

韩翠莲,霍轶珍,田志强. 聚丙烯酰胺(PAM)对盐渍化土壤物理性状的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(9):294-296.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.09.070

聚丙烯酰胺(PAM)对盐渍化土壤物理性状的影响

韩翠莲,霍轶珍,田志强

(河套学院土木工程系,内蒙古巴彦淖尔 015000)

摘要:为研究聚丙烯酰胺(PAM)对盐渍化土壤物理性状的影响,本研究选取河套灌区 4 种典型土壤(非盐渍化土壤、轻度盐渍化土壤、中度盐渍化土壤、重度盐渍化土壤)为研究对象,研究 PAM 不同施用浓度对土壤容重、土壤孔隙度、土壤饱和含水量、土壤田间持水量的影响。结果表明,随 PAM 施用浓度的增加土壤容重呈现先降低后提高的趋势,且在施用浓度为 1:7 500 时改良效果最优;土壤孔隙度呈先增加后减小的趋势,且在 PAM 施用浓度为 1:7 500 时达到最高;土壤饱和含水量和田间持水量呈显著上升趋势,且均在 PAM 施用浓度为 1:2 500 时改良效果达到最优。随土壤盐渍化程度增加,对土壤容重、土壤孔隙度、土壤饱和含水量的改良效果逐渐减弱,依次为非盐渍化土壤>轻度盐渍化土壤>中度盐渍化土壤>重度盐渍化土壤;而对田间持水量的改良效果表现为轻度盐渍化土壤>中度盐渍化土壤>非盐渍化土壤>重度盐渍化土壤,表明适当的盐分含量有利于促进 PAM 对土壤田间持水能力的改善。研究结果可为 PAM 在灌区农业生产中的应用提供理论依据。

关键词:聚丙烯酰胺;盐渍化土壤;土壤物理性状;河套灌区

中图分类号: S156.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)09-0294-03

河套灌区地处干旱半干旱地区,由于连年干旱少雨、蒸发强度高,且地下水位较高,使得土壤盐渍化问题尤为突出^[1-2]。河套灌区作为内蒙古地区重要的粮油产区,土壤盐渍化日益严重的现状制约了当地农业的发展,威胁到了该地区经济的发展。相关研究表明,土壤中施入聚丙烯酰胺(PAM)后可显著提高作物产量,史吉刚通过研究土壤中施入 PAM 后对胡萝卜产量的影响发现,与对照相比,施用 PAM 后胡萝卜可增产 1.91%~3.82%^[3];杜尧东等通过研究施用

PAM 对不同坡耕地作物产量的影响,与对照相比,作物平均增产 18.7%~32.4%^[4]。施用 PAM 能提高作物产量的原因主要是由于 PAM 作为特殊的土壤结构调理剂,在一定程度上改变了土壤结构和物理性状,从而有效改善了土壤的水肥气热条件,有利于作物的生长发育和产量的形成。针对 PAM 对土壤物理性状的影响,众多学者也进行了相关研究。胡霞等通过研究施用 PAM 对黄土地土壤结构的影响发现,PAM 可显著改善土壤的结构状况,使得土壤团聚体稳定性大幅提高,从而有效防止了土壤结皮的形成^[5];刘东等通过研究不同 PAM 施用浓度对土壤容重的影响发现,PAM 可显著降低土壤容重^[6];韩凤朋等通过研究不同 PAM 施用量对土壤孔隙度的影响发现,随着施用浓度的增加可显著增大土壤总孔隙度,但当浓度达到一定值时增幅减弱^[7]。

针对 PAM 的增产增收效应以及对土壤物理性状的影响,众多学者已经进行了相关研究,但研究主要是针对非盐渍化土壤,而针对盐渍化土壤的研究鲜有报道。本试验在前人研

收稿日期:2017-04-05

基金项目:内蒙古自治区高等学校创新团队发展计划(编号:NMGIRT-B1611);国家重点研发计划(编号:2016YFC0400205);内蒙古自治区教育厅自然科学基金(编号:NJZY16335)。

作者简介:韩翠莲(1968—),女,内蒙古巴彦淖尔人,副教授,主要从事节水灌溉技术研究。E-mail:3346640049@qq.com。

通信作者:霍轶珍,教授,主要从事节水灌溉技术研究。E-mail:805296445@qq.com。

[7]白晓松. 基于 RUSLE 的北方山区土壤侵蚀定量研究与生态适宜性评价[D]. 保定:河北农业大学,2010.

[8]谢红霞. 延河流域土壤侵蚀时空变化及水土保持环境效应评价研究[D]. 西安:陕西师范大学,2008.

[9]中国科学院宁夏回族自治区固原县考察队. 黄土高原典型地区宁夏固原县综合农业区划与应用[M]. 银川:宁夏人民出版社,1988:331.

[10]王吉智. 宁夏农业勘察设计院. 宁夏土壤[M]. 银川:宁夏人民出版社,1990:544.

[11]刘宝元,谢云,张科利. 土壤侵蚀预报模型[M]. 北京:中国科学技术出版社,2001:251.

[12]章文波,付金生. 不同类型雨量资料估算降雨侵蚀力[J]. 资源科学,2003,25(1):37-43.

[13]Wang B,Zheng F,Guan Y. Improved USLE-K, factor prediction;a

case study on water erosion areas in China[J]. International Soil & Water Conservation Research,2016,4(3):168-176.

[14]崔晨. 基于 DEM 的土壤侵蚀模型中地形因子的研究[D]. 西安:西北大学,2010.

[15]潘建平. RUSLE 及其影响因子的快速计算分析[J]. 地质灾害与环境保护,2008,19(1):88-92.

[16]蔡崇法,丁树文. 应用 USLE 模型与地理信息系统 IDRISI 预测小流域土壤侵蚀量的研究[J]. 水土保持学报,2000,14(2):19-24.

[17]中华人民共和国水利部. 土壤侵蚀分类分级标准:SL190—2007[S]. 北京:中国标准出版社,2008.

[18]高凤杰,张柏,王宗明,等. 基于 GIS 与 USLE 的牡丹江市退耕还林前后水土流失变化研究[J]. 农业现代化研究,2010,31(5):612-616.

究的基础上,选取河套灌区 4 种典型土壤为研究对象,通过室内试验研究不同 PAM 施用浓度对土壤容重、土壤孔隙度、土壤饱和含水量、土壤田间持水量的影响,旨在明确 PAM 对盐渍化土壤物理性状的改良效果,从而为今后 PAM 在灌区农业生产实际的应用提供参考依据,对灌区农业的健康发展具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 材料

试验采用土壤为内蒙古巴彦淖尔市杭锦后旗陕坝镇沙濠渠试验站 0~20 cm 土壤,采样时间为 2015 年 5 月 16 日,土样分为非盐渍化土壤、轻度盐渍化土壤、中度盐渍化土壤、重度盐渍化土壤,土壤质地参照国际制土壤质地分类标准,土壤盐渍化等级参照我国盐渍化分级标准进行划分。土壤物理指标见表 1。

表 1 土壤基本物理性质指标

土壤类型	质地	容重 (g/cm ³)	盐分含量 (%)
非盐渍化土壤	黏壤土	1.582	0.08
轻度盐渍化土壤	黏壤土	1.572	0.37
中度盐渍化土壤	黏壤土	1.575	0.57
重度盐渍化土壤	黏壤土	1.591	1.24

1.2 试验设计

试验在河套学院土木工程实验室进行,取样后对样品进行风干、过筛(2 mm),将各类型土壤与 PAM 按 6 种设计施用浓度混合均匀,不同处理的 PAM 施用浓度分别为(PAM 质量:干土质量)1:20 000、1:10 000、1:7 500、1:5 000、1:2 500,以不施 PAM 为对照,按 4 种土的容重将其分层装入直径 350 mm、高 100 mm 的灌溉模拟器中进行模拟灌溉试验,各处理 3 次重复。填装完成后,按照田间持水量的 20% 灌水 450 mL,每隔 15 d 灌溉 1 次,共灌溉 4 次。

1.3 测定内容与方法

4 次灌溉结束后采样测定土壤容重、土壤孔隙度、土壤饱和含水量、田间持水量。

土壤容重采用环刀法测定:采用标准环刀采集土样并称质量,同时采用烘干称质量法测定土壤含水率,根据测定指标计算土壤容重。

土壤孔隙度采用公式进行计算:土壤孔隙度 = 1 - (土壤容重/土壤比重) × 100%,其中土壤比重采用比重瓶法进行测定。

各处理采用环刀取土,将带有滤纸的有孔底盖置于环刀底部并称质量,称质量后将其放入搪瓷托盘内浸水 8 h,托盘内水深保持在 3 mm 左右。8 h 后取出环刀盖好顶盖称质量,然后再次将环刀放入托盘,每隔 2 h 称质量 1 次,直到质量稳定后计算土壤饱和含水量。之后去除环刀底盖,将其放在盛有沙层的托盘中 3 h 后称质量,计算土壤田间持水量,称质量完毕后将环刀放入烘箱进行烘干后称质量。其中,田间持水量 = (置沙 3 h 质量 - 环刀干土质量)/(环刀干土质量 - 环刀质量) × 100%。

1.4 数据处理

采用 Microsoft Excel 2003 进行数据处理并绘制图表,

利用数据分析软件 SPSS 17.0 进行试验数据的方差分析。

2 结果与分析

2.1 施用 PAM 对土壤容重的影响

土壤容重是表征土壤紧实状况的物理参数,其大小直接影响土壤的透气性、持水能力、入渗性能和土壤抗侵蚀能力等。土壤容重越小,土质越疏松,土壤孔隙度越大,对作物的生长更为有利;反之,土壤容重越大,土壤越紧实,土壤孔隙度越小,土壤结构较差,对作物的生长发育不利^[8]。

从图 1 可以看出,随 PAM 施用浓度的增加,土壤容重整体表现为先降低后提高的趋势,且在 PAM 施用浓度为 1:7 500 时达到最低值,此时不同程度盐渍化土壤容重分别较对照处理低 5.82%、2.86%、2.03%、1.69%。当 PAM 施用浓度超过 1:7 500 时,土壤容重呈增加趋势,但均低于对照,在施入浓度分别为 1:5 000 和 1:2 500 时,非盐渍化土壤、轻度盐渍化土壤、中度盐渍化土壤、重度盐渍化土壤分别较对照低 5.12%、2.55%、1.65%、1.45% 和 1.18%、1.09%、0.13%、0.07%。表明在一定 PAM 施用浓度范围内,随施用浓度的增加,不同盐渍化程度土壤容重呈明显下降趋势,但当浓度超过一定范围后,这种改善效果逐渐减弱,本研究结论与刘东等的研究结果^[6,9]相同。通过对比不同 PAM 浓度施用条件下不同盐渍化土壤容重较对照处理的改良程度可知,改良效果依次为非盐渍化土壤 > 轻度盐渍化土壤 > 中度盐渍化土壤 > 重度盐渍化土壤,表明土壤盐分含量同样影响着 PAM 对土壤容重的改良效果。

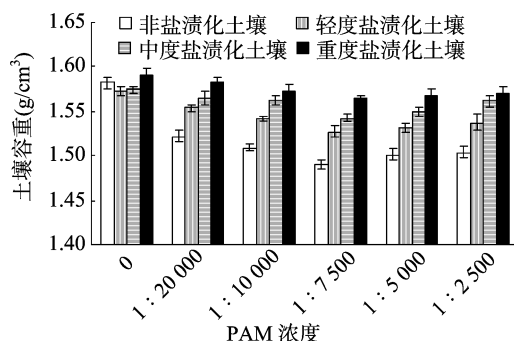


图 1 不同 PAM 施用浓度对不同类型土壤容重的影响

2.2 施用 PAM 对土壤孔隙度的影响

土壤孔隙度是土壤中孔隙体积占土壤总体积的百分比,土壤孔隙度大小直接影响到土壤的结构特征及土壤的水肥气热条件,进而影响作物的生长发育。从图 2 可以看出,随 PAM 施用浓度的增加,土壤孔隙度整体表现为先增大后减小的趋势,且在 PAM 施用浓度为 1:7 500 时达到最高值,此时不同程度盐渍化土壤孔隙度分别较对照高 15.86%、14.92%、11.54%、3.92%。而当 PAM 施用浓度大于 1:7 500 时,土壤孔隙度呈现一定的减小趋势,但均明显高于对照,在施入浓度分别为 1:5 000 和 1:2 500 时,非盐渍化土壤、轻度盐渍化土壤、中度盐渍化土壤、重度盐渍化土壤孔隙度分别较对照高 13.81%、11.78%、6.32%、2.80% 和 8.18%、7.59%、1.92%、1.40%,表明施用 PAM 可不同程度增加土壤孔隙度,但当超过一定浓度时改良效果减弱,这与韩凤朋等的研究结果^[7]相同。不同 PAM 浓度施用条件下不同

盐渍化土壤孔隙度较对照的改良程度,改良效果依次为非盐渍化土壤 > 轻度盐渍化土壤 > 中度盐渍化土壤 > 重度盐渍化土壤。

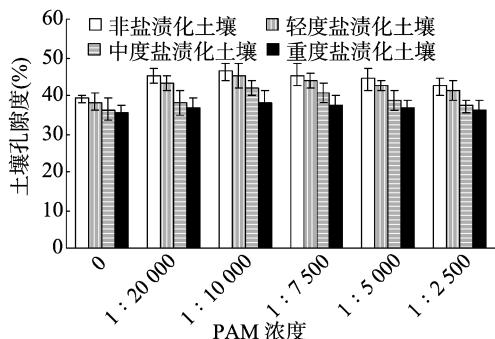


图2 不同 PAM 施用浓度对不同类型土壤孔隙度的影响

2.3 施用 PAM 对土壤饱和含水量的影响

从图 3 可以看出,施用 PAM 可显著提高土壤饱和含水量,且随 PAM 施用浓度的增加呈显著上升趋势,本结论与员学峰研究结果^[10]相同。本研究发现,在 PAM 施用浓度为 1:2 500 时,非盐渍化土壤、轻度盐渍化土壤、中度盐渍化土壤、重度盐渍化土壤饱和含水量平均较对照高 26.57%、14.44%、6.98%、5.07%,处理间差异明显。且随土壤盐渍化程度增加,其改良效果逐渐减弱,改良效果依次为非盐渍化土壤 > 轻度盐渍化土壤 > 中度盐渍化土壤 > 重度盐渍化土壤。表明土壤盐分含量不同程度影响 PAM 对土壤颗粒的吸附,进而影响改良效果。

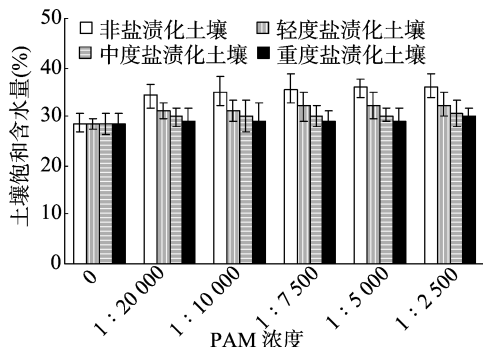


图3 不同 PAM 施用浓度对不同类型土壤饱和含水量的影响

2.4 施用 PAM 对土壤田间持水量的影响

田间持水量是指土壤中悬着毛管水达到最大值时的土壤含水率,表征田间灌溉水量的最优状态。从图 4 可以看出,随 PAM 施用浓度的增加,土壤田间持水量呈明显增加趋势^[10],在 PAM 施用浓度达到 1:2 500 时,非盐渍化土壤、轻度盐渍化土壤、中度盐渍化土壤、重度盐渍化土壤田间持水量平均较对照处理高 24.30%、23.21%、24.07%、22.12%,处理间差异明显。对比相同 PAM 施用浓度下的改良效果可知,轻度盐渍化土壤的改良效果要优于其他土壤条件,改良效果依次为轻度盐渍化土壤 > 中度盐渍化土壤 > 非盐渍化土壤 > 重度盐渍化土壤,本结论与张建研究结果^[9]相同,这可能是由于适当的盐分含量有利于促进 PAM 对土壤田间持水能力的改善。

3 结论

PAM 对盐渍化土壤具有较好的改良效果,土壤容重随

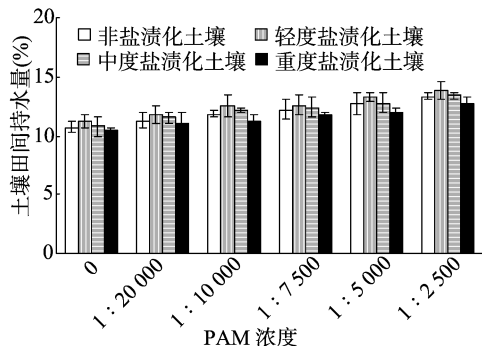


图4 不同 PAM 施用浓度对不同类型土壤田间持水量的影响

PAM 施用浓度的增加呈现先降低后提高的趋势,且在施用浓度为 1:7 500 时改良效果最优,改良效果依次为非盐渍化土壤 > 轻度盐渍化土壤 > 中度盐渍化土壤 > 重度盐渍化土壤,表明土壤盐分含量影响 PAM 对土壤容重的改良效果。

随 PAM 施用浓度的增加,土壤孔隙度呈先增大后减小的趋势,且在 PAM 施用浓度为 1:7 500 时达到最高值,此时不同程度盐渍化土壤孔隙度分别较对照高 15.86%、14.92%、11.54% 和 3.92%,改良效果依次为非盐渍化土壤 > 轻度盐渍化土壤 > 中度盐渍化土壤 > 重度盐渍化土壤。

随 PAM 施用浓度的增加,土壤饱和含水量和田间持水量呈显著上升趋势,且均在 PAM 施用浓度为 1:2 500 时改良效果达到最优。随土壤盐渍化程度增加,对土壤饱和含水量的改良效果逐渐减弱,依次为非盐渍化土壤 > 轻度盐渍化土壤 > 中度盐渍化土壤 > 重度盐渍化土壤;对田间持水量的改良效果依次表现为轻度盐渍化土壤 > 中度盐渍化土壤 > 非盐渍化土壤 > 重度盐渍化土壤。

参考文献:

- [1] 刘和林,杨改河,张生军. 内蒙古河套灌区引黄灌溉对盐渍化的影响分析[J]. 安徽农业科学,2006,34(5):948-950.
- [2] 倪东宁,李瑞平,史海滨,等. 套种模式下不同灌水方式对玉米根系区土壤水盐运移及产量的影响[J]. 土壤,2015,47(4):797-804.
- [3] 史吉刚. 保水剂、PAM 施用对土壤特性及对胡萝卜生长的影响[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2008.
- [4] 杜尧东,夏海江,刘作新,等. 聚丙烯酰胺防治坡地水土流失田间试验研究[J]. 水土保持学报,2000,14(3):10-13.
- [5] 胡霞,蔡强国,刘连友,等. 聚丙烯酰胺(PAM)对黄土结皮形成的影响[J]. 水土保持学报,2004,18(4):65-68.
- [6] 刘东,任树梅,杨培岭. 聚丙烯酰胺(PAM)对土壤水分蓄渗能力的影响[J]. 灌溉排水学报,2006,25(4):56-58.
- [7] 韩凤朋,郑纪勇,李占斌,等. PAM 对土壤物理性状以及水分分布的影响[J]. 农业工程学报,2010,26(4):70-74.
- [8] 张婉璐,魏占民,徐睿智,等. PAM 对河套灌区盐渍土物理性状及水分蒸发影响的初步研究[J]. 水土保持学报,2012,26(3):227-231.
- [9] 张建. 聚丙烯酰胺对盐渍化土壤节水保肥与作物增产效应的研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2015.
- [10] 员学峰,汪有科,吴普特,等. PAM 对土壤物理性状影响的试验研究及机理分析[J]. 水土保持学报,2005,19(2):37-40.