

土壤改良剂对黄绵土持水性能的改良效应研究

曹丽花¹, 刘合满¹, 赵世伟²

(1. 西藏大学 农牧学院资源与环境系, 西藏 林芝 860000; 2. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 通过室内土柱培养,研究了 PAM、沃特保水剂、-环糊精、腐殖酸对黄绵土持水性能的改良效果。结果表明,不同改良剂在不同浓度下的土壤水分特征不同,但都符合土壤含水量与土壤吸力之间的关系式;在浓度 0.05%~0.4%时,在同一改良剂处理下 a 值的大小变化规律是随浓度的增加而增大,即:0.4% > 0.2% > 0.1% > 0.05% > CK;在同一浓度下,不同改良剂在培养 3 周和 2 个月时,不同改良剂处理下的 a 值的大小为 PAM > 沃特保水剂 > -环糊精 > 腐殖酸;在培养 4 个月后,在浓度 < 0.2%时, a 值的大小变化规律为:PAM > 沃特保水剂 > -环糊精 > 腐殖酸;在浓度 0.2%~0.4%时, a 值的大小变化规律为:PAM > 沃特保水剂 > 腐殖酸 > -环糊精。

关键词: 黄绵土; 土壤改良剂; 土壤持水性

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2009)01-0133-05

中图分类号: S156.2

Improvement Effects of Soil Amendments on Soil Water Retention Capacity in Loessial Soil

CAO Li-hua¹, LIU He-man¹, ZHAO Shi-wei²

(1. College of Resources and Environmental Science, Tibet Agriculture and Animal Husbandry College, Linzhi, Xizang 860000, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The effects of four soil amendments (PAM, -cyclodextrin, Wote super absorbent, and humic acid) on soil water retention capacity of Loessial soil are studied in a soil column experiment. Results show that the effects of the amendments on Loessial soil all conform to the equation for soil water content and soil suction. Under the condition of a single amendment, a value is increased with the amendment concentration in the range of 0.05%~0.4%. After 3 weeks or 2 months, a value also changes with the same amendment concentration in the amendment order of PAM > Wote super absorbent > -cyclodextrin > humic acid. After 4 months, the order is PAM > Wote super absorbent > -cyclodextrin > humic acid if concentration is < 0.2% and the order becomes PAM > Wote super absorbent > humic acid > -cyclodextrin if concentration is 0.2%~0.4%.

Keywords: Loessial soil; soil amendment; water retention capacity

我国是一个水资源严重不足的国家,水资源已经成为制约我国农业可持续发展的重要因素。黄土高原土壤水库由于自身的 3 个特点:容量大、瓶颈小、蒸发强,易引起“超渗径流”,造成水土流失^[1]。

近些年来,土壤改良剂以其独特的结构和多样的功能以及低廉的价格成为人们关注的重点。施用高分子材料来改良土壤结构,增加土壤入渗,减少径流冲刷,已成为我国农业及水土保持领域研究的热点问题之一^[2-4]。

研究表明^[5-7]土壤结构改良剂可以稳定或改良土壤结构,凝聚径流中的悬浮颗粒,增加降雨入渗、减少径流和土壤侵蚀,从而改善土壤水分状况,增加植物可利用水,提高水分利用效率,并减少了杀虫剂和肥料的流失,改善了生态环境。

本文主要研究了不同土壤改良剂对黄绵土的持水性能的改良,从而为土壤改良剂在黄绵土保水、持水方面的性能以及在黄土高原地区的应用提供科学依据。

收稿日期:2008-07-19

修回日期:2008-10-05

资助项目:国家科技支撑计划项目“宽谷互陵区农牧综合开发与示范”(2006BAD09B08);国家高技术研究发展计划(863)项目“宁夏半干旱现代节水农业技术与集成”(2006AA100219)

作者简介:曹丽花(1980—),女(汉族),河南省濮阳市人,硕士,讲师,主要从事有机质对土壤结构改良研究。E-mail:clh-m@163.com。

通信作者:赵世伟(1962—),男(汉族),四川省荣县人,研究员,主要从事土壤、植物互动关系研究。E-mail:swzhao@ms.iswc.ac.cn。

1 材料和方法

1.1 供试土样

黄绵土是黄土高原地区分布最广泛的主要耕种土壤,面积 $1.98 \times 10^7 \text{ hm}^2$,占黄土高原总面积的 32.5%^[8]。供试黄绵土采自宁夏固原市上黄村农田,作物为糜子,样点位于东经 $106^\circ 27' 38.1''$,北纬 $36^\circ 00' 40.2''$,海拔高度 1 615 m。

1.2 供试试剂

PAM 为法国进口,白色粉末晶体,溶于水,具有很强的黏聚作用;沃特保水剂来自于胜利油田长安集团聚合物有限公司,灰褐色的颗粒,可溶于水;腐殖酸为上海巨枫化学科技有限公司生产,黑色粉末,可溶于水;-环糊精由天津市科密欧化学试剂开发公司生产,白色粉末状,可溶于水。

1.3 试验处理及方法

用 PVC 塑料管做成高 10 cm,直径 10 cm,体积 785 cm^3 的土柱,土柱底部用塑料布封闭。4 种改良剂浓度设置为 0.05%,0.1%,0.2%,0.4% 和对照 CK。将 4 种改良剂分别与过 1 mm 筛的黄绵土(以烘干土为基础)按上述浓度直接混匀,装成容重为 1.11 g/cm^3 的土柱,土柱表面均匀地铺一层石子,在室内培养,培养期间根据重量差减法加水,使土壤湿度保持在田间

持水量的 75%。分别培养 3 周、2 个月和 4 个月后,利用日产 CR21 G 型高速冷冻离心机进行测定。

2 结果与分析

2.1 土壤水分特征曲线模型

2.1.1 培养 3 周时土壤水分特征曲线模型 土壤水分特征曲线^[9]可以用土壤含水量与土壤水吸力之间关系表示,二者之间存在着幂函数关系,其函数关系式为:

$$= aS^b$$

式中: S ——土壤吸力;——土壤重量含水量; a, b ——参数。参数 a 决定了曲线的高低,亦即持水能力大小, a 值越大,持水能力越强;参数 b 决定曲线的走向,即土壤含水量随土壤水势降低而递减的快慢^[10]。

不同吸力下 ($0.1 \times 10^2 \sim 10 \times 10^2 \text{ kPa}$) 拟合的参数及数学模型如表 1。从表 1 可以看出,在同一改良剂作用下,参数 a 值随浓度的增加而增大,即土壤持水性能力随着改良剂施用浓度的增大而增强。不同改良剂对参数 a 值的影响也不同,结果表明,供试改良剂对黄绵土改良条件下, a 值变化规律为:PAM > 沃特保水剂 > -环糊精 > 腐殖酸。即 PAM 对黄绵土持水能力改良效果最明显,其次是沃特保水剂和 -环糊精,改良能力最强的为腐殖酸。

表 1 培养 3 周时土壤水分特征曲线模型

试剂类型	浓度/%	a	b	数学模型	相关系数 R
CK	0	11.803	0.179	$= 11.803S^{-0.179}$	0.996 6
PAM	0.05	15.618	0.225	$= 15.618S^{-0.225}$	0.997 0
PAM	0.10	16.187	0.226	$= 16.187S^{-0.226}$	0.996 6
PAM	0.20	20.869	0.310	$= 20.869S^{-0.310}$	0.996 9
PAM	0.40	29.310	0.195	$= 29.310S^{-0.195}$	0.977 5
沃特保水剂	0.05	15.231	0.211	$= 15.231S^{-0.211}$	0.996 1
沃特保水剂	0.10	15.820	0.231	$= 15.820S^{-0.231}$	0.996 8
沃特保水剂	0.20	16.154	0.230	$= 16.154S^{-0.230}$	0.994 0
沃特保水剂	0.40	18.556	0.272	$= 18.556S^{-0.272}$	0.994 8
-环糊精	0.05	14.847	0.219	$= 14.847S^{-0.219}$	0.996 7
-环糊精	0.10	15.104	0.217	$= 15.104S^{-0.217}$	0.997 5
-环糊精	0.20	16.238	0.227	$= 16.238S^{-0.227}$	0.999 0
-环糊精	0.40	16.668	0.215	$= 16.668S^{-0.215}$	0.995 7
腐殖酸	0.05	14.666	0.238	$= 14.666S^{-0.238}$	0.995 6
腐殖酸	0.10	14.775	0.234	$= 14.775S^{-0.234}$	0.995 6
腐殖酸	0.20	15.309	0.229	$= 15.309S^{-0.229}$	0.994 5
腐殖酸	0.40	15.334	0.238	$= 15.334S^{-0.238}$	0.994 7

2.1.2 培养 2 个月下的土壤水分特征曲线模型 由表 2 可以看出,在同一改良剂作用下,参数 a 值随改良

剂浓度的增加而增大。浓度在 0.4% 时,经 PAM、沃特保水剂、-环糊精、腐殖酸改良后,土壤 a 值由对照

13.74分别增加到 26.71,20.16,17.79,16.692,分别比对照增加了 94.39%,46.72%,29.48%,21.48%。因

此,不同改良剂对参数 a 值的影响规律表现为:PAM > 沃特保水剂 > -环糊精 > 腐殖酸。

表 2 培养 2 个月下的土壤水分特征曲线模型

试剂类型	浓度/ %	a	b	数学模型	相关系数 R
CK	0	13.740	0.239	$= 13.740S^{-0.239}$	0.994 4
PAM	0.05	15.797	0.230	$= 15.797S^{-0.230}$	0.995 3
PAM	0.10	17.749	0.265	$= 17.749S^{-0.265}$	0.995 5
PAM	0.20	20.349	0.187	$= 20.349S^{-0.187}$	0.988 1
PAM	0.40	26.710	0.176	$= 26.710S^{-0.176}$	0.991 3
沃特保水剂	0.05	15.478	0.251	$= 15.478S^{-0.251}$	0.993 6
沃特保水剂	0.10	15.952	0.256	$= 15.952S^{-0.256}$	0.993 7
沃特保水剂	0.20	19.761	0.277	$= 19.761S^{-0.277}$	0.993 8
沃特保水剂	0.40	20.160	0.186	$= 20.160S^{-0.186}$	0.993 9
-环糊精	0.05	15.206	0.221	$= 15.206S^{-0.221}$	0.995 2
-环糊精	0.10	15.698	0.223	$= 15.698S^{-0.223}$	0.996 5
-环糊精	0.20	16.812	0.223	$= 16.812S^{-0.223}$	0.996 0
-环糊精	0.40	17.790	0.237	$= 17.790S^{-0.237}$	0.996 8
腐殖酸	0.05	14.561	0.219	$= 14.561S^{-0.219}$	0.995 4
腐殖酸	0.10	15.715	0.229	$= 15.715S^{-0.229}$	0.986 8
腐殖酸	0.20	16.312	0.204	$= 16.312S^{-0.204}$	0.997 3
腐殖酸	0.40	16.692	0.217	$= 16.692S^{-0.217}$	0.995 7

2.1.3 培养 4 个月时的土壤水分特征曲线模型 表 3 为利用不同土壤改良剂培养 4 个月时的土壤水分特征曲线模型。由表 3 可以看出,PAM、沃特保水剂、-环糊精、腐殖酸这 4 种改良剂均可以增加 a 值,提高土壤的持水性。但在不同浓度范围内,改良剂对

a 值变化的作用是不同的,在低浓度(0.1%以下)时,不同改良剂对参数 a 值的影响规律表现为:PAM > 沃特保水剂 > -环糊精 > 腐殖酸;在浓度为 0.2%和 0.4%时,改良剂对参数 a 值的影响规律表现为:PAM > 沃特保水剂 > 腐殖酸 > -环糊精。

表 3 培养 4 个月时的土壤水分特征曲线模型

试剂类型	浓度/ %	a	b	数学模型	相关系数 R
CK	0	13.486	0.222	$= 13.486S^{-0.222}$	0.994 7
PAM	0.05	15.673	0.214	$= 15.673S^{-0.214}$	0.996 8
PAM	0.10	17.337	0.216	$= 17.337S^{-0.216}$	0.996 2
PAM	0.20	30.392	0.209	$= 30.392S^{-0.209}$	0.994 7
PAM	0.40	33.392	0.179	$= 33.665S^{-0.179}$	0.983 1
沃特保水剂	0.05	16.153	0.231	$= 16.153S^{-0.231}$	0.994 4
沃特保水剂	0.10	17.243	0.253	$= 17.243S^{-0.253}$	0.992 8
沃特保水剂	0.20	20.567	0.177	$= 20.567S^{-0.177}$	0.991 1
沃特保水剂	0.40	25.896	0.144	$= 25.896S^{-0.144}$	0.991 9
-环糊精	0.05	15.680	0.220	$= 15.680S^{-0.220}$	0.997 1
-环糊精	0.10	15.712	0.230	$= 15.712S^{-0.230}$	0.995 6
-环糊精	0.20	16.500	0.220	$= 16.500S^{-0.220}$	0.996 0
-环糊精	0.40	22.534	0.206	$= 22.534S^{-0.206}$	0.996 5
腐殖酸	0.05	14.278	0.206	$= 14.278S^{-0.206}$	0.996 7
腐殖酸	0.10	15.262	0.212	$= 15.262S^{-0.212}$	0.998 1
腐殖酸	0.20	19.862	0.201	$= 19.862S^{-0.201}$	0.998 4
腐殖酸	0.40	22.986	0.181	$= 22.986S^{-0.181}$	0.993 2

2.2 培养时间对土壤持水性的影响

2.2.1 培养 3 周时土壤持水性能的变化 土壤的吸力范围可划分为 3 个阶段^[11-12]: 吸力值小于 1×10^2 kPa 为低吸力段; 吸力值 $1 \times 10^2 \sim 15 \times 10^2$ kPa 为中吸力段; 吸力值大于 15×10^2 kPa 为高吸力段。 15×10^2 kPa 吸力以下的是能被植物吸收利用的范围。将不同吸力下实测的土壤含水量值 ($0.1 \times 10^2 \sim 10 \times 10^2$ kPa) 及由上述回归方程 $= aS^b$ 计算出 15×10^2 kPa 所对应的凋萎含水量分别列于表 4。

在浓度为 0.05%~0.1%、吸力为 $0.1 \times 10^2 \sim 15 \times 10^2$ kPa 时,PAM、沃特保水剂、-环糊精、腐殖酸 4 种

改良剂对土壤含水量变化的影响:PAM > 沃特保水剂 > -环糊精 > 腐殖酸。当浓度为 0.2% 时,在吸力为 $<0.2 \times 10^2$ kPa 时,4 种改良剂对土壤含水量变化的影响:PAM > 沃特保水剂 > -环糊精 > 腐殖酸;当吸力为 $>0.2 \times 10^2$ kPa 时,4 种改良剂对土壤含水量变化的影响:PAM > -环糊精 > 沃特保水剂 > 腐殖酸。在浓度为 0.4% 时,在吸力为 $0.1 \times 10^2 \sim 6 \times 10^2$ kPa 时,4 种改良剂对土壤含水量变化的影响:PAM > 沃特保水剂 > -环糊精 > 腐殖酸;当吸力为 $>6 \times 10^2$ kPa 时,4 种改良剂对土壤含水量变化的影响:PAM > -环糊精 > 沃特保水剂 > 腐殖酸。

表 4 培养 3 周时不同吸力下的土壤含水量

试剂类型	浓度/%	低吸力/ kPa					中吸力/ kPa					凋萎含水量	
		0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1	2	4	6	8		10
CK	0	19.04	15.47	13.84	12.19	12.11	11.38	10.86	9.36	8.6	8.13	7.64	7.47
PAM	0.05	28.46	22.71	18.82	16.86	15.51	14.77	13.18	11.69	10.81	9.97	9.43	8.49
PAM	0.10	29.81	23.65	19.34	17.31	16.06	15.33	13.72	12.11	11.21	10.39	9.67	8.77
PAM	0.20	38.19	35.16	30.95	26.42	22.56	19.70	16.37	13.61	11.94	10.88	10.05	9.01
PAM	0.40	38.62	37.80	36.51	34.99	33.44	31.67	28.83	24.84	20.55	17.61	16.77	16.30
沃特保水剂	0.05	27.03	21.82	18.14	16.37	15.09	14.17	12.91	11.63	10.70	9.83	9.54	8.82
沃特保水剂	0.10	29.58	23.04	19.07	17.21	15.79	14.83	13.34	11.71	10.62	9.97	9.35	8.74
沃特保水剂	0.20	31.16	23.93	19.20	17.23	15.81	14.80	13.45	11.93	11.04	10.27	9.77	8.87
沃特保水剂	0.40	40.34	28.33	22.98	20.12	18.10	17.18	15.27	13.20	11.81	10.58	10.12	9.18
-环糊精	0.05	26.69	21.36	17.93	15.61	14.89	14.04	12.63	11.31	10.29	9.61	9.1	8.21
-环糊精	0.10	26.77	21.66	18.06	16.39	15.08	14.31	12.88	11.39	10.47	9.89	9.25	8.39
-环糊精	0.20	28.52	23.53	19.74	17.84	16.49	15.74	14.03	12.14	10.99	10.22	9.59	8.79
-环糊精	0.40	30.32	23.64	19.73	17.77	16.47	15.75	14.09	12.68	11.66	10.94	10.41	9.31
腐殖酸	0.05	28.13	22.05	17.73	15.64	14.53	13.54	12.27	10.91	9.76	9.20	8.51	7.94
腐殖酸	0.10	28.34	21.76	17.83	15.97	14.63	13.68	12.22	10.86	10.01	9.27	8.77	8.06
腐殖酸	0.20	29.35	22.30	18.34	16.23	15.09	14.13	12.80	11.41	10.51	9.76	9.17	8.46
腐殖酸	0.40	31.29	22.43	18.57	16.51	15.16	14.16	12.58	11.21	10.17	9.67	9.12	8.27

2.2.2 培养 2 个月时的土壤持水性能的变化 由表 5 可以看出,在同一吸力范围内,改良剂浓度越大,土壤含水量就越高,故浓度在 0.05%~0.4% 时,浓度为 0.4% 时的土壤含水量最高。

不同改良剂浓度和不同吸力条件下,土壤含水量呈现不同的规律。在浓度为 0.05%、吸力为 $0.1 \times 10^2 \sim 0.6 \times 10^2$ kPa 时,PAM、沃特保水剂、-环糊精、腐殖酸 4 种改良剂改良条件下,土壤含水量大小顺序为:PAM > 沃特保水剂 > -环糊精 > 腐殖酸;当吸力 $>0.6 \times 10^2$ kPa 时,PAM > -环糊精 > 沃特保水剂 > 腐殖酸。当浓度为 0.1%、吸力 $<0.2 \times 10^2$

kPa 时,土壤含水量变化规律:PAM > 沃特保水剂 > 腐殖酸 > -环糊精;在吸力为 $>0.2 \times 10^2$ kPa 时,土壤含水量变化规律:PAM > -环糊精 > 沃特保水剂 > 腐殖酸。当浓度为 0.2% 时,在吸力 $<0.4 \times 10^2$ kPa 时,4 种改良剂条件下的土壤含水量变化规律为:沃特保水剂 > PAM > -环糊精 > 腐殖酸;当吸力 $>0.2 \times 10^2$ kPa 时,4 种改良剂条件下的土壤含水量变化规律:PAM > 沃特保水剂 > -环糊精 > 腐殖酸。在浓度为 0.4% 时,在吸力为 $0.1 \times 10^2 \sim 15 \times 10^2$ kPa 时,土壤含水量变化规律表现为:PAM > 沃特保水剂 > -环糊精 > 腐殖酸。

表 5 培养 2 个月时不同吸力下的土壤含水量

试剂类型	浓度/ %	低吸力/ kPa					中吸力/ kPa					凋萎含水量	
		0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1	2	4	6	8		10
CK	0	26.66	20.82	16.37	14.61	13.32	12.91	11.4	10.51	8.88	8.72	8.18	7.19
PAM	0.05	30.37	22.68	18.83	16.95	15.69	14.74	13.35	11.82	10.74	9.96	9.32	8.71
PAM	0.10	35.17	26.85	23.95	20.95	17.38	15.72	14.00	12.30	11.34	10.45	9.87	8.98
PAM	0.20	35.62	27.26	24.24	21.60	20.20	18.59	17.26	15.43	14.38	13.54	13.16	13.10
PAM	0.40	37.50	34.17	31.97	30.64	28.91	26.95	24.92	23.08	18.04	17.89	16.95	16.60
沃特保水剂	0.05	32.26	23.11	18.64	16.52	15.19	14.26	12.63	11.11	10.15	9.55	8.96	8.06
沃特保水剂	0.10	33.29	24.34	19.27	17.16	15.66	14.57	12.77	11.84	10.31	9.59	9.11	8.21
沃特保水剂	0.20	34.34	27.48	23.28	21.31	19.20	17.98	15.71	13.69	12.49	11.53	10.84	9.62
沃特保水剂	0.40	43.84	31.52	24.24	21.33	19.76	18.80	17.31	15.75	14.77	14.10	13.46	12.40
-环糊精	0.05	27.94	21.79	17.45	16.54	15.39	14.58	12.45	12.13	10.29	9.86	9.18	8.36
-环糊精	0.10	28.36	21.41	19.77	17.93	15.79	14.88	12.91	11.48	10.32	10.27	9.85	8.58
-环糊精	0.20	29.15	23.86	19.89	18.32	17.90	16.05	14.95	13.78	10.64	10.35	10.09	9.20
-环糊精	0.40	31.60	26.00	23.28	20.62	17.98	16.32	14.53	12.26	12.12	11.38	10.51	9.38
腐殖酸	0.05	26.76	21.07	17.35	15.51	14.38	13.58	12.22	10.96	10.12	9.50	8.83	8.26
腐殖酸	0.10	32.84	22.37	18.15	16.21	15.11	14.2	12.96	11.76	11.01	10.22	9.66	8.16
腐殖酸	0.20	26.86	23.55	19.64	17.85	16.12	15.36	14.28	12.72	11.49	10.74	9.89	8.69
腐殖酸	0.40	29.77	23.98	20.48	17.91	16.17	15.44	14.58	12.83	11.51	10.76	10.04	8.55

2.2.3 培养 4 个月时的土壤持水性的变化 表 6 为不同土壤改良剂培养 4 个月时不同吸力下的土壤含水量由表 6 可知,在改良剂浓度为 0.05%、吸力为 $0.1 \times 10^2 \sim 15 \times 10^2$ kPa 时,4 种改良剂改良条件下土壤含水量变化规律为:沃特保水剂 > PAM > -环糊精 > 腐殖酸。当浓度为 0.1%、吸力为 $0.1 \times 10^2 \sim 0.2 \times 10^2$ kPa 时,土壤含水量变化规律为:沃特保水

剂 > PAM > -环糊精 > 腐殖酸;在吸力 $> 0.2 \times 10^2$ kPa 时,土壤含水量变化规律:PAM > 沃特保水剂 > -环糊精 > 腐殖酸;当浓度为 0.2% 时,土壤含水量变化规律:PAM > 沃特保水剂 > 腐殖酸 > -环糊精;在浓度为 0.4%、吸力为 $0.1 \times 10^2 \sim 15 \times 10^2$ kPa 时,4 种改良剂对土壤含水量变化规律:PAM > 沃特保水剂 > 腐殖酸 > -环糊精。

表 6 培养 4 个月时不同吸力下的土壤含水量

试剂类型	浓度/ %	低吸力/ kPa					中吸力/ kPa					凋萎含水量	
		0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1	2	4	6	8		10
CK	0	25.17	19.56	16.18	14.36	13.23	12.44	11.28	10.11	9.36	8.61	8.33	7.58
PAM	0.05	27.75	22.44	18.81	16.91	15.57	14.75	13.23	12.03	10.81	10.23	9.57	8.70
PAM	0.10	27.83	22.95	21.34	20.33	19.13	17.85	15.47	13.02	11.20	10.51	9.75	9.39
PAM	0.20	44.52	41.96	39.52	36.13	33.36	30.26	26.73	22.64	20.35	19.12	17.84	17.80
PAM	0.40	45.32	42.31	40.77	38.44	37.22	35.53	33.18	29.14	24.48	21.69	20.20	19.60
沃特保水剂	0.05	31.43	23.43	19.17	17.22	15.94	15.03	13.48	11.99	10.97	10.29	9.62	8.87
沃特保水剂	0.10	34.80	27.64	21.13	18.16	16.70	15.45	13.49	12.23	11.26	10.66	10.24	8.92
沃特保水剂	0.20	35.00	27.67	23.21	21.28	20.05	19.19	17.81	16.27	15.38	14.72	14.12	13.00
沃特保水剂	0.40	38.72	33.44	30.08	26.37	25.21	24.19	22.84	21.46	20.37	19.68	19.12	17.80
-环糊精	0.05	27.94	21.79	17.45	16.54	15.39	14.58	12.45	12.13	10.29	9.86	9.18	8.36
-环糊精	0.10	28.36	21.41	19.77	17.93	15.79	14.88	12.91	11.48	10.32	10.27	9.85	8.58
-环糊精	0.20	29.15	23.86	19.89	18.32	17.90	16.05	14.95	13.78	10.64	10.35	10.09	9.20
-环糊精	0.40	31.6	26.00	23.28	20.62	17.98	16.32	14.53	12.26	12.12	11.38	10.51	9.38
腐殖酸	0.05	24.64	20.48	16.97	15.31	14.18	13.33	12.29	10.92	10.09	9.39	8.91	8.29
腐殖酸	0.10	25.64	20.65	19.46	17.24	15.44	14.68	13.26	11.51	10.44	9.68	9.17	8.91
腐殖酸	0.20	33.12	27.68	23.66	21.54	20.10	19.08	17.31	15.36	13.96	13.14	12.25	11.90
腐殖酸	0.40	39.25	30.73	26.22	23.95	22.58	21.70	20.05	18.09	16.91	16.18	15.48	14.30

(下转第 141 页)

4 结论

由于林木的生物、物理和化学作用,防风固沙林对沙地的土壤具有改良作用。陕北沙地防风固沙林地内土壤有机质明显增加,养分状况得到较大改善,均比对照提高数倍至数十倍,其中土壤有机质增加 2.2~20.6 倍、全 N 增加 2~22 倍、速效 P 增加 0.7 倍、速效 K 增加 41%,而土壤 pH 值变化不显著,均呈微碱性。同时,沙地土壤改良是一个非常缓慢的过程,土壤养分总体仍很贫瘠。

[参 考 文 献]

- [1] 陕西师范大学地理系. 陕西省榆林地区地理志[M]. 西安:陕西省人民出版社,1987.
- [2] 中国科学院南京土壤研究所. 中国土壤[M]. 北京:科学出版社,1978.
- [3] 北京农业大学,西北农学院. 定量分析[M]. 上海:上海

科学技术出版社,1978.

- [4] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海:上海科学技术出版社,1978.
- [5] 北京林业大学. 土壤学[M]. 北京:中国林业出版社,1982.
- [6] 严昶升. 土壤肥力研究方法[M]. 北京:农业出版社,1987.
- [7] 文启孝. 土壤有机质研究方法[M]. 北京:农业出版社,1984.
- [8] 段争虎,刘发民. 黄淮海平原豫北土地风沙化对土壤肥力的影响[J]. 中国沙漠,2000,20(增刊):176-178.
- [9] 安国英,牛三义,陈玉娥. 土壤有机质全氮与机械组成之间关系的探讨[J]. 河北林业科技,1993(3):46-48.
- [10] 周心澄,李广毅,薛智德,等. 毛乌素沙地生态经济型防护林体系效益研究[J]. 水土保持研究,1995,2(2):46-47.
- [11] 郑顺安,常庆瑞. 黄土高原不同类型人工林对土壤肥力的影响[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2006,34(2):119-124.

(上接第 137 页)

3 结论

(1) 不同改良剂改良土壤条件下,土壤水分特征是不同的。但都符合土壤含水量与土壤吸力之间的关系式: $\theta = aS^b$ 。

(2) 改良剂在浓度 0.05%~0.4%,同一改良剂处理下土壤 a 值随改良剂浓度的增加而增大。即土壤改良剂浓度越大,对土壤的持水性改良效果越好。

(3) 在同一浓度下,不同改良剂在培养 3 周和 2 个月时,供试黄绵土 a 值的大小为 PAM > 沃特保水剂 > -环糊精 > 腐殖酸;在培养 4 个月时,浓度 < 0.2% 时, a 值的大小变化规律为:PAM > 沃特保水剂 > -环糊精 > 腐殖酸;浓度在 0.2%~0.4% 时, a 值的大小变化规律为:PAM > 沃特保水剂 > 腐殖酸 > -环糊精。故在 PAM、沃特保水剂、-环糊精、腐殖酸这 4 种土壤改良剂中,PAM 对黄绵土的持水性改良效果最佳。

[参 考 文 献]

- [1] 朱显谟. 抢救“土壤水库”实为黄土高原生态环境综合治理与可持续发展的关键[J]. 水土保持学报,2000,14(1):1-6.
- [2] 龙明杰,曾繁森. 高聚物土壤改良剂的研究进展[J]. 土壤通报,2000,31(5):199-206.

- [3] 龙明杰,张宏伟,曾繁森,等. 聚合物在水土保持中的应用[J]. 水土保持通报,2000,20(3):5-9.
- [4] 吴淑芳,吴普特. 化学物质对提高雨水利用率的应用研究进展[J]. 水土保持研究,2002,9(2):146-149.
- [5] 吴淑芳,吴普特,冯浩,等. 高分子聚合物防治坡地土壤侵蚀模拟试验研究[J]. 农业工程学报,2004,20(2):19-22.
- [6] Liu S, Bliss N, Sundquist E, et al. Modeling carbon dynamics in vegetation and soil under the impact of soil erosion and deposition[J]. Global Biogeochemistry Cycles, 2003,17(2):1074-1078.
- [7] Kristian A J, Björngberg D L, Sojka R D E. Sprinkler irrigation runoff and erosion control with polyacrylamide-Laboratory tests[J]. Soil Sci. Soc. Am. J.,1998,(6):681-687.
- [8] 中国科学院黄土高原综合科学考察队. 黄土高原地区土壤资源及其合理利用[M]. 北京:中国科学技术出版社,1991.
- [9] 华孟,王坚. 土壤物理学[M]. 北京:北京农业大学出版社,1993.
- [10] 史竹叶,赵世伟. 黄土高原土壤持水曲线的计算方法[J]. 西北农业学报,1999,8(6):44-47.
- [11] 雷制栋,杨诗秀,谢森传. 土壤水动力学[M]. 北京:清华大学出版社,1988:19-24.
- [12] 袁建平,张素丽,张春燕,等. 黄土丘陵区小流域土壤稳定入渗速率空间变异[J]. 土壤学报,2001,38(4):579-583.