

不同土壤调理剂在砂姜黑土上应用效果研究^①

李道林

何传龙 闫晓明

(安徽农业大学土化系 合肥 230036) (安徽省农科院土壤肥料所)

摘 要 研究了 3 种土壤调理剂对砂姜黑土结构性状的影响。HP-1、变性淀粉、苗乐宝使土壤容重分别下降 0.16g/cm³、0.12g/cm³、0.11g/cm³, 总孔隙度、通气孔隙度分别提高 13.0%、10.4%; 8.5%、38.2%、40.8%、26.3%; > 0.25mm 水稳性团粒含量分别比对照增加 59.5%、64.4%、104.0%; 土壤调理剂更有利于水稳性团粒形成; 有机质能加强土壤调理剂改土效果。HP-1、变性淀粉、苗乐宝使土壤田间持水量、饱和持水量、水分渗透系数分别比对照提高 10.4%、9.5%、9.2%、14.0%、11.4%、10.3%、357%、329%、290%。土壤调理剂能降低砂姜黑土水分蒸发量, 提高水分利用率, 促进苞菜生长和对 N、P 养分吸收, 尤其在水分胁迫时作用更显著。

关键词 土壤调理剂; 砂姜黑土; 土壤结构

砂姜黑土是安徽省重要的土壤资源, 属于中低产土壤, 主要原因是土壤结构差, 质地粘重, 土壤抗“渍、涝、旱”能力低, 致使该地区粮食产量长期徘徊不前^[1]。因此, 探索改良其“粘、僵”劣性的新技术, 对改良砂姜黑土中低产状况具有重要的现实意义。近年来, 一些高分子化合物已经在中低产土壤改良中应用^[2~7], 其机理是利用这些高分子化合物的强粘结性, 将分散的土粒胶结起来, 形成团粒结构。本文通过土培试验对 3 种高分子化合物组配的 HP-1、变性淀粉、苗乐宝等土壤调理剂在砂姜黑土中应用效果开展研究, 为砂姜黑土改良提供科学依据。

1 材料与方法

供试土壤调理剂: 1. 苗乐宝(安徽省农科院土肥所研制); 2. HP-1(安徽省农科院土肥所研制); 3. 变性淀粉(中国科技大学研制)。苗乐宝与 HP-1 主要成分均为聚丙烯酰胺, 添加不同调理剂改性而成; 变性淀粉是山芋淀粉经磷酸酯化而成。

供试土壤: 采自安徽省农科院蒙城马店试验站试验地耕层土壤(0~15cm)。

土培处理: ①CK; ②0.2%苗乐宝(占干土重, 下同); ③0.2%HP-1; ④0.2%变性淀粉。

盆栽试验: 设水分适宜和干旱处理, 干旱处理为第一次浇水后控制浇水, 直到植株萎蔫, 再浇第二次水; 水分适宜处理为土壤水分含量保持在田间持水量 70%左右。每处理重复 6 次, 每盆装土 4kg, 每盆 3 株苞菜苗, 播种后 50 天采样分析养分吸收量。

水分蒸发率测定: 将 320g 土加至铝盆中, 加土壤调理剂, 将土壤水分含量调至 35%, 放到太阳下蒸发, 每天称重, 计算水分蒸发量。

水吸力测定: 张力计法

① 九五国家农业科技攻关项目“皖北砂姜黑土综合治理与高效农业持续发展研究”专题。安徽农业大学土化 95 级学生陈同金、开五四参加了部分这分实验, 特此感谢。

渗透率计算: $K=Q L / A t h$ (式中 K : 渗透率, Q : 渗透水量, L : 土层厚度, h : 水位差, t : 渗透时间, A : 截面积)

有机质去除: 用 6 % H_2O_2 处理

水稳性团粒含量、微团聚体含量、土壤容重、总孔隙度、毛管孔隙度、田间持水量、饱和持水量、植株 N、P 含量均按常规方法分析。

2 结果与讨论

2.1 土壤调理剂对砂姜黑土结构性状的影响

供试 3 种土壤调理剂对砂姜黑土结构性状均有显著改良作用(见表 1)。对容重、总孔隙度影响以 HP-1 最大, 其后顺序为变性淀粉、苗乐宝, 与对照相比, 容重分别下降 0.16g/cm³、0.12g/cm³、0.11g/cm³; 总孔隙度则相应增加 13.0%、10.4%、8.5%; 对通气孔隙度影响以变性淀粉最大, 其后顺序为 HP-1、苗乐宝, 与对照相比, 通气孔隙度分别提高 40.8%、38.2%和 26.3%, 对毛管孔隙度影响大小顺序为 HP-1> 苗乐宝> 变性淀粉, 比对照分别增加 8.1%、5.1%、4.6%。由此可见, 3 种土壤调理剂对通气孔隙度增加的幅度最大。施用土壤调理剂促进了土壤水稳性团粒和微团聚体的形成(见表 2、3)。

表 2 土壤调理剂对砂姜土(未除有机质)土壤水稳性团粒及微团聚体含量影响(土培试验) (单位: %)

粒级	粒径 mm	CK	苗乐宝	HP-1	变性淀粉
水稳性团粒	> 5	0.0	12.1	20.0	18.1
	5~2	0.0	6.0	4.3	5.1
	2~1	1.7	12.8	4.2	4.8
	1~0.5	9.4	18.3	9.0	11.0
	0.5~0.25	17.3	8.8	7.8	7.7
	< 0.25	28.4	58.0	45.3	46.7
微团聚体	> 0.25	2.3	18.9	9.0	11.0
	0.25~0.05	15.1	13.6	10.0	12.3
	0.05~0.01	55.0	44.8	59.4	54.2
	0.01~0.005	11.2	10.0	9.6	9.0
	0.005~0.001	8.6	8.5	9.1	9.7
	< 0.001	7.8	4.1	3.0	3.8

表 1 土壤调理剂对砂姜黑土土壤结构性状的影响

处理	容重 g/cm ³	总孔隙度 %	通气孔隙度 %	毛管孔隙度 %
CK	1.44	47.0	7.6	39.4
苗乐宝	1.33	51.0	9.6	41.4
HP-1	1.28	53.1	10.5	42.6
变性淀粉	1.32	51.9	10.7	41.2

表 3 土壤调理剂对砂黑土(除有机质)土壤水稳性团粒及微团聚体含量影响(土培试验) (单位: %)

粒级	粒径 mm	CK	苗乐宝	HP-1	变性淀粉
水稳性团粒	> 5	0.0	12.1	16.6	14.2
	5~2	0.0	1.2	2.0	3.0
	2~1	1.0	0.7	0.8	1.0
	1~0.5	7.4	4.0	4.7	4.3
	0.5~0.25	13.3	12.4	9.5	8.8
	< 0.25	21.7	30.4	33.6	31.3
微团聚体	> 0.25	1.1	11.4	9.1	10.2
	0.25~0.05	15.9	16.3	16.5	16.7
	0.05~0.01	53.3	53.3	57.3	52.8
	0.01~0.005	8.5	7.8	9.4	8.9
	0.005~0.001	7.5	8.6	8.5	9.0
	< 0.001	13.5	4.3	2.0	2.4

由两表还可以看出, 有机质可加强土壤调理剂的作用: 在未除去土壤有机质, > 0.25 mm 水稳性团粒含量以苗乐宝处理最高, 比对照增加 104.0%, 其后顺序为变性淀粉、HP-1, 分别比对照增加 64.4%、59.5%, 对> 1mm 水稳性大团粒影响也是苗乐宝> 变性淀粉> HP-1, 分别比对照增加 18.2 倍、16.8 倍、16.5 倍, 可见土壤调理剂更利于土壤水稳性团粒的形成。当去除土壤在机质时, 对> 0.25mm 水稳性团粒形成影响大小顺序依次为 HP-1、变性淀粉、苗乐宝, 分别比对照增强 54.8%、44.2%、40.1%。有机质作用可能是因为高分子化合物更易与有机质分子形成价键, 而把有机复合体连结起来形成团粒。对土壤微团聚

体影响以 HP—1 作用最大,其后为变性淀粉、苗乐宝。

2.2 土壤调理剂对砂姜黑土水分性状的影响

砂姜黑土蓄水、保水能力差,有效水含量低,对作物生长不利。土壤调理剂的施用大大改善了该土壤不良的水分性状(见表 4)。HP—1、苗乐宝、变性淀粉使土壤田间持水量、饱和持水量、水分渗透系数分别比对照提高 10.4%、9.5%、9.2%;14.0%、11.4%、10.3%;357%、329%、290%。施用土壤调理剂使土壤透水率提高数倍,土体持水能力得以增强,使雨水、灌溉水渗入土体加快,减少地表径流,提高了抗旱能力,其作用为 HP—1> 苗乐宝> 变性淀粉。土壤调理剂使砂姜黑土保水能力提高(见表 5)。表中数据是浇充足水后用张力计连续观测 8 天所得,到 4 月 23 日时,张力计读数已有明显差异,施用土壤调理剂土壤水吸力低于对照,其作用 HP—1> 变性淀粉> 苗乐宝。

表 4 土壤调理剂对砂姜黑土水分性状的影响(土培试验)

处理	田间持水量		饱和持水量		水分渗透系数	
	%	比 OK 增%	%	比 OK 增%	系数	比 OK 增%
CK	33.8	—	37.8	—	1.04	—
苗乐宝	37.0	9.5	42.1	11.4	4.46	329
HP—1	37.3	10.4	43.1	14.0	4.75	357
变性淀粉	36.9	9.2	41.7	10.3	4.06	290

表 5 土壤调理剂对砂姜黑土水吸力的影响(土培试验)

处理	土壤水吸力(单位: Kpa)				
	15/4	17/4	19/4	21/4	23/4
CK	0	2.0	6.0	16.0	24.0
苗乐宝	0	3.0	6.2	12.0	21.0
HP—1	0	3.0	5.0	10.0	19.0
变性淀粉	0	2.0	6.0	13.0	20.5

表 6 土壤调理剂对砂姜黑土水分蒸发的影响(土培试验)

处理	土壤含水量(g/ Kg)								
	20/3	23/3	24/3	27/3	28/3	29/3	30/3	2/4	3/4
CK	350	300	274	216	177	141	105	88	71
苗乐宝	350	288	267	228	199	172	141	126	111
HP—1	350	293	274	239	211	188	159	141	128
变性淀粉	350	291	273	237	216	190	153	147	121

砂姜黑土水分蒸发强烈,而地下水又难以补充。据孙怀文报道,砂姜黑土从田间持水量开始蒸发 10 天,土壤有效水损失 70%。由表 6 可以看出土壤调理剂明显调控砂姜黑土水分蒸发,在水分过饱和时(土壤含水 350g/kg),土壤调理剂处理有利于土壤水分蒸发,使土体水分迅速下降,从而减轻渍害;当土壤水分下降到 300g/kg 土以下时,蒸发量又迅速减少,低于对照处理,在蒸发 14 天后,HP—1、变性淀粉、苗乐宝处理土壤含水量比对照增加 80.3%、70.4%、56.3%。

上述结论是在土培试验条件下得到的结果,大田试验效果有待进一步研究。

2.3 土壤调理剂对苞菜养分吸收的影响

土壤调理剂改善了砂姜黑土结构性状和水分性状,使土壤水、肥、气、热协调,为作物创造了有利的生长环境。盆栽苞菜试验表明:三种土壤调理剂均能显著促进苞菜对 N、P 养分的吸收(见图 1、图 2、表 7),并减轻水分胁迫对苞菜养分的吸收。施用土壤调理剂苞菜全 N 量、N 累积量、全 P 量、P 累积量均明显高于对照处

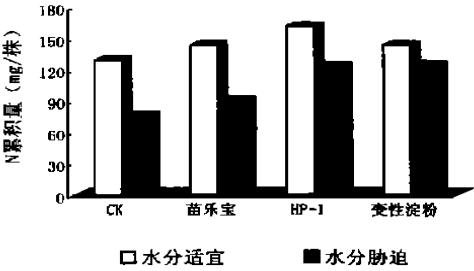


图 1 土壤调理剂对苞菜植株 N 吸收的影响(盆栽试验)

理。在水分适宜时, 对干物重累积影响以 HP-1 最大。比对照增加 18.2%, 其次为变性淀粉, 增加 7.4%, 苗乐宝处理增加 3.1%。在水分胁迫时, 干物重累积最多为变性淀粉处理, 比对照增加 53.7%, 其次为 HP-1, 增加 46.3%, 苗乐宝处理比对照增加 15.0%, 这表明在干旱时变性淀粉抗干旱能力强。由此可见, 土壤调理剂在水分胁迫时发挥的作用大于在水分适宜时的作用, 即施用土壤调理剂可增强苞菜抗旱能力。

表 7 土壤调理剂对苞菜养分吸收的影响(盆栽试验)

处理	水分适宜				水分胁迫			
	全 N g/ Kg	全 P g/ Kg	N 累积量 mg/ 株	P 累积量 mg/ 株	全 N g/ Kg	全 P g/ Kg	N 累积量 mg/ 株	P 累积量 mg/ 株
CK	40.1	3.0	128.7	0.93	38.8	2.9	75.7	0.55
苗乐宝	43.2	3.2	143.0	1.02	40.8	3.2	89.8	0.83
HP-1	42.1	3.6	160.8	1.22	43.1	3.5	122.0	1.05
变性淀粉	41.5	3.3	143.2	1.09	41.9	3.2	124.4	1.02

在水分适宜时, 土壤调理剂对苞菜 N、P 养分吸收影响大小顺序依次为 HP-1、变性淀粉、苗乐宝, N、P 养分累积量分别比对照增加 24.9%、11.3%、11.1% 和 31.2%、17.2%、9.7%。在水分胁迫时, 土壤调理剂对苞菜 P 吸收量作用大小顺序与水分适宜时相同, 即 HP-1> 变性淀粉> 苗乐宝, 分别比对照增加 90.9%、85.5%、50.9%; 对 N 吸收量影响则以变性淀粉作用最大, 其次为 HP-1、苗乐宝, 分别比对照增加 64.3%、61.2% 和 18.6%。可见, 土壤调理剂对养分吸收影响也是以在水分胁迫时作用大。

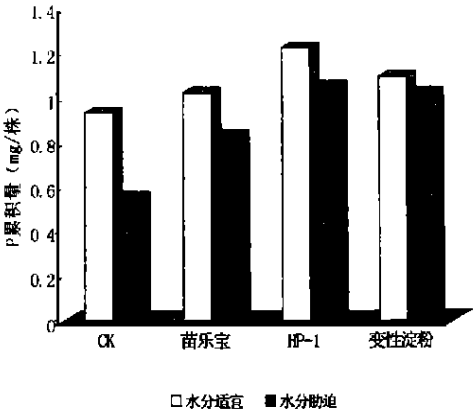


图 2 土壤调理剂对苞菜植株 P 吸收的影响(盆栽试验)

3 结 论

- 1. 用高分子化合物配制的苗乐宝、HP-1、变性淀粉 3 种土壤调理剂均能显著改善砂姜黑土的结构性状, 降低土壤容重, 增加土壤孔隙度, 促进土壤水稳性团粒和微团聚体的形成。
- 2. 土壤调理剂对砂姜黑土水分性状的改善亦有明显效果。3 种土壤调理剂提高了土壤的田间持水量、饱和持水量和水分渗透系数, 降低了土壤水吸力, 增强了土壤的抗旱能力。
- 3. 3 种土壤调剂均能促进苞菜对养分的吸收, 加快其生长速度, 且水分胁迫时效果比水分适宜时显著。
- 4. 有机质能提高土壤调理剂的改土效果。

参 考 文 献

1 何传龙, 闫晓明. 淮北地区砂姜黑土培肥改土技术的研究. 安徽农业科学, 1996, 24(3): 259~261
2 朱继魁. 介质化学条件对聚丙烯胺(PAA)、聚乙烯醇(PVA)土壤凝聚效应的影响. 土壤学报, 1993, 30

(2); 220~223

3 王久志, 巫东堂. 沥青乳剂、聚乙烯醇对土壤物理性质的影响. 土壤学报, 1998, 25(3): 303~307

4 蔡典雄, 王小彬. 土壤保水剂对土壤持水特性及作物出苗的影响. 土壤肥料, 1999(1): 13~16

5 Nadler, A. 1989. Organic polyanions' effect on aggregation of structurally disrupted soil. Soil Sci. 148: 346~354

6 Cook, D. F. 1986. Effect of polyacrylamide on seedling emergence in crust-forming soils. Soil Sci. 141: 328~333

7 Wallace, A. 1986. A polysaccharide (guar) as a soil conditioner. Soil Sci. 141: 371~373



(上接第 197 页)

3 小结

侵蚀红壤氮素的矿化作用和硝化作用微弱, 一般大田旱作红壤氮素的硝化率也较低。采用有机肥、无机肥配施和补施石灰等措施后, 随红壤肥力及有机质水平的提高和土壤酸度的降低, 氮素的矿化和硝化作用明显增强, 其速率可增加数倍至数十倍。氮素矿化作用与硝化作用之间存在着密切的联系, 它们共同受土壤 pH、速效磷含量和有机质含量等的影响, 而硝化作用对土壤 pH 更为敏感。进一步摸清红壤氮素矿化作用及硝化作用的生物和生物化学过程、机理及影响因素, 通过调控这些过程提高红壤氮素供应能力和氮素的生物有效性, 是今后红壤氮素肥力可持续管理的重要研究内容。

参 考 文 献

1 胡锋, 李辉信, 谢涟琪等. 土壤食细菌线虫与细菌的相互作用及其对 N、P 矿化—生物固定的影响及机理. 生态学报, 1999, 18(6): 914~920

2 孙波, 张桃林, 赵其国. 我国中亚热带缓丘区红粘土红壤肥力的演化. 土壤学报, 1999, 36(2): 203~217

3 罗家贤, 包梅芬, 蒋梅茵等. 肥力贫瘠化红壤的特点及产生原因. 北京: 中国农业科技出版社, 红壤生态系统研究(第三集), 1995. 208~214

4 潘映华, 李良谟, 伍期途等. 不同利用方式下红壤的硝化和反硝化活性研究. 土壤, 1988, 20(4): 184~187

5 范晓晖. 我国几种农田土壤的硝化和反硝化势的研究. 中国科学院博士研究生学位论文, 1995. 29

6 鲁如坤, 时正元. 退化红壤肥力障碍特征及重建措施 I. 退化状况评价及酸害纠正措施. 土壤, 2000, 32(4): 198~200

7 朱兆良, 文启孝主编. 中国土壤氮素. 南京: 江苏科学技术出版社, 1992, 37~59

8 Sahawat, K. L., Nitrification in some tropical soils. Plant and Soil. 1982, 65: 281~286

9 Boer, W. D. et al., Urea stimulated autotrophic nitrification suspensions of fertilized acid heath soil. Soil Biol. Biochem. 1989, 21: 349~354.

10 Martikainen, P. J., Nitrification in forest soil of different pH as affected by urea, ammonium sulfate and potassium sulfate. Soil Biol. Biochem. 1985, 17: 363~367.