

西北荒漠绿洲区隔沟交替灌溉 对棉花生长及产量与经济效益的影响

王振昌¹, 杜太生², 杨磊¹

(1. 西北农林科技大学旱区农业水土工程教育部重点实验室, 陕西 杨凌 712100; 2. 中国农业大学中国农业水问题研究中心, 北京 100083)

摘要: 2006~2007连续两年在石羊河流域下游民勤县干旱荒漠绿洲区大田试验覆膜条件下隔沟交替灌溉(AFI)和常规沟灌(CFI)对棉花生长、产量及经济效益的影响。结果表明, 隔沟交替灌溉方式对棉花株高的生长起到了抑制作用, 且结铃率高于常规沟灌处理; 在次灌水定额为当地畦灌水平的50%左右时隔沟交替灌溉与常规沟灌处理相比, 能够提高棉花的产量和霜前花比例, 增加经济效益。在荒漠绿洲区隔沟交替灌溉是一种有效的灌溉方式, 可以实现节水优质高效的目标。

关键词: 隔沟交替灌溉; 产量; 经济效益; 霜前花比例

中图分类号: S562 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2008)05-0084-06

我国农业节水的最大潜力在田间, 通过各种田间节水措施提高作物水分利用效率是节水农业发展的关键, 也是节水灌溉的基础^[1]。目前, 我国农田灌溉仍以传统的畦、沟地面灌溉为主, 其面积约占总灌溉面积的98%。隔沟交替灌溉是基于根冠通讯理论提出的利用作物需水信号进行主动调控的灌溉方式^[2], 是在传统灌溉方式基础上进行作物水分生理调控的新突破^[3]。

甘肃石羊河流域下游的民勤沙漠绿洲区位于腾格里沙漠和巴丹吉林沙漠之间, 光照充足、降水稀少。由于地表水资源不足, 该地区农业生产主要依赖开采地下水来维持, 近年来由于进入该地区的地表水资源逐渐衰减, 过度开采地下水, 导致了严重的生态环境问题。因此, 寻求切实可行的节水灌溉技术来提高水分利用效率是解决当地干旱缺水问题的一项有效措施。棉花是当地的主要经济作物, Du等^[4]于2004~2005年在该地区的研究表明, 隔沟交替灌溉较之常规灌溉, 能够提高棉花的水分利用效率。Tang等^[5]在新疆的研究也表明, 隔沟交替灌溉技术能够在节水的前提下保持较高的籽棉产量, 而且能显著提高霜前花的比例。但有关隔沟交替灌溉条件下的经济效益分析报道较少。本文旨在通过连续两年的试验, 研究不同灌溉定额下交替灌溉和常规灌溉对棉花生长、产量、霜前花比例的影响, 并进行相应的经济效益分析, 以探讨石羊河流域限额灌

溉条件下棉花应用隔沟交替灌溉技术的潜力和可行性, 为该技术在西北旱区经济作物上的推广和应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验于2006~2007年4~10月在甘肃省民勤县农业技术推广中心试验站(E103°30', N38°30')进行, 试验区属温带大陆性干旱气候, 多年平均降水量110 mm, 且多为5 mm以下的无效降水, 7~9月的降水占全年降水的60%, 多年平均蒸发量为2 644 mm, 年日照时数大于3 010 h, 年大于10℃的积温为3 147.8℃。地下水埋深13~18 m, 1 m土层内的土质为沙壤土, 0~60 mm土层含少量腐殖质和粘粒。土壤干容重为1.52~1.54 g/cm³, 田间持水量为33.7%~36.2%(体积含水率)。

1.2 试验设计

供试棉花品种为新陆早7号(*Gossypium hirsutum* cv Xinluzao No. 7), 设覆膜条件下的隔沟交替灌溉(AFI)、常规沟灌(CFI)两种灌溉方式, 每种灌溉方式下设3个灌水量处理, 每个处理3次重复, 小区为东西方向, 四周开阔, 各小区面积为70 m², 合计18个小区。采用随机完全区组设计方法布置小区。为减少各小区水分侧向入渗的影响, 各小区以一沟一垄(宽1 m)作为保护带。每垄种两行棉花,

收稿日期: 2008-04-08

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(50339030); 国家高技术研究“863”计划课题(2006AA100210)

作者简介: 王振昌(1981—), 男, 河南获嘉人, 硕士研究生, 主要从事节水灌溉理论技术方面的研究。E-mail: wangzhenchang2005@163.com。

通讯作者: 杜太生(1975—), 男, 山东东阿人, 博士, 副教授, 主要从事节水灌溉理论与技术研究。E-mail: dts1975@126.com

行距 25 cm,株距 25 cm,每穴留苗 2~3 株。灌水时常规沟灌处理(CFI)每条灌水沟均灌水;隔沟交替灌溉处理(AFI)上次灌 1、3、5 沟,下次灌 2、4、6 沟,依此类推。灌水量由灌水软管末端的水表控制,各处理锄草、施肥、化控、催熟等田间管理措施保持一致。灌水时间参照当地棉花常规灌水时间确定,2006 年次灌水定额分别取当地畦灌灌水定额的 30%、45% 和 60%。2007 年 CFI 次灌水定额分别为当地畦灌定额的 30%、60%、90%,AFI 各处理的

灌水定额分别为相应 CFI 处理的 50%。各年度灌水时间和灌水定额见表 1。

1.3 测定指标和方法

1.3.1 常规气象资料 气象数据由试验区内的自动气象站(Hobo Weather Station,USA)获取。获取的气象资料包括试验期间的降雨量、太阳辐射、气温、相对湿度、风速等。2006~2007 年试验期间降雨量及月积温数据见表 2。

表 1 沟灌试验棉花全生育期灌水情况
Table 1 Details of different furrow irrigation treatments

处理 Treatment	2006			2007		
	灌水次数 Irrigation times	次灌水定额 Irrigation amount per time(m ³ /hm ²)	灌水日期 Irrigation date (M-d)	灌水次数 Irrigation times	次灌水定额 Irrigation amount per time(m ³ /hm ²)	灌水日期 Irrigation date (M-d)
CFI-1	3	240		4	240	
AFI-1	3	240		4	120	
CFI-2	3	360	06-23,07-13, 08-01	4	480	06-20,07-15, 07-30,08-15
AFI-2	3	360		4	240	
CFI-3	3	480		4	720	
AFI-3	3	480		4	360	

表 2 棉花生育期气象资料(2006~2007)
Table 2 The meteorological data in the growth stage of cotton in 2006~2007

年份 Year	项目 Item	月份 Month				
		5 月 May	6 月 June	7 月 July	8 月 August	9 月 September
2006	降雨量 Precipitation(mm)	11.8	3.8	5.6	33.6	11.2
	月积温 Accumulated temperature in a month(℃)	526	674	698	709	480
2007	降雨量 Precipitation(mm)	39.8	26.4	51.2	17.2	24.4
	月积温 Accumulated temperature in a month(℃)	580	664	695	687	440

1.3.2 土壤含水量 在棉花全生育期每隔 3~5 d 用土壤水分仪(Diviner 2000.Sentek Pty Ltd, Australia)测定土壤含水量。对于常规灌溉,测管埋设在灌水沟和垄的中心轴线上;隔沟交替灌溉测管埋设在灌水沟、垄和非灌水沟中。两种灌水方式下测管埋深均为 1 m。灌水前后加测,期间结合取土烘干法对数值进行校正。作物在全生育阶段的耗水量,按照水量平衡的方法来计算,其计算公式为:

$$ET = ER + I + \Delta S - F \pm Q$$

式中,ET 为全生育阶段蒸发蒸腾量,ER 为全生育阶段的有效降雨量,I 为全生育阶段灌水量,F 为全生育阶段地表径流,考虑到棉田在试验期间无地表径流发生,此处 F 取 0,Q 为全生育期上移或下渗量,根据预试验观测结果,沟灌条件下次灌水定额为 48.0 mm 时,1 m 深度处土壤水分变化不明显,且该

地区地下水埋深 13~18 m,故上移或下渗量均可忽略不计,取 Q=0。 ΔS 为土壤储水量的减少量,测定的土壤深度为 100 cm。

1.3.3 棉花生长状况测定 在棉花各个生育阶段中,各小区选取 10 株长势均匀,有代表性的棉株进行株高、蕾数、铃数、桃数的测量。

1.3.3 收获考种与田间测产 试验结束后,各处理随机选取 45 株进行考种,测定绒长、衣分等指标;为了减小边界效应的影响,采用手摘的方法,取中间两行对各处理进行实际产量的测定,根据棉花吐絮情况,在霜前和霜后分别采摘和称重。

2 结果分析与讨论

2.1 不同沟灌模式下棉花生长状况

棉花株高的变化反映了植株营养生长的情况。

如图 1 所示,两年试验中,次灌水定额为 $240\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 的处理,均表现为 CFI 的最终株高大于 AFI 处理,其中 2006 年的差异达到了显著水平;其它灌水定额

的株高,在不同年份均有类似的趋势。这表明在棉花生长盛期,隔沟交替灌溉对棉花的营养生长起到了一定的抑制作用。

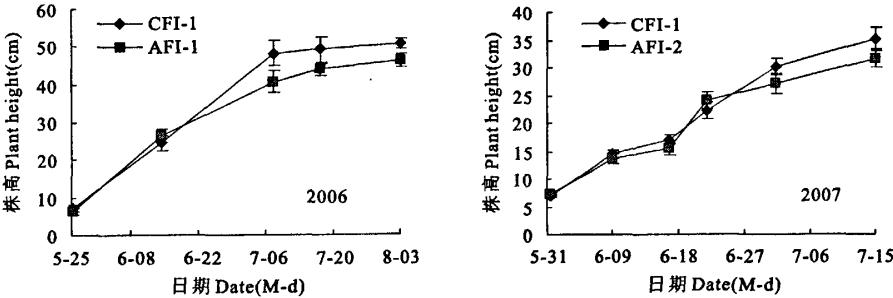


图 1 相同灌溉定额不同沟灌模式下棉花株高变化(2006~2007)

Fig.1 Changes of cotton plant height under same irrigation amount of different kinds of furrow irrigation in 2006~2007

棉花蕾铃数目的变化及相应的结铃率反映了植株生殖生长的情况。从 2006 年的数据中可以看出,两种灌溉方式下单株棉桃的数量及结铃率,均有随灌水量的增加而逐步增大的趋势;相同灌水定额下,AFI 处理的最终棉桃数量及结铃率要高于 CFI 处

理,其中次灌水定额 $480\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 的处理其差异达到显著水平。2007 年 AFI 的灌水定额为相应 CFI 处理的 50%,其最终成桃数虽然小于相应的 CFI 处理,但差异未达到显著水平;两种灌水方式下相应水量处理的结铃率也无显著差异。

表 3 不同沟灌模式下棉花单株蕾、铃数目变化

Table 3 Changes of number of bud and boll per plant under different kinds of furrow irrigation in 2006~2007

年份 Year	处理 Treatment	蕾数 Numbers of buds		铃数 Numbers of bolls			结铃率 (%) The rate of effective bolls
		7 月 11 日 Jul. 11	7 月 22 日 Jul. 22	8 月 22 日 Aug. 22	9 月 2 日 Sep. 2	9 月 27 日 Sep. 27	
2006	CFI-1	10.5abc	12.6ab	5.7a	3.8ab	2.9bc	23.0cd
	AFI-1	9.7bcd	13.0a	5.7a	3.4ab	3.1bc	23.8cd
	CFI-2	9.7bcd	11.4ab	3.6bc	3.4ab	3.0bc	26.3c
	AFI-2	8.0d	10.9ab	3.9ab	3.3ab	3.2bc	29.4bc
	CFI-3	11.4ab	12.0ab	4.9ab	4.1ab	3.7b	30.8bc
	AFI-3	12.3a	13.1a	5.6a	4.5a	4.2a	32.1a
年份 Year	处理 Treatment	蕾数 Numbers of buds		铃数 Numbers of bolls			结铃率 (%) The rate of effective bolls
		7 月 3 日 Jul. 3	7 月 20 日 Jul. 20	8 月 3 日 Aug. 3	8 月 12 日 Aug. 12	9 月 13 日 Sep. 13	
2007	CFI-1	3.0bc	11.3a	11.3ab	5.7ab	3.3ab	29.2cd
	AFI-1	3.0bc	5.7ab	3.7c	1.7b	1.7b	29.8cd
	CFI-2	3.7b	7.0ab	4.0bc	2.7b	2.7ab	38.6ab
	AFI-2	2.0c	4.0b	2.7c	2.0b	1.7b	42.5a
	CFI-3	6.3a	13.8a	14.0a	11.7a	5.3a	37.9ab
	AFI-3	3.3bc	7.7ab	7.7bc	6.3ab	2.7ab	35.1bc

注:表中数据均为三个重复小区的平均值,a,b,c 等字母表示同一年份同一列数据在 $P_{0.05}$ 水平上统计的差异显著性。结铃率的计算方法为:结铃率=(结铃数/现蕾总数) $\times 100\%$,公式中 2006 和 2007 年的结铃数分别为当年 9 月 27 日和 9 月 13 日的数据,而 2006 和 2007 年的现蕾总数分别为当年 7 月 22 日和 7 月 20 日的数据。

Note: Each value is the mean of 3 plots of each treatment, means within a column followed by different letters are significantly different at $P < 0.05$. The rate of effective bolls can be calculated with the following equation: the rate of effective bolls = (the number of bolls/the total number of buds) $\times 100\%$. The numbers of bolls used in the equation in 2006 and 2007 are the numbers counted on sep.27 and sep.13, respectively; The number of buds in the equation in 2006 and 2007 are the numbers counted on Jul.22 and Jul.20, respectively.

2.2 不同灌水方式下棉花的籽棉产量及经济效益分析

与 2006 年相比,2007 年度由于在花铃期和吐絮期阴雨天气较多,棉花的授粉和棉桃的吐絮受到严重影响,造成后期青桃和僵瓣数目较多,籽棉产量明显低于 2006 年(表 4)。2006 年的数据表明,不同沟灌模式下籽棉产量均随着灌溉水量的增加而增大;相同灌水量下隔沟交替灌溉(AFI)的籽棉产量和水分利用效率整体上要优于常规沟灌(CFI),尤其当灌溉定额为 1 440 m³/hm² 时,隔沟交替灌溉的籽棉产量和水分利用效率均显著高于常规沟灌处理,分别达到 4 597.4 kg/hm² 和 1.051 kg/m³,分别

为常规沟灌处理的 1.15 和 1.17 倍;在 2007 年度,隔沟交替灌溉处理的水量设为常规沟灌的 50% 时,除 AFI-1 处理外,其他两个处理仍能保持较高的籽棉产量和水分利用效率。

棉花的经济产量按照收获时间的早晚,可以分为霜前花和霜后花。霜前花比例是棉花早熟性的一个数量指标,两年的结果均表明,两种灌溉方式下霜前花比例均表现为随灌溉水量的减少而增大的趋势;2006 年,相同灌水定额条件下,交替沟灌的霜前花比例整体上高于常规灌水处理;2007 年,当交替沟灌处理的灌水定额为常规处理的 50% 时,其差异达到了显著水平(表 4)。

表 4 不同沟灌模式下棉花籽棉产量、总耗水量、霜前花比例和水分利用效率
Table 4 Seed cotton yield, ET_c, percentage of pre-frost seed cotton yield and WUE in all treatments

年份 Year	处理 Treatment	总耗水量 ET _c (mm)	籽棉总产量 Seed cotton yield (kg/hm ²)	霜前花比例 Percentage of pre-frost seed cotton yield (%)	水分利用效率 Water use efficiency (kg/m ³)
2006	AFI-1	378	3615d	93.66a	0.956bc
	CFI-1	380	3778cd	89.00bc	0.994ab
	AFI-2	407	3965bc	91.67ab	0.974bc
	CFI-2	405	3860bc	91.00ab	0.953c
	AFI-3	437	4597a	85.00cd	1.052a
	CFI-3	449	4003b	87.67bc	0.892d
2007	AFI-1	338	1148d	90.55a	0.340d
	CFI-1	396	1524cd	86.82bc	0.385ab
	AFI-2	392	1540cd	90.37ab	0.393a
	CFI-2	483	1763bc	72.52d	0.365bc
	AFI-3	458	1685bc	86.70bc	0.368bc
	CFI-3	614	2158a	60.33d	0.351d

注:表中数据均为三个重复小区的平均值,a、b、c 等字母表示同一列数据在 P_{0.05}水平下统计显著性。
Note: Each value is the mean of 3 plots of each treatment, means within a column followed by a different letter are significantly different at P<0.05.

棉花霜后花的纤维与种子发育不充分,品质较差,其售价通常不及霜前花的一半。2006 年度 AFI-2 和 AFI-3 每公顷灌溉水净效益分别比相同灌溉水量的 CFI-2 和 CFI-3 增长了 4% 和 19%;2007 年度 AFI-2 和 AFI-3 的灌溉水量仅为 CFI-2 和 CFI-3 的 50%,然而经济效益却分别达到 CFI-2 和 CFI-3 的 96% 和 86%,单位灌溉水量净经济效益也分别为常规沟灌的 1.9 和 1.7 倍(表 5),这与隔沟交替灌溉条件下较高的籽棉产量和霜前花比例密切相关。由两年的经济效益分析结果可知,隔沟交替灌溉的经济效益在较大灌水定额条件下(2006 年 AFI-2、AFI-3 处理和 2007 年的 AFI-2、AFI-3 处理)均明显优于常规灌溉;而小灌水定额(2006 年 AFI-1 处理和 2007 年的 AFI-1 处理)下隔沟交替灌溉对经济效益的提高效果并不明

显。

3 讨 论

棉花是一种具有无限生长习性,营养生长和生殖生长长期并存的经济作物。减少冗余生长有利于提高作物的经济产量^[6],然而一般的整枝、打顶等措施会耗费大量的人工^[7],通过化学调控等方式又会对环境造成污染。近年来的研究表明,隔沟交替灌溉明显降低了棉花的株高和叶面积等营养冗余生长,而单株蕾数无显著差异^[5,8]。本研究亦得到类似的结果,同时还发现,当隔沟交替灌溉的水量为常规沟灌的 50% 时,单株蕾数虽比对照减少,但未达到显著水平,且保持与常规沟灌灌水相当的结铃率,这可能与减少棉花的适度冗余产生了最大优越补偿有关^[9,10]。

表 5 不同沟灌模式下棉花的灌溉净经济效益
Table 5 Net economic value of irrigation water in all treatments

年份 Year	处理 Treatments	灌溉定额 Irrigation water (m ³ /hm ²)	霜前花产量 Yield of pre-frost seed cotton (kg/hm ²)	霜后花产量 Yield of after frost seed cotton (kg/hm ²)	灌溉净效益 Net economic value of Irrigation water (yuan/hm ²)	单位灌水量净效益 Net economic value per m ³ water (yuan/m ³)
2006	AFI-1	720	3386	229	11814	16.41
	CFI-1	720	3362	416	12163	16.89
	AFI-2	1080	3635	330	13238	12.26
	CFI-2	1080	3513	347	12669	11.73
	AFI-3	1440	3908	690	15426	10.71
	CFI-3	1440	3509	494	12944	8.99
2007	AFI-1	480	1040	108	1327	2.76
	CFI-1	960	1323	201	3203	3.34
	AFI-2	960	1392	148	3459	3.60
	CFI-2	1920	1279	485	3592	1.87
	AFI-3	1440	1461	224	4002	2.78
	CFI-3	2880	1302	856	4647	1.61

注:表中数据均为三个重复小区的平均值,2006 年平均每公顷直接投入种子费 1 050 元、肥料 2 925 元、农药 690 元、地膜 75 元,人工费 800 元。2007 年除人工费为 400 元外,其它费用与 2006 年基本持平。2006 年霜前花收购价格为 5 元/kg,霜后花为 2.5 元/kg。2007 年收购价格分别为 6 元/kg 和 3 元/kg。水价均按 0.206 元/m³ 计算。

Note: Each value is the mean of 3 plots of each treatment. The productive cost in 2006 included the cost of seeds, fertilizer, pesticide, film and manpower. The cost of them were 1 050 yuan, 2 925 yuan, 690 yuan, 75 yuan, 800 yuan per hectare, respectively. Except the cost of manpower having been changed to 400 yuan per hectare, the other productive cost in 2007 kept the same prices with those in 2006. The price of seed cotton before frost and after frost in 2006 were 5 yuan per kilogram and 2.5 yuan per kilogram, while that in 2007 were 6 yuan and 3 yuan per kilogram. The price of water per m³ was 0.206 yuan.

Tang 等^[5]在新疆进行的试验表明,隔沟交替沟灌的灌溉水量为常规沟灌的 70%,但其籽棉产量为对照的 92%,并且隔沟交替灌溉条件下霜前花的比例比对照提高了 12%,杜太生等^[7]在民勤地区的研究表明相同灌溉定额条件下交替沟灌的籽棉产量比常规沟灌平均提高了 17.22%,次灌水定额为 375 m³/hm² 时隔沟交替灌溉的霜前花比例显著超过了常规沟灌覆膜处理,霜前花产量比常规沟灌增加 311.83 kg/hm²,提高了 35.5%。本试验结果表明,交替沟灌在较大灌水定额的条件下,籽棉产量和水分利用效率均优于常规沟灌处理,这与前人的研究一致;而小灌水定额(2006 年 AFI-1 处理和 2007 年的 AFI-1)条件下的交替沟灌在籽棉产量和水分利用效率方面并未显示出优势。本试验还发现,不同灌水方式下霜前花比例随着灌溉水量的降低而逐步增大,当交替沟灌的灌溉定额为常规沟灌的 50% 时,其霜前花比例显著高于常规沟灌处理,这可能是小灌水定额和隔沟交替灌水方式相互作用的结果。

棉花的经济效益在总投入量基本一致的情况下,不仅与总的籽棉产量有关,同时也受霜前花产量大小的影响。霜前花产量越高,表明籽棉整体的品质越好,相应的经济效益也越高。从两年的经济效

益分析可知,与 CFI 相比,次灌水定额设为当地畦灌水平的 50% 左右时,AFI 既能保持较高的籽棉产量,又能提高霜前花比例,提高单位灌溉水量净经济效益。目前,该区正在进行石羊河流域综合治理,要求提高水资源利用效率,减少地下水开采,本文的研究对于限额灌溉条件下经济作物的灌水策略制定具有一定的指导意义。

4 结 论

与常规灌溉方式相比,隔沟交替灌溉可以减少棉花的冗余生长,保持较高的结铃率和经济产量,提高霜前花比例。当灌水定额设为当地畦灌水平的 50% 左右时,隔沟交替灌溉既能保持较高的籽棉产量,又能提高霜前花比例,增加单位灌溉水量净经济效益。该技术在石羊河流域限额灌溉条件下是一种可行的棉花节水优质高效灌溉技术。

参 考 文 献:

- [1] 康绍忠,杜太生,孙景生,等.基于生命需水信息的作物高效节水调控理论和技术[J].水利学报,2007,38(6):661—667.
- [2] Shaozhong Kang, Jianhua Zhang. Controlled alternate partial root-zone irrigation: its physiological consequences and impact on water use efficiency[J]. Journal of Experimental Botany, 2004,

- 55(407):2437—2446.
- [3] 康绍忠,张建华,梁宗锁,等.控制性交替灌溉——一种新的农田节水调控思路[J].干旱地区农业研究,1997,15(1):1—6.
- [4] Taisheng Du, Shaozhong Kang, Jianhua Zhang, et al. Yield and physiological responses of cotton to partial root-zone irrigation in the oasis field of northwest China[J]. *Agricultural Water Management*, 2006,84(1~2):41—52.
- [5] Lisong Tang, Yan Li, Jianhua Zhang. Physiological and yield responses of cotton under partial rootzone irrigation[J]. *Field Crops Research*. 2005,94(2~3):214—223.
- [6] 盛承发.生长的冗余——作物对于虫害超越补偿作用的一种解释[J].应用生态学报,1990,1(1):26—30.
- [7] 纪从亮.棉花高产优质高效栽培实用技术[M].北京:中国农业出版社,2002.
- [8] 杜太生,康绍忠,王振昌,等.隔沟交替灌溉对棉花生长、产量和水分利用效率的调控效应[J].作物学报,2007,33(12):1982—1990.
- [9] 李跃强,盛承发.植物的超越补偿反应[J].植物生理学通讯,1996,32(6):457—464.
- [10] 韩明春,吴建军,王 芬.冗余理论及起在农业生态系统管理中的应用[J].应用生态学报,2005,16(2):375—378.

Responses of cotton growth, yield and economic value to alternate furrow irrigation in desert oasis of Northwest China

WANG Zhen-chang¹, DU Tai-sheng², YANG Lei¹

(1. Key Laboratory of Agricultural Soil and Water Engineering in Arid and Semiarid Areas, Ministry of Education, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. The Center for Agricultural Water Research in China, Beijing 100038, China)

Abstract: A field experiment was carried out to study the effects of alternate furrow irrigation on cotton growth, yield and economic value of cotton planted in desert oasis located in the downstream of Shiyang River Basin, Gansu Province. The results showed that the height of cotton in the treatment of AFI were lower than that of CFI, while the rate of effective bolls in the treatment of AFI was higher than that of CFI. When the irrigation amount of cotton was set to be about 50% of local border irrigation, AFI showed higher seed cotton yield and higher percentages of seed cotton yield pre-frost than in the treatment of CFI. As a result, the economic values of AFI were also higher than that of CFI. It can be concluded that application of AFI on cotton in the oasis could save water as well as increase seed cotton yield and economic value.

Keywords: alternate furrow irrigation; yield; economic value; percentage of pre-frost seed cotton yield

(上接第64页)

Effects of water treatment on photosynthetic characteristic of radish under plastic film mulching culture in Bashang Region in the Northwest of Hebei Province

ZHANG Jun-hua¹, HUANG Wei¹, ZHANG Li-feng², ZHANG Feng-lu²

(1. Department of Horticulture, Hebei North University, Xuanhua, Hebei 075131, China;

2. College of Agronomy, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071001, China)

Abstract: The effects of water treatment on photosynthetic characteristic of radish under plastic film mulch were studied. The results showed that Chl content of treatment was less than that of the contrast under the same water treatment. After 40d of seeded, photosynthetic rate of treatment excelled the contrast, and photosynthetic rate of all treatments reached the peak. After water irrigated, photosynthetic rate and transpiration rate of radish had the same trend, but water use efficiency was reverse; photosynthetic rate of treatment did not increase, but transpiration rate increased remarkably before 14:00 under the same water treatment.

Keywords: Bashang Region; radish; plastic film mulching; water; photosynthetic characteristic