西北农业学报　1997, 6(3): 50~ 52
Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica

河西绿州灌区节水高产高效多熟轮作体系研究*[20]

张恩和　黄高宝
(甘肃农业大学　兰州　730070)

摘　要　在不同供水条件下,对河西绿州灌区6种多熟轮作方式进行了3年3区节水轮作体系的研究。结果表明,在一定范围内,轮作全周期总产量、水分生产效率(WUE)随灌水量增多有增加的趋势,超过一定限度后,产量和WUE增加不明显;综合轮作体系产量效益、水效益及对土壤肥力状况的改善等因素,认为本区实现节水高产高效的最佳多熟轮作方式为油菜/马铃薯→小麦/马铃薯→玉米/大豆和小麦/甜菜→玉米/大豆→亚麻/马铃薯。

关键词　绿州灌区; 节水; 多熟; 轮作体系

河西走廊属绿洲灌区,降水和冰川融水是重要给源。近年来,由于水资源退缩,河流径流量减少,加之农业用水浪费严重,限制了绿洲的发展,迫使部分田地弃耕。山仑认为,节水农业追求的目标应是尽可能提高水分利用效率(WUE)和蒸腾蒸发量(ET)[1];徐萌研究得出提高WUE应着重提高作物群体WUE,各地WUE有差异的原因主要是土壤蒸发的差异[2],而光合产物增加蒸腾亦不成比例增加[3]。立体多熟种植不但可显著增加农田年输出量,而且由于提高了土壤水分的有效性和转化效率以及增加了收获指数[7],WUE也可显著提高[5,9]。

1　材料与方法

试验于1992~1994年在河西绿洲灌区的武威市西营水管处试验站进行。该区位于冰川融水灌溉的洪积—冲积平原上,年辐射量496.48 kJ/m^2,年日照时数2 360~2 968 h,年均降水量219 mm,年蒸发量1 288.3 mm,年均温度6~7.5℃,干燥度3.0~4.0。本区传统的种植方式是单作春小麦一熟为主,近年发展了少量春小麦与春玉米、马铃薯及麦后复种绿肥作物等套种形式,复种指数>125%。河水来水量7月下旬到11月下旬占全年的61.3%,灌溉水利用系数0.28~0.35,田面水利用系数0.717,灌溉水的69%~72%损失于各系统。试验地前作为春小麦,轮作前土壤理化性状为:有机质16.5 g/kg,全N 1 060 g/kg,全P 0.89 g/kg,速效N 47.28 mg/kg,速效P 8 mg/kg,pH 8.3,土壤容重1.37 g/cm^3,孔隙度46.06%,土壤质地中壤。

设计3年3区(A、B、C)轮作,A_1、A_2、A_3、A_4、A_5分别代表小麦/大豆、小麦/毛苕子、小麦/马铃薯、小麦/玉米和小麦/甜菜;B_1、B_2、B_3分别代表油菜/玉米,亚麻/马铃薯和油菜/马铃薯;C_1、C_2分别代表玉米/马铃薯和玉米/大豆。轮作顺序A→B→C(表1),A、B、C各种种植形式分高灌6 000 m^3/hm^2(1992年7 500 m^3/hm^2)、中灌4 500 m^3/hm^2、低灌3 000 m^3/hm^2(1992年1 7500 m^3/hm^2)3种灌水形式,灌水量多则勤灌,少则关键期灌,不设重复,小区面积(3×5) m^2(四周挖深60 cm渠),共30个小区。定期测0~100 cm各层土壤含水量,种植规格及其它管理同大田。

可比产量计算式:5 kg马铃薯≈1 kg主粮;1 kg油菜籽≈2 kg主粮;100 kg甜菜≈17 kg主粮。

[20] 收稿日期　1996-03-25　修回日期　1996-06-18
*　甘肃省"八五"重点攻关项目

?1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.n

表 1　轮作顺序

Table 1　The order of rotation

年　份 Year	种　植　形　式 Planting form									
1992	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	B_1	B_2	B_3	C_1	C_2
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
1993	B_1	B_2	B_3	C_1	C_2	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
1994	A_3	A_4	A_5	B_1	B_2	B_3	C_1	C_2	B_2	B_3

注: 为避免小麦连作引发根病, 1994年用 B_2、B_3代换 A_1、A_2

Note: In order to aviod root disease, B_2 and B_3 were used instead of A_1 and A_2 in 1994

2　结果与分析

2.1　不同轮作方式的产量效益与水分效益

3年 3区轮作不同灌水量条件下,几种多熟轮作方式的总产量(表 2)表现为 $B_3A_3C_2$> $A_5C_2B_2$ > $C_1A_4B_2$> $A_4C_1B_1$> $C_2A_5B_3$> $A_3B_3A_5$, $B_3A_3C_2$和 $A_5C_2B_2$在不同灌水量下产量均较高,可见本区实现高产的轮作方式以油菜/马铃薯→小麦/马铃薯→玉米/大豆($B_3A_3C_2$)和小麦/甜菜→玉米/大豆→亚麻/马铃薯($A_5C_2B_2$)为好。

表 2　不同轮作方式效益比较

Table 2　Benefit comparison of different rotation systems (1992~1994)

轮作方式 Rotation systems	高灌 H		中灌 M		低灌 L	
	可比产量 Fixed grain yield (kg/hm²)	灌水效率 WUE (kg/m³)	可比产量 Fixed grain yield (kg/hm²)	灌水效率 WUE (kg/m³)	可比产量 Fixed grain yield (kg/hm²)	灌水效率 WUE (kg/m³)
$A_3B_3A_5$	18792	0.964	19085	1.414	15719	2.096
$A_4C_1B_1$	21363	1.096	20876	1.546	19107	2.548
$A_5C_2B_2$	23456	1.203	22602	1.674	21102	2.814
$B_3A_3C_2$	30201	1.549	27003	2.000	24597	3.279
$C_1A_4B_2$	20673	1.060	21101	1.563	20754	2.767
$C_2A_5B_3$	21207	1.088	19574	1.450	15708	2.094
平　均 Average	22616	1.227	21707	1.608	19499	2.600

Note: H: High level of water application; M: Medium level of water application; L: Low level of water application

从表 2还可看出,在一个轮作周期内,总产量(可比产量)与灌水量呈正相关,即随灌水量增加,产出也相应增加。但灌水量与灌水效率则呈负相关,随灌水量减少,灌水效率(WUE)平均由 1.227增加到 2.600,灌水效率排序为 $B_3A_3C_2$> $A_5C_2B_2$> $C_1A_4B_2$> $A_4C_1B_1$> $C_2A_5B_3$> $A_3B_3A_5$。

采用大多数作物对土壤有效水分含量的要求 15%为下限,土壤最大持水量 22.3%为上限,对 1992~1994年 3年作物生长生育时期土壤含水量测定结果频数分析表明,随灌水量的增加,土壤含水量小于 15%的频数有减少趋势,且随灌水量提高,下降幅度越来越小,中灌和高灌相比,小于 15%和 15%~22.3%的频数均逐渐趋近。可见,当灌水量增加到一定程度时,与作物生长密切相关的有效含水量趋于稳定,无效水却增加,因此,从灌水效率考虑,本区以中灌为好。

2.2　土壤理化性状的变化

6种轮作方式的耕层土壤容重和孔隙度在轮作前后都有较一致的增减趋势。容重比轮作前($1.37\ g/cm^3$)减少 0.01~0.08 kg/cm^3。其中减幅最大的 $B_3A_3C_2$、$A_5C_2B_2$和 $A_4C_1B_1$土壤容重分别下降到 1.29、1.31和 1.13 g/cm^3;土壤孔隙度增幅为 0.79%~5.02%,增加最多的 $B_3A_3C_2$、$A_5C_2B_2$和 $C_1A_4B_2$分别比轮作前增加 51.08%、49.46%和 48.28%。6种轮作方式都能不同程度地减少土壤容重,增加土壤通透性,对土壤物理性状有不同的改善作用,以 $B_3A_3C_2$和 $A_5C_2B_2$最为显著。

6种轮作方式还不同程度地增加了土壤有机质和速效 N、P的含量,其中 $B_3A_3C_2$和 $A_5C_2B_2$有机质含量分别较轮作前增加 0.28%和 0.25%,土壤速效 N增加 23.6和 21.5 mg/kg,速效 P增加 6.3和 4.6 mg/kg。可见,不同多熟种植模式合理轮作,既可实现节水高产高效,还可改善土壤理化

性状,提高土壤肥力。

3 小结与讨论

3.1 3年 3区轮作方式的产量与效益表明,河西绿洲灌区实现节水多熟集约的种植制度以灌水量 4 500 m^3/hm^2 最佳,优化轮作排序结果是: $B_3A_3C_2 > A_5C_2B_2 > C_1A_4B_2 > A_4C_1B_1 > C_2A_5B_3 > A_3B_3A_5$

3.2 对几种轮作方式土壤理化性状测定分析表明, $B_3A_3C_2$ 和 $A_5C_2B_2$ 轮作顺序安排合理,土地用养结合,使土壤孔隙、容重等物理性状得以改善,有机质及速效 N、P含量增加,土壤肥力提高,应作为本区实现农田持续发展的重要轮作方式加以推广。

3.2 立体多熟是河西绿洲灌区发展"两高一优"农业的重要途径。充分利用本区资源优势,将资源优势转化为现实生产力,调整作物种植制度,进行合理轮作,可以显著提高农田输出量,缓解人地矛盾,还可减少土壤蒸发量,有效地提高有限水资源的利用率,达到节水之目的。

参 考 文 献

1 山 仑,徐 萌. 节水农业及其生理生态基础. 应用生态学报, 1991, 2(1): 70~ 76

2 徐 萌. 提高植物水分利用率的原理和途径. 山西农业科学, 1990, (8)

3 王韶唐. 植物的水分利用效率和旱地农业生产. 干旱地区农业研究, 1987, (2)

4 Agarwal. Performance of wheat and tritieale cultivrs in avariable soil-water environment. Field Crops Res., 1986, 13: 301

5 De B, Singh S P. Management practices for intereropping systems. (in) Proceedings of International Workshop on Intereropping, held during 10~ 13 Janury 1979 at ICRI for the Semi-Arid Tropies. Hyderabad, 1979: 17~ 21

6 Hanks R J. Yield and Warter-use Relationships. Limitations to fflelent Water Use in Crop Production (ed. by H. M. Taylor *et al*) American Soiiety of Agronomy. Inc, Madison. WI, 1983: 393~ 411

7 Mandal. Water use by wheat, chickpea and mustard grown as sole crops. Indian Journal of Agricultural Sciences, 1986, 56 (3): 93~ 187

8 Rao Y G, Bhardwaj R B L. Consumptive use of water, growth and yield of aestivum and durum wheat varieties at varying levels of nitrogen under limited and adequate irrigation situations. Indian J. Agron., 1981, 26: 243~ 250

9 Willey. Conventional cropping systems for alfisols and some implications for agro-forestry system. Proceedings of the consultants workshop on the state of the Art and Management Alternatives for Optimizing the Productivity of Semi-Arid Tropies Alfisol and Related soils, held during 1~ 3 December 1983 at International Crops the Research Institure for Semi-Arid Tropies. Hyderabad, 1987

Studies on Intensive Water-saving Multiple Cropping Rotation System in Hexi Oasis Irrigation Area

Zhang Enhe and Huang Gaobao

(Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070)

Abstract During 3 years, six different multiple cropping rotation systems were studied at varying levels of water application in Hexi oasis irrigation area. The results showed that the total yield and WUE of rotation system increased with adding of water application in a restricted range. But over the range, the yield and WUE would not increase because of no more available water. After comprehensive analysing the yield, WUE and soil fertilizer status influenced by rotation, the order of oilseed/potatoes- spring wheat/oilseed-maize/soybean- flax/potatoes is regarded as optimum multiple cropping rotation system for fulfilling water-saving, high yield and efficiency.

Key words Oasis irrigation area; Water-saving; Multi-cropping; Rotation system

©1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net