

施加 PAM 条件下土壤养分淋溶试验研究

员学锋^{1,2}, 吴普特^{1,2}, 汪有科^{1,2}, 冯浩^{1,2}

(1. 西北农林科技大学 中国科学院水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100; 2. 国家节水灌溉
杨凌工程技术研究中心, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 通过室内模拟试验,研究了关中塬土经 PAM 处理后,土壤中氮、磷、钾的淋溶状况,试验结果表明,经 PAM 处理后,土壤淋溶液中 N,P,K 累积量分别较对照减少了 42.40%,43.85%和 68.19%。同时,不同浓度 PAM 的试验结果发现,增加 PAM 浓度能使土壤淋溶液中 N,P,K 累积量进一步减少。

关键词: PAM; 土壤; N,P,K; 淋溶液

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2003)02-0026-03

中图分类号: S156.2

A Study on Effect of PAM on Eluviations of Soil Nutrient

YUN Xue-feng^{1,2}, WU Pu-te^{1,2}, WANG You-ke^{1,2}, FENG Hao^{1,2}

(1. Northwest Sci-Tech University for Agriculture and Forestry, Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences, Yangling 712100, Shaanxi Province, China; 2. National Engineering Research Center for Water Saving Irrigation at Yangling Destrict, Yangling 712100, Shaanxi Province, China)

Abstract: The effect of PAM on the eluviations of N, P and K in the soil is studied. The results showed that the content of N, P and K in the soil soluble liquid decreased strikingly. The accumulative quantities of the N, P and K in soil soluble liquid decreased by 42.40%, 43.85% and 68.19% compared with the accumulative quantity of control. In addition, the accumulative quantity N, P and K in the soil soluble liquid decreased further when the concentration of PAM increased.

Keywords: (Polyacrylamide)PAM; soil; N,P,K; eluviations

肥料是世界粮食增产的一条必不可少的途径,但大量研究表明,矿质肥料中养分的利用率很低,目前,我国农业生产中化肥的当季利用率氮肥约 20%~35%,磷肥约 10%~25%,钾肥约 35%~50%^[1]。土壤中肥料的流失不仅使农业投入的成本增加,而且对环境特别是水源产生严重污染。因此,提高化肥利用率、减少肥分损失及由此带来的一系列环境问题是化工和农业面临有待解决的迫切问题^[2]。对此可以从改良土壤结构出发,利用高聚物土壤改良剂提高肥料利用率,该方法着眼于调节土壤结构,通过创建和稳定水稳性团粒结构^[3],改善肥料元素在土壤中化学物理环境,抑制其随雨水或灌溉水流失和直接蒸发,提高肥料利用率。

聚丙烯酰胺(PAM)可有效改善土壤结构,增加土壤大团聚体数目及土壤表面粗糙度,降低土壤容重,提高土壤总孔隙率和毛管孔隙度,使土壤颗粒和孔隙结构保持稳定,增加了土壤含水量,进而提高作物产量^[4,5]。近年来在土壤改良、水土流失方面有了

广泛的研究。但目前的研究主要集中在 PAM 对土壤结构、土壤水分、土壤空隙等物理方面的影响,有关 PAM 对土壤养分变化的影响还缺乏深入研究。本文目的是通过室内模拟试验,研究施加 PAM 后,土壤主要养分氮、磷、钾的淋溶变化状况,进一步了解 PAM 对土壤养分的作用,搞清其保肥增产机理。

1 材料与方法

1.1 供试土壤及材料

本试验以杨凌区西北农林科技大学节水灌溉试验站站内试验地的土壤为供试体,采样深度为 0~20 cm,土壤为塬土,其基本理化性质为:pH=7.9,土壤(0~20 cm)有机质含量 18.0 g/kg,碱解氮 54.8 mg/kg,速效磷(P₂O₅)12.5 mg/kg,速效钾(K₂O)141.2 mg/kg,属于中等肥力土壤。供试材料 PAM,由法国 SNF 公司生产,市购。

1.2 研究方法

间歇淋溶法:事先用 200 目滤布封住 PVC 管(高

收稿日期:2002-10-20

资助项目:国家重点科技产业示范项目“渠灌类型区农业高效用水模式与产业化示范”(99-021-01-02)

作者简介:员学锋(1977-),男(汉族),陕西延安人,在读硕士研究生,主要从事水资源高效利用。电话(029)7010700, E-mail:yunxuefeng@163.net.

30 cm, 内径 5.3 cm) 底口, 在内径滤布上垫有少量砂子(30 g)的 PVC 管中模拟耕层。按 1.30 g/cm³ 的容重先装入 264 g 风干土(过 2 mm 筛), 再在其上按同样紧实度装入 264 g 土壤、肥料及 PAM 混合物, 土柱上再以少量砂子覆盖以防加水时扰乱土层(图 1)。

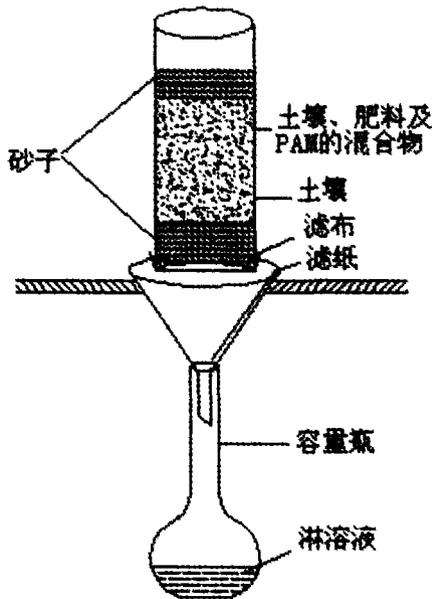


图 1 淋溶试验装置

1.3 试验设计

以不加 PAM 土柱作对照, 具体设计见表 1, 每个处理重复 3 次。第 1 次先加 150 ml 水使土壤水分接近饱和, 再加水 200 ml, 同时收集淋溶液, 室温下培养 4 d 后, 用 200 ml 水进行第 2 次淋溶, 以后各次按同样操作进行, 即培养 4 d, 淋溶 1 次。总共淋溶 6 次。量取各次淋溶液体积, 测定 N(紫外分光光度法), P(钼锑抗比色法), K(原子吸收法)浓度, 计算其含量。

表 1 淋溶试验设计

编号	PAM 施用量		肥料用量/g	
	PAM 与干土重量比	尿素分析纯	KH ₂ PO ₄	
对照	0	2.00	1.70	
处理 1	0.2/1000	2.00	1.70	
处理 2	1.0/1000	2.00	1.70	

3 结果与分析

3.1 PAM 对土壤中氮淋失量的影响

土壤中氮素损失来自氮的淋失和氨挥发等作用, 其中氮素淋溶损失是目前造成氮肥利用率较低的主要原因之一。同时在地下水位较高地区, 氮的淋溶渗漏也是造成地下水体污染的主要原因。研究表明灌水处理很容易造成土壤无机氮淋溶渗漏, 同时随灌水量

增加, 渗漏深度随之增加, 资料显示, 高灌处理(90 mm)会造成土壤无机氮淋洗渗漏超出 80 cm^[6]。

PAM 对土壤全氮的淋失减少效果相当显著, 试验表明, 随 PAM 用量的增大, 淋溶液中 NO₃⁻ 的浓度减小。这是因为 PAM 提高了土壤对 NO₃⁻ 的吸附量, 且其吸附量随 PAM 用量的增加而增大。从图 2 可以看出, 经过 PAM 处理后, 每批淋溶液中全氮含量均低于对照, 试验表明, 处理 1 的 6 批淋溶液中全氮含量较对照分别减少了 5.39%, 35.81%, 56.29%, 55.07%, 50.12% 和 52.71%; 处理 2 分别较对照减少了 18.16%, 61.36%, 72.87%, 63.26%, 43.13% 和 32.99%。

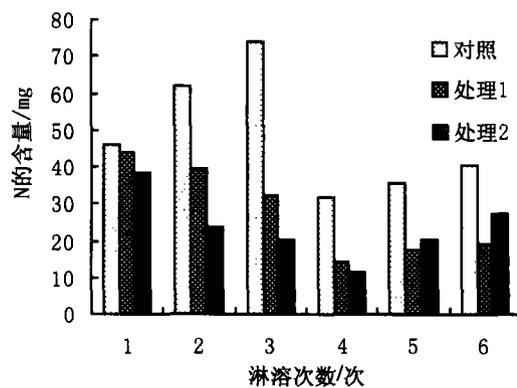


图 2 土壤淋溶液中氮的含量

在前 4 批淋溶液中, PAM 处理后, 土壤中氮的淋溶损失随 PAM 浓度的增加呈递减趋势, 随后试验中 PAM 同样起到了非凡的效果, 只是此时低 PAM 浓度处理 1 的效果略优于高浓度处理 2, 这可能是因为淋溶试验过程中氮素在土壤底部积累后的结果。

试验结果表明, 对照, 处理 1 和处理 2 的 6 次淋溶液中全氮累积含量分别为: 289.49, 166.68 和 141.09 mg, 经 PAM 处理后淋溶液中全氮的累积量分别较对照平均减少了 42.42% 和 51.26%。分析全氮累积曲线发现, 经 PAM 处理后, 土壤淋溶液中全氮的累积量均大大低于对照, PAM 处理的全氮含量累积曲线较对照平缓, 同时随 PAM 施用浓度的增加土壤中氮淋溶损失愈少。

3.2 PAM 对土壤中磷淋失量的影响

PAM 处理的土壤, 其磷的淋溶损失量大大减少, 研究表明, 在整个淋溶过程中, PAM 处理的土壤淋溶液中 PO₄³⁻ 的含量均低于对照, 经 PAM 处理后的土壤淋溶液中磷的含量较对照减少的百分比为 11.86% ~ 78.96%。说明在淋溶过程中, PAM 可以抑制 PO₄³⁻ 随水下移, 起到抗淋溶作用, 具有一定的控制肥料流失, 提高肥料利用率的效果。

如图 3 所示,从第 5 次淋溶开始,高 PAM 浓度处理 2 的土壤中磷的淋溶损失略微低于低浓度处理 1,但各处理淋溶液中磷的含量还是低于对照。

PAM 处理可以大大减少磷的累积淋失量,其中对照,处理 1 和处理 2 这 6 次淋溶液中磷的累积量分别为:25.42,14.27 和 13.28 mg,PAM 低浓度处理和高浓度处理后土壤淋溶液中磷的累积含量分别较对照减少了 43.86% 和 47.76%。总的看来,2 种处理之间差异不显著,但仍遵循随着 PAM 施用浓度的增加,土壤中磷的淋溶损失量减少这一规律。

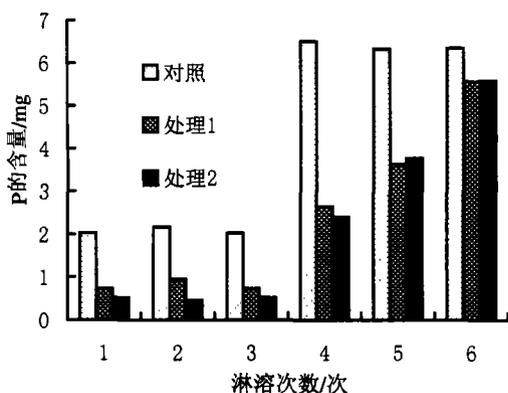


图 3 土壤淋溶液中磷的含量

3.3 PAM 对土壤中钾淋失量的影响

钾元素在土壤中很容易淋失,减少土壤中钾元素的淋失在农业生产中意义重大。试验结果显示,PAM 对 K^+ 的作用与对 NO_3^- 和 PO_4^{3-} 的作用一样:提高土壤对 K^+ 的吸附作用,抑制 K^+ 随水流失,表现为在 PAM 处理的土壤淋溶液中 K^+ 的浓度均远远低于对照。图 4 表明,PAM 对减少土壤中钾的淋失作用十分显著,在整个淋溶过程中,PAM 处理后的土壤淋溶液中钾的含量较对照减少了 51.23%~87.90%。

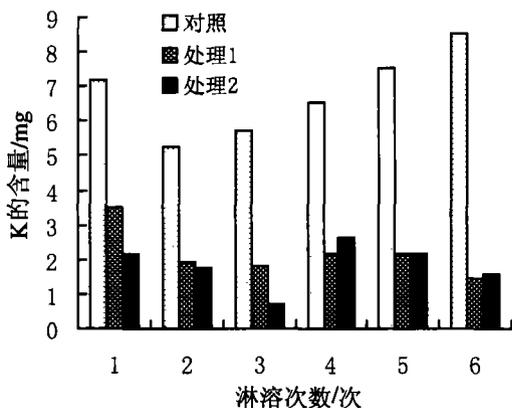


图 4 土壤淋溶液中钾的含量

淋溶试验结果显示,对照,处理 1 和处理 2 的 6 次淋溶液中钾的累积含量分别为:40.82,12.98 和

10.94 mg,PAM 处理的土壤淋溶液中钾的累积量分别较对照平均减少了 68.19% 和 73.19%。经 PAM 处理后土壤淋溶液中钾累积淋出曲线非常平缓,其中高浓度和低浓度处理淋溶累积曲线的趋势较为一致,高浓度处理 2 效果优于低浓度处理 1。

4 结论和讨论

(1) PAM 处理后的土壤淋溶液中, NO_3^- , PO_4^{3-} 和 K^+ 的浓度均低于对照,且基本有随 PAM 用量的增大,土壤淋溶液中各离子的浓度减小的趋势。有研究表明,土壤对肥料元素离子的吸附是提高其抗淋溶效果的内在因素^[3],而 PAM 可以通过创建和稳定水稳性团粒结构以及对肥料元素的吸附两方面作用来加强土壤对肥料的吸附和保持,减少了肥料进入土壤液相,抑制肥料元素的流失,有利于作物吸收利用,从而提高肥料的利用率。

(2) PAM 处理可使土壤中的氮、磷、钾的淋溶损失量大大减少。经过方差分析得出,每批淋溶液中氮、磷、钾含量的减少均较对照达显著或极显著水平。用 0.20/1 000 处理和 1.00/1 000 处理后的土壤淋溶液中,氮、磷、钾含量分别较对照减少了 5.39%~72.87%,11.86%~78.96% 和 51.23%~87.90%。

(3) 随着 PAM 浓度的增加,土壤中养分淋失减少,0.20/1 000 处理后的土壤淋溶液中氮、磷、钾的 6 次累计量分别较对照减少了 42.42%,43.86% 和 68.19%;1.00/1 000 处理后的土壤淋溶液中的对应养分分别较对照减少了 51.26%,47.76% 和 73.19%。PAM 处理后土壤对钾的抗淋失效果最为显著,其次为氮和磷。

(4) 有关施加 PAM 后,土壤养分淋失量减少的机理仍需进一步深入研究。

[参 考 文 献]

- [1] 许秀成. 提高肥料利用率化工部门能作些什么[J]. 磷肥与复肥,1999(3):6—11.
- [2] 何绪生. 控效肥料的研究进展[J]. 植物营养与肥料学报,1998,4(2):97—106.
- [3] 龙明杰,张宏伟. 高聚物土壤结构改良剂的研究[J]. 土壤肥料,2000(5):13—18.
- [4] 肇普兴,夏海江. 聚丙烯酰胺的保土、保水、保肥及改土增产作用[J]. 水土保持研究,1997,4(4):98—104.
- [5] 员学锋,吴普特,冯浩. 聚丙烯酰胺(PAM)的改土及增产效应[J]. 水土保持研究,2002,9(2):55—58.
- [6] 黄元仿,李韵珠. 不同灌水条件下土壤氮素淋洗渗漏的研究[M]. 现代土壤科学研究. 北京:中国农业科技出版社,1994. 243—247.