

不同耕作方式对宁南旱地土壤团聚体的影响

严波¹, 贾志宽^{1,2*}, 韩清芳^{1,2}, 杨宝平^{1,2}, 聂俊峰^{1,2}

(1. 西北农林科技大学干旱半干旱研究中心, 陕西 杨凌 712100; 2. 农业部旱地作物生产与生态重点开放实验室, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 在宁南旱区对试验耕地定位实行连年传统翻耕(CT)、隔年免耕—深松(NT→ST)及深松—免耕(ST→NT)三种不同处理。用干筛法和湿筛法对连续3年处理后土壤团聚体的变化进行测定, 分析结果表明, 干筛法中 NT→ST 处理在 0~40 cm 土层中 >0.25 mm 的机械稳定性团聚体比处理前和 CT 处理分别高 33.11%、29.51%; ST→NT 处理在 0~40 cm 土层中 >0.25 mm 机械稳定性团聚体含量比处理前和 CT 处理分别高 40.51%、36.91%。湿筛法中 NT→ST 处理在 0~30 cm 土层中 >0.25 mm 的水稳性团聚体含量比处理前高 7.33%, NT→ST 处理在 0~10 cm 土层 >0.25 mm 的水稳性团聚体比 CT 处理高 1.47%, 而在 10~40 cm 土层 NT→ST 处理和 CT >0.25 mm 的水稳性团聚体含量差异不显著; ST→NT 处理在 0~40 cm 土层中 >0.25 mm 水稳性团聚体含量比处理前和 CT 处理分别高 10.75%、10.12%。分析结果同时说明, 采用深松—免耕(ST→NT)轮耕方式更有利于土壤团聚体含量和稳定性的增加。

关键词: 耕作方式; 土壤团聚体; 宁南旱区

中图分类号: S152.2; S152.3; S152.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2010)03-0058-06

土壤团聚体是土壤结构构成的基础, 是土壤中物质和能量转化及代谢的场所, 其数量和质量直接决定土壤质量和肥力^[1,2]。团聚体含量常被作为衡量土壤肥力水平的重要指标, 因为它对协调土壤肥力状况、改善土壤耕性等有重要作用, 影响着土壤孔隙性、持水性和抗蚀性。不同大小的团聚体在营养元素的保持、供应及转化能力等方面发挥着不同的作用^[3]。在干旱和半干旱地区, 机械稳定性团聚体的分布和水稳性团聚体的稳定性与水分利用和土壤风蚀都有密切的联系^[4]。

长期犁翻土壤会导致表层土壤结构稳定性下降, 加剧农田表层土壤的流失和风蚀。因此, 传统耕作被认为是导致农田土壤团聚体质量下降的主要因素之一^[5]。大量的研究认为^[6-8], 保护性耕作措施能使土壤表层的结构稳定性得到一定程度的恢复; 与常规耕作相比, 保护性耕作可以降低土壤侵蚀, 增加水稳性大团聚体及其结构稳定性, 改善土壤结构。

不同耕作方式对黄土丘陵区土壤团聚体的影响国内已有报道^[9-11], 且研究者主要从土壤侵蚀、养分流失和土壤肥力退化等角度进行, 采用深松和免耕轮换连续多年定位研究对黄绵土土壤团聚体的影响较为少见。本文通过夏闲期免耕→深松(NT→ST)和深松→免耕(ST→NT)两种不同轮耕方式, 以

传统翻耕作为对照来比较免耕、深松不同轮耕措施下土壤团聚体的年际变化, 为评价休闲轮耕在宁南旱区对土壤结构的影响和保护性耕作在该地区的推广提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验于 2007 年 6 月~2009 年 6 月在宁夏回族自治区彭阳县旱地农业试验区进行。该区海拔 1 800 m, 年均降水量 435 mm, 年均蒸发量 1 536 mm, 全年 56% 降水集中分布在 7~9 三个月, 无效、微效降水日数多。年平均气温 6.13℃, 气候干燥, 蒸发强烈, 土壤蓄墒率不足 30%。

试验田为旱平地, 土壤质地为沙壤土。耕层 0~40 cm 有机质含量为 7.18 g/kg, 碱解氮 50.32 mg/kg, 速效磷 8.55 mg/kg, 速效钾 84.82 mg/kg, pH 值为 8.5, 属中等肥力水平。

1.2 试验设计

定位试验设免耕、深松、传统翻耕 3 个处理, 随机区组设计, 每处理区面积 135 m² (长 15 m × 宽 9 m), 3 次重复, 以传统翻耕作为对照。试验以冬小麦为供试作物, 连年连作, 具体试验处理如下:

免—深轮耕(NT→ST), 每年小麦收获后进行处

收稿日期: 2009-12-07

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划旱农课题(2006BAD29B03); 国家科技支撑计划节水共性技术研究(2007BAD88B10)

作者简介: 严波(1983—), 男, 湖北随州人, 硕士研究生, 主要从事旱地农业研究。E-mail: nanguodou1983@126.com。

* 通讯作者: 贾志宽(1962—), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事旱区农业水分高效利用研究。E-mail: zhikuan@tom.com。

理。第一年免耕,第二年深松,第三年免耕,深松深度 33 cm。

深—免轮耕(ST→NT),每年小麦收获后进行处理。第一年深松,第二年免耕,第三年深松,深松深度 33 cm。

传统翻耕(CT),翻耕深度 15~20 cm。

1.3 研究方法

1.3.1 采样方法 在2007年试验处理前及2009年小麦收获后,按S型5点取土法在0~10、10~20、20~30 cm和30~40 cm 4个土层采集原状土样,自然风干后除去粗根及小石块,并将大土块按自然裂痕剥离为1 cm³左右。将风干土样过孔径为5 mm、2 mm的筛子,分为>5 mm、5~2 mm、<2 mm三个级别。然后按三个级别土样在原状土中所占比例取混合土样200 g。

1.3.2 测定方法 干筛法:取土样200 g,放入最大孔径5 mm的土筛上面,套筛下边的土筛孔径分别为5,2,1,0.5 mm及0.25 mm,底层安放底盒,以收取<0.25 mm的土壤团聚体,套筛顶部有筛盖。装好土样后,用振荡式机械筛分仪,在最大功率下振荡2 min。筛后,从上部依次取筛。分别得到>5 mm,5~2 mm,2~1 mm,1~0.5 mm,0.5~0.25 mm以及<0.25 mm的土团,再将各级筛网上的土样分别收集称重,准确至0.01 g,并计算出各级别团聚体百分含量。

湿筛法:取土样200 g,将其放置在团粒分析仪的由孔径分别为5、2、1、0.5 mm和0.25 mm五个筛子组成的套筛的最上层。调整桶内水面的高度,使筛子移动到最高位置时最上一层筛子中的团聚体刚好淹没在水面以下。待团聚体在水面下浸泡10 min时开动仪器,以每分钟30次的速度筛分5 min。湿筛后,将每一层筛上的团聚体分别洗入铝盒并烘干称重,并且计算其在土样中的重量百分含量。

1.3.3 数据处理及计算方法

统计方法采用Excel 2003、DPS 6.05软件对数据进行分析,Duncan新复极差法进行多重比较。

团聚体稳定率(*WSAR*)^[12]计算

$$WSAR(\%) = WSA/A \times 100\%$$

式中,*WSA*为>0.25 mm水稳性团聚体的重量;*A*为>0.25 mm团聚体的重量。

团聚体平均重量直径(*MWD*)^[12]计算

$$MWD(\text{mm}) = \sum_{i=1}^n X_i W_i$$

式中,*MWD*为团粒平均重量直径(mm);*X_i*为任一级别范围内团聚体的平均直径(mm);*W_i*为对应于*X_i*的团聚体百分含量。

2 结果与分析

2.1 不同耕作方式对各土层土壤机械稳定性团聚体的影响

表1是不同耕作方式下干筛后各级团聚体组成。如表1所示,0~10 cm土层,>0.25 mm机械稳定性团聚体含量NT→ST处理和ST→NT处理比试验前(表中A)分别高10.71%和11.49%,比CT处理分别高5.91%和6.70%,NT→ST处理和ST→NT处理之间以及CT处理和试验前之间差异不显著(*P*>0.05)。>5 mm机械稳定性团聚体含量CT处理、NT→ST处理和ST→NT处理比试验前分别高13.97%、11.00%和15.50%,NT→ST处理比CT处理和ST→NT处理分别低2.97%和4.50%,ST→NT处理和CT处理间差异不显著(*P*>0.05)。0.25~5 mm机械稳定性团聚体含量NT→ST处理和试验前差异不显著(*P*>0.05),CT处理和ST→NT处理比试验前分别低11.60%和6.42%,NT→ST处理和ST→NT处理比CT处理分别高8.89%和5.18%,NT→ST处理和ST→NT处理差异未达显著水平(*P*>0.05)。

表1 不同耕作方式下土壤机械稳定性团聚体的组成(%)

Table 1 The composition of mechanical aggregates under different tillage ways

深度(cm) Depth	处理 Treatment	>5mm	5~0.25mm	>0.25mm
0~10	处理前(A) Before treatment	15.42c	44.96a	59.69b
	CT	29.39a	33.36c	62.75b
	NT→ST	26.42b	42.25ab	68.66a
	ST→NT	30.92a	38.54b	69.45a
10~20	处理前(A) Before treatment	26.65a	36.75c	65.90c
	CT	22.22b	39.67bc	58.97d
	NT→ST	27.27a	41.12b	68.40b
	ST→NT	26.92a	44.45a	71.37a
20~30	处理前(A) Before treatment	30.89d	33.20a	66.69d
	CT	43.29c	32.98a	76.27c
	NT→ST	58.90a	23.75b	82.65a
	ST→NT	51.51b	28.03ab	79.55b
30~40	处理前(A) Before treatment	35.89b	33.81b	69.96c
	CT	34.41c	33.44b	67.85c
	NT→ST	34.29c	41.34a	75.64b
	ST→NT	49.69a	32.70b	82.38a

注:>0.25 mm团聚体为同处理各层次中>0.25 mm机械稳定性团聚体平均值。

Note: The content of >0.25 mm mechanical aggregates is the average of the same treatment in different soil layers.

10~20 cm 土层,>0.25 mm 机械稳定性团聚体含量 ST→NT 处理最高,比试验前、CT 处理和 NT→ST 处理分别高 11.47%、12.40% 和 8.97%,CT 处理出现明显下降趋势。>5 mm 机械稳定性团聚体含量 CT 处理比试验前、NT→ST 处理和 ST→NT 处理分别低 4.43%、5.05%、4.70%,其他两处理之间以及与试验前差异性不明显。0.25~5 mm 机械稳定性团聚体含量 NT→ST 处理比试验前高 4.37%,ST→NT 处理比试验前、CT 处理和 NT→ST 处理分别高 7.70%、4.78% 和 3.33%,CT 处理和试验前之间以及 CT 处理和 NT→ST 处理间差异不显著 ($P>0.05$)。

20~30 cm 土层,>0.25 mm 机械稳定性团聚体含量 NT→ST 处理最高,比试验前、CT 处理和 ST→NT 处理分别高 15.96%、6.38% 和 3.1%。>5 mm 机械稳定性团聚体含量 NT→ST 处理比试验前、CT 处理和 ST→NT 处理分别高 28.01%、15.61% 和 7.39%,CT 处理比试验前高 12.40%,ST→NT 处理比试验前和 CT 处理分别高 20.62% 和 8.22%。0.25~5 mm 机械稳定性团聚体含量 NT→ST 处理最低,其他两处理之间以及与试验前差异性不明显。

30~40 cm 土层,>0.25 mm 机械稳定性团聚体含量依然是 ST→NT 处理最高,比试验前、CT 处理和 NT→ST 处理分别高 12.42%、14.53% 和 6.75%,CT 处理和试验前之间差异不显著 ($P>0.05$)。>5 mm 机械稳定性团聚体含量 CT 处理比试验前低 1.47%,NT→ST 处理比试验前和 ST→NT 处理分别低 1.60% 和 15.40%,NT→ST 处理和 CT 处理之间差异不显著 ($P>0.05$),ST→NT 处理比试验前和 CT 处理分别高 13.80% 和 15.28%。0.25~5 mm 机械稳定性团聚体含量 NT→ST 处理最高,其他两处理之间以及与试验前差异性不明显。

通过以上分析可知,CT 处理不利于 10~20 cm 土层内的 >0.25 mm 的团聚体含量的增加,ST→NT 处理显著地提高了 0~40 cm 土层内的 >0.25 mm 的团聚体的数量,使土壤团聚体的数量增多。3 种耕作处理下的所有层次的 >0.25 mm 土壤机械稳定性团聚体数量都在 55% 以上,而 ST→NT 处理相对于 CT 处理,可使 0~40 cm 土层 >0.25 mm 土壤机械稳定性团聚体数量提高 36.91%,而 NT→ST 处理效果比 ST→NT 处理要差。

2.2 不同耕作方式对各个土层土壤水稳性团聚体的影响

表 2 是不同耕作方式下湿筛后各级团聚体组成。从表 2 可以看出,经过湿筛后团聚体含量有很

大的变化,>0.25 mm 团聚体含量明显减少,不同处理在 4 个土层中 >0.25 mm 水稳性团聚体含量和试验前比较都呈增加趋势,>5 mm 团聚体全部崩解。

表 2 不同耕作方式下土壤水稳性团聚体的组成 (%)

Table 2 The composition of water stable aggregates under different tillage ways

深度 (cm) Depth	处理 Treatment	5~1mm	1~0.25mm	>0.25mm
0~10	处理前(A) Before treatment	0.75d	2.40c	3.15c
	CT	0.94e	3.85b	4.79b
	NT→ST	1.09b	5.16a	6.26a
	ST→NT	1.35a	5.34a	6.68a
10~20	处理前(A) Before treatment	0.60c	1.67c	2.27c
	CT	0.77b	3.04b	3.81b
	NT→ST	0.97a	3.16b	4.13b
	ST→NT	0.98a	4.10a	5.08a
20~30	处理前(A) Before treatment	0.77c	1.81c	2.58c
	CT	1.21bc	2.63bc	3.84bc
	NT→ST	1.33b	3.61ab	4.94b
	ST→NT	2.31a	4.68a	6.99a
30~40	处理前(A) Before treatment	0.85a	3.09a	3.94a
	CT	1.37a	3.89a	5.26a
	NT→ST	1.02a	4.36a	5.38a
	ST→NT	1.04a	4.68a	5.79a

注:>0.25 mm 团聚体为同处理各层次中 >0.25 mm 水稳性团聚体平均值。

Note: The content of >0.25 mm water stable aggregates is the average of the same treatment in different soil layers.

0~10 cm 土层,>0.25 mm 水稳性团聚体含量 NT→ST 处理和 ST→NT 处理比试验前分别高 3.11% 和 3.53%,比 CT 处理分别高 1.47% 和 1.89%,CT 处理比试验前高 1.64%,NT→ST 处理和 ST→NT 处理间差异不显著。1~5 mm 水稳性团聚体含量 ST→NT 处理最高,比试验前、CT 处理和 NT→ST 处理分别高 0.60%、0.41% 和 0.26%,各处理间差异都达显著水平 ($P<0.05$)。0.25~1 mm 水稳性团聚体含量的变化趋势和 >0.25 mm 水稳性团聚体含量的变化趋势一样。

10~20 cm 土层,>0.25 mm 水稳性团聚体含量 ST→NT 处理最高,比试验前、CT 处理和 NT→ST 处理分别高 2.81%、1.27% 和 0.75%,NT→ST 处理比试验前高 1.86%,NT→ST 处理和 CT 处理间差异不显著,CT 处理比试验前高 1.54%。1~5 mm 水稳性团聚体含量 NT→ST 处理和 ST→NT 处理分别比试

验前高 0.37% 和 0.38%, 比 CT 处理分别高 0.20% 和 0.21%, CT 处理比试验前高 0.17%, NT→ST 处理和 ST→NT 处理间差异不显著。0.25~1 mm 水稳性团聚体含量的变化趋势和 >0.25 mm 水稳性团聚体含量的变化趋势还是一样。

20~30 cm 土层, >0.25 mm 水稳性团聚体含量依然 ST→NT 处理最高, 比试验前、CT 处理和 NT→ST 处理分别高 4.41%、3.15% 和 2.05%, NT→ST 处理比试验前高 2.36%, NT→ST 处理和 CT 处理间、CT 处理和试验前之间差异都不显著。1~5 mm 水稳性团聚体含量的变化趋势和 >0.25 mm 水稳性团聚体含量的变化趋势一样。0.25~1 mm 水稳性团聚体含量 NT→ST 处理和 ST→NT 处理比试验前分别高 1.80% 和 2.87%, ST→NT 处理比 CT 处理高 2.05%, NT→ST 处理和 ST→NT 处理间、NT→ST 处理和 CT 处理间、CT 处理和试验前之间差异都不显著。

30~40 cm 土层, 各处理间以及各个级别之间水稳性团聚体的含量虽有差距, 但差异都未达到显著水平。

以上分析表明, 在 0~20 cm 土层 0.25~1 mm 水稳性团聚体含量的变化趋势和 >0.25 mm 水稳性团聚体含量的变化趋势一样, 在 20~40 cm 土层 1~5 mm 水稳性团聚体含量的变化趋势和 >0.25 mm 水稳性团聚体含量的变化趋势一样, 说明各耕作措施在 0~20 cm 土层对 0.25~1 mm 水稳性团聚体的影响最明显, 在 20~40 cm 土层对 1~5 mm 水稳性团聚体的影响最明显。3 种耕作措施比较, ST→NT 处理最有利于 0~30 cm 土层土壤水稳性团聚体的形成, 各处理措施对 30~40 cm 土层水稳性团聚体的几乎没有影响, 应该与耕作深度有关。

综合表 1 和表 2 分析发现, 湿筛处理下水稳性团聚体的 >0.25 mm 最高为 6.99%, 远小于干筛处理下的最小值 58.97%, 说明该土壤的土壤团聚体大部分为非水稳性团聚体, 水稳性团聚体的数量较少。

2.3 耕作方式对土壤团聚体稳定性参数的影响
2.3.1 耕作方式对团聚体平均重量直径的影响
土壤团聚体平均重量直径 (WMD) 常被用来反映土壤团聚体的稳定性。一般来说, WMD 数值越大, 土壤团聚体稳定性越大, 土壤抗侵蚀能力越强。由表 3 可以看出, 平均重量直径在数值上差距很小且随土层的增加而增加趋势。0~10 cm 土层, 平均重量直径 ST→NT 处理最大, 比试验前、CT 处理和 NT→ST 处理分别大 0.022 mm、0.014 mm 和 0.007 mm; NT

→ST 处理比试验前和 CT 处理分别大 0.015 mm 和 0.007 mm; CT 处理比试验前大 0.008 mm。10~20 cm 土层, 平均重量直径 NT→ST 处理最大, 但 ST→NT 处理仅比 NT→ST 处理小 0.001 mm, 差异不显著, NT→ST 处理比试验前和 CT 处理分别大 0.013 mm 和 0.008 mm, CT 处理比试验前大 0.005 mm。20~30 cm 土层, 平均重量直径 ST→NT 处理显著高于试验前、CT 处理和 NT→ST 处理, 比试验前、CT 处理和 NT→ST 处理分别大 0.027 mm、0.022 mm 和 0.016 mm; NT→ST 处理与试验前和 CT 处理间差异不显著。30~40 cm 土层, 各处理平均重量直径的差异未达显著水平。

表 3 耕作方式对土壤团聚体稳定性参数的影响
Table 3 Effect of tillage ways on the stability parameter of aggregates

深度 (cm) Depth	处理 Treatment	平均重量直径 MWD (mm)	稳定率 Stable percentage
0~10	试验前 (A) Before treatment	0.269d	3.15c
	CT	0.277c	4.79b
	NT→ST	0.284b	6.26a
	ST→NT	0.291a	6.68a
10~20	试验前 (A) Before treatment	0.266c	2.27c
	CT	0.271b	3.81b
	NT→ST	0.279a	4.13b
	ST→NT	0.278a	5.08a
20~30	试验前 (A) Before treatment	0.271b	2.58c
	CT	0.277b	3.84bc
	NT→ST	0.283b	4.94b
	ST→NT	0.299a	6.99a
30~40	试验前 (A) Before treatment	0.274a	3.94a
	CT	0.283a	5.26a
	NT→ST	0.282a	5.38a
	ST→NT	0.284a	5.79a

通过以上分析可知, 0~10 cm 土层和 20~30 cm 土层 ST→NT 处理对提高土壤抗侵蚀能力效果最好, NT→ST 处理其次, CT 处理最差; 10~20 cm 土层中 ST→NT 处理和 NT→ST 处理对提高土壤抗侵蚀能力效果一样且比 CT 处理好; 30~40 cm 土层中各处理对平均重量直径的影响很小, 这和前面的结论一致。
2.3.2 耕作方式对团聚体稳定率的影响
团聚体稳定率是评价团聚体稳定性的重要指标之一, 稳定率越高, 越能够为作物的生长提供良好的土壤环境。

由表 3 可以看出各土层团聚体不同处理稳定率与同一层次 >0.25 mm 水稳性团聚体的变化趋势一样。ST $\rightarrow$ NT 处理在 0~30 cm 土层的团聚体稳定率最高, NT $\rightarrow$ ST 处理在 0~10 cm 土层比 CT 处理高, 但在 10~30 cm 土层和 CT 处理的差异不显著, 30~40 cm 土层各处理差异不显著。说明 ST $\rightarrow$ NT 处理对于提高 0~30 cm 土层的团聚体稳定率效果最好, NT $\rightarrow$ ST 处理在 10~30 cm 土层和 CT 处理效果一样。

3 讨 论

频繁耕作被认为是引起农田土壤质量含量下降的主要原因, 耕作的机械扰动使土壤发生破碎、分散和混合, 直接或间接地造成土壤质量的下降^[7]。研究表明^[6,7,13,14]常规耕作使团聚体稳定性降低, 机械稳定性团聚体和水稳性团聚体均比耕作前有不同程度下降, 其中大直径团聚体的下降最为明显。而本试验中传统翻耕(CT)、免一深轮耕(NT $\rightarrow$ ST)和深一免轮耕(ST $\rightarrow$ NT)三种耕作措施和试验前比较团聚体含量都呈不同幅度的增加, 这与前述的研究结果不一致, 其原因在于免一深轮耕(NT $\rightarrow$ ST)和深一免轮耕(ST $\rightarrow$ NT)促进了土壤表层的生物活性, 包括真菌生长、根和土壤动物区系, 有助于在大团聚体内部结合, 增加其结构稳定性, 因此, 适度耕作会促进土壤团聚作用。

土壤水稳性大团聚体的含量可以作为反映土壤结构稳定性的指标之一。一些研究发现^[15~17], 保护性耕作可以提高表层土壤团聚体的稳定性。章明奎等^[18]3 年免耕试验的结果表明, 与传统耕作相比, 水稳性团聚体含量增加, 土壤粘粒团聚度显著提高, 免耕使土壤的团聚性增强。本研究中免一深轮耕(NT $\rightarrow$ ST)和深一免轮耕(ST $\rightarrow$ NT)处理的 >0.25 mm 机械稳定性团聚体和水稳性团聚体均显著高于试验前和传统翻耕(CT)处理 ($P < 0.05$), 特别是深一免轮耕(ST $\rightarrow$ NT)处理作用明显, 说明少免耕对土壤结构有显著改善的作用, 这与前人研究结果一致。

本文只是对免一深轮耕(NT $\rightarrow$ ST)和深一免轮耕(ST $\rightarrow$ NT)耕作措施试验实施 3 a 后的结果进行了分析, 要研究不同耕作方式对宁南旱区土壤结构的影响, 还需要做长周期的研究和探讨。

4 结 论

1) 不管是机械稳定性团聚体还是水稳性团聚体, 各个处理和试验前比较呈不同幅度增加, 表明各个处理经过连续 3 年定点试验后均能不同程度地增加耕层土壤团聚体的含量。

2) >0.25 mm 机械稳定性团聚体在 0~40 cm 土层中 ST $\rightarrow$ NT 处理的含量最高, 在 10~20 mm 土层中 CT 处理含量明显低于试验前, 表明 ST $\rightarrow$ NT 处理最有利于 >0.25 mm 机械稳定性团聚体的增加, 而 CT 处理有减少 10~20 mm 土层中 >0.25 mm 机械稳定性团聚体的含量的趋势。 >0.25 mm 水稳性团聚体含量在 0~30 cm 土层中 ST $\rightarrow$ NT 处理最高, 在 30~40 mm 土层, 各个处理间虽有差距, 但差异未达显著水平。

3) 通过 >0.25 mm 水稳性团聚体的含量基本可以判断土壤团聚体的结构与稳定性。

4) ST $\rightarrow$ NT 处理、NT $\rightarrow$ ST 处理和 CT 处理相比, ST $\rightarrow$ NT 处理更有利于土壤团聚体含量和稳定性的增加, 适合在该地区推广。

参 考 文 献:

- [1] Six J, Paustian K, Elliott E T, et al. Soil structure and soil organic matter: Distribution of aggregate size classes and aggregate associated carbon[J]. Soil Science Society of America Journal, 2000, 64: 681—689.
- [2] 彭新华, 张 斌, 赵其国. 土壤有机碳库与土壤结构稳定性关系的研究进展[J]. 土壤学报, 2004, 41(4): 6218—6231.
- [3] 陈恩凤, 周礼恺, 武冠云. 微团聚体的保肥供肥性能及其组成比例在评判土壤肥力中的作用[J]. 土壤学报, 1994, 31(1): 218—281.
- [4] 王清奎, 汪思龙. 土壤团聚体形成与稳定机制及影响因素[J]. 土壤通报, 2005, 36(3): 415—421.
- [5] Papendick R I, Parr J F. No-till farming: The way of the future for a sustainable dryland agriculture[J]. Annals of Arid Zone, 1997, 36: 193—208.
- [6] 严 洁, 邓良基, 黄 剑. 保护性耕作对土壤理化性质和作物产量的影响[J]. 中国农机化, 2005, 2(3): 31—34.
- [7] 张国盛, Chan K Y, Li G D, 等. 长期保护性耕种方式对农田表层土壤性质的影响[J]. 生态学报, 2008, 28(6): 2722—2728.
- [8] Dalal R C, Chan K Y. Soil organic matter in rainfed cropping systems of the Australian cereal belt[J]. Australian Journal of Soil Research, 2001, 39: 435—464.
- [9] 刘梦云, 常庆瑞, 安韶山, 等. 土地利用方式对土壤团聚体及微团聚体的影响[J]. 中国农学通报, 2005, 21(11): 247—250.
- [10] 安韶山, 黄懿梅, 郑粉莉. 宁夏黄土区不同植物群落土地利用方式对土壤质量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2008, 14(2): 300—307.
- [11] 刘梦云, 常庆瑞, 齐雁冰. 不同土地利用方式的土壤团粒及微团粒的分形特征[J]. 中国水土保持科学, 2006, 4(4): 47—51.
- [12] 周 虎, 吕贻忠, 杨志臣, 等. 保护性耕作对华北平原土壤团聚体特征的影响[J]. 中国农业科学, 2007, 40(9): 1973—1979.
- [13] 刘广深, 许中坚, 徐东梅. 酸沉降对土壤团聚体及土壤腐蚀性影响[J]. 水土保持通报, 2001, 21(4): 70—74.
- [14] 王哲峰, 高 波, 李小刚. 利用方式对于干旱草原土壤碳水化合物含量及团聚体稳定性的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2006,

- 6(3):91—95.
- [15] 李映强,曾觉廷.不同耕作制度下水稻土有机质变化及其团聚作用[J].土壤学报,1991,28(4):4084—4091.
- [16] 李爱宗,张仁陟,王晶.耕作方式对黄绵土水稳定性团聚体形成的影响[J].土壤通报,2008,39(3):481—484.
- [17] 廉晓娟,吕貽忠,刘武仁,等.不同耕作方式对黑土有机质和团聚体的影响[J].天津农业科学,2009,15(1):49—51.
- [18] 章明奎,何振立,陈国潮,等.利用方式对红壤水稳定性团聚体形成的影响[J].土壤学报,1997,34(4):3659—3661.

Effects of different tillage on soil aggregates in the arid areas of South Ningxia

YAN Bo¹, JIA Zhi-kuan^{1,2*}, HAN Qing-fang^{1,2}, YANG Bao-ping^{1,2}, NIE Jun-feng^{1,2}

(1. Research center of Agriculture in Arid and Semiarid Areas, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Key Laboratory of Crop Production and Ecology, Chinese Ministry of Agriculture, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: In this study, three different tillage treatments of conventional tillage(CT), the following year no-tillage-subsoiling(NT→ST) and subsoiling-no-tillage(ST→NT) were conducted on the arid areas of South Ningxia. After 3 years of consistent tillage treatment, using dry sieving and wet sieving methods, the changing of soil aggregates was analyzed and tested. The results showed that the content of > 0.25 mm mechanical aggregates in 0 ~ 40 cm layers of NT→ST increased by 33.11% and 29.51% and ST→NT increased by 40.51% and 36.91% compared with those of natural soil and CT. The content of > 0.25 mm water-stable aggregates of NT→ST in 0 ~ 30 cm layers increased by 7.33% compared with that of natural soil, and that in 0 ~ 10 cm layers increased by 1.47% compared with CT, but that in 10 ~ 40 cm layers had no significant difference compared with CT; Compared with those of natural soil and CT, the content of > 0.25 mm water-stable aggregates in 0 ~ 10 cm layers of ST→NT increased by 10.75% and 10.12%. The results also show that subsoiling-no-tillage(ST→NT) is more conducive to increase the stability of soil aggregates content.

Keywords: tillage; soil aggregates; the arid areas of South Ningxia

(上接第30页)

Optimization of parameters for separating sediments in the Yellow River water used for drip irrigation

SUN Bu-gong¹, WU Jian-min¹, ZHAO Wu-yun¹, GONG Jun²

(1. College of Engineering, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China;

2. College of Mechanic and Electronic Engineering, Lanzhou Science and Technology University, Lanzhou 730050, China)

Abstract: Aimed at the problem of silt in the Yellow River water for agricultural drip irrigation, a dish separator is designed and manufactured in accordance with the major characteristics of silt in the Yellow River and the FXJ-150-I hydrocyclone is chosen. The separator and hydrocyclone are arranged in series for separating silt of the Yellow River water. Half-content diameter D_{50} was selected as experimental target, with three-factor quadric orthogonal regression composite experimental design, the influences of underflow port diameter, inlet pressure and drum rotation speed were investigated, and a regression equation with high reliability was obtained. The results show that underflow port diameter and inlet pressure have very significant influence on separation efficiency ($P < 0.01$), and drum rotation speed has significant influence ($P < 0.05$). The optimum parameters are 14mm of underflow port diameter, 0.06 MPa of inlet pressure and 3 800 r/min of drum rotation speed.

Keywords: drip irrigation; silt in the Yellow River water; half-content diameter; separator; hydrocyclone; optimization