

再论聚土免耕垄的中层培肥

陈 实 李同阳 张先婉

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所 成都 610041)

提 要 聚土免耕垄的土壤结构性变化主要表现在中上层,以中层更突出. 而土壤养分状况、水分状况、生物活性及有机无机复合胶体的变化却主要表现在中下层. 多数肥力指标均显示中层的改善为最大. 这与有机肥深施至中层有关. 聚土免耕垄的培肥重点是中层.

关键词 聚土免耕 土壤肥力 层次性变化 中层培肥

聚土免耕法垄带的培肥机制主要是中层培肥. 中层培肥的主要技术措施是垄基深施有机肥后传厢聚土成垄. 中层培肥的主要作用在于改善作物后期生殖生长阶段的土壤肥力条件,从而提高作物产量,增强抗逆性. 这些问题在参考文献[1]中进行过详细分析. 现以更广泛的肥力指标分析基础,进一步揭示聚土免耕垄的中层培肥效应. 数据来源和分析方法见参考文献[2].

1 聚土免耕垄土壤结构性和水分性质的层次变化(表 1)

表 1 聚土免耕垄与平作对照的土壤结构和水分性质层次比较

Table 1 Comparison of soil structure and soil moisture in different soil layers between SNTRCS and the control

层 次	处 理	容 重 (g/cm ³)		总孔度 (%)		田间持水量 (%)		凋萎湿度 (%)		水稳性团聚体(%)				有效水含量 (%)	
										(3~7mm)		(0.25~3mm)			
表 层 (0~15cm)	聚土免耕垄	1.10	91.7 ¹⁾	58.17	107.0	23.7	97.9	8.7	101.0	10.81	80	12.23	68.4	15.0	96.1
	平作 对 照	1.20	100.0	54.37	100.0	24.2	100.0	8.6	100.0	13.51	100	17.87	100.0	15.6	100.0
中 层 (15~35cm)	聚土免耕垄	1.22	80.3	53.61	127.0	22.4	103.0	9.5	91.3	15.11	132	13.63	129.9	12.9	114.0
	平作 对 照	1.52	100.0	42.20	100.0	21.7	100.0	10.4	100.0	11.47	100	10.49	100.0	11.3	100.0
下 层 (35~50cm)	聚土免耕垄	1.62	102.0	38.40	97.1	20.0	93.0	9.7	91.5	—	—	—	—	10.3	94.5
	平作 对 照	1.59	100.0	39.54	100.0	21.5	100.0	10.6	100.0	—	—	—	—	10.9	100.0

1)以对照为分母的百分数,下同.

由表 1 可见,土壤容重:聚土垄表层比对照平作表层降低 8%,垄中层比对照降低约 20%,下层处理间差异则不大. 土壤总孔度:垄表层比对照增 7%,垄中层比对照增 27%,垄下层比对照降低 3%. 土壤结构性的改善主要在中层.

田间持水量:垄表层比对照降低 2%,垄中层却比对照增加 3%,垄下层比对照减少 7%. 凋萎湿度:垄表层与对照近似,垄中层比对照低 9%,垄下层比对照低 9%. 土壤有效水含量:垄表层比对照尚低 4%,垄中层则比对照高 14%,垄下层又比对照低 5%. 可见,土壤水分特性也以垄中层改善为大. 这大概与聚土免耕有机肥深施至中层后,改善中层土壤结构有关.

本文收稿日期:1996-08-13.

2 聚土免耕垄土壤养分状况的层次变化(表 2)

表 2 聚土免耕垄与平作对照的土壤养分状况层次比较¹⁾

Table 2 Comparison of soil nutrients in different soil layers between SNTRCS and the control

层 次	处 理	有机质(%)	全 N(%)	速效 N (g/kg)	速效 P (g/kg)	速效 K (g/kg)	有机态 N (g/kg)	易矿化 N (g/kg)	矿质态 N (g/kg)
表 层 (0~15cm)	聚土免耕垄	1.02 98.1 ²⁾	0.082 98.8	66.3 106	7.3 221	89.6 99.2	752 103	40 114	91 106
	平作对照	1.04 100.0	0.083 100.0	62.3 100	3.3 100	90.3 100.0	731 100	35 100	86 100
中 层 (15~35cm)	聚土免耕垄	0.84 140.0	0.070 121.0	60.4 135	3.2 118	68.3 96.5	729 150	27 150	82 114
	平作对照	0.60 100.0	0.058 100.0	44.7 100	2.7 100	70.8 100.0	485 100	18 100	72 100
下 层 (35~50cm)	聚土免耕垄	0.60 130.4	0.065 151.2	40.1 111	1.3 118	66.9 117.3	650 173	13 118	72 103
	平作对照	0.46 100.0	0.043 100.0	36.2 100	1.1 100	57.0 100.0	375 100	11 100	70 100

1)有机质、全 N、速 N、速 P、速 K 为 1986~1988 年平均值,有机态 N、易矿化 N、矿质态 N 为 1989 年测定;2)以对照为分母的百分数,下同。

表 2 指出,垄表土壤有机质含量略低于对照,但垄中却比同层对照高 40%,垄下层高出对照 30%。土壤全 N:垄表低于对照,垄中高于对照 21%,垄下层高出对照 51%。速效 N:垄表反略高于对照,垄中却高出 35%,垄下层高出 11%。若按 N 的活性进一步分组来看,有机态 N:垄表与对照持平,垄中则高出对照 50%,垄下层高出 73%。易矿化 N:垄表比对照高出 14%,垄中高出 50%,垄下层高出 18%。矿质态 N:垄表高出对照 6%,垄中达 14%,垄下层仅高出 3%。可见,从土壤 N 营养来说,聚土垄中下层改善颇大,尤以中层最为突出,且以速效 N、易效 N 的增加为主,这可能是由于垄中层施入的有机肥分解释放之故,但有效 P 的供应则主要增加于垄表,中下层改善不大。鉴于 P 的难迁移特性,应考虑在深施有机肥时配合施 P 肥。有效 K 水平:垄中上层比对照略低,可能与产量增加带走的 K 未能及时补充平衡有关。

3 聚土免耕垄土壤有机无机复合体、微团聚体的层次变化(表 3)

表 3 聚土免耕垄与平作对照的土壤有机无机复合特征及微团聚体层次比较¹⁾

Table 3 Comparison of soil characteristics of org-mineral complex in different soil layers between SNTRCS and the control

层 次	处 理	原土 C(%)	重组 C(%)	复合量(%)	复合度(%)	微团聚体(%) (>0.25mm)	通气微孔隙(%) (1.0~0.2mm)
表 层 (1~15cm)	聚土免耕垄	0.650 73.3 ²⁾	0.601 88.6	0.578 88.8	88.87 121	5.16 110	21.20 298.2
	平作对照	0.887 100.0	0.678 100.0	0.651 100.0	73.36 100	4.67 100	7.11 100.0
中 层 (15~35cm)	聚土免耕垄	0.577 134.5	0.526 140.3	0.508 139.9	88.08 104	7.16 107	16.20 137.2
	平作对照	0.429 100.0	0.375 100.0	0.363 100.0	84.53 100	6.68 100	11.81 100.0
下 层 (35~50cm)	聚土免耕垄	0.441 109.4	0.422 150.2	0.408 150.0	92.50 103	5.22 84	13.82 93.1
	平作对照	0.403 100.0	0.281 100.0	0.272 100.0	89.51 100	6.21 100	14.84 100.0

1)有机无机复合特征由吴纪刚测定,通气微孔隙由何毓善测定;2)以对照为分母的百分数,下同。

表 3 反映了土壤胶体品质的有机无机复合体的层次变化。重组 C 和复合量:垄表均比对照低,中下层则高出对照 40%,50%,这说明有机肥施入中层已深刻地影响到中下层土壤的胶体品质。但反映土壤熟化程度的复合度:垄表比对照高 21%,垄中下层与对照接近,这可能是由于垄中层施入有机肥后新鲜的游离有机质增多之故。粒径>0.25mm 的微团聚体可视为有效团粒,垄表的有效团粒比对照高 10%,垄中高 7%,垄下层反而较对照

为低。孔径 1.0~0.2mm 的通气微孔隙:垄表则为对照的 3 倍,垄中比对照高 37%,但垄下层比对照低。变化趋势主要表现为表层和中层的改善,下层则变化不大。再据表 1 中的水稳性团聚体变化:表层不及对照,而中层比对照高 30%以上,这说明中层的团聚体增多部分多为水稳性的,表层增加部分较不稳定,因有机肥主要施入中层之故。

4 聚土免耕垄土壤的生物活性的层次变化(表 4)

表 4 聚土免耕垄与平作对照的土壤生物活性状况层次比较¹⁾

Table 4 Comparison of soil microbes and soil enzyme in different soil layers between SNTRCS and the control

层 次	处 理	微生物总量 (10^4 g^{-1})		好气纤维素菌 (10^4 g^{-1})		脲酶活性 ($\text{mg NH}_3\text{-N}$ $\text{g}^{-1} \text{ d}^{-1}$)		碱性磷酸酶活性 (mg \% g^{-1} d^{-1})		转化酶活性 (mg 葡萄糖 g^{-1} d^{-1})		C/N	
表 层 (0~15cm)	聚土免耕垄	28.89	104 ²⁾	0.38	95	0.767	94	1.56	93.4	17.95	95.5	7.51	79.5
	平作对照	27.72	100	0.40	100	0.816	100	1.67	100.0	18.80	100.0	9.44	100.0
中 层 (15~35cm)	聚土免耕垄	107.21	632	0.28	127	0.842	159	1.10	124.0	13.13	169.0	7.82	130.3
	平作对照	16.95	100	0.22	100	0.528	100	0.89	100.0	7.17	100.0	6.00	100.0
下 层 (35~50cm)	聚土免耕垄	15.73	137	0.07	140	0.703	414	0.75	250.0	10.23	584.6	7.51	125.6
	平作对照	11.51	100	0.05	100	0.017	100	0.30	100.0	1.75	100.0	5.98	100.0

1)酶活性测于 1989 年,微生物测于 1993 年;2)以对照为分母的百分数,下同。

表 4 反映了土壤生物活性的聚土免耕土壤微生物、酶活指标。微生物总量:垄表与对照接近,垄中则为对照的 6.0 倍,垄下层高出对照 37%。好气纤维素菌:垄表尚略低于对照,垄中高出对照 27%,垄下层则高出对照 40%,这说明聚土免耕中层培肥后中下层的通透性改善,加之有机能源供应充足,微生物活动显著增强。脲酶、碱性磷酸酶、转化酶等土壤酶活性的变化趋势与微生物同步,表层变化不大,垄中层比对照分别高出 59%,24%,69%,垄下层更分别高达对照的 4.0 倍、2.5 倍和 5.8 倍。这种“活土层”下移的现象与作物根系活动层由对照的约 25cm 扩展到聚土的 35~40cm 相对应,就大大地拓展了土壤养分、水分库容,为作物高产、稳产、抗逆、优质奠定了坚实的土壤肥力基础。

5 聚土免耕垄层次肥力变化的评价

对土壤结构性指标(如微团聚体、通气微孔隙、容重、总孔度等)而言,改善最大的层次是在表层和中层,尤其以中层改善最为明显。对土壤养分、水分、胶体、生物活性等指标而言,变化最大的层次为中层和下层,也以中层的改善更显著。整个聚土免耕垄的肥力变化表现出以中层为中心,向上向下扩散的趋势。这显然与聚土免耕所采取的独特的中层培肥方式——深施有机肥+聚土堆垒成垄有关。因此无论是从技术措施和培肥效果上讲,中层培肥都是聚土垄培肥的核心和重点,而中层培肥后的增产机制已在参考文献[1]中讨论过。若要更进一步发挥和挖掘中层培肥后的增产潜力,还应研究有机肥深施与化肥氮、磷、钾配合的技术及效应,以完善中层培肥技术体系。

参 考 文 献

- [1] 张先婉主编. 土壤肥力研究进展. 北京:中国科学技术出版社,1991. 155~161.
- [2] 中国科学院成都分院土壤研究室. 旱地聚土免耕耕作法研究. 土壤农化通报,1990,(1,2),1~126.

A FURTHER STUDY ON SUB-SURFACE LAYERS AMELIORATION UNDER SNTRCS

Chen Shi Li Tongyang Zhang Xianwan

(Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences

& Ministry of Water Conservancy Chengdu 610041)

Abstract

Seasonal No-Tillage Ridge Cropping System (SNTRCS) significantly ameliorated soil structure, especially improving the soil structure in sub-surface soils (15~35cm). Compared to the controls, SNTRCS of increasing soil aggregation including water-stable structure aggregates in top soils (0~15cm) and sub-surface soils (15~35cm).

The characters of organo-inorganic complex also indicated the SNTRCS increased complex quantity by 45.0%, complex degree by 3.6% within 15~35cm soil layers compared to the controls. According to successive measurements of soil bulk density within ridges for 10a (1985~1994), the soil bulk density within sub-surface layers (15~35cm) decreased and has remained less than 1.3g/cm³ for 10a.

An analysis of micromorphology on soils under SNTRCS management showed that the aeration porosity of 1.0~0.2mm was increased 7.1%~21.2% in surface layers (0~15cm) and 11.8%~16.2% in sub-surface layers (15~35cm) compared to the controls.

According to measurements of soil nitrogen, organic matter, soil enzyme activities and microbes, SNTRCS significantly increased soil N nutrition and biological activities in sub-surface layer (15~35cm) and sub-soil layer (35~50cm), but little differences in top layers (0~15cm). Total N, organic matter, total microbes, aerobic fiber-decomposing bacteria, urease activity, alkaline phosphatase, invertase were increased by 20%~80% or more in the sub-surface layer and sub-soil layer. This improvement of the nutrition status in the sub-surface layers and sub-soils is significant for crop growth during its reproductive period.

On the basis of mentioned above, sub-surface layers amelioration is a very important function in SNTRCS.

Key words SNTRCS, soil fertility, horizon of soil, sub-surface layers amelioration