011-5-26 修回日期:2011-06-10
资助项目:公益性行业(农业)科研专项经费项目"鲁北低平原内陆盐碱障碍耕地农业高效利用技术模式研究与示范"(200903001-7-3);滨州学院博士科研启动基金项目"农田土壤磷素环境风险评价研究"(2008Y008)
作者简介:李学平(1978—),女(汉族),山东省临沂市人,讲师,博士,主要从事盐碱地改良与利用研究。E-mail:lixueping2008@163.com。

地典型区域农田为研究对象,调查盐碱地农田的种植方式,分析土壤的理化性质,研究农作物种植方式与土壤理化性质之间的关系,旨在为提高鲁北低平原内陆盐碱地土壤的质量和经济效益提供理论依据。

1　材料与方法

1.1　自然地理概况

鲁北低平原内陆盐碱地典型区域农田位于东经 117°47′—118°09′,北纬 37°13′—37°36′,面积 80.81 km^2。土壤盐分主要以氯化物为主,土壤表层盐分在 0.4%～1.8%范围内变化。按质地分主要有中壤土,其次是轻壤土、沙壤土和重壤。属暖温带大陆性季风气候,四季分明,日照充足,年平均气温 12.5 ℃,平均降水量 589.7～953.9 mm,地下水埋深 1～3 m。黄河水是主要灌溉水源。

1.2　测定方法

土壤容重:环刀法。土壤有机质:丘士林法。土壤碱解氮:测定采用碱解扩散法。土壤有效磷:钼锑抗比色法。土壤有效钾:火焰光度计测定[16]。

2　结果与分析

2.1　鲁北低平原内陆盐碱地典型区域农田种植方式的基本特点

2.1.1　**典型区域种植方式类型**　通过对 106 个农户的农田调查,鲁北低平原内陆盐碱地典型区域农田的作物种植方式主要有小麦—玉米轮作,小麦—棉花轮作,西瓜—棉花套种,玉米—大豆间作和春玉米单作 5 种(表 1)。其中,小麦—玉米轮作和小麦—棉花轮作是该区主要的种植方式,春玉米单作是该区比较少见的种植方式。

表 1　鲁北低平原内陆盐碱地典型区域农田利用类型

作物	小 麦	玉 米	棉 花	西 瓜	大 豆
种植方式	小麦—玉米轮作 小麦—棉花轮作	玉米—小麦轮作 玉米—大豆间作 春玉米单作	棉花—小麦轮作 棉花—西瓜套种	西瓜—棉花套种	大豆—玉米间作

2.1.2　**典型区域农田施肥情况**　施肥种类包括有机肥、氮肥、磷肥、钾肥和复合肥(表 2)。有机肥多为粪便,氮肥有尿素和碳酸氢铵,磷肥主要是过磷酸钙,钾肥主要是硫酸钾。施肥方法主要有基肥、追肥、种肥和喷肥等。小麦、玉米、棉花、大豆和西瓜均可以用农家肥作基肥,施用量各有不同,其中西瓜农家肥使用量偏少。其中小麦的追肥时期分别为返青期和拔节期进行 2 次追肥,主要试用的是磷酸二铵复合肥,总量在 1 350～1 750 kg/hm^2 之间,远高于基肥的使用量。

农业生产过程中,土壤施肥存在盲目性,氮肥施用量过少,磷肥施用量过多,钾肥在西瓜—棉花轮作下用量过多,尤其在追肥中,西瓜钾肥用量较多。在小麦—棉花轮作和玉米—大豆间作下施用量偏少。各不同种植方式下,同一作物的肥料用量基本相当。当地土壤为盐碱土,土壤盐分含量 90%为氯化钠,因此不适宜使用氯化钾肥料。土壤盐分含量高也是限制作物高产的一个重要因素,目前农户最多的改良盐碱地的方法是尽量使用农家肥或在耕地的过程中进行秸秆还田,从改善土壤理化性质方面改善土壤的盐碱化程度,这可一定程度上提高作物的产量。

表 2　作物主要施肥种类与方法

作物种类	基 肥		追 肥		其他施肥	
	种 类	施用量/(kg·hm^{-2})	种 类	施用量/(kg·hm^{-2})	种 类	施用量/(kg·hm^{-2})
小麦	农家肥	20 000～30 000	—	—	—	—
	尿 素	300～400	磷酸二铵(返青期)	600～750	磷酸二铵(拔节期)	750～900
	磷酸二铵	300～400				
	氯化钾	100～150				
玉米	农家肥	10 000～30 000	磷酸二铵	600～900	磷酸二铵(种肥)	30～45
	磷酸二铵	300	尿 素	150～225	—	—
棉花	农家肥	10 000～20 000	磷酸二铵	750～900	磷酸二氢钾(叶面肥)	40
	尿 素	350～450	尿 素	150～225		
	磷酸二铵	300～400	—	—		
	氯化钾	150～200	—	—	—	
西瓜	农家肥	10 000	饼 肥	500～600	钙 肥	50～100
	尿 素	300.0	硫酸钾复合肥	700～900	钼酸铵(叶面肥)	0.1%(浓度)
	磷酸二铵	60～75				

2.2 不同种植方式对土壤有机质含量的影响

土壤有机质是养分的重要来源，其质量和数量直接影响到土壤潜在的生产力，是衡量土壤肥力水平的基础。自然环境条件的改变，有机肥的施用和轮作方式都会影响土壤有机质的数量和构成。农业管理水平不同，土壤有机质含量差异很大。

土壤有机质含量在 14～40 g/kg 范围之间(图 1)，西瓜—棉花套种含量最高，小麦—棉花轮作含量最低，变化规律为：西瓜—棉花套种＞春玉米单作＞小麦—玉米轮作＞玉米大豆间作＞小麦—棉花轮作。这主要是因为在西瓜和春玉米播种前，施用了大量农家肥，有机肥的大量施用有助于土壤有机质的积累。

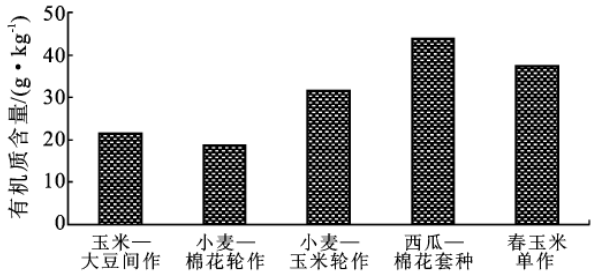


图 1 不同种植方式下土壤有机质含量特征

根据国家级耕地土壤监测数据显示，冲积平原形成的潮土有机质含量平均值为 17.7 g/kg。实验中土壤有机质含量平均值为 20.1 g/kg，能够满足农作物生长要求。小麦—棉花轮作有机质为 14.9 g/kg，低于平均值，应适当增施有机肥。

2.3 不同种植方式对土壤碱解氮含量的影响

土壤碱解氮含量范围为 42.4～70.2 mg/kg(图 2)，平均值为 60.1 mg/kg，且差异显著。西瓜—棉花套种含量最高，具体为西瓜—棉花套种＞ 春玉米单作＞小麦—玉米轮作＞玉米—大豆间作＞小麦—棉花轮作。西瓜—棉花套种和春玉米单作碱解氮含量较高，主要因为其有机质含量高。小麦—玉米轮作、玉米—大豆间作碱解氮含量相差仅为 1.6 mg/kg，可见种植玉米对土壤碱解氮含量有很显著的影响。

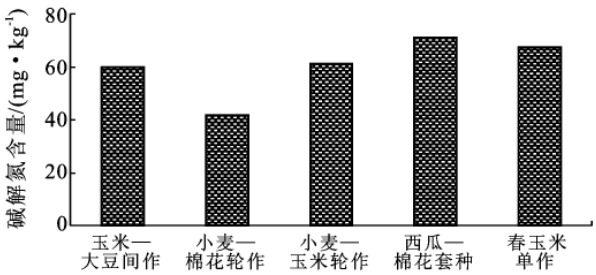


图 2 不同种植方式下土壤碱解氮含量特征

根据国家级耕地土壤监测数据显示，华北区耕层土壤碱解氮平均含量低于全国平均水平 113.8 mg/kg，在 80～100 mg/kg 范围之间。实验区土壤碱解氮含量普遍在 80 mg/kg 以下，小麦—棉花轮作的含量仅为 42.4 mg/kg，不足平均值的 1/2，说明在当地可以增施氮肥，农作物的产量还会有相应的提高。

2.4 不同种植方式对土壤速效磷含量的影响

不同种植方式下土壤速效磷的含量差异非常大(图 3)，其变化范围为 47.3 ～203.8 mg/kg，平均值为 111.7 mg/kg。其中西瓜—棉花套种含量最高，玉米—大豆间作含量最低。总的规律为：西瓜—棉花套种＞小麦—玉米轮作＞春玉米单作＞小麦—棉花轮作＞玉米—大豆间作。西瓜—棉花套种速效磷含量最高，这是因为西瓜—棉花套种期间西瓜的追肥量较大，导致土壤磷素累积量较大，所以速效磷含量最高。

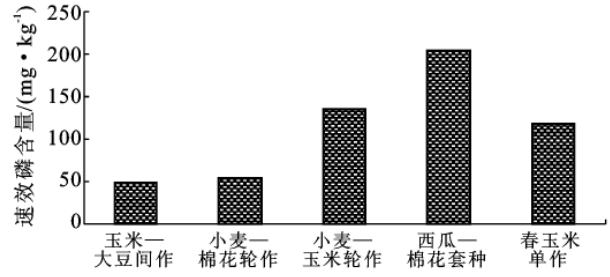


图 3 不同种植方式下土壤速效磷含量特征

试验区土壤速效磷含量平均值为 106.2 mg/kg，远远高于作物正常生长所需磷元素的含量 15 mg/kg，可能的原因，一方面是因为作物在种植前施用了大量的农家肥，另一方面是因为近期春耕追施了大量磷肥。

目前磷肥的施用量完全可以满足作物生长的需要，其中西瓜—棉花套种、小麦—玉米轮作和春玉米单作这 3 种种植方式下可以适当减少磷肥的施用。

2.5 不同种植方式对土壤速效钾含量的影响

5 种种植方式下土壤速效钾含量差异显著(图 4)，其变化范围为 102.3～292.1 mg/kg，平均值为 170.2 mg/kg。具体表现为：西瓜—棉花套种＞小麦—玉米轮作＞春玉米单作＞小麦—棉花轮作＞玉米—大豆间作。西瓜—棉花套种速效钾含量远远大于其它土地含量，除了其土地本身有机质含量偏高以外，施用硫酸钾做追肥也是一个重要的原因。

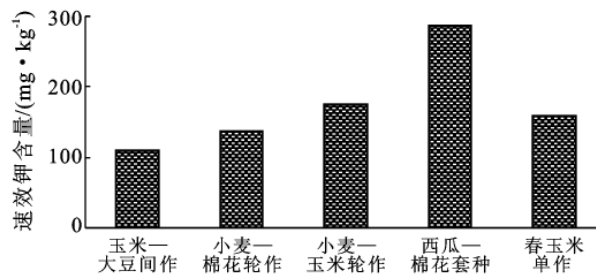


图 4 不同种植方式下土壤速效钾含量特征

根据国家级耕地土壤监测数据显示，北方潮土土壤速效钾平均含量 153 mg/kg。玉米—大豆间作和小麦—棉花轮作的土壤速效钾含量低于平均值 153 mg/kg，适当增施钾肥能进一步增加玉米、大豆、小麦和棉花的产量。其他种植方式土壤速效钾含量均较高，尤其是西瓜—棉花套种方式的最高为 292.1 mg/kg，比平均值高近 1 倍，因此西瓜—棉花套种方式下，根据作物对钾的需求特点，可以减少钾肥的使用，但西瓜或棉花对钾肥的需求特点需要做进一步的研究。

3　结 论

（1）从调查资料来看，典型区域的作物种植方式主要有小麦—玉米轮作、小麦—棉花轮作、西瓜—棉花套种、玉米—大豆间作和春玉米单作 5 种。其中，小麦—玉米轮作和小麦—棉花轮作是主要的种植方式，春玉米单作是最不常见的种植方式。

（2）土壤有机质以及有效氮磷钾的含量均能满足农作物生长要求。土壤碱解氮含量最高值为 70.2 mg/kg，应适当增施氮肥；玉米—大豆间作和小麦—棉花轮作土壤速效钾含量分别为 102.3 和 137.8 mg/kg，低于作物所需含量 153 mg/kg，可增加钾肥的施用量；西瓜—棉花套种的速效钾为 292.1 mg/kg，应减少钾肥的施用。

（3）土壤有机质、碱解氮、速效磷和速效钾受种植方式的影响都极其显著，其中西瓜—棉花套种方式下 4 种养分含量值均为最高，玉米—大豆间作和小麦—棉花轮作 2 种方式养分含量较低。从调查资料和土壤氮磷钾含量的分析来看，氮肥施用量过少，磷肥施用量过多，应当适当调整不同种植方式下的施肥状况。

［参 考 文 献］

［1］ 李新举，胡振琪，刘宁，等. 黄河三角洲土壤肥力质量的时空演变：以垦利县为例［J］. 植物营养与肥料学报，2006，12(6)：778-783.

［2］ 邹彦岐，乔丽. 国内外土地利用研究综述［J］. 甘肃农业，2008(7)：51-53.

［3］ 张雪梅，吕光辉，杨晓东，等. 农田耕种对土壤酶活性及土壤理化性质的影响［J］. 干旱区资源与环境，2011，25(12)：177-182.

［4］ 陈福兴. 不同轮作方式对培肥地力的作用［J］. 土壤通报，1996，27(2)：70-72.

［5］ 孙永丽，梅再美. 贵阳市白云岩地区不同种植方式对土壤物理性质的影响［J］. 贵州师范大学学报：自然科学版，2006，24(2)：27-31.

［6］ 高雪松，邓良基，张世熔，等. 不同利用方式与坡位土壤物理性质及养分特征研究［J］. 水土保持学报，2005，19(2)：53-60.

［7］ 张国印，王丽英，孙世友，等. 土地利用方式对土壤质量性状的影响［J］. 河北农业科学，2004，8(1)：1-5.

［8］ 王红丽，张绪成，宋尚有. 半干旱区旱地不同覆盖种植方式玉米田的土壤水分和产量效应［J］. 植物生态学报，2011，35(8)：825-833.

［9］ 王洪杰，李宪文，史学正，等. 不同种植方式下土壤养分的分布及其与土壤颗粒组成关系［J］. 水土保持学报，2003，17(2)：44-50.

［10］ 张金波，宋长春. 三江平原不同种植方式对土壤理化性质的影响［J］. 土壤通报，2004，35(3)：371-373.

［11］ 常凤来，田昆. 不同利用方式对纳帕海高原湿地土壤质量的影响［J］. 湿地科学，2005(2)：132-135.

［12］ 赵庚星，李秀娟，李涛，等. 耕地不同利用方式下的土壤养分状况分析［J］. 农业工程学报，2005，21(10)：55-58.

［13］ 许联芳，王克林，朱捍华，等. 桂西北克斯特移民区种植方式对土壤养分的影响［J］. 应用生态学报，2008，19(5)：1013-1018.

［14］ 杨长明，欧阳竹. 华北平原农业种植方式对土壤水稳性团聚体分布特征及其有机碳含量的影响［J］. 土壤，2008(1)：100-105.

［15］ 张心昱，陈利顶. 农田生态系统不同种植方式与管理措施对土壤质量的影响［J］. 应用生态学报，2007，18(2)：303-309.

［16］ 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法［M］. 北京：中国农业科技出版社，2000：95-130.

（上接第 49 页）

［12］ 付玉嫔，徐亮，孟广涛，等. 施用氮、磷肥对旱冬瓜苗木生长的影响［J］. 西部林业科学，2008，37(2)：25-28.

［13］ 王慧娟，孟月娥，赵秀山，等. 不同施肥水平对茶条槭生长及光合生理特性的影响［J］. 植物营养与肥料学报，2008，14(5)：1023-1026.

［14］ 陈琳，曾杰，徐大平，等. 氮素营养对西南桦幼苗生长及叶片养分状况的影响［J］. 林业科学，2010，45(5)：35-40.

［15］ 孙时轩. 造林学［M］. 2 版. 北京：中国林业出版社，1990.

［16］ 刘勇. 苗木质量调控理论与技术［M］. 北京：中国林业出版社，1999.

［17］ Lauer D K. Seedling size influences early growth of longleaf pine［J］. Tree Planters Notes，1987，38(3)：16-17.

［18］ 任书杰，张雷明，张岁歧，等. 氮素营养对小麦根冠协调生长的调控［J］. 西北植物学报，2003，23(3)：395-400.

［19］ Hawklns B J，Henry G，Kiiskila S B R. Biomass and nutrient allocation in Douglas-fir and amabilis fir seedlings：influence of growth rate and nutrition［J］. Tree Physiologist，1998，18(12)：803-810.