

不同耕法对水稻生长发育和产量效应

崔星烈 林元哲 全明道 全炳武

(延边农学院)

前 言

水稻生产一方面追求高产,另一方面也追求稳产,因此,水田土壤环境的改善是不可忽视的环节,而良好的耕作技术是改善土壤环境的重要措施。随着国内外耕作机械化程度的提高,有关耕作技术方面的研究发展很快。据国内报道,少耕水田第一年表现增产,以后随少耕年限的加长,产量逐渐下降,到第三、四年表现减产,但幅度不大。因此,在连续少耕二至三年之后,应配合翻耕。

我们于1988年和1989年,把少耕和深耕结合起来进行了不同耕法水田效应的研究。

一、材料与方 法

本试验在吉林省延边农学院试验农场设置了两种土壤和四个耕法处理;普耕(耕深10~15cm)、耙耕(水耙5cm)、深耕Ⅰ(耕深18~20cm)、深耕Ⅱ(耕深25cm以上)。每小区面积为72m²,重复3次,随机排列。供试水稻品种为京引127号。供试土壤有两种,一种为粉砂壤质草甸型水稻土,含沙粒(1.00~0.05mm)占55.9%,粉粒(0.05~0.01mm)占16.1%,粘粒(<0.001mm)15.2%。含有机质1.05%,全N 0.09%、全P 0.17%、全K 0.90%、碱解N 45ppm、速效P 25ppm、速效K 500ppm。另一种为粘壤质黑土型水稻土,含砂粒20.8%,粗粉粒32.4%,粘粒29.4%。含有机质3.52%、全N 0.18%、全P 0.27%、全K 1.65%、碱解N 150ppm、速效P 19.8ppm、速效K 140ppm。在栽培管理上皆采取当地综合丰产技术措施。

二、结果和讨论

(一)耕作对水田土壤理化性状的影响

• 试验前粉砂壤质草甸型水稻土耕层(0~15cm)的容重本底数为1.39g/cm³,经过两年的不同耕法处理可以看到,深耕18~20cm(Ⅰ)的土壤上层(0~15cm)容重降为1.34g/cm³,明显低于普耕区的1.41g/cm³;下层(15~25cm)容重也降到1.44g/cm³,明显低于普耕区。经土壤各层容重的分析可知,深耕Ⅰ区的犁底层下降到18cm以下,0~18cm的容量为1.36g/cm³,18~25cm的容重为1.51g/cm³。这说明深耕Ⅰ区加厚耕层土壤,有助于根系的伸长,有利于水稻养分吸收,因而增加产量。耙耕田上层容重低于本底数,也低于普耕区;下层容重明显下降,远远低于普耕区犁底层的容重。这说明连续两年耙耕后,犁底层逐渐消失。可见,如果长年耙耕会使犁底层完全消失,导致漏水漏肥,影响水稻生长发育。深耕Ⅱ区,由于犁底层的破坏,心土和犁底层混拌并入耕层,致使上、下层容重都较大,非毛管孔隙少,导致通气不良,通透性差,特别是下层非毛管孔隙度极低(1.04%),远低于普耕区(1.12%)和深耕Ⅰ区(1.9%),增大了水稻根系生长的阻力,这是深耕Ⅱ区减产的原因。对粘壤质黑土型水稻土各处理的分析结果与粉砂壤质草甸型水稻土相类似。深耕Ⅰ区耕层养分比较富集,有机质和全氮、磷、钾均高于普耕区。有机质和全氮量比试验前本底数3.52%和0.18%,顺次增多0.19%和0.004%;磷和钾均比本底数减少。耙耕田耕层有机质、全氮、磷、钾均高于普耕区。总之,

深耕Ⅰ区和耙耕水田养分分布均有改善。深耕Ⅱ区有机质与普耕区相近,均低于试验前本底数,顺次降低0.09%和0.15%;全氮、磷、钾略高于普耕区。下层15~25cm内的有机质和全氮、磷、钾,深耕Ⅰ区也比普耕区相应增多,其它处理间没有明显差异。粉砂壤质草甸型水稻土也有类似的情况。

在分蘖盛期前后,分析了两种耕法土壤碱解氮。结果表明,两种土壤的碱解氮变化都明显受到不同耕法的影响。分蘖盛期前深耕Ⅰ区速效氮最高,远远高于普耕区,粉砂壤质草甸型水稻土为217.4ppm,粘壤质黑土型水稻土为268.2ppm。分蘖盛期后下降速度较快,粉砂壤质草甸型水稻土为136ppm,粘壤质黑土型水稻土为204.4ppm。说明水稻分蘖盛期深耕Ⅰ区也有类似的规律。耙耕田的速效氮释放,1988年明显多于普耕区,而1989年与普耕区相近。深耕Ⅱ区的速效氮释放两年都没有明显的规律。

以上结果分析表明,深耕Ⅰ区的耕作处理降低土壤容重,增加耕层下部分和犁底层的非毛管孔隙,加厚了耕层,有利于积累有机质含量及养分含量,有利于速效养分释放,从而一定程度上改善了土壤环境。因此,为了水稻的高产、稳产,我们即要考虑少耕,更要考虑深耕对土壤环境的影响。但深耕时不能当年翻耕太深,而是逐年稍加深些。从两年试验的结果来看,深耕18~20cm比较好。因为水稻是在淹水土壤中生长,须有一定厚度的犁底层,若犁底层遭到破坏(或完全消失),就会破坏土壤耕层结构和适宜于水稻生长的土壤环境。

(二)少耕对水稻生长发育及产量的影响

1. 少耕对水稻生长的影响

少耕对水稻生长的影响,主要是发根快、返青早、分蘖多、长势猛。这是因为耙耕田基肥施于表层,栽后高温来临,加上底层通透性好,利于养分释放,从而具有早发、多蘖的特点。但株高、叶龄、叶绿素含量,耙耕与普耕的差异不明显。

本试验第一年耙耕田的分蘖长势明显优于普耕田,最高达791.3/m²(粉砂壤质草甸型水稻土)和738.0/m²(粘壤质黑土型水稻土)比同期普耕田多124.6/m²和113.3/m²。从6月25日起,分蘖盛期的茎数日增长量粉砂壤质草甸型水稻土为60.7/m²,粘壤质黑土型水稻土65.9/m²,普耕区仅为46.0和46.3。最后成穗数,耙耕田比普耕田多28.7/m²和42.0/m²,因而耙耕田增产。第二年仍有类似的结果,但不明显,耙耕田成穗数比普耕田只增多7.2/m²和3.2/m²。

2. 少耕对水稻出穗的影响

观测两年水稻出穗的情况来看,耙耕田出穗比普耕田早,粉砂壤质草甸型水稻土耙耕提早出穗2~3天,粘壤质黑土型水稻土耙耕提早出穗3~4天。当耙耕区已到出穗期时,普耕区才刚刚始穗期。结果,耙耕区盛熟期也提早2~3天。可见,少耕对于北方寒冷地区的水稻生产有重要的意义。

3. 少耕对水稻根系生长的影响

1988年试验结果表明,成熟期的总根数在不同耕法下差异显著,F值为134.13** (F_{0.05} = 5.99, F_{0.01} = 13.74);不同水稻土条件下差异不显著,F值为5.22。草甸型水稻土耙耕区的单株总根数比普耕区多48根,黑土型水稻土多39根;1989年草甸型水稻土耙耕区的单株总根数比普耕区仅多6根,黑土型水稻土反而少5根(见图1)。

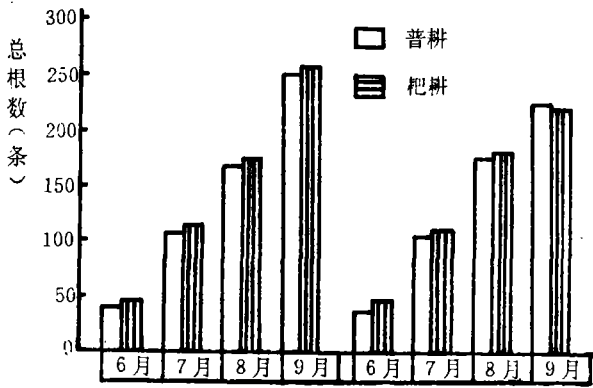


图1 少耕对水稻根系生长的影响

鲜根·小时,它们的差值为20微克/克鲜根·小时,黑土型水稻土的这一差值为11.3;长穗期这一差值各为15.7和10.4。而1989年这一差值明显减少,分蘖期为9.4和3;长穗期为5和-1,这说明第二年耙耕对根系活力的影响明显降低。

表1 不同耕法对水稻产量的影响

土壤名称	试验处理	1988年		1989年	
		普耕	耙耕	普耕	耙耕
粉砂壤质草甸型水稻土	产量(kg)	37.50	38.85	45.50	46.15
	增产(%)	—	3.60	—	2.20
粘壤质黑土型水稻土	产量(kg)	38.00	39.55	48.00	48.15
	增产(%)	—	4.10	—	0.31

注:表中数据均为小区产量

表2

不同耕法对水稻穗数、粒数、千粒重的影响

土壤名称	年份	耕法	小区穗数(万)	每穗实粒数	千粒重(g)	结实率(%)
粉砂壤质草甸型水稻土	1988	普耕	3.74	47.7	23.7	71.6
		耙耕	3.95	46.7	23.8	72.6
	1989	普耕	2.98	52.0	26.8	88.2
		耙耕	3.03	52.6	26.9	88.8
粘壤质黑土型水稻土	1988	普耕	3.79	44.9	23.1	69.7
		耙耕	4.10	45.6	23.8	69.1
	1989	普耕	3.29	50.8	26.9	85.2
		耙耕	3.29	50.8	26.9	85.2

从表2中可见,1988年耙耕区的穗数比普耕区多0.21万(砂壤质)和0.31万(粘壤质),而1989年耙耕区的穗数比普耕区仅多0.05万和0.03万。其他产量因素两年耙耕均没有大的差异,说明耙耕区的增产是通过穗数的增多得到的。

(三)深耕对水稻生长发育及产量的影响

1. 深耕对水稻根系生长的影响

深耕对水稻根系活力的效应比较明显。测定结果可知,两种土壤中分蘖期的根系活力深耕区都比普耕区大。砂壤质草甸型水稻土中深耕I区和深耕II区的根系活力各为593.6微克/克鲜根·小时,584.6微克/克鲜根·小时,而普耕区为573.0;粘壤质黑土型水稻土中深耕

从图1中可以看出,分蘖初期(开始分蘖到盛期)耙耕区和普耕区的单株总根数之差比其它生育期都大,1988年也是这样,这一现象与分蘖生长动态类似。说明耙耕的效应主要是在生育初期发生的。根系活力的测定结果表明,1988年分蘖期的根系活力,砂壤土的耙耕区为545.3微克/克鲜根·小时,普耕区为525.3微克/克

4. 不同耕法对水稻产量的影响

从表1中可见,耙耕田第一年两种土壤都有增产效果,砂壤土增产3.6%,粘壤质黑土型水稻土增产4.1%;第二年增产效果降低,只增产2.2%和0.31%。

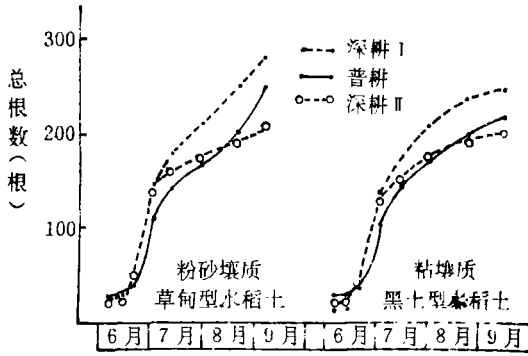


图2 深耕与水稻根系性状(I)

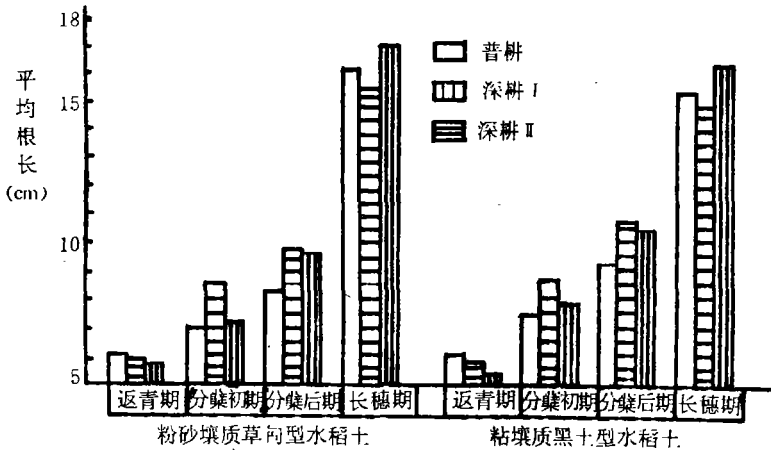


图3 深耕与水稻根系性状(II)

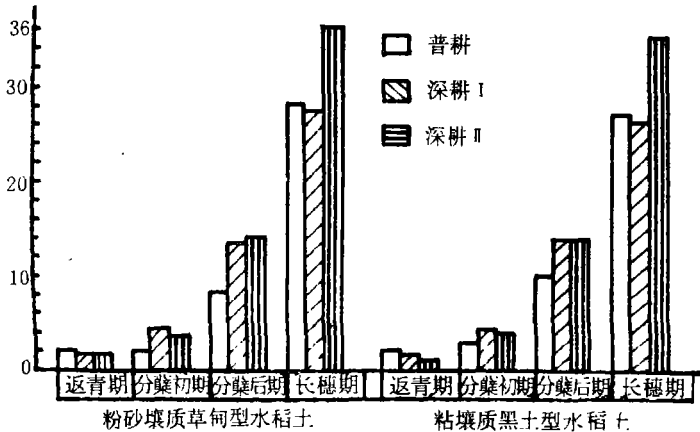


图4 深耕与水稻根系性状(III)

I区、深耕II区和普耕区的根系活力各为688.6, 657.0和640.0。到长穗期, 砂壤质草甸型水稻土中深耕I区、深耕II区和普耕区的根系活力各为517.0, 428.0和442.0; 而粘壤质黑土型水稻土中各为579.0, 468.0和483.0。这说明深耕I区的根系活力仍比普耕区大, 而其增值比分蘖期更明显。相反, 深耕II区的根系活力明显低于普耕区, 根系生长明显受阻, 这是因为深耕II区的

下层土壤容重大, 非毛管孔隙少所致。深耕与水稻根系形态性状的关系见图2, 3, 4。

从以上图可以看出, 深耕对水稻根系性状的影响是从分蘖后期明显地表现出来的。从方差分析的结果更可了解到这一规律。分蘖初期土质和耕法对根系诸性状的影响无显著差异, 而分蘖后期不同耕法对总根数和平均根长有显著差异 ($F_{总根数} = 7.07^*$, $F_{平均根长} = 5.52^*$), 对总根长有极显著差异 ($F_{总根长} = 13.33^{**}$)。这说明深耕效应从分蘖后期开始显示出来。

2. 深耕对水稻地上部生长的影响

比较深耕 I 区和普耕区, 6 月下旬茎数明显开始超过普耕区, 从 7 月中下旬开始株高明显高于普耕区, 其结果到了成熟期深耕 I 区的水稻植株成为高株型、多穗型。深耕 II 区虽然 7 月中旬开始根系逐渐受阻, 但这种下降不很迅速, 所以, 水稻地上部的生长所受的深耕负效应也是缓慢起作用的。因此, 株高、茎数略高于普耕区, 但其长势还是不如深耕 I 区良好。

3. 穗性状和产量的效应

深耕与成熟期穗性状的关系, 不同耕法处理对二次枝梗数没有显著差异, 不同土质间穗性状没有明显差异(见表 3)。

表 3 成熟期穗性状的情况

土壤名称	处理	项 目		
		穗长	一次枝梗数	二次枝梗数
粉砂壤质草甸型水稻土	普 耕	15.01	7.89	9.64
	深耕 I	15.73	7.87	11.06
	深耕 II	15.05	8.03	10.54
粘壤质黑土型水稻土	普 耕	15.44	8.22	8.94
	深耕 I	15.80	8.05	11.62
	深耕 II	15.60	8.05	10.53

表 4 产量因素的效应

土壤名称	处理	项 目			
		小区穗数(万)	每穗粒数	千粒重(g)	结实率(%)
粉砂壤质草甸型水稻土	普 耕	2.977	58.9	26.8	88.2
	深耕 I	3.725	74.2	26.6	87.5
	深耕 II	3.120	66.2	25.6	77.4
粘壤质黑土型水稻土	普 耕	3.264	59.4	26.8	86.2
	深耕 I	3.869	74.6	26.3	84.9
	深耕 II	3.564	64.0	25.5	76.3

从表 4 中可见, 构成产量的各因素都受到不同耕法处理的影响, 但不同水稻土的影响不大。不同耕法处理下, 穗数和千粒重有显著差异(F 值为 6.04* 和 6.51*), 每穗粒数和结实率有极显著差异(F 值为 10.69** 和 7.59**)。从表 5 中可见, 深耕 18~20cm 都有增产趋势, 第一年效果不显著, 只增产 4% 左右, 但从深耕后的土壤理化性状及根系生长状况的分析可知, 深耕第一年明显改善了土壤环境, 第二年效果显著, 增产 10~15%, 并且两年后的土壤环境有较大的改善。深耕 25cm 以上, 两年都减产, 这是因为耕翻过深, 破坏了犁底层, 使心土伴入耕层和犁底层, 影响水稻养分供应的缘故。

表 5 深耕与水稻产量水平

土壤名称	试验处理	1988 年			1989 年		
		普 耕	深耕 I	深耕 II	普 耕	深耕 I	深耕 II
粉砂壤质草甸型水稻土	产量(kg/亩)	520.8	543.8	516.00	527.8	549.3	506.30
	增产(%)	—	4.4	-0.93	—	4.1	-4.10
粘壤质黑土型水稻土	产量(kg/亩)	631.9	729.2	616.00	666.7	738.2	661.80
	增产(%)	—	15.4	-2.50	—	10.7	-0.73

(下转第 96 页)

可获得对3号生理小种有较高的抗性,且农艺性状较好的育种材料。

参 考 文 献

- [1]富健等:大豆品种对孢囊线虫生理小种抗性反应的研究,《吉林农业科学》,1989,4:36~38。
- [2]刘汉起等:大豆孢囊线虫生理小种研究初报,《大豆科学》,1985,2:131~136。
- [3]刘维吉等:东北地区部分市县大豆孢囊线虫生理小种的鉴定结果初报,《沈阳农学院学报》,1984,2:75~78。
- [4]C. A. Brim, et al: Resistance of soybeans to the soybean cyst nematode as determined by a double-yow method. plant Dis. Rep. 1957, 41: 923~924.
- [5]Harwig, E. E Breeding Productive soyean cultivars resistant to the soybean cyst nematode for the southern united states. plant Dis 1981, 81: 303~307.
- [6]Hartwing, E, E, et al: Registration of Bedford soybeans. Crop sci 1978, 18: 915.
- [7]Luedders, V, D, et al: Effect of secondary selection on cyst nematode reproduction on soybeans. Crop Sci. 1983, 23: 263~264.
- [8]Mccan, J, et al. selection and reproduction of soybean cyst nematodes on resistant soybeans, Crop Sci. 22: 78~80.
- [9]Anand. S. C. et al, Response of soybean lines to differentially selected cultuyces of soybean cyst nematode. J. Nematol. 1983, 15: 120~123.

(上接第94页)

三、小 结

(一)试验结果表明不同耕法对水田土壤理化性状的影响呈现明显的差异。一般地,土壤容重在 $1.30\sim 1.35\text{g}/\text{cm}^3$ 为水稻高产的容重指标。对于容重较大的粘壤质黑土型水稻土,尽管少耕1~2年有一定的增收效果,但生产着眼点应放在降低容重,改变土壤环境上,即要重视深耕。容重不很大的粉砂壤质草甸型水稻土地要适当深耕,能明显改善土壤环境。

(二)少耕提早水稻出穗期2~4天。少耕第一年增产4%,第二年增产效果降低。因此,第三年应全面翻耕。

(三)水稻生育初期深耕效果不明显,并有一定程度的抑制作用,从分蘖后期开始显著影响地上部和根系的生长。通过深耕18~20cm创造较厚的耕作层,将增产10~15%左右。这一增加效应是通过增加直下根分布率来实现的。根系性状的变化主要是通过结实粒数的增多来间接地影响产量的。但深耕25cm以上显著抑制水稻根系和地上部的生长,以致减产。

参 考 文 献

- [1]东北农学院主编:《耕作学》,1988。
- [2]泉清一:《水田耕作原理》,上海科学出版社,1965。
- [3]山根一郎:《耕地的土壤学》,晨山渔村文化协会,昭和56。
- [4]川口桂三郎:《水田土壤学》,农业出版社,1985。
- [5]吴国 等:单季稻田少耕农艺的研究初报,《土壤肥料》,3期。
- [6]川田售一郎:《水稻的根系》,农业出版社,1984。
- [7]渡部辜一郎、小南力:深耕が水稻の生育、収量および窒素吸収に及ぼす影响,《日本土壤科学杂志》,1988,第59卷,第2号。